

NOVI SATELITSKI PRODUKTI ZA PODPORO ZDAJŠNJI IN ZELO KRATKOROČNI NAPOVEDI

New satellite products to support nowcasting

Mateja Iršič Žibert* UDK 551.509.316

<p>V sklopu Eumetsata je bila razvita programska oprema za podporo zdajšnji in zelo kratkoročni napovedi (nowcastingu), ki iz večspektralnih satelitskih meritev ob upoštevanju fizikalnih lastnosti in konceptov oblačnih sistemov izvede specializirane produkte. Predstavljeni so trije produkti iz sklopa satelitskih aplikacij za nowcasting - Nowcasting Satellite Application Facility (NWCSAF), in sicer vrsta oblačnosti, višina vrha oblačnosti in padavinski oblaki. Tovrstni produkti so dobro dopolnili posameznim satelitskim slikam in zaradi samodejne klasifikacije omogočajo objektivno analizo, ki je skupaj z drugimi viri daljinskih in talnih meritev podlaga za dober nowcasting dogajanja v ozračju.</p>	<p>Povzetek Abstract</p> <p>EUMETSAT has developed nowcasting software, which from multi-spectral satellite data derives special products taking into account the physical properties and concepts of cloud systems. Three products from the Nowcasting Satellite Application Facility (NWPSAF) package are presented: cloud type, cloud top temperature and precipitating clouds. These products complement the single satellite image. In addition, owing to automatic classification NWCSAF enables objective analyses, which together with other remote sensing and in situ measurements is a basis for good nowcasting.</p>
--	---

Uvod

Organizacija Eumetsat je vzpostavila osem centrov v državah članicah (slika 1), ki koordinirajo razvoj specializiranih satelitskih produktov za uporabo v aplikativnih naravoslovnih vejah. V začetku leta 2008 je Slovenija postala polnopravna članica EUMETSAT, zato lahko tudi v Sloveniji uporabljamo Eumetsatove produkte in sodelujemo pri njihovem razvoju.

Center za podporo zelo kratkoročne napovedi vremena ima sedež v Španiji. Drugi center za izdelavo satelitskih produktov je na Portugalskem in koordinira razvoj satelitskih produktov za analizo površja na območjih jasnine, center v Nemčiji koordinira programe za spremljanje podnebja, center v Franciji spremlja značilnosti morskega površja, center v Veliki Britaniji razvija programsko opremo za izvajanje t. i. asimilacije satelitskih meritev v numerične modele. V fazi razvoja produktov delujejo še trije evropski centri: za spremljanje ozona s sedežem na Finskem, za določitev vertikalnih profilov ozračja s sedežem na Danskem in za podporo operativni hidrologiji in upravljanju z vodnimi viri s sedežem v Italiji.

V nadaljevanju bomo predstavili izbrane produkte iz sklopa zdajšnje in zelo kratkoročne napovedi (angleško nowcasting). Produkti se izračunavajo vsakih petnajst minut na izbranem območju nad osrednjo Evropo, krajevna resolucija je določena z resolucijo radiometra na satelitu Meteosat-9.



Slika 1. Evropska medvladna organizacija za uporabo satelitov EUMETSAT vključuje enaindvajset polnopravnih držav članic (modro) in devet sodelujočih držav (zeleno). Slovenija je postala polnopravna članica EUMETSAT v začetku leta 2008.

Figure 1. European intergovernmental organization for the exploitation of meteorological satellites, EUMETSAT, created through an international convention agreed by 21 European Union Member States (blue) and 9 Cooperating States (green). Slovenia became a full member of EUMETSAT at the beginning of 2008.

