

PREGLEDNI ČLANCI
REVIEW PAPERS

' \$/ -,16. \$ 23\$ä\$1-\$
PRIRODNIH POJAVA

Miodrag D. Regodić ^a, äHÖQDä %HÖC^b

^a 8 QYHJ LMMRGEUDCH X %H RJUDGX 9 RMD DNDGHP LND
. DMGUD SULRGQR P DMP DMNK QDXND %H RJUDG

^b \$ UKLANNRQMR JUDHMYQMR JHRGHMNLIDNKQMW
%DQD / XND 5 HSXEOND 6 USVD %RVQD L+ HUFHJRYQD

' 2, YRMKJ

2% \$67 JHRQDXNH

9567\$ ČLANKA: pregledni članak

6 DäHÖN

2 GXYHN SRWAMUHDQD SRWHEJ D GHSRVUHGQP RSDäDQVLP LSURX
čDYDQVLP SRÖYD čLMI GLP HQ LMI SUHÖJ H JRQX JUDQEX ÖMGNK P RJX
QRV. J SRWHEH GD VH GREIX QRYLSRGDFL GD RVP DWDQD L IJ XčDYDQD
EXGX REIMNYQD RG GRVDGDäQIK VQMI D SUKYD:HQ MI QRYLVNDäLYD:NL
P HVRG ± GDÖQND GHMNFID 8 UDG VX SUHGVDYÖMQL SUQFSL LHÖP HQV
GDÖQNH GHMNFIM NDR LRVQRYQL DVSHNV/SUP HQH GDÖQNK LVNDäLYD
QD SULLVNDäLYDQIP D P HMRURÖäNK SDUP HADU LWDQD DVP RMHUH 3 UL
P HQD VDMÖQNK VQP DND P RJXčD MI X VMP IDJ DP D J ÖEDÖRJ L VMM
P DMRJ LVNDäLYDQIP UJ ÖLVK SULRGQK SRÖYD 3 UL VLP LVNDäLYDQIP D
NRUMH VH DHUR LVDIMÖMNLVQIP FLUDJ ÖLVK RVREIQD D DQDQ D LIQM.SUH
VDFID VSURYRGLVH YJ XHQIP LUD:XCQDUNLSRGLäDQIP SRVMSFIP D

. Öčne reči: SUD:HQMI DVP RMHUD VDMÖM/GDÖQND GHMNFID VQP DQMI

8 YRG

VläH RG JRQD QHER QDG =HP ÖP SUHFDIX SXDQMI EURÖK
VDMÖD =D VR YUHP H VDMÖMNLVQIP FLVX QDäQSUP HOX X P QRJLP
ÖMGNP GHÖQRMIP D 6 DMDMP RJX RGVIGQRP VQP LMYHÖND SRGXčND =H
P ÖCH SRYäIQH äVR RP RJXčDYD VDJ ÖGDYDQMI LSURXčDYDQMI =HP ÖM NDR
MIGQMMHQH FHÖH ' DÖQND GHMNFID =HP ÖM RP RJXčDYD SRVP DWDQMI L
SURXčDYDQMI J ÖEDÖK L ÖNDÖK J ELYDQD QD QVM

Regodić 0 LGU ' DÖQND RSDäDQD SULRGQK SRÖYD SS #

Satelitski snimci danas se koriste u geologiji, poljoprivredi, šumarstvu, geodeziji, meteorologiji, prostornom i urbanističkom planiranju, projektovanju infrastrukture i drugih građevinskih objekata, zaštite od prirodnih i tehnoloških katastrofa itd.

Narednih godina možemo očekivati ubrzane promene čovekove okoline, kao što su globalno zagrevanje, porast nivoa mora, uništavanje pojedinih biljnih i životinjskih vrsta, kisele kiše, ozonska pražnjenja itd. Informacije koje bi ukazivale na vreme kada će se te promene dogoditi, kao i interval trajanja ovakvih promena, uzroci i posledice tih promena, bile bi od velikog značaja za čovečanstvo. Da bi se dobile ovakve informacije, a pomoću njih omogućilo predviđanje i upravljanje ovim pojavama, neophodno je globalno sagledavanje Zemlje, koje nam omogućuju satelitski snimci (Regodić, 2008abc), (Sekulović, Regodić, Živković, 2010).

