

# Program Copernicus

## S A D R Ž A J

<b>1. PROGRAM COPERNICUS .....</b>	<b>2</b>
1.1. USLUGE.....	3
1.1.1. <i>Atmosfera .....</i>	<i>3</i>
1.1.2. <i>Morski okoliš.....</i>	<i>5</i>
1.1.3. <i>Kopno .....</i>	<i>7</i>
1.1.4. <i>Klimatske promjene.....</i>	<i>8</i>
1.1.5. <i>Krizna situacija.....</i>	<i>9</i>
1.1.6. <i>Sigurnost.....</i>	<i>13</i>
1.2. PRISTUP PODACIMA .....	16
1.2.1. <i>Usluge pristupa podacima i informacijama (DIAS) .....</i>	<i>16</i>
1.2.2. <i>Konvencionalna čvorišta podataka (data hubs).....</i>	<i>16</i>
1.3. PRAVA UPORABE PODATAKA .....	17
<b>2. SATELITI.....</b>	<b>19</b>
2.1. SENTINEL-1 .....	20
2.2. SENTINEL-2 .....	21
2.3. SENTINEL-3 .....	22
2.4. SENTINEL-4 .....	23
2.5. SENTINEL-5P .....	23
2.6. SENTINEL-5 .....	24
2.7. SENTINEL-6 .....	24

## 1. Program Copernicus

Copernicus je program Europske unije za promatranje Zemlje za dobrobit građana Europske unije. Logo programa Copernicus nalazi se na Slici 1.



*Slika 1. Logo programa Copernicus.*

Program Copernicus koordinira, vodi i financira Europska komisija u suradnji s državama članicama, Europskom svemirskom agencijom (ESA), Europskom organizacijom za iskorištavanje meteoroloških satelita (EUMETSAT), Europskim centrom za srednjoročne prognoze vremena (ECMWF), agencijama EU-a i Mercator Océanom.

Velike količine globalnih podataka dobivenih od satelita i ostalih mjernih sustava na zemlji, vodi i zraku dostupni su besplatno, javno i gotovo u realnom

vremenu svim zainteresiranim korisnicima. Prema INSPIRE direktivi podaci Copernicus programa su standardizirani i njih je lako i pristupačno koristiti.

### **1.1. Usluge**

Usluge programa Copernicus obrađuju mnoštvo količine podataka dobivenih od satelita i in situ mjerenja. Na temelju snimaka uzorci ponavljanja i anomalije u podacima se analiziraju i utvrđuju te na temelju toga se rade kartografski prikazi i analiziraju statistički podaci.

Podaci se razvrstavaju u šest tematskih cjelina Copernicus programa: Copernicus usluga motrenja atmosfere (CAMS), Copernicus usluga motrenja morskog okoliša (CMEMS), Copernicus usluga motrenja kopna (CLMS), Copernicus usluga motrenja klimatskih promjena (C3S), Copernicus usluga kriznih situacija (CEMS) i Copernicus usluga sigurnosti. Logotipi svake usluge nalaze se na Slici 2.



*Slika 2. Logotipi usluga programa Copernicus*

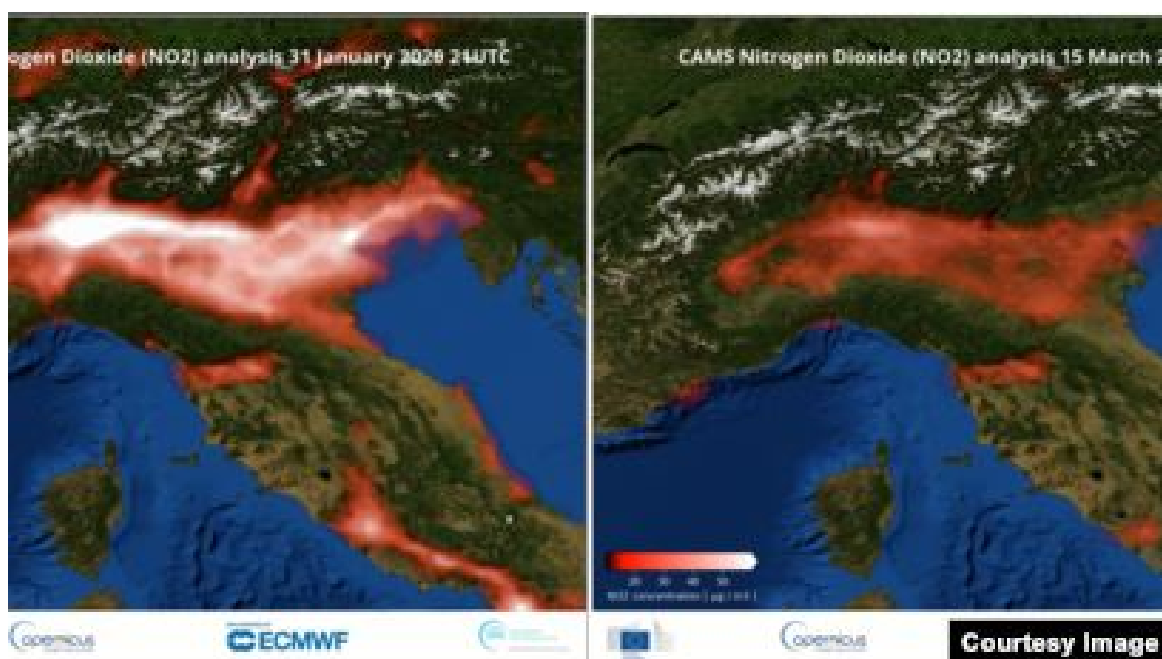
#### **1.1.1. Atmosfera**

Copernicus usluga motrenja atmosfere (CAMS) pruža neprekidan tijek podataka i informacija o sastavu atmosfere. Usluga opisuje trenutno stanje, prognozira nekoliko sljedećih dana i analizira podatke prethodnih godina. Servis se fokusira na 5 glavnih područja: kvalitetu zraka i sastav atmosfere,

ultraljubičasto zračenje i ozonski omotač, emisije i površinska strujanja, sunčevo zračenje te utjecaj na klimu.