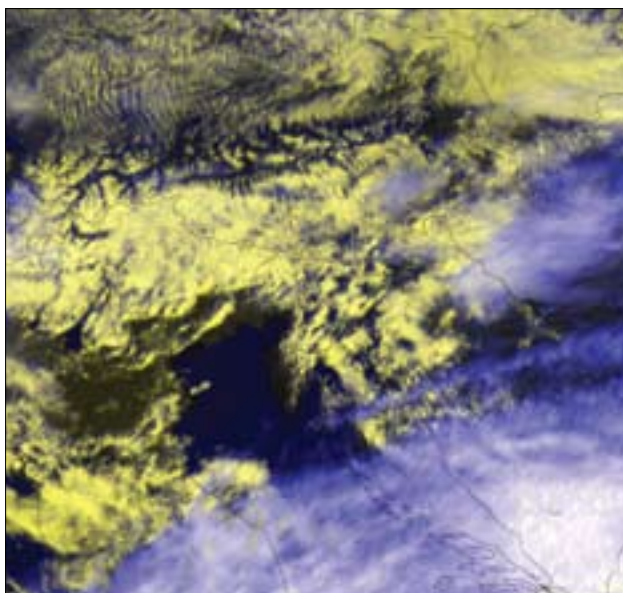
* mag., Ministrstvo za okolje in prostor RS, ARSO, Vojkova 1b, Ljubljana, Mateja.Irsic@gov.si

Satelitski produkti za podporo nowcastingu

Center za podporo zelo kratkoročni napovedi vremena s sedežem v Španiji je izdelal programsko opremo NWCSAF (Nowcasting Satellite Application Facility) za produkte, ki so podlaga za napoved za nekaj ur vnaprej. Tovrstni produkti so analiza oblačnosti (območja, vrsta oblakov, višina in temperatura vrha oblakov), analiza in stabilnost zračnih mas, vektorji premikov oblačnih sistemov, ocena količine padavinske vode v oblakih, samodejna interpretacija satelitskih slik ter območja in značilnosti hitro se razvijajočih nevihtnih oblakov. V razvoj teh produktov so bili vključeni poleg španskega meteorološkega inštituta NMI še francoski inštitut Meteo-France, švedski meteorološki inštitut SHMI in avstrijski inštitut ZAMG. Njihov razvoj in nadgradnja je načrtovana vse do leta 2012.

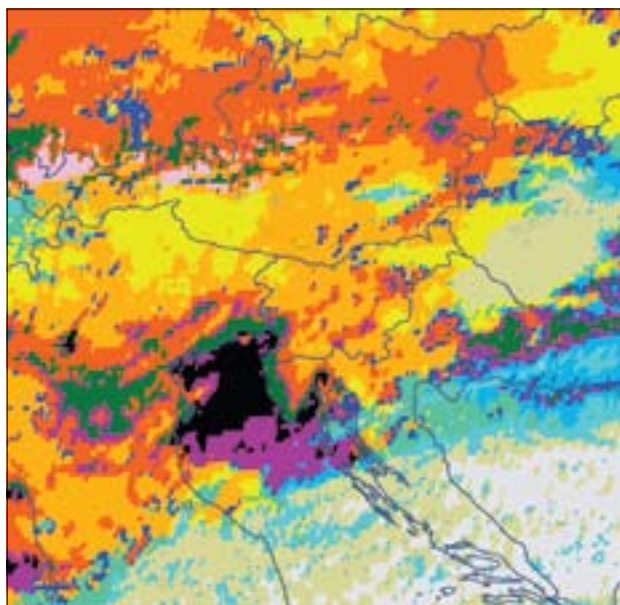
Vrsta oblačnosti

Vrsta oblačnosti je eden izmed zelo pomembnih produktov, saj je primeren za objektivno analizo v mezoskali, lahko kot podlaga za izračun drugih produktov ali kot končni grafični prikaz za meteorološkega prognostika. Samodejna klasifikacija vključuje več glavnih razredov, in sicer: optično debeli oblaki različnih višin: visoki, srednji, nizki oblaki; delno prosojni oblaki različnih debelin ter območja z delnimi, raztrganimi oblaki (angl. fractional clouds). Megla in nizka oblačnost sta razporejeni v isti razred. Algoritem, na podlagi katerega se samodejno določi vrsta oblač-



Slika 2. Večspektralna kombinacija dveh satelitskih slik (HRV, IR10.8) satelita Meteosat-9 dne 17. aprila 2008 ob 11:30 UTC, © ARSO.

Figure 2. Multispectral combination of two satellite images (HRV, IR10.8) from Meteosat satellite on 17 April 2008 at 11:30 UTC, © ARSO.

