

# NOVI SATELITSKI PRODUKTI ZA UPORABO V METEOROLOGIJI IN HIDROLOGIJI

## New Satellite Products for use in Meteorology and Hydrology

Mateja Iršič Žibert\* UDK 551.509.316

**Povzetek**  
Evropska mednarodna organizacija za uporabo meteoroloških satelitov EUMETSAT razvija specializirane satelitske produkte skupaj z nacionalnimi meteorološkimi centri držav članic. Italijanska meteorološka služba je nosilka razvoja treh vrst satelitskih produktov: količine padavin, lastnosti snežne odeje in vlažnosti tal. Skupaj z drugimi sodelujočimi ustanovami iz različnih držav že od leta 2005 razvijajo posebne produkte, ki bodo na začetku leta 2012 vsem državam članicam EUMETSAT, med katerimi je tudi Slovenija, na voljo za stalno uporabo. Prvi prototipi so že na voljo in bodo predstavljeni v tem članku.

**Abstract**  
The European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites (EUMETSAT) develops specialised satellite products together with national meteorological centres of the member states. The Italian Meteorological Office is responsible for the development of three types of products: precipitation quantity, soil moisture and snow parameters. Since 2005, the EUMETSAT, together with other participating institutions from different states, develops special products that will be available to all member states for permanent use in the beginning of 2012. The first prototypes are already available and are presented in this article.

## Uvod

Tako v meteorologiji kot v hidrologiji so zelo pomembni satelitski podatki, saj so njihove meritve pomembne za spremljanje stanja v ozračju in pri tleh. Od izstrelitve prvega satelita Meteosat leta 1977 so bile do leta 2002 na voljo meritve v treh območjih vidnega in infrardečega dela spektra, t. i. Meteosat prve generacije. Od leta 2002 so na voljo meritve v dvanajstih območjih vidnega in infrardečega spektra, t. i. druga generacija satelitov Meteosat. Izboljšane meritve omogočajo pripravo specializiranih produktov za različna področja uporabe.

Uporaba satelitov Meteosat je pomembna predvsem za spremljanje stanja in dogajanja v atmosferi in pri tleh. Take meritve so podlaga za vključevanje satelitskih podatkov v meteorološke numerične modele za izboljševanje napovedi, predvsem kot izhodišče za natančno napoved za nekaj ur vnaprej (t. i. nowcasting), kar je še posebno pomembno za izdajanje posebnih opozoril splošnim in posebnim uporabnikom, za zagotavljanje varnosti letalskega prometa ter za različne aplikacije v hidrologiji. Italijanska meteorološka služba v sodelova-

nju z EUMETSAT od leta 2005 skupaj z desetimi drugimi njegovimi članicami (Avstrija, Francija, Poljska, Belgija, Nemčija, Romunija, Madžarska, Slovaška, Finska in Turčija) v Evropi razvija produkte iz satelitskih meritev, ki so pomembni tudi v hidrologiji, t. i. EUMETSAT Satellite Application Facility on support to Operational Hydrology and Water Management (H-SAF). Razvojni program se je končal avgusta 2010, zdaj se nadaljuje operativno-razvojni program do leta 2012, ko bodo produkti na voljo za operativno uporabo vsem državam članicam EUMETSAT, tudi Sloveniji. V sklopu H-SAF so razviti trije tipi produktov, ki bodo predstavljeni v tem članku: količina padavin, lastnosti snega in vlažnost tal. Skupno je produktov štirinajst, od tega sedem padavinskih, trije za vlago v tleh in štirje za analizo snega.

Ti satelitski produkti bodo lahko vključeni v različne nacionalne programe na različnih ravneh. Za operativno hidrologijo so padavinski produkti pomembni za izdajanje opozoril ob poplavah, vlaga v tleh za izdajanje opozoril za zemeljske plazove, za določitev namočenosti tal in nadzor razpoložljive vode za vegetacijo, lastnosti snežne odeje za ocene mogočih povečanih pretokov ob taljenju, v meteorologiji pa za numerično napovedovanje, nowcasting in klimatski monitoring. Dodatno so poleg operativnih aplikacij ti podatki pomembni tudi za raziskave.