U ovom radu uopšteno su objašnjeni principi daljinske detekcije, satelitskih sistema, mogućnosti i postupci primene snimanja iz svemira pri praćenju prirodnih pojava, kao i neki praktični primeri i opisi satelitskih snimaka iz ovih oblasti.

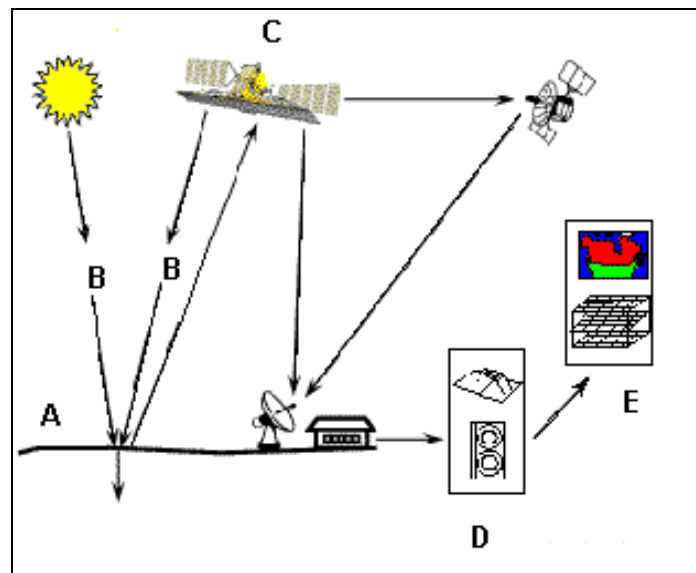
Osnove daljinske detekcije

Daljinska detekcija je metoda prikupljanja i interpretacije informacija o udaljenim objektima bez fizičkog dodira s objektom. Naziv daljinska detekcija je slobodni prevod engleskog termina Remote Sensing. Francuski prevod ovog termina je Teledetection, nemački Fernerkundung, a ruski дистанционне исследования. Kod nas se koriste i sledeći termini: daljinska opažanja, daljinska istraživanja, teledetekcija, daljinski metodi, distanciona istraživanja.

Početak istorije daljinske detekcije obeležio je nastanak klasične fotografije iz 1839.godine i rad francuza Dagera (Daguerre). Najpogodniju definiciju daljinske detekcije dala je Evelin Pruit (Evelyn Pruit) 1960. godine koja je rekla da: „Daljinska detekcija predstavlja metod prikupljanja informacija putem sistema koji nisu u direktnom, fizičkom kontaktu sa ispitivanom pojavom ili objektom” (Pavlović, Čupković, Marković, 2001).

„Za naučnike, međutim, daljinska istraživanja predstavljaju snimanje i merenje elektromagnetne energije (EME), reflektovane, apsorbovane ili emitovane od Zemljine površine, te dovođenje u vezu podataka merenja s prirodnim svojstvima objekata i pojava na Zemljinoj površini i u atmosferi. Uopšteno daljinska istraživanja uključuju sve aktivnosti od snimanja, procesiranja, analiziranja, interpretiranja, do dobijanja korisnih informacija iz podataka prikupljenih tim istraživanjima” (Pavlović, Čupković, Marković, 2001).

Osnovni elementi koji učestvuju u postupku daljinske detekcije su: objekat, elektromagnetna energija, senzor, platforma, snimak, analiza, interpretacija i informacija (podatak).



Slika 1 – Osnovni elementi daljinske detekcije
 Figure 1 – Basic elements of remote sensing

- objekat – predmet istraživanja/object – subject of research – A,
- elektromagnetna energija/electromagnetic energy – B,
- senzor, platforma/sensor, platform – C,
- snimak, analiza,/image, analysis
- interpretacija/interpretation – D,
- informacija za upotrebu – obrađeni podatak daljinske detekcije (information-Remote Sensing data) – E.