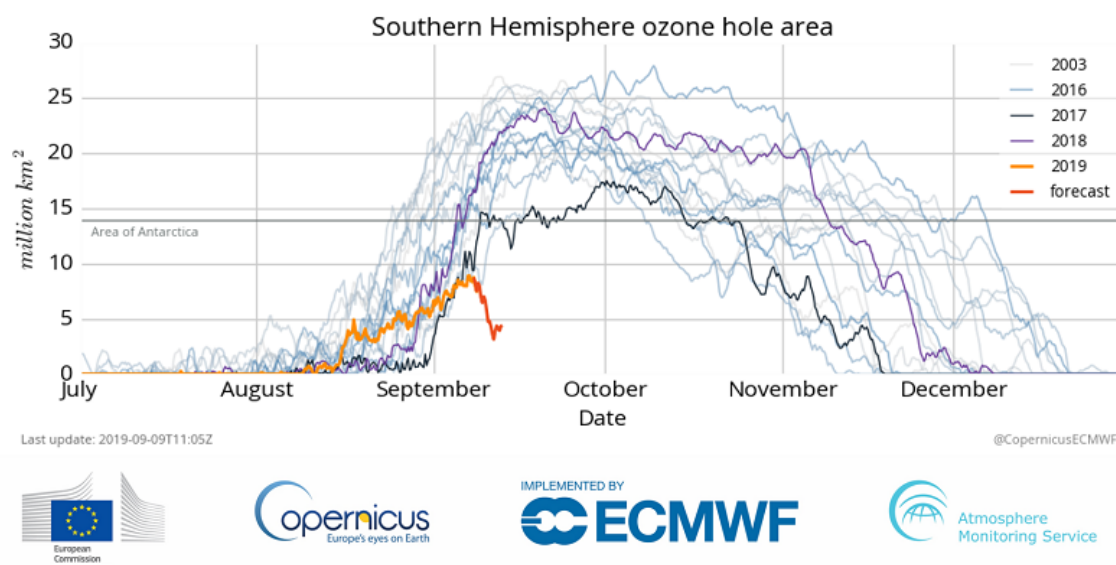
Usluga pruža svakodnevno stanje atmosfere motreći i prognozirajući stakleničke plinove (ugljikov dioksid i metan), reaktivne plinove (npr. ugljikov monoksid i sumporni dioksid), ozon i aerosole.

Na Slici 3. je prikaz koncentracije dušikova oksida u dolini rijeke Po u Italiji. Na drugoj snimci dana 15. ožujka 2020. godine vidi se značajno manja koncentracija dušikova oksida u odnosu na 31. siječanj 2020. godine što bi moglo biti uzrok globalne karantene izazvane virusom SARS-CoV-2.



*Slika 3. Usporedba koncentracije dušikova oksida u dolini rijeke Po u Italiji*

Graf 1. prikazuje površinu rupe na ozonskom omotaču od 2003. godine do 2019. godine i njezinu prognozu.



*Graf 1. Promjena površina rupe na ozonskom omotaču na južnoj polutci Zemlje*

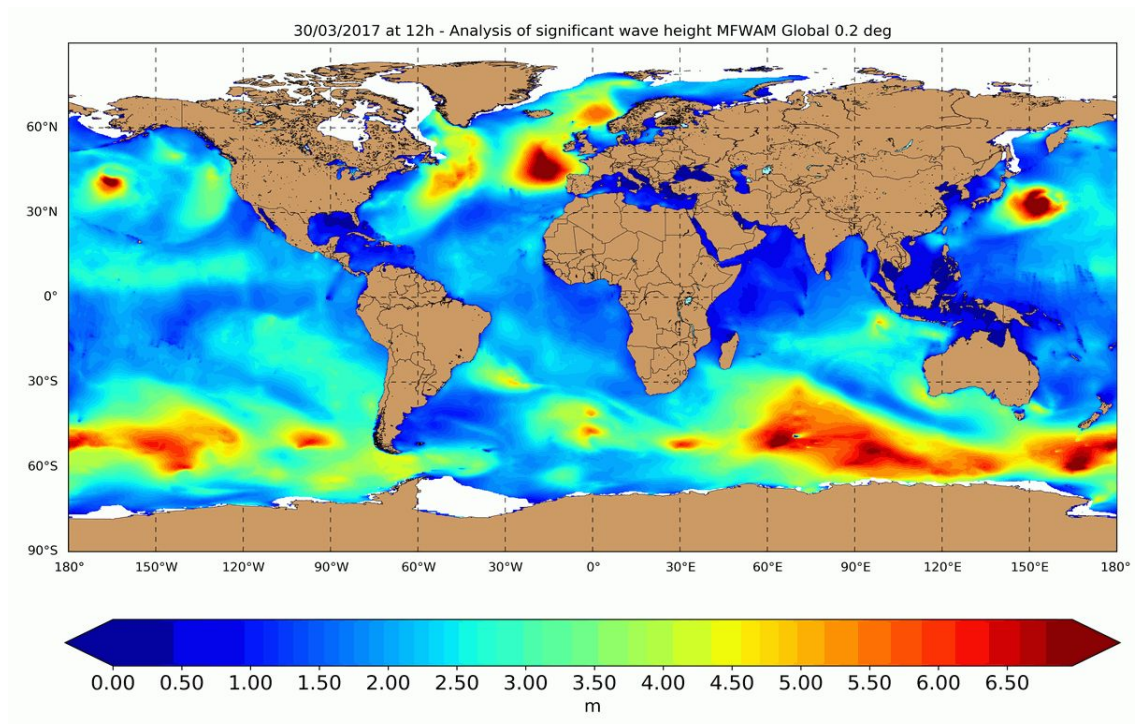
Dostupni podaci kvalitete zraka konstantno se reanaliziraju i procjenjuju, a podaci Sunčeva zračenja na površini Zemlje mogu se koristiti u svrhu iskorištavanja obnovljivih izvora energije.