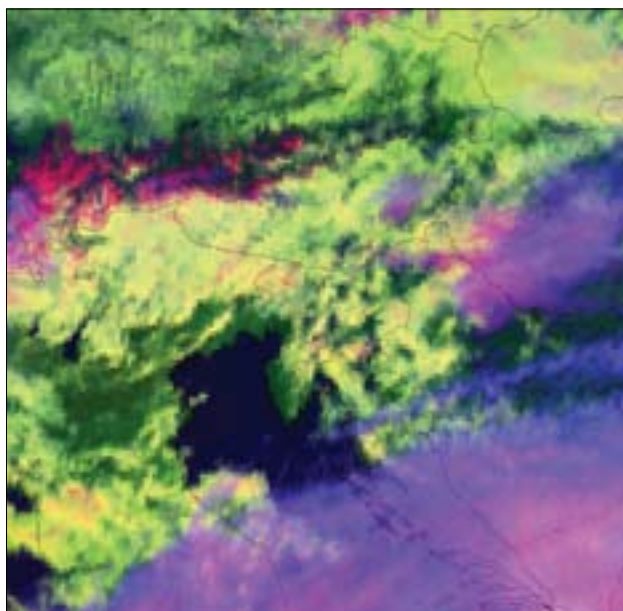


Slika 3. Samodejna klasifikacija oblačnosti dne 17. aprila 2008 ob 11:30 UTC. Nizki oblaki so v oranžnih odtenkih; srednji rumeni; visoki optično debeli sivi in beli; modri odtenki so visoki prosojni oblaki; vijolični pa so oblaki, manjši od resolucijskega piksla; sneg je prikazan z roza barvo, © ARSO.

Figure 3. Automatic cloud classification on 17 April 2008 at 11:30 UTC. Low clouds are presented in orange, middle in yellow, high opaque in grey and white, high transparent in blue, fractional clouds are in purple, snow is in pink, © ARSO.

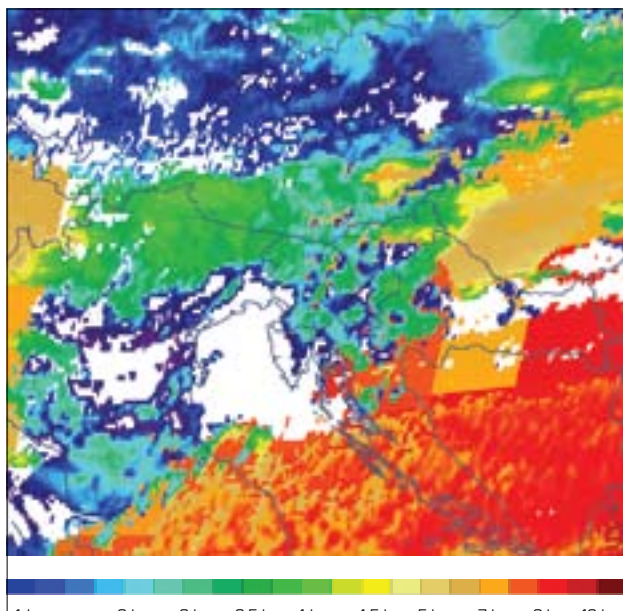
nosti, uporablja za vsak izbrani termin sedem satelitskih slik v vidnem in infrardečem delu spektra (0.6, 1.6, 3.9, 7.3, 8.7, 10.8, 12 μm), in informacijo o območju oblačnosti, ki se predhodno izračuna. Spektralne in strukturne lastnosti, določene na podlagi večspektralnih satelitskih slik, se primerjajo z določenimi dinamičnimi pragovi. Pragovi so odvisni od dela dneva (noč, dan, mrak), geografske lokacije meritve, ocene vlage v ozračju in okvirne vertikalne strukture ozračja, določene na podlagi nekaterih polj meteoroloških prognostičnih modelov ali klimatskih sprememb. Tako dobljena klasifikacija oblačnosti je dodatno ovrednotena z zanesljivostjo klasifikacije, ki je podnevi in ponoči dokaj visoka, medtem ko je ob svitu in mraku lahko nekoliko nižja.