Primena satelitskih daljinskih istraživanja pri praćenju prirodnih pojava

Daljinska detekcija omogućava globalno sagledavanje Zemlje, a samim tim i promena koje se dešavaju na Zemlji. Te promene mogu biti izazvane prirodnim ili antropogenim delovanjem. Snimci načinjeni daljinskom detekcijom pomogli su čoveku da bolje koristi svoju okolinu i prirodne resurse, a sa razvojem novih tehnologija očekuje se i proširenje primene satelitskih snimaka za dobrobit čovečanstva. Osim kopnenih područja Zemlje od izuzetne je važnosti i satelitsko praćenje procesa koji se dešavaju u Zemljinoj unutrašnjosti, a koji mogu uzrokovati različite katastrofe, kao što su zemljotresi, vulkanske erupcije, poplave itd.

Primena podataka dobijenih daljinskom detekcijom je multidisciplinarna i multidimenzionalna, a najčešće se odnosi na:

- ispitivanje i procenu obnovljivih resursa,
- praćenje promena Zemljinog pokrivača,
- praćenje vodenih resursa,
- monitoring i procena stanja zagađenosti,
- monitoring stanja vegetacije i šuma,
- procenu klimatskih faktora,
- primenu u geološkim i geobotaničkim problemima,
- procenu mineralnih i energetskih sirovina (neobnovljivi resursi),
- studije prirodnih katastrofa, kao što su: zemljotresi, vulkani, požari, poplave i dr.,
- proučavanje katastrofa izazvanih antropogenim delovanjem.

Daljinskom detekcijom mogu se pratiti pozitivne (progradacija) promene u životnoj sredini (sanacija, rekultivacija, revitalizacija) i negativne (različite vrste degradacija). Detaljnom analizom spektralnih snimaka vrši se determinisanje promena u životnoj sredini.

Primena satelitskih snimaka pri praćenju atmosferskih pojava

Lansiranjem veštačkih Zemljinih satelita otvorile su se nove mogućnosti opažanja i proučavanja atmosferskih pojava. Ovi podaci postali su nezaobilazni u meteorologiji. Do sada je lansiran veliki broj meteoroloških satelita (Nimbus, Meteor, SNS, ESSA, Meteosat, Terra i dr.). Oni mogu biti geostacionarni i polarnoorbitalni. Za pokrivanje ukupne Zemljine površine za posmatranje promena u atmosferi potrebno je njanjanje 5 satelita u radu. Najčešće korišćeni senzor u meteorološkim satelitima je radiometar nazvan AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) sa rezolucijom od 1 m, koji meri zračenje u 5 intervala spektra.

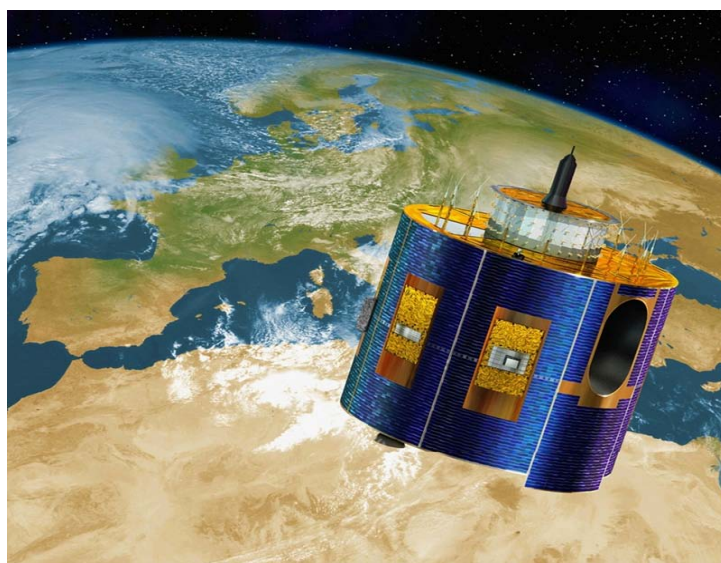
U kanalima 1 i 2 snimanje je u vidljivom delu spektra, a dobijeni snimci služe za dobijanje dnevnog snimka oblaka, kao i razdvajanje vodenih i kopnenih područja. Snimci dobijeni snimanjem u kanalu 3, u reflektujućem infracrvenom delu spektra, služe za dobijanje noćne slike oblaka i računanje temperature površine vode. Snimci načinjeni u kanalima 4 i 5 su u infracrvenom termalnom delu spektra i koriste se za dobijanje noćne slike oblaka, određivanje temperature površine vode i temperature vrhova oblaka.