U studenome 2014. godine Europska svemirska agencija je potpisala delegacijski sporazum s Europskim centrom za srednjoročne prognoze vremena (ECMWF) čime je usluga postala operativna početkom 2015. godine.

#### 1.1.2. Morski okoliš

Copernicus usluga motrenja morskog okoliša (CMEMS) pruža redovite informacije o promjenjivosti, biokemijskom i fizičkom stanju za globalne oceane i europska regionalna mora. Promatranje i prognoza morskog okoliša uključuje: pomorsku sigurnost, morske resurse, obalni i morski okoliš, vrijeme, sezonsko prognoziranje i klimu.

Podaci o morskim strujama, vjetru i ledu mogu biti korišteni za poboljšanje ruta brodova ili traganje na moru. Fizički i biokemijski sastav voda koristi se za motrenje kvalitete vode i kontrolu zagađenja. Podizanje morske razine u kombinaciji s valova može utjecati na eroziju obala, a povećanje temperature mora na cijeli morski ekosustav. Slika 4. prikazuje visinu valova 30. ožujka 2017. godine u podne.



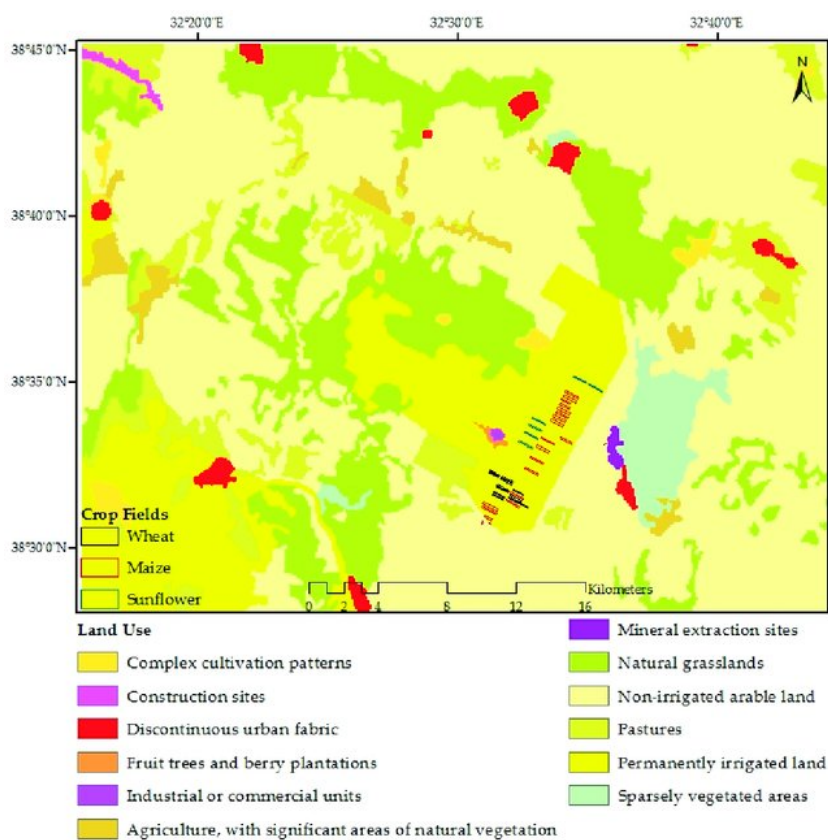
*Slika 4. Visina valova 30. ožujka 2017. godine u 12:00 h*

U studenome 2014. godine Europska svemirska agencija je potpisala delegacijski sporazum s Mercator Océanom čime je usluga postala operativna 1. svibnja 2015. godine.

### 1.1.3. Kopno

Copernicus usluga motrenja kopna (CLMS) pruža informacije o pokrovu Zemljine površine i njezinom uporabom, promjenom, vegetacijom, kruženju vode za uporabu u različitim aplikacijama.

Podaci usluge mogu se koristiti u različite svrhe kao što je urbanističko planiranje, upravljanje šumskim i vodnim dobrima, poljoprivredi, očuvanju prirode, ruralnom razvoju, ublažavanju i prilagodbi klimatskim promjenama. Slika 5. prikazuje klasifikaciju zemljišta prema uporabi dijela zemljišta u turskoj provinciji Konya.



Slika 5. Klasifikacija zemljišta dobivena korištenjem snimaka Copernicus programa

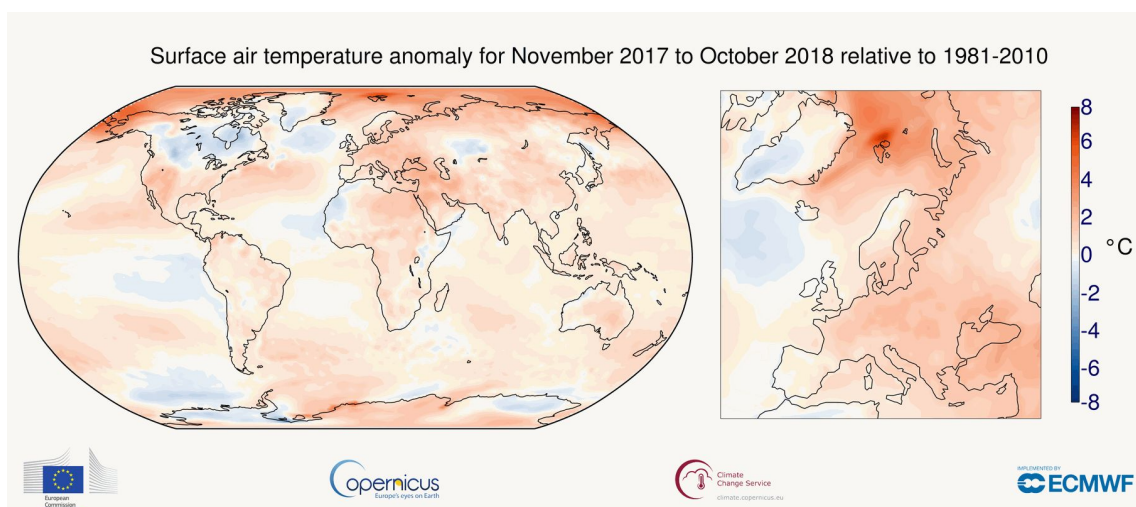
Usluga se sastoji od 5 segmenata: redovito opažanje biofizičkim varijabli za motrenje vegetacije i usjeva, kartiranje zemljina pokrova i uporabe zemljišta za detaljan kartografski prikaz uporabe zemljišta u svijetu, a posebno u Europi, tematska žarišta za nagle ili redovite pojave na nekom području, snimke i referentne podatke za snimke visoke i vrlo visoke rezolucije Europe i mozaika snimaka cijele Zemlje.