Na sliki 2 je prikazana večspektralna kombinacija satelitskih slik (Iršič Žibert, 2004), kjer je potrebno iz odtenkov barv in predhodnega znanja sevalnih lastnosti oblačnosti interpretirati sliko, medtem ko je samodejna klasifikacija (slika 3) oblačnosti uporabna tudi brez predhodnega znanja. Dodatna prednost samodejne klasifikacije je predvsem v hitri obdelavi večje količine podatkov in prikaza samo bistvenih informacij. Primerna je tudi za klimatološke in druge obdelave vrste oblačnosti ter kot vhodni podatek v druge nowcasting modele, ki vključujejo več virov meritev, npr. INCA, (Heiden, 2007).



Slika 4. Večspektralna kombinacija treh satelitskih slik (VIS0.6, NIR1.6, IR10.8) satelita Meteosat-9 dne 17. aprila 2008 ob 11:30 UTC, ©ARSO.

Figure 4. Multispectral combination of three satellite images (VIS0.6, NIR1.6, IR10.8) from Meteosat satellite on 17 April 2008 at 11:30 UTC, ©ARSO.



Slika 5. Višina vrha oblaknosti dne 17. aprila 2008 ob 11:30 UTC, samodejno izračunana s programsko opremo NWCSAF, © ARSO.

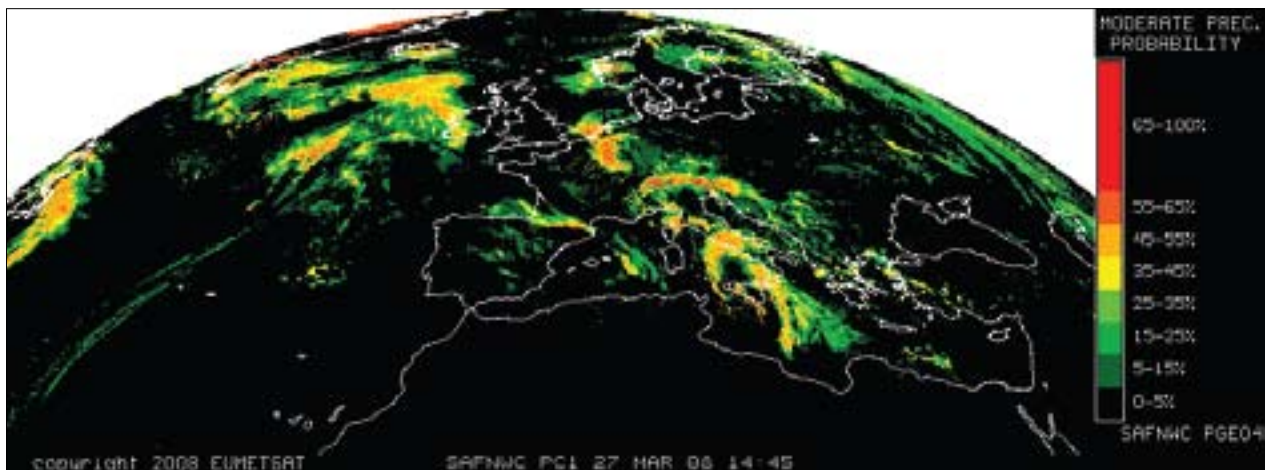
Figure 5. Automatic cloud top height on 17 April 2008 at 11:30 UTC as derived by NWCSAF software, © ARSO.

Višina vrha oblaknosti

Višina vrha oblaknosti je pomembna pri letalskem prometu in pri spremljanju razvoja dogajanja v ozračju predvsem ob ekstremnem vremenu. Primer prikaza večspektralne kombinacije (slika 4) dopolnjuje višina vrha oblaknosti (slika 5).