Na osnovu ovih snimaka sinoptičari dobijaju informacije o osobinama oblaka koje se odnose na stanje temperature, temperature oblačnog sloja, stepen oblačnosti, profile sadržaja vlage, parametre vetra, a osnovnu primenu nalaze u prognozi vremena.

Sateliti meteosat

„Meteosat je prvi evropski geostacionarni satelit namjenjen za meteorološka ispitivanja” (Karsten, J., 2002). Prvi satelit lansiran je 1977. godine u organizaciji Evropske svemirske agencije (ESA). Lansiran je u geostacionarnu putanju na visinu 36 000 km. U narednih deset godina lansirano je još 6 Meteosat satelita pod nazivima: Meteosat 2, Meteosat 3, Meteosat 4, Meteosat 5, Meteosat 6, Meteosat 7. Pomoću ovih satelita vršila su se snimanja u vidljivom i bliskom IC delu spektra, infracrvenom termalnom i kanalu vodene pare. Razlučivost snimaka iznosila je 2,5 km i 5 km i snimci su se mogli dobiti svakih 30 minuta. Na osnovu njih mogli su se dobiti podaci kao što su: visina oblaka, prostiranje i kretanje oblaka, temperature površine mora, brzina vetra, distribucija vodenih para, bilansa radijacije i dr. Od 1986. godine sateliti iz serije Meteosat nalaze se pod kontrolom međunarodne organizacije EUMETSAT-a (European Organisation for the Exploration of Meteorological Satellites) koju čini 17 evropskih zemalja i tri pridružene zemlje.

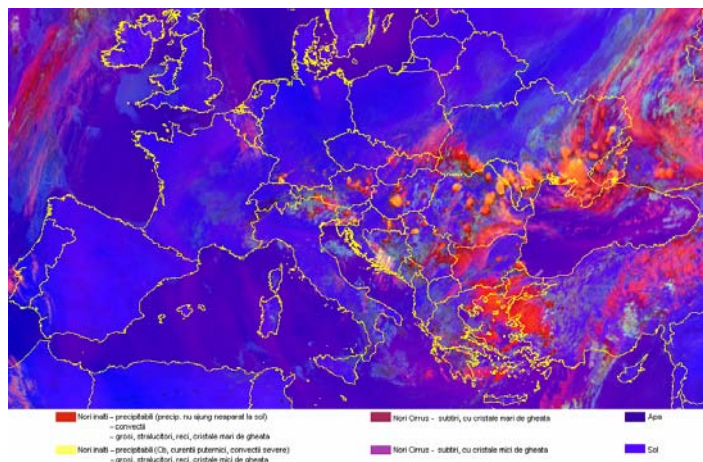
METEOSAT-II (MSG) kontinuirano nastavljaju rad satelita iz serije Meteosat. Ovim satelitima omogućeno je dobijanje snimaka svakih 15 minuta u 12 spektralnih područja. Sateliti iz ove generacije prikupljaće podatke iz oblasti meteorologije, geofizike i okeanografije u vidljivom i infracrvenom delu spektra.



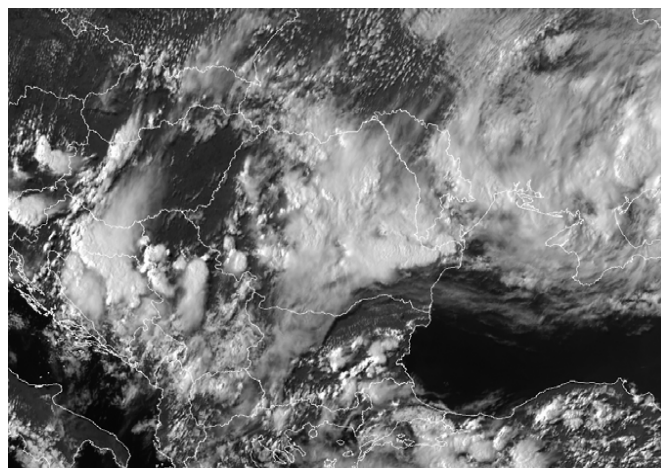
Slika 2 – MSG satelit
Figure 2 – MSG satellite

