

# SPREMLJANJE NEURIJ Z DALJINSKIM ZAZNAVANJEM OZRAČJA DNE 26. JUNIJA 2006

## Monitoring severe storms using remote sensing of the atmosphere on 29 June 2006

Mateja Iršič Žibert\* UDK 551.50“2006”

### Povzetek

Daljinske meritve so čedalje pomembnejše za spremljanje in nadzor dogajanja v ozračju, saj so v zadnjem času vedno pogostejše, izboljšuje pa se tudi krajevna ločljivost. Meteorološki satelit Meteosat-8 meri vsakih 15 minut, meteorološki radar na Lisci pa vsakih 10 minut, medtem ko detektor razelektritev meri stalno. Dne 29. junija 2006 je bila zaradi neurij s točo povzročena škoda v okolici Maribora in v osrednji Sloveniji, natančne lokacije razvoja in premikov konvektivne oblačnosti je možno spremljati z daljinskimi meritvami ozračja.

### Abstract

The value of remote sensing of the atmosphere for monitoring the atmosphere is increasing due to better temporal and spatial resolution. The Meteosat-8 meteorological satellite scans every 15 minutes, meteorological radar located on Lisca scans every 10 minutes and a lightning detector monitors constantly. On 29 June 2006, severe hail storms caused damage near Maribor and in central Slovenia. The exact location of the development and movement of convective cells can be detected using remote sensing data.

## Uvod

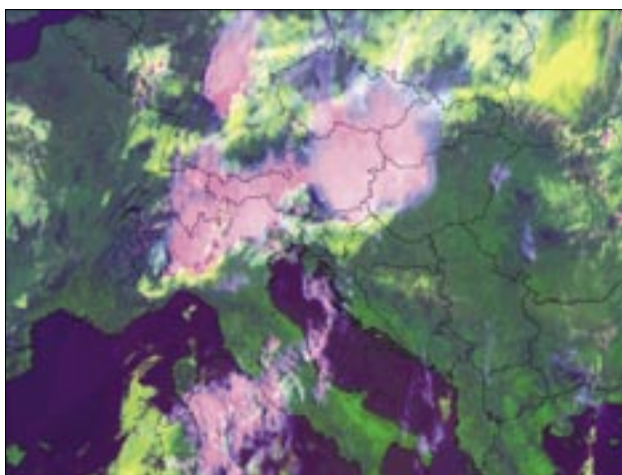
V meteorologiji se že od leta 1977 uporabljajo satelitske slike za spremljanje vremena, vendar se je tehnologija meritev in prenosa v zadnjem času bistveno izboljšala. V začetku leta 2004 je začel delovati prvi iz druge generacije satelitov Meteosat, (Meteosat Second Generation), imenovan Meteosat-8. Satelit Meteosat-8 meri v dvanajstih kanalih vidnega in infrardečega dela spektra vsakih 15 minut nad zemeljsko poloblo in tako omogoča pogosto spremljanje dogajanja v ozračju. Od sredine leta 2006 deluje tudi satelit Meteosat-9, ki skupaj s satelitom Meteosat-8 zagotavlja nemoten nadzor dogajanja v ozračju, saj ob morebitnem izpadu prvega prevzame operativno merjenje drugi.



Slika 1. Evropska medvladna organizacija za uporabo satelitov EUMETSAT vključuje dvajset polnopravnih držav članic (modro) in deset sodelujočih držav (zeleno), med katerimi je od leta 2003 tudi Slovenija, vendar bo v letu 2008 postala polnopravna članica.

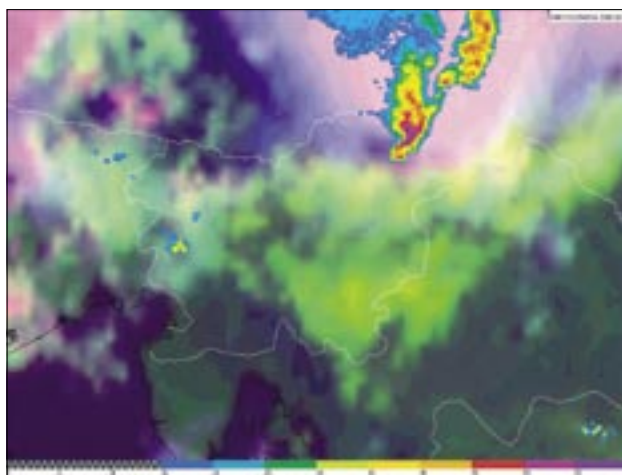
Figure 1. The European intergovernmental organization for the exploitation of meteorological satellites EUMETSAT was created through an international convention agreed by 20 European Member States (blue) and 10 Cooperating States (green), including Slovenia since 2003. Slovenia will become full member state of EUMETSAT in 2008.