U studenome 2014. godine Europska svemirska agencija je potpisala delegacijski sporazum s Europskom agencijom za okoliš. Usluga je postala operativna 2012. godine.

#### 1.1.4. Klimatske promjene

Copernicus usluga motrenja klimatskih promjena (C3S) doprinosi društvu pružajući pouzdane podatke o trenutnom, prošlom i budućem stanju klime Europe i ostatka svijeta. Cilj ove usluge je pružiti točne podatke temeljene na znanstvenim spoznajama o klimatskim promjenama za podršku politikama Europske unije za ublažavanje klimatskih promjena. Slika 6. prikazuje razliku godišnjeg prosjeka temperature od 1981. godine do 2010. godine i prosječne mjesečne temperature studenog 2017. godine.





*Slika 6. Razlika godišnjeg prosjeka temperature od 1981. godine do 2010. godine i prosječne mjesečne temperature studenog 2017. godine.*

C3S je pod okriljem Europskog centra za srednjoročne prognoze vremena (ECMWF) uz pomoć Europske komisije. C3S se oslanja na znanstvena istraživanja Svjetskog programa za istraživanje klime (WCRP) i odgovara na zahtjeve korisnika koje odobrava Globalni sustav motrenja klime (GCOS). Usluga pruža podatke državama članicama za bolju organizaciju i zaštitu protiv klimatskih promjena.

#### 1.1.5. Krizna situacija

Copernicus usluga kriznih situacija (CEMS) pruža pravovremene i precizne prostorne podatke svima u trenucima prirodnih nepogoda, katastrofa izazvanih čovjekom i humanitarnim krizama.

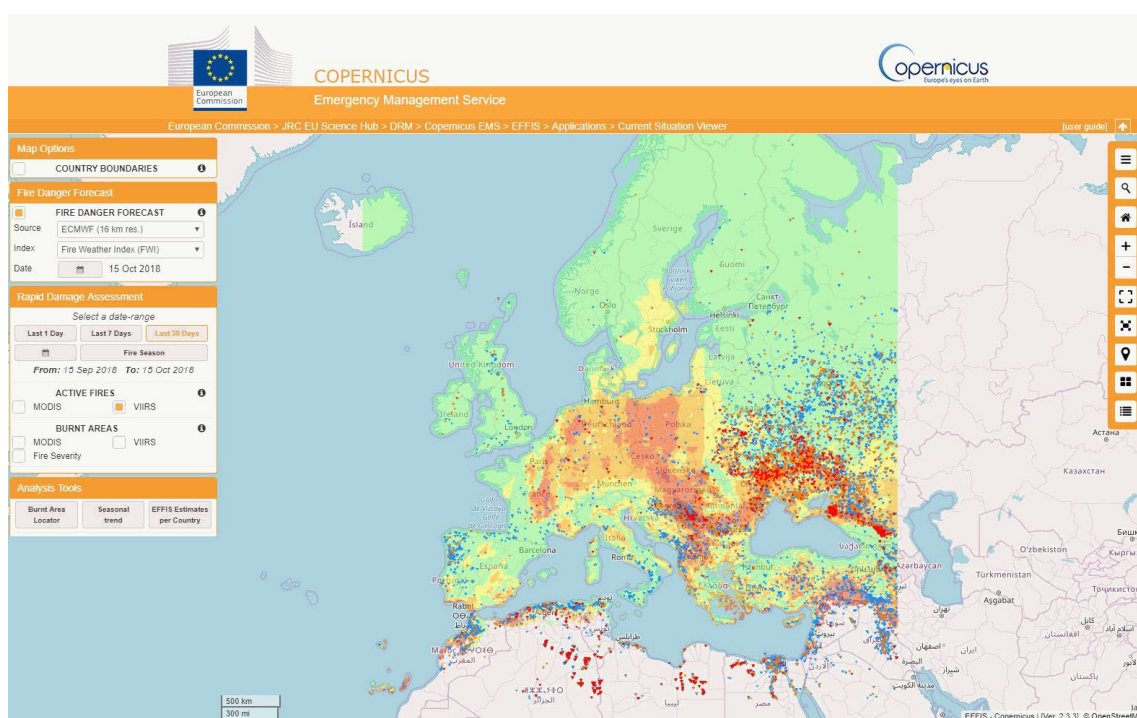
Usluga se sastoji od dva dijela: usluga kartiranja i usluga ranog upozorenja. Usluga kartiranja pokriva cijelu Zemlju i prvenstveno pruža podatke organizacijama civilne zaštite i humanitarnim institucijama. Podaci usluge se

mogu kombinirati s drugim izvorima podataka s kojima organizacijama raspolaze. Usluga pruža podršku kako bi svaki korak u procesu upravljanja kriznim situacijama bio najbolje moguće odrađen.

Na Slici 7. su vizualizirane posljedice tropskog ciklona Ava koji je pogodio glavni grad Madagaskra Antananarivo i okolicu 6. siječnja 2018. godine. Ovakav prikaz trebalo bi danima raditi izviđajući područje pogođeno katastrofom, a na ovaj način dobije se pouzdana informacija čime je skraćena priprema te je moguće brže djelovati.



stvarnom vremenu i starije informacije o šumskim požarima i sustavima za nadzor šumskih požara u Europi, na Bliskom istoku i u sjevernoj Africi, Europski centar za predviđanje i promatranje sušnih razdoblja (EDO), koji pruža informacije o sušama i rana upozorenja za Europu. (URL1) Obje komponente se međusobno nadopunjuju. Usluga se može koristiti za prijevremeno planiranje u slučaju katastrofe, ali ju samo mogu koristiti ovlašteni korisnici. Na Slici 8. prikazuje se područje Europe i sjeverne Afrike tematizirano po mogućnosti izbijanja požara.