U nastavku će biti opisan razvoj olujnog nevremena koje je zahvatilo Balkan 24. maja 2012. godine i kako je to izgledalo iz svemira. Naime, tog dana je iznad Balkana bilo prisutno sve što je potrebno za razvoj oluj-

nog nevremena: nestabilna vazдушna masa, velika količina vlage, ciklonska kretanja i jutarnja vrućina. Posle dva dana kiše i hladnog vremena, 24. ujutru, kiša je prestala i oblaci su počeli da se razilaze. Sunce je počelo da greje i u nekoliko sati temperatura je porasla. Od 6 do 12 UTC temperatura u Banjoj Luci porasla je sa 17°C na 26°C. Sa velikom vlagom u vazduhu i vrućinom kao okidačem oluja je počela veoma brzo. U 10 UTC prva ćelija je formirana u severnom delu RS, u Hrvatskoj i u Srbiji. U nekoliko narednih časova oluja je nastavila da se razvija i u 11 UTC bilo je puno ćelija, kao što se može videti na setelitskom snimku.



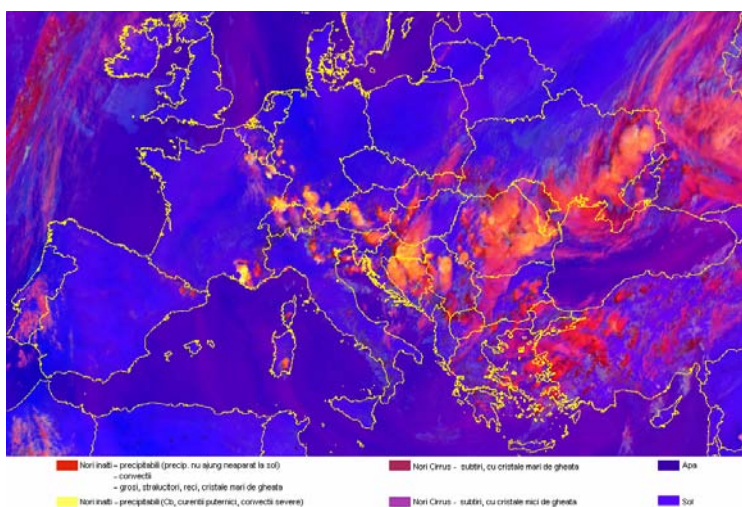
Slika 3 – Satelitski snimak MSG RGB za duboku konvekciju
 Figure 3 – MSG RGB satellite image for intense convection



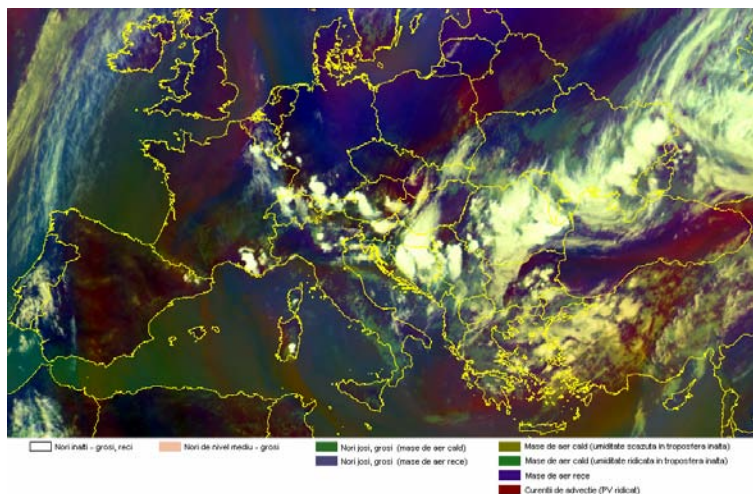
Slika 4 – Satelitski snimak MSG1 visoke rezolucije
 Figure 4 – MSG1 satellite image of high resolution

Prvi primer predstavlja MSG RGB satelitski snimak za duboku konvekciju. Žuta boja označava grad (zapadna Srbija, Rumunija i Hrvatska). Drugi primer označava satelitski snimak MSG1 visoke rezolucije u 11 UTC.

Oluja je nastavila da se razvija i između 14 i 15 UTC analizirana oluja je bila jača. U to vreme padao je grad na severu i istoku RS, u Hrvatskoj i u Srbiji. Na satelitskom snimku snimljenom u 14:15 UTC može se videti kako je oluja izgledala (slike 5, 6, 7).