\* mag., Ministrstvo za okolje in prostor RS, ARSO, Vojkova 1 b, Ljubljana, Mateja.Irsic@gov.si

## Padavinski produkti

Razvitih je bilo več padavinskih produktov, ki se med seboj razlikujejo predvsem glede na to, iz kakšnega vira satelitskih podatkov ga določimo (samo iz mikrovalovnega ali iz kombinacije meritev v infrardečem in mikrovalovnem delu spektra) in ali gre za vrednost količine padavin v zadnjih petnajstih minutah ali za kumulativno vrednost v daljšem časovnem obdobju. Vsi padavinski produkti so podani v preglednici 1.

Prva dva padavinska produkta (preglednica 1, PR-OBS-1 in -2) sta določena iz meritev mikrovalovnega (MW) sevanja radiometra na nizkoorbitalnih satelitih, katerih meritve istega geografskega območja so dostopne le nekajkrat na dan. Razlika med tema dvema padavinskima produktoma je predvsem v merilni tehniki. V prvem primeru gre za t. i. konično skeniranje, kakršno omogočata senzorja SSM/I in SSMIS na ameriških satelitih DMSP. SSM/I je kratica za Special Sensor Microwave/Imager; SSMIS pa Special Sensor Microwave Imager/Sounder. V drugem primeru pa gre za skeniranje prečno glede na smer premikanja, kot je to mogoče s senzorji AMSU (Advanced Microwave Sounding Unit) oziroma

MHS (Microwave Sounding Unit) na več nizkoorbitalnih satelitih (NOAA in METOP).

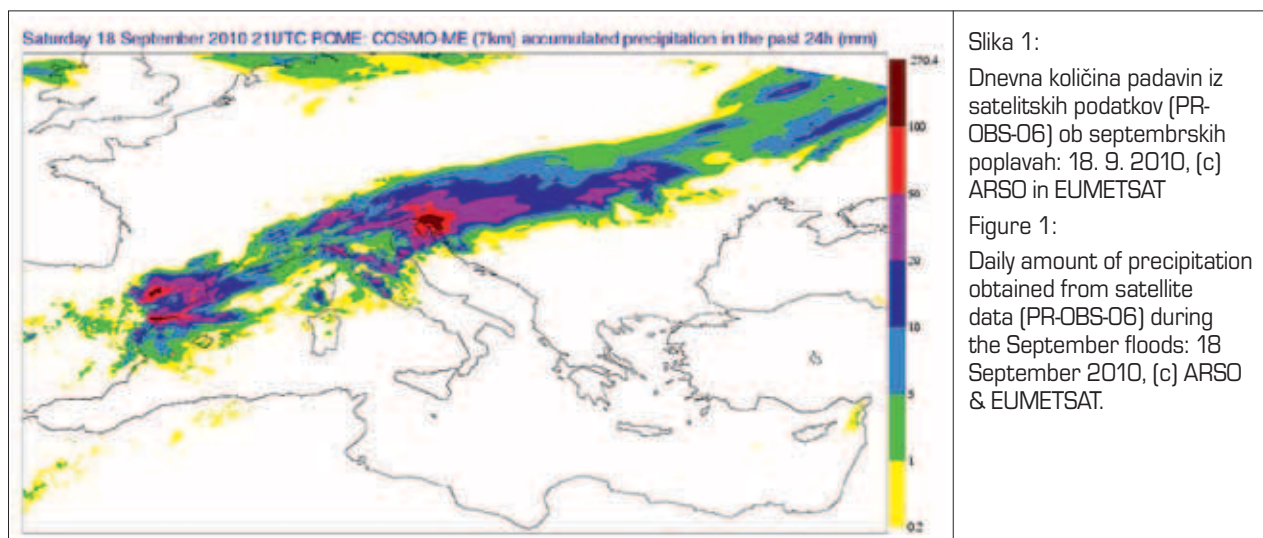
Tretji in četrti padavinski produkt (preglednica 1, PR-OBS-3 in -4) sta kombinaciji meritev v infrardečem (IR) delu spektra na geostacionarnem satelitu Meteosat, ki omogoča dobro časovno osvežitev podatkov (vsakih 15 minut) in meritev v mikrovalovnem delu spektra, ki izboljšuje kakovost padavinskih podatkov ob določenih časih (nekajkrat na dan), ko so te meritve na voljo. Glavna razlika med PR-OBS-3 in -4 je, da pri PR-OBS-3 padavinske sisteme, ki so določeni iz mikrovalovnih meritev, ustrezno popravijo s pomočjo informacij iz IR-meritev vsakih 15 minut, pri čemer upoštevajo le premike v prostoru, ne upošteva pa se sprememba količine padavin v času, pri produktu PR-OBS-4 pa je tudi količina padavin lahko v času spremenljiva. Ta produkt je še v pripravi.