\* Mag., Ministrstvo za okolje in prostor, ARSO, Vojkova 1b, Ljubljana, mateja.irsic@gov.si



Slika 2. Večspektrala kombinacija treh satelitskih slik v vidnem in infrardečem (VIS0.6, VIS1.6, IR10.8) delu spektra satelita Meteosat-8 dne 29. junija 2006 ob 8:00 UTC. Zelena območja so jasno kopno, modro jasno morje, vijolično so razviti konvektivni oblaki s prisotnimi kristali, rumeno nizki oblaki le z oblačnimi kapljicami, © ARSO.

Figure 2. Multi-spectral combination of visible, near-infrared and infrared images (VIS0.6, NIR1.6, IR10.8) from the Meteosat-8 satellite on 29 June 2006 at 8:00 UTC. Blue is clear sea, green is clear land, yellow is low cloudiness without crystal particles, magenta is cloudiness with crystal particles of various sizes. © ARSO.



Slika 3. Kombinirana slika večspektralnih kombinacij treh satelitskih slik v vidnem in infrardečem delu spektra satelita Meteosat-8 in radarske slike za 29. 6. 2006 ob 8:00 UTC. Podana je barvna skala za maksimalno radarsko odbojnost v dBz. Na lokacijah temno vijolične (> 55 dBz) radarske odbojnosti je velika verjetnost toče, © ARSO.

Figure 3. Combined image of multi-spectral combination of visible, near-infrared and infrared image from the Meteosat-8 satellite and a radar image on 29 June 2006 at 8:00 UTC. The color table is in dBz for maximal radar echo. Dark magenta (>55dBz) indicates locations where there is high probability of hail. © ARSO.

Sateliti Meteosat so last medvladne satelitske organizacije EUMETSAT (European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites), katere sodelujoča država je od leta 2003 tudi Slovenija, v letošnjem letu pa je Vlada RS podpisala tudi sporazum o polnopravnem članstvu EUMETSAT. EUMETSAT trenutno sestavlja dvajset polnopravnih držav članic in deset sodelujočih držav, vključno s Slovenijo (slika 1).

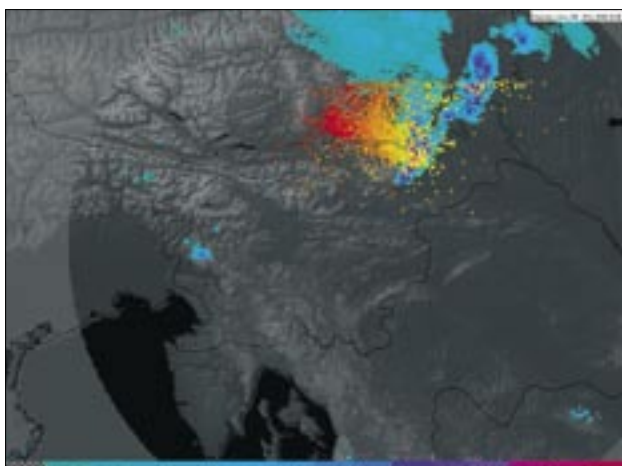
Z meritvami satelita Meteosat-8 je možno spremljati dogajanje v ozračju nad širšim območjem, za nas je zanimivo predvsem območje Evrope, še posebej Slovenije. Satelitske meritve omogočajo celosten pregled dogajanja nad širšim območjem in natančnejšo in pogostejšo analizo nad izbranim manjšim območjem. Ker so vsakih 15 minut na voljo meritve dvanajstih kanalov, je možno v danem trenutku različno kombiniranje kanalov v večspektralne kombinacije in njihovo časovno animacijo. S tem dobimo prilagojene prikaze za npr. spremljanje konvektivnega razvoja, območja nizke oblačnosti in megle tudi ponoči, območja visoke oblačnosti, zasnežena območja (Iršič-Žibert, 2004). V nadaljevanju so podani satelitski večspektralni prikazi za spremljanje razvoja konvekcije v kombinaciji z meritvami meteorološkega radarja in meritvami razelektritev. Slovenski meteorološki radar se nahaja na Lisci in oddaja mikrovalovno valovanje ter meri odbojnost na oblačnih in padavinskih delcih, torej tudi na točki nad Slovenijo vsakih 10 minut. Razelektritve se merijo stalno in so pomembno dopolnilo radarskim in

satelitskim meritvam, saj podajajo dodatno informacijo za preprečevanje škode, obveščanje in hitro odpravljanje že nastale škode zaradi udarov strel.