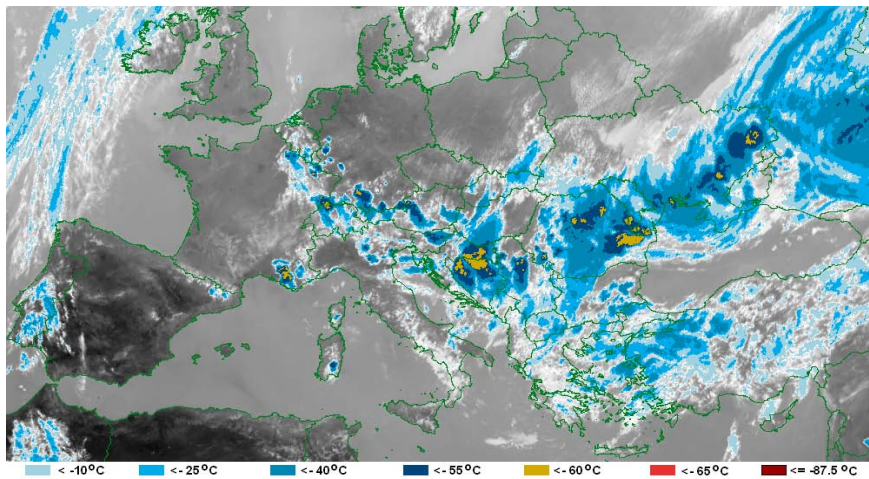


Slika 5 – Satelitski snimak MSG1 RGB u 14:15 UTC
Figure 5 – MSG1 satellite image at 2.15 pm UTC



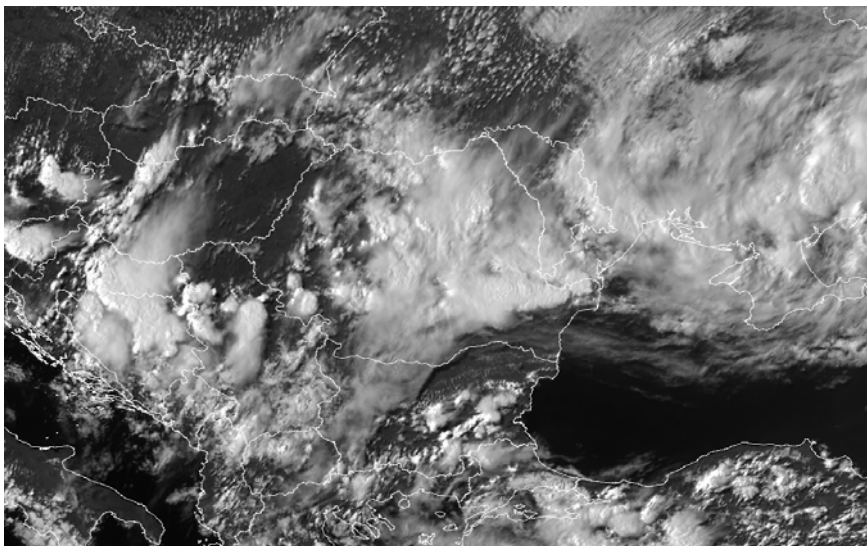
Slika 6 – Satelitski snimak MSG1 RGB za vazdušnu masu PV horizontalno kretanje vazduha
Figure 6 – MSG1 RGB satellite image of the aerial mass PV for the horizontal movement of the air

Na ovom snimku vidi se PV horizontalno kretanje vazduha oko severnog dela Srbije i Panonske nizije, koje pokazuje opadajuće kretanje vazduha sa viših slojeva u niže, u ovom regionu.