Peti padavinski produkt (preglednica 1, PR-OBS-5) ponudi akumulacijo padavin za različne časovne intervale, in sicer 3-, 6-, 12- oziroma 24-urne na podlagi 15-minutnih akumulacij. Pri tem se predpostavi, da se količina padavin znotraj intervala petnajstih minut ne spreminja.

Oznaka	Okrajšava	Kratek opis
H-01	PR-OBS-1	padavine pri tleh, določene iz MW-radiometrov (SSM/I, SSMIS) na nizkoorbitalnih satelitih (konično skeniranje)
H-02	PR-OBS-2	padavine pri tleh, določene iz MW-radiometrov (AMSU, MHS) na nizkoorbitalnih satelitih (prečno skeniranje)
H-03	PR-OBS-3	padavine pri tleh iz geostacionarnih meritev v IR-spektru z vključenimi MW-meritvami nizkoorbitalnih satelitov
H-04	PR-OBS-4	padavine pri tleh iz meritev v MW-nizkoorbitalnih satelitov z vključenimi podatki IR-meritev geostacionarnih satelitov
H-05	PR-OBS-5	skupna količina padavin pri tleh iz MW + IR (3-24h)
H-06	PR-ASS-1	količina padavin iz NWP-modelov ob asimilaciji satelitskih podatkov
H-15	PR-OBS-6	konvektivne padavine iz MW z vključenim konvektivnim območjem iz geostacionarnih meritev

Preglednica 1: Pregled satelitskih padavinskih produktov H-SAF

Table 1: Overview satellite precipitation products in H-SAF.



Šesti padavinski produkt (preglednica 1, PR-ASS-1) ponudi količino padavin iz numeričnega meteorološkega modela ob vključitvi (t. i. asimilaciji) satelitskih podatkov v numerični meteorološki model. V pripravi je tudi padavinski produkt konvektivnih padavin (preglednica 1, PR-OBS-6).

## Analiza vlažnosti tal

Za analizo vlažnosti tal se razvijajo trije produkti: vlažnost tal na veliki skali (SM-OBS-1), na majhni skali (SM-OBS-2) in vlažnost tal v debelejši plasti (volumska vlaga) (SM-OBS-3).

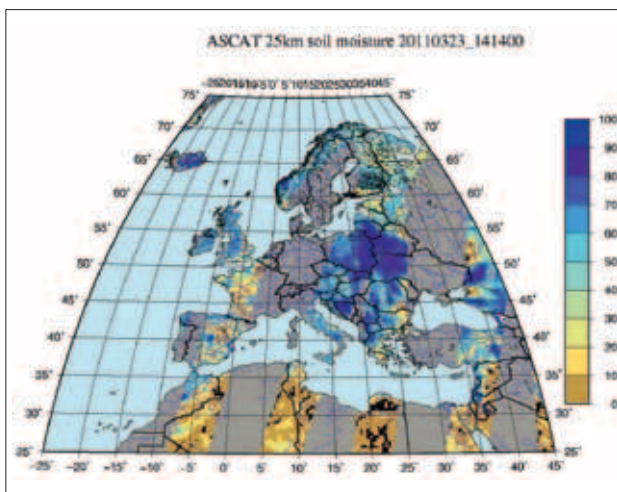
Vlažnost tal na veliki skali (SM-OBS-1) se določa iz meritev sensorja ASCAT (Advanced SCATterometer) na evropskem satelitu METOP. S pomočjo teh meritev se določa skupna voda v zgornji plasti od 0,5 do 2 cm. Ta produkt ima krajevno natančnost 25 kilometrov in je nadaljnja podlaga za druge produkte v boljši ločljivosti.

Vlažnost tal na majhni skali (SM-OBS-2) se določa iz vlažnosti tal na veliki skali, a je razdrobljena na krajevno natančnost 1 km, pri čemer je dodatno vključena tudi informacija SAR (Synthetic-aperture radar) meritev satelita ENVISAT ESA.

Tretji produkt (SM-OBS-3) podaja podatke o vodi v območju korenin, in sicer do 2,89 m pod površjem. Določajo se lastnosti štirih plasti različnih debelin 0,07 m, 0,21 m, 0,72 m in 1,89 m. Ti podatki so pomembni za asimilacijo v numerične meteorološke modele za izboljšavo napovedi meteoroloških parametrov.