## Spremljanje razvoja konvekcije 29. junija 2006

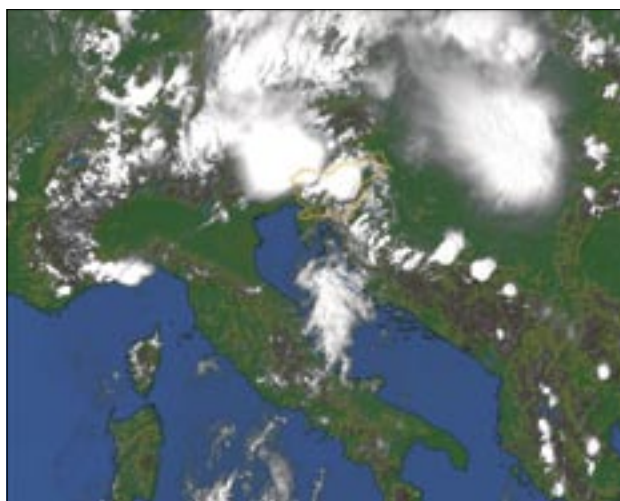
Dne 29. junija 2006 je nad severnim Jadranom nastalo plitvo območje nizkega zračnega pritiska. V višinah se je dolina s hladnim zrakom iznad Alp pomikala nad Slovenijo. Na Primorskem je bilo delno jasno, drugod spremenljivo do pretežno oblačno. Suho vreme je bilo v jugovzhodni Sloveniji, drugod so se pojavljale krajevne plohe in nevihte. Dopoldne je ob nevihti v okolici Maribora padala toča, popoldne tudi ponekod v osrednji Sloveniji. Najvišje dnevne temperature so bile od 24 do 30 °C, na Primorskem do 35 °C (Markošek, 2006).

Za ta dan je bilo izdano meteorološko opozorilo za možnost ujim in neviht s točo, kar kaže na vse zanesljivejšo vremenske napovedi. Na sliki 2 je prikazana večspektralna satelitska kombinacija, kjer so razvidna območja konvektivne oblačnosti, znotraj katerih je bilo pričakovati nastanek toče. Vendar iz meritev v vidnem in infrardečem delu spektra, kakor je prikazan na sliki 2, vidimo le vrh oblačnosti, ne pa notranjosti konvektivne oblačnosti. Dodatno informacijo nudijo radarske meritve,



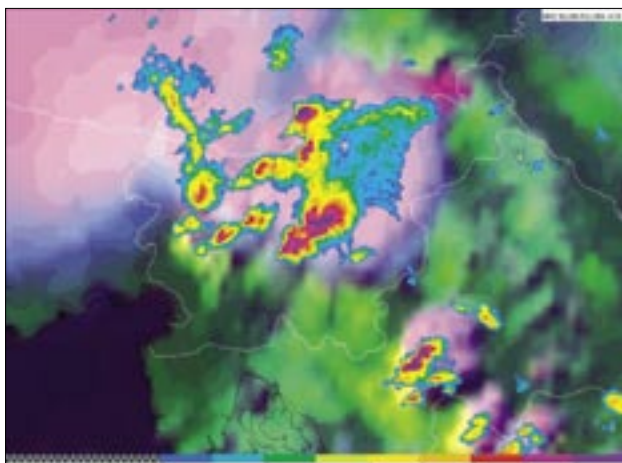
Slika 4. Radarska odbojnost in razelektritve dne 29. junija 2006 ob 8:00 UTC. Radarska odbojnost je v barvni skali v dBz, razelektritve pa so do 60 minut pred označenim časom (rdeči križci so najstarejše razelektritve, rumene pa najmlajše glede na označeni čas), © ARSO.

Figure 4. Maximum radar echo and lightning detection on 29 June 2006 at 8:00 UTC. Color scale is for radar echo in dBz units, lightning detections are up to 60 minutes before time displayed (red crosses are the oldest and yellow are the most recent lightning detections). © ARSO.