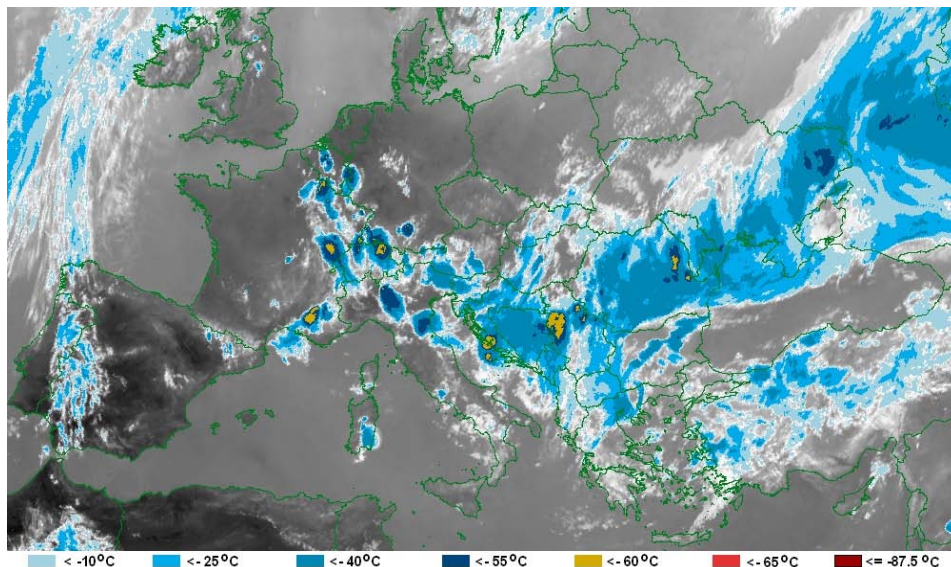
Slika 7 – Satelitski snimak MSG1 RGB za temperaturu oblaka
 Figure 7 – MSG1 RGB satellite image of the cloud temperature

Na ovom snimku žuta boja označava temperaturu oblaka oko -60°C , što znači da je temperature vrha oblaka u severnom delu RS bila oko -60°C .



Slika 8 – Satelitski snimak MSG1 u 14:15 UTC
 Figure 8 – MSG1 satellite image at 2.15 pm UTC

Nove konvektivne ćelije počele su da se razvijaju, a posle podne oluja je dostigla zrelu (završnu) fazu.



Slika 9 – Satelitska snimak MSG1 RGB za temperaturu oblaka u 17 UTC
Figure 9 – MSG1 RGB satellite image of the cloud temperature at 5 pm UTC

U kasno posle podne oluja je dostigla slojeviti oblik sa velikim padavinama u istočnom delu RS i zapadnoj Srbiji (oko reke Drine). Oko Drine je tada pala najveća količina kiše (od 60 do 80 l/m²).

Može se zaključiti da su satelitski snimci osnova za predviđanje vremenskih prilika, praćenje, a samim tim i pravovremeno reagovanje da bi se sprečile ljudske žrtve i materijalne štete.

Primena satelitskih snimaka pri praćenju poplava

Za praćenje i ispitivanje poplava najpogodniji su satelitski snimci, a posredno se na ovaj način može i upravljati plavnim područjima. Poplave se javljaju svuda i nose niz problema sa kojim se čovek susreće. Statistika kaže da su za samo 5 godina polave pogodile 185 miliona ljudi, pri čemu su odnele i veliki broj ljudskih žrtvi, oko 30 000 ljudi je poginulo. Naročito su ugrožena gusto naseljena područja u dolinama velikih reka, gde poplave prouzrokuju velike katastrofe, kao što su velike ljudske žrtve i materijalna šteta (Regodić, 2010ab).

Dobijanjem snimaka plavnih područja mogu se projektovati sistemi koji predviđaju elementarne nepogode na osnovu periodičnog posmatra-

nja plavne zone i stvoriti uslovi za zaštitu od poplava. Na primer, na Plavom Nilu (Egipat) izgrađen je sistem za rano upozoravanje o poplavama. To je bio prvi operativni sistem u svetu u kojemu su satelitski snimci METEOSAT korišćeni za procenu ranih padavina u slivnom području razmatranog terena. Korišćenjem ovih snimaka, sa izradom matematičkog modela, toka padavina i rutinskih modela o toku za Plavi Nil, pomoglo je za produženje vremena potrebnog za rano upozorenje od poplava i preduzimanje preventivnih mera sa 3 na 6 dana, čime bi se ostvarili uslovi za moguće preduzimanje zaštitnih mera.

Takođe, imamo primer velike poplave sa kojom se susrelo stanovništvo Pakistana 12. avgusta 2010. godine. Prvi satelitski snimak (slika 10) prikazuje poplavu u blizini Kashmora u Pakistanu, nešto pre drugog poplavnog talasa. Sledeći satelitski snimak prikazuje isto područje godinu dana ranije, tj. 9. avgusta 2009. godine. Poplavni talas reke Indus je prekrrio veći deo grada Khewali i okolnih farmi.