## Lastnosti snega

Najpomembnejša informacija o snegu je seveda območje snežne odeje, ki se določa z vidnega in infrardečega dela spektra s krajevno resolucijo nekaj kilometrov (pre-



Slika 2: Vlažnost tal SM-OBS-1 dne 23. 3. 2011, (c) EUMETSAT

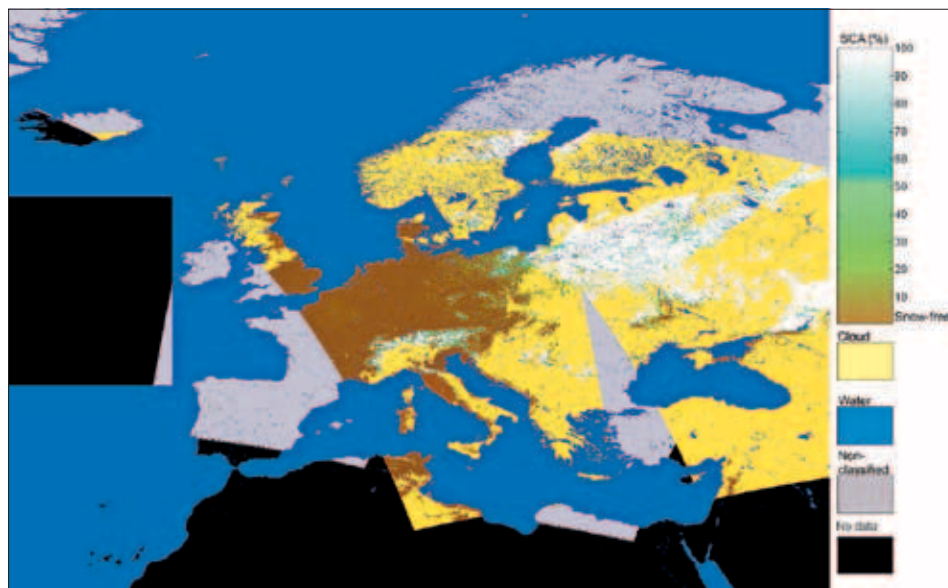
Figure 2: Soil moisture SM-OBS-1 on 23 March 2011, (c) EUMETSAT.

glednica 2, SN-OBS-1). Dodatno pa so pomembne tudi druge lastnosti, kot so določitev, ali je sneg suh ali moker (preglednica 2, SN-OBS-2), ki se lahko določa na podlagi meritev v mikrovalovnem delu spektra sensorja AMSR-E (Advanced Microwave Scanning Radiometer for EOS) na satelitu EOS-Aqua. Krajevna natančnost tega produkta je 0,25° (pribl. 20 km).

Okrajšava	Kratek opis
SN-OBS-1	območje snega, določeno z vidnim in infrardečim radiometrom
SN-OBS-2	status snega: suh ali moker, določen z mikrovalovnim radiometrom
SN-OBS-3	efektivno območje snežne odeje, določeno z vidnim in infrardečim radiometrom
SN-OBS-4	vodni ekvivalent snega, določen z mikrovalovnim radiometrom

Preglednica 2: Pregled produktov za sneg in H-SAF

Table 2: Overview of snow products in H-SAF.



Slika 3: Efektivno območje snežne odeje (SCA), (c) EUMETSAT  
Figure 3: Effective area of snow cover (SCA), (c) EUMETSAT.

Efektivno območje snega (SN-OBS-3) se določa na podlagi radiometra AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) na NOAA in satelitih Metop, in sicer z natančnostjo dva kilometra.

Vodni ekvivalent (SN-OBS-4) je pomemben za hidrološke modele.

## Sklepne misli

---

Razvoj novih tehnologij omogoča, da lahko opravljamo nove, napredne meritve, pomembne za meteorologijo, hidrologijo in druge okoljske znanosti ter tako zagotavljamo boljši opis stanja in dogajanja v atmosferi. Satelitski

produkti, ki se razvijajo v sklopu projekta H-SAF v okviru EUMETSAT, bodo ključni za nadaljnje izboljšave v meteorologiji in hidrologiji.

## Viri in literatura

1. Mugnai, A., Dietrich, S., Levizzani, V., Casella, D., Cattani, E., Di Paola, F., Formenton, M., Laviola, S., in Sanó, P.: Precipitation Products from the Hydrology SAF, EUMETSAT/STG-SWG/30/11/DOC/07, 1. marec 2011.
2. Product User Manual, 31 August 2010 - PUM-01-12: Product PR-OBS-1-12, EUMETSAT.