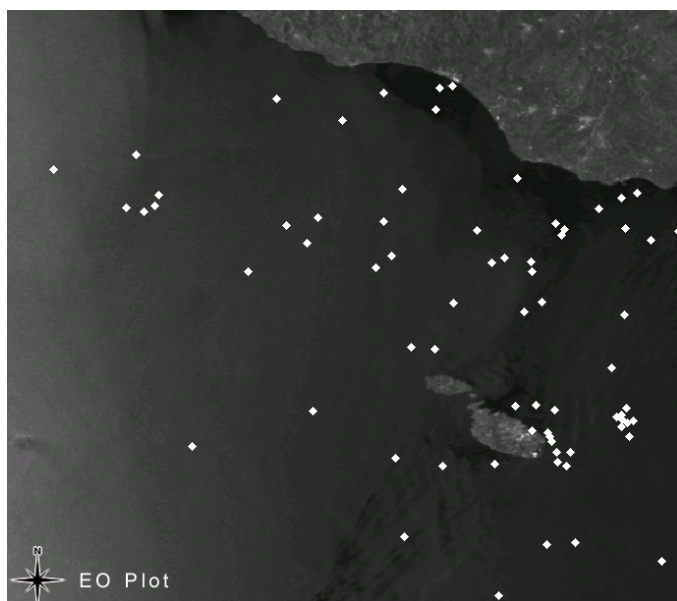
*Slika 8. Prikaz indeks požara (FWI) za Europu i sjevernu Afriku*

Usluga je postala operativna 1. travnja 2012. godine kad ju je u svoj sustav uključio Zajednički istraživački centar Europske komisije.

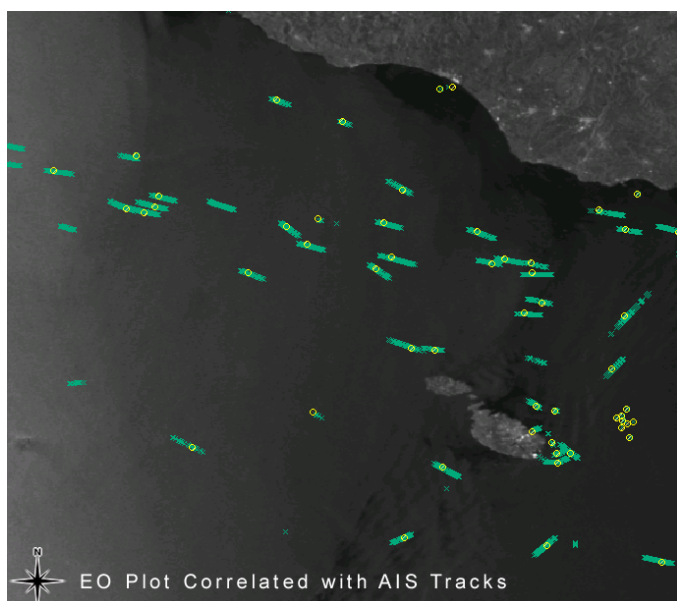
#### 1.1.6. Sigurnost

Copernicus usluga sigurnosti pruža podatke politikama Europske unije u svrhu prevencije kriza sigurnosti, pripremu i odgovor na njih u tri ključna područja: nadzoru granice, pomorskom nadzoru i potpori vanjskom djelovanju Europske unije. Cilj nadzora granice je smanjiti broj smrtnih slučajeva imigranata pri prelasku granice i povećanje sigurnosti unutar Europske unije. Sporazumom potpisanim 10. studenoga 2015. Europska komisija FRONTEX-u je povjerila komponentu sigurnosnih usluga programa Copernicus koja se odnosi na nadzor granice. (URL2)

Cilj je pružiti podatke u gotovo stvarnom vremenu o tome što se događa na kopnu i moru u blizini granica Europske unije. U području pomorskog nadzora glavni ciljevi su osigurati sigurnu plovību, kontrolirati ribolov, suzbiti onečišćenje mora i osigurati izvršavanje zakonodavstva na moru. Slika 9., Slika 10. i Slika 11. prikazuju plovila od kojih se mogu odrediti ona koji nemaju poznate rute ili manju površinu plovila, a mogu biti npr. imigranti u čamcu na napuhavanje.

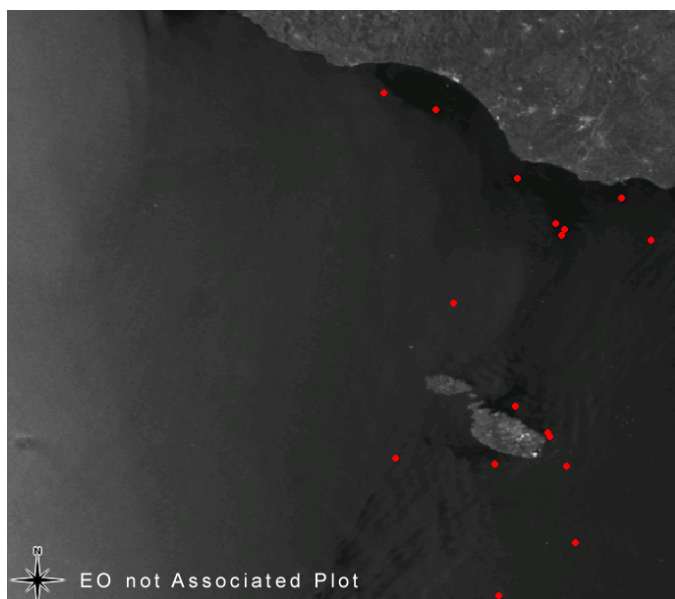


*Slika 9. Sva detektirana plovila*



*Slika 10. Plovila s detektiranim veličinama*





*Slika 11. Sva manja plovila*

Sporazumom potpisanim 3. prosinca 2015. godine Europska komisija povjerila je upravljanje usluge sigurnosti Europskoj agenciji za pomorsku sigurnost (EMSA). Europa je odgovorna za promicanje stabilnih uvjeta za ljudski i gospodarski razvoj, ljudska prava i demokraciju. Europska unija može pružiti pomoć zemljama trećeg svijeta u kriznim situacijama i pomoći u sprečavanju globalnih prijetnji.