Slika 10 – Stanje posle poplave u Pakistanu
Figure 10 – After flood state in Pakistan

Dakle, može se zaključiti da satelitski snimci predstavljaju polaznu osnovu za sprečavanje velikih katastrofa nastalih usled poplava. Na osnovu njih može se upravljati plavnim područjima pre, za vreme i posle poplava. To omogućava prevenciju, prognoziranje, detekciju, otklanjanje posledica, odnosno nastalih šteta. Satelitski snimci su od velike koristi i nakon povlačenja vode, za procenu štete i saniranje posledica.



Slika 11 – Reka Ind, stanje pre poplave
Figure 11 – The Indus River, before the flood

Kombinacija radara i optičkih senzora može biti veoma korisna, budući da radarski snimci prikazuju realno stanje poplave već unutar dva dana od narudžbe snimaka, bez obzira na moguće loše meteorološke uslove. Optički snimci, koji se razlikuju od radarskih, bilo da su arhivirani ili novodobijeni, koriste se za izradu karata korišćenja zemljišta, kao ulazni podaci za izradu modela erozijske osetljivosti (Karsten, 2002).

Glavni cilj daljinske detekcije ja zaštita i izgradnja sistema za prevenciju od poplava, pri čemu se koristi ogleda u:

- modelovanju i predviđanju poplava,
- prikupljanju podataka i informacija za sistem upravljanja,
- prikupljanju informacija za prepoznavanje pokazatelja iznenadnih poplava, što omogućava preduzimanje zaštitnih mera i definisanje područja rizika (Regodić, Sekulović, Živković, 2010).

Iz satelitskih snimaka izrađuju se satelitske karte (1:100 000, 1:50 000) za celokupno poplavljeno područje. Kartiranje poplavljenih područja i analiza promena nastalih usled poplave, kao i proučavanje slivnog područja, te meteoroloških prilika pre, za vreme i posle poplave može dati celovitu sliku o uzrocima i posledicama poplave.

Karakteristike satelitskih snimaka koje ih čine pogodnim za primenu pri praćenju poplavljenih područja su:

- prostorna rezolucija,
- mogućnost ponovnog snimanja istog područja,
- dobijanje snimaka i
- ekonomičnost.

Primena satelitskih snimaka kod zemljotresa

Daljinska detekcija našla je široku primenu u postupku detektovanja i pozicioniranja zemljotresa, prirodne pojave koja takođe izaziva velike nesreće i materijalne štete. Zemljotresi se mogu detektovati kombinacijom geofizičkih metoda sa multispektralnim i radarskim snimcima. Kombinacijom ovih metoda može se pratiti stanje trusnih područja. Dobijeni podaci mogu se računarski obraditi i spojiti sa informacionim centrima u stacioniranim stanicama, na osnovu čega se vrši modelovanje terena zahvaćeno zemljotresom.

Jedna od najvećih prirodnih katastrofa s kojom se susrelo čovečanstvo je zemljotres u Japanu, koji se desio 11. marta 2011. godine, s magnitudom 9,0 Mw. Njegov epicentar bio je u Tihom okeanu, oko 130 km istočno od japanskog grada Sendaija, a rezultirao je katastrofalnim cunamijem. Ova katastrofa odnela je velike ljudske žrtve i uzrokovala ogromnu materijalnu štetu.

Posledica ovog zemljotresa je podvlačenje tihookeanske tektonske ploče pod , što je pomerilo istočni deo Japana prema Severnoj Americi za oko 3,9 metara. Zemljotres je zaokrenuo Zemljinu osu za 16,5 cm, skratio dan za 1,6 mikrosekundi, a Japan je potonuo za oko 61 cm. Kada je japanska istočna obala potonula, na nju su nasrnuli talasi cunamija. Zemljina masa se pomerila prema centru, povećavši zaokretni moment planeta, što je dovelo do skraćanja dana. Pored navedenih problema, zemljotres i cunami prouzrokovali su velike probleme u nuklearnoj elektrani Fukušima, što je dovelo i do nuklearne katastrofe.

Za proučavanje ove katastrofe koristili su se