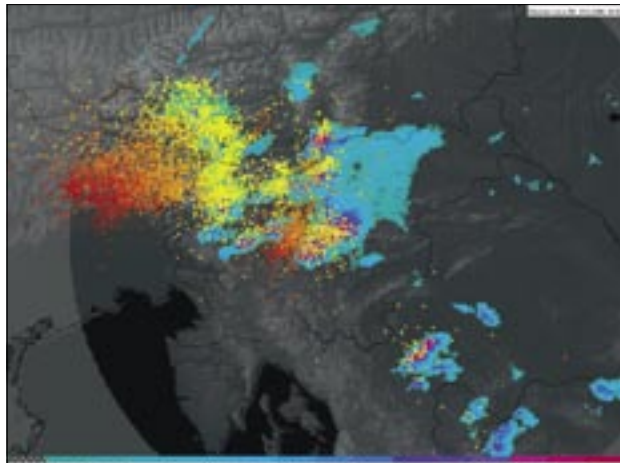
Slika 5. Satelitska slika v vidnem spektru HRV satelita Meteosat-8, dne 29. junija 2006 ob 14 UTC. Nad Slovenijo je razvita konvektivna oblačnost, © ARSO.

Figure 5. Visible HRV image from the Metesat-8 satellite on 29 June 2006 at 14 UTC. There is a severe storm over Slovenia. © ARSO.



Slika 6. Kombinirana slika večspektralnih kombinacij treh satelitskih slik v vidnem in infrardečem delu spektra in radarske slike za 29. 6. 2006 ob 14:20 UTC. Podana je barvna skala za maksimalno radarsko odbojnost v dBz. Na lokacijah temno vijolične (> 55 dBz) radarske odbojnosti je padala toča, © ARSO.

Figure 6. Combined image of multi-spectral combination of visible, near-infrared and infrared image of Meteosat-8 satellite and radar image on 29 June 2006 at 14:20 UTC. Color table is in dBz for maximum radar echo. On the locations of dark magenta (>55dBz), There is a high probability of hail where there is dark magenta © ARSO.



Slika 7. Radarska odbojnost in razelektritve dne 29. junija 2006 ob 14:20 UTC. Radarska odbojnost je v barvni skali v dBz, razelektritve pa so od 60 minut pred terminom do termina (rdeči križci so najstarejše razelektritve, rumene pa najmlajše glede na označen čas), © ARSO.

Figure 7. Maximum radar echo and lightning detection on 29 June 2006 at 14:20 UTC. Color scale is for radar echo in dBz units, lightning detections are up to 60 minutes before the time displayed (red crosses are the oldest and yellow are the most recent lightning detections), © ARSO.

in sicer prikaz jedra nevihtnih celic (slika 3), kjer lahko določimo natančnejšo lokacijo toče. Vrednosti nad 55 dBz so skoraj zanesljivo območja s točo. Pri spremljanju razvoja nevihtnih celic meritve razelektritev podajo informacijo, na katerih lokacijah je dejansko prišlo do razelektritev (slika 4), kar kaže tudi na posamezen stadij razvoja konvektivne celice in možnosti za povzročitev škode.

Slika 5 prikazuje razvoj konvektivne oblačnosti v popoldanskem času, kakor ga prikazuje vidna satelitska slika. V tem času je nastalo več konvektivnih jeder s točo, kakor je razvidno iz slik 6 in 7.

## Sklepne misli

Z daljinskimi meritvami satelitov Meteosat, meteorološkim radarjem in meritvami razelektritev je možno čedalje pogostejše in natančnejše spremljanje dogajanja v ozračju. Te meritve so na eni strani uporabne za asimilacijo v numerične meteorološke modele, na drugi strani

pa za spremljanje dogajanja v ozračju in napovedovanja nekaj ur vnaprej, t. i. nowcasting. V letu 2007 bo začel delovati tudi polarno-orbitalni satelit METOP, ki ima več zanimivih in visoko tehnoloških senzorjev: Michelsonov interferometer, aktivni radar, pasivni mikrovalovni senzor, spektrometer, radiometer, sonder in sprejemnik GPS. V letu 2008 se bo začel postopek za pridobitev še enega meteorološkega radarja v Sloveniji, kar bo omogočilo še dodatni in boljši nadzor meteorološkega dogajanja nad Slovenijo in okolico.

## Viri in literatura

1. Markošek, J., 2006. Razvoj vremena v juniju 2006. Mesečni Bilten, št. 6, letnik XIII, str 23–29. Agencija RS za okolje, MOP, Ljubljana.
2. Iršič Žibert, M., 2004. Analiza oblačnosti s pomočjo multispektralnih satelitskih slik druge generacije satelitov METEOSAT : magistrsko delo, Univerza v Ljubljani.