Sporazumom potpisanim 6. listopada 2016. Europska komisija povjerila je uslugu potpore vanjskom djelovanju sigurnosnih Satelitskom centru Europske unije (EU SatCen). Usluga pomaže državama pružajući geoinformacije o udaljenim, teško dostupnim područjima na kojima postoje sigurnosni problemi. Usluga je prvenstveno namijenjena europskim korisnicima, ali prema potrebi mogu je aktivirati i ključni međunarodni sudionici.

## **1.2. *Pristup podacima***

Copernicus se oslanja na konstelaciju satelita koji svakodnevno imaju veliki broj opažanja. Lakoća i pristupnost podacima programa čini ga najvećim davateljem svemirskih podataka. Dnevno se proizvede 12 terabajta podataka koji se brzo obrade i budu dostupni korisnicima bez naknade. Podatke Copernicus programa se mogu preuzeti s usluga pristupa podacima i informacijama (DIAS) i konvencionalnih čvorišta podataka (*data hubs*). Osim službenih portala Copernicus programa postoje i mnogobrojni ostali programi trećih strana.

### **1.2.1. Usluge pristupa podacima i informacijama (DIAS)**

Kako bi olakšali pristup podacima Europska komisija razvija je pet usluga u oblaku koje se mogu koristiti za preuzimanje i obradu podataka: Creodias, Mundi, Onda, Sobloo i Wekeo. Te usluge su otvorenog koda i potpuno besplatne. Na tim uslugama mogu se uvesti podaci korisnika ili podaci s drugih satelita koji nisu sastavni dio Copernicus programa. Podaci s tih usluga ne moraju se preuzeti na korisnikovo računalo već se sve radi u internet pregledniku. Korisnici mogu izraditi web aplikacije bez preuzimanja podataka s više pristupnih točaka.

### **1.2.2. Konvencionalna čvorišta podataka (*data hubs*)**

S konvencionalnih čvorišta podataka za obradu podataka potrebno je preuzeti podatke s portala kojima upravljaju ESA i EUMETSAT. ESA upravlja portalom SCI Hub (Copernicus Open Access Hub) i CDSCDA (Copernicus Space Component Data Access).



Za korištenje Copernicus Open Access Hub-a korisnik mora napraviti korisnički račun i nakon toga su mu sve opcije preuzimanja dostupne. Podaci s budućih Sentinel misija bit će dostupna na tim portalima. Na CDSCDA-u se mogu preuzeti kopneni podaci Copernicus programa. Pregled je dostupan svim korisnicima, ali preuzimanje podataka je ograničeno na ovlaštene osobe.

EUMETSAT upravlja ostala dva portala: EUMETCast i CODA (Copernicus Online Dana Access). EUMETCast uz podatke programa Copernicus nudi podatke komercijalnih komunikacijski geostacionarnih satelita koji koriste DVB standard do podataka istraživačkih mreža. Osnovni podaci dostupni su korisnicima za preuzimanje bez naknade. Postoje neki podaci za koje treba tražiti licencu koju se ponekad treba zatražiti bez naknade, a ponekad može biti naplaćena ako se koristi u komercijalne svrhe. CODA je specijalizirani portal za praćenje vremenske prognoze i klime, pa su prema tome dostupni samo podaci sa satelita Sentinel-3. Civilnim korisnicima dostupni su podaci sigurnosne razine 1 i 2 opažani prošlih godinu dana. Za starije podatke potrebno je koristiti neki od drugih portala.

### **1.3. Prava uporabe podataka**

Spominjujući ime Copernicus programa u bilo kakvim publikacijama korisnik mora pravilno uporabljivati pojmove: Europska unija, Copernicus, Copernicus Trade Marks, korisnik, javno tijelo. Nikako se ne smiju koristiti podaci Copernicus servisa na način da lažno prikazuju činjenice. Korisnik Copernicus podataka ne mora uvijek odobriti da razumije uvjete uporabe, već samom uporabom podataka potvrđuje da je upoznat s pravilima korištenja. Kod korištenja i objavljivanja podataka potrebno je jasno naznačiti izvor podataka.

Detaljniji i opširniji opis prava uporabe podataka se nalazi na web stranici Copernicus programa.

## 2. Sateliti

Program Copernicus čini skupina namjenskih satelita Sentinel i in situ senzori. In situ podaci koriste se kao kontrola i dopuna satelitskim podacima. Sateliti Sentinel posebno su projektirani kako bi zadovolji uvjete Copernicus sustava i korisnika.

Od lansiranja satelita Sentinel-1A u 2014. godini Europska unija planira do 2030. godine stvoriti konstelaciju od 20 Sentinel satelita. U orbiti su trenutno samo 7 satelita 4 različita tipa, a prikazani su u Tablici 1.

<b>satelit</b>	<b>senzor</b>	<b>namjena</b>	<b>vrijeme lansiranja</b>
Sentinel-1A	radar sa sintetičkom aperturom	radarsko snimanje kopna i mora	travanj 2014.
Sentinel-1B			travanj 2016.
Sentinel-2A	multi spektralni širokopojasni uređaj visoke rezolucije	multi spektralno snimanje mora	lipanj 2015.
Sentinel-2B			ožujak 2017.
Sentinel-3A	radiometar, spektrometar, radarski altimetar	sustavna mjerenja oceana, kopna, leda i atmosfere	veljača 2016.
Sentinel-3B			travanj 2018.