Višina vrha oblaknosti se izračunava na podlagi večspektralnih slik v vidnem in infrardečem delu spektra (6.2, 7.3, 10.8, 12, 13.4 μm), ob predhodnem upoštevanju območja in vrste oblaknosti. Višina vrha oblaknosti se ob upoštevanju vertikalnih profilov temperature meteoroloških prognozičnih modelov izračunava

glede na dve skupini oblaknosti: optično debeli oblaki in delno prosojni visoki oblaki. Višina vrha oblaknosti se za optično debele oblake določi na podlagi primerjave simuliranega in dejansko izmerjenega sevanja ob upoštevanju absorpcije in sipanja na delu ozračja višje od vrha oblaknosti. Pri delno prosojni oblaknosti je dodatno treba uporabiti popravek zaradi prosojnosti, saj del sevanja prodre skozi oblaknost iz nižjih plasti in bi bili ti oblaki brez popravka prikazani navidezno toplejši in posledično nižji, [Schmetz, 1993]. Ker določitev popravka temelji na dvodimenzionalni histogramski analizi, je na območjih prosojnih oblakov višina določena za večje območje (32 x 32 pikselov). Višina vrha oblaknosti se določa na 200 m natančno.



Slika 6. Verjetnost za zmerne padavine dne 27. marca 2007 ob 14:45 UTC, © EUMETSAT.

Figure 6. Probability of moderate precipitation on 27 March 2007 at 14:45 UTC, © EUMETSAT.

Padavinski oblaki

Iz satelitskih meritev v vidnem in infrardečem delu spektra niso mogoče neposredne meritve padavin ali padavinskih delcev v oblaku, kot je to možno npr. pri radarskih meritvah, vendar je kljub temu lahko iz nekaterih značilnosti vrha oblačnosti mogoče določiti bolj ali manj verjetna območja padavinskih oblakov. Tovrstna informacija je še posebej dobrodošla na območjih, kjer ni radarjev ali pa je njihova pokritost zelo slaba, npr. zaradi visokih hribov. V teh primerih je informacija o možnih padavinskih oblakih, kakor jih lahko določimo s satelitskimi meritvami, zelo koristna.

Območja so razdeljena v tri razrede: brez padavin, zmerne do močne padavine in zelo močne padavine. Brez padavin pomeni območje z manj kakor 0.1 mm/h, zmerne do močne padavine vključujejo od 0.1 do 5 mm/h in zelo močne padavine več kakor 5 mm/h. Verjetnosti so razdeljene v 10 razredov. Primer prikaza padavinskih oblakov je na sliki 6, in sicer verjetnost za zmerne padavine. Na podlagi večspektralnih meritev (0.6, 0.8, 1.6, 3.9, 8.7, 10.8, 12 μm) in spektralnih lastnosti oblačnosti se določi padavinski indeks. Na podlagi padavinskega indeksa se določi verjetnost za padavine glede na referenčne radarske podatke in polja meteoroloških prognostičnih modelov. Pri odločitvi, ali je oblak padavinski ali ne, so pomembne mikrofizikalne lastnosti vrha oblačnosti, efektivni radij oblačnih in padavinskih delcev in faza razvoja oblaka.

Sklepne misli

Satelitski produkti analize oblačnosti, višine vrha oblačnosti in analiza padavinskih oblakov predstavljajo korak naprej k boljši analizi stanja. Prednost teh produktov v primerjavi s posameznimi satelitskimi slikami je, da hkrati vključujejo informacije z več satelitskih slik in s samodejno klasifikacijo v izbrane razrede olajšajo razlago dogajanja v ozračju, saj poudarijo izbrane lastnosti oblačnih sistemov. Primerni so za objektivno analizo tudi v mezoskali. Tovrstni produkti so lahko skupaj z drugimi viri meritev (radarske, avtomatske meteorološke postaje, radiosondaže, ...) vključeni v modele za izboljšano podporo nowcastingu.

Viri in literatura

1. Haiden, T., Kann, A., Pistotnik, K., Stadlbacher, K., Steinheimer, M., Wimmer, F., Wittmann, C., 2007. Integrated Nowcasting through Comprehensive Analysis (INCA): System overview. Central Institute for Meteorology and Geodynamics, Vienna, Austria.
2. Iršič Žibert, M., 2004. Analiza oblačnosti s pomočjo multispektralnih satelitskih slik druge generacije satelitov METEOSAT: magistrsko delo. Univerza v Ljubljani.
3. Schmetz, J., Holmlund, K., Hoffman, J., Strauss, B., Mason, B., Gaertner, V., Koch, A., Van de Berg, L., 1993. Operational cloud-motion winds from Meteosat infrared images. *J. Appl. Met.*, 32, 7, pp. 1206–1225.