Sentinel-4	kratkovalni infracrveni spektrometar	praćenje atmosfere iz geostacionarne orbite	- (u planu)
Sentinel-5	kratkovalni infracrveni spektrometar	praćenje atmosfere iz polarne orbite	- (u planu)
Sentinel-5P	tropomi spektrometar	prikupljanje informacija o plinovima u atmosferi	listopad 2017.
Sentinel-6	SAR radio visinomjer	altimetrijska misija	- (u planu)

*Tablica 1. Popis Sentinel satelita, njihovih senzora, namjene i datuma lansiranja*

### **2.1. Sentinel-1**

Sentinel-1 pruža svakodnevne radarske snimke kopna i oceana bez obzira na doba dana. Sentinel-1 radi u pre-programiranom operacijskom načinu kako bi se mogli evidentirati dosljedne dugotrajne arhive snimaka za što kvalitetniju analizu podataka kroz vrijeme. Svaki Sentinel-1 satelit ima očekivani vijek trajanja od 7 godina. Za to je potrebno osim čvrste konstrukcije pouzdan izvor energije, a to su solarne ploče površine 40 m<sup>2</sup> koje su prikazane na Slici 12.



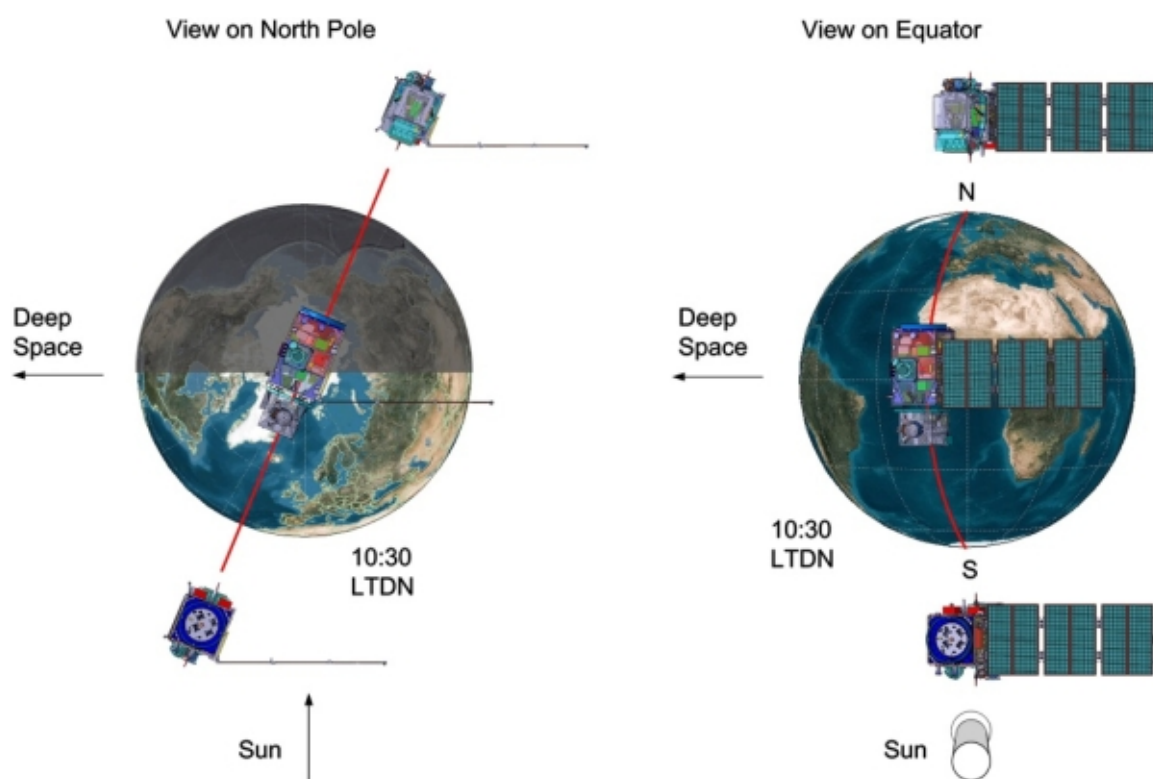
*Slika 12. Satelit Sentinel-1*

Misija pruža neovisnu operativnu sposobnost za kontinuirano radarsko mapiranje Zemlje. Sentinel-1A lansiran je 3. travnja 2014. godine, a Sentinel-1B 25. travnja 2016. godine.

## **2.2. Sentinel-2**

Sentinel-2 je konfiguracija satelita blizanaca što znači da se nalaze u istoj orbiti na razmaku od  $180^\circ$  geografske dužine, odnosno jedan nasuprot drugome. Služi za optičke snimke visoke rezolucije kopna kao što su snimke vegetacije, tla, površine voda i obala. Snimke Sentinela-2 koriste se za krizne situacije.

Jedna snimka Sentinel-2 satelita obuhvaća prostor od  $290 \text{ km}^2$ . Sateliti Sentinel-2 prijeđu isto područje u 2 – 3 dana. Sateliti mogu snimiti područje od  $56^\circ$  geografske širine južno do  $84^\circ$  sjeverno. Putanja satelita prikazana je na Slici 13.

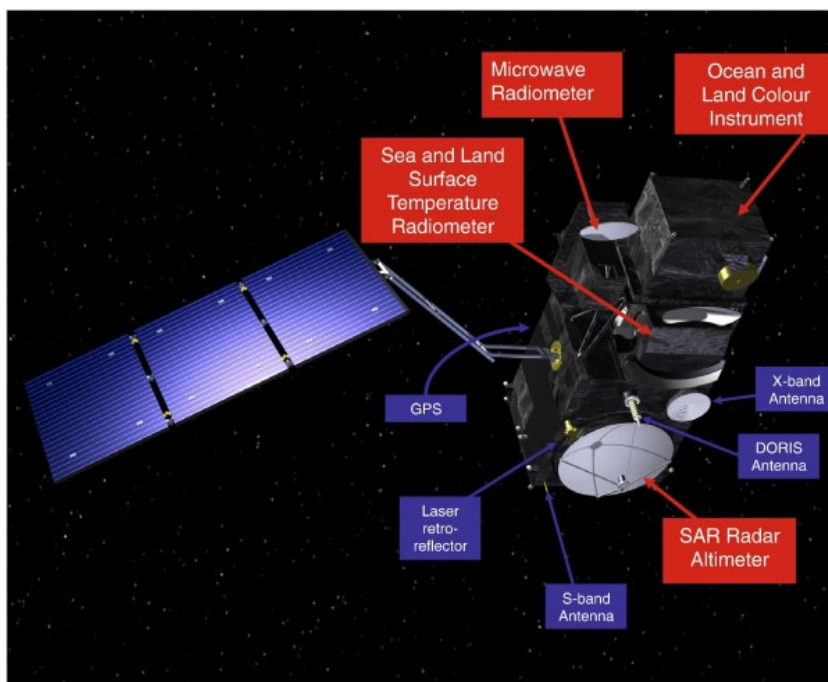


Slika 13. Orbita satelita Sentinel-2

Sentinel-2 lansiran je 22. lipnja 2015. godine, a Sentinel-2B 7. ožujka 2017. godine.

### 2.3. Sentinel-3

Sentinel-3 je opremljen visoko preciznim optičkim radarom i altimetrom za vodene površine i kopno. Mjeri podatke kao što su topografija vode, temperatura i boja vode i kopna s visokom preciznošću i pouzdanošću. Na Slici 14. prikazani su dijelovi satelita Sentinel-3 s njihovim funkcijama.



*Slika 14. Komponente satelita Sentinel-3 i njihova uloga*

Satelit Sentinel-3A lansiran je 16. veljače 2016. godine, a Sentinel-3B 25. travnja 2018. godine. ESA upravlja kopnenim dijelom misije, a EUMETSAT vodenim dijelom.

#### **2.4. Sentinel-4**

Sentinel-4 će pružati podatke o sastavu atmosfere. Cilj će mu biti motriti plinove i aerosole u atmosferi iznad Europe u visokoj rezoluciji s razlikom posjeta u satima. Trebao je biti lansiran 2019. godine, a zasad datum lansiranja nije poznat.

#### **2.5. Sentinel-5P**

Sentinel-5 Precursor je lansiran 13. listopada 2017. godine. Ovaj satelit je prethodnik satelita Sentinel-5. Cilj mu je osigurati kontinuitet podataka do

lansiranja Sentinela-5. Satelit služi za atmosferska mjerenja visoke rezolucije za kvalitetu zraka, ozona, ultraljubičastog zračenja, motrenje klime i njezinu prognozu.

Orbita Sentinela-5P je vrlo slična NASA-om Suomi-NPP space shuttle-u kako bi kombinacijom snimljenih podataka dobili preciznu sliku oblaka za izoliranje podataka snimljenih ostalim satelitima.

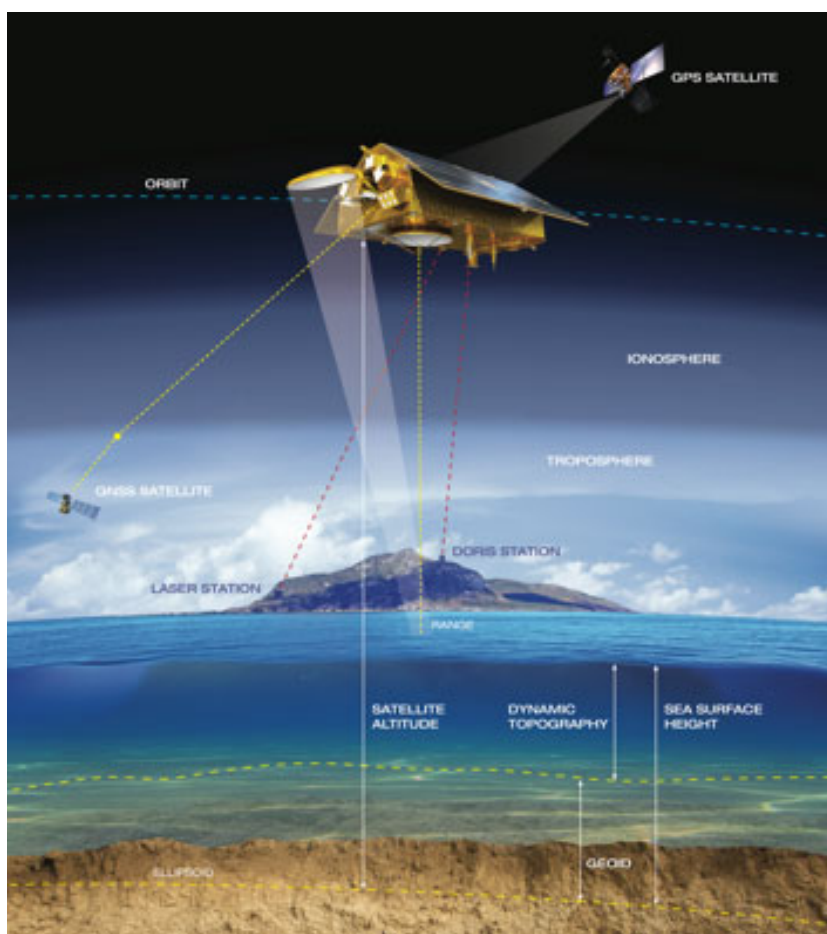
## **2.6. Sentinel-5**

Sentinel-5 bit će potpuno posvećen promatranju atmosfere. Pružat će točna mjerenja sastava atmosfere kao što su ozon, dušikov oksid, sumporov oksid, metan, ugljikov oksid, formaldehid i aerosol. Prema planu lansirati će se tijekom 2021. godine.

## **2.7. Sentinel-6**

Sentinel-6 pružati će visoko precizne snimke topologije vodenih površina za studije klimatskih promjena i oceansku topologiju. Na Slici 15. prikazan je pregled sustava satelita Sentinel-6.





*Slika 15. Pregled sustava Sentinel-6*

Sentinel-6 je zajednička misija Europe (EU, ESA i EUMETSAT) i Sjedinjenih Američkih Država (NOAA i NASA). Biti će lansiran tijekom 2020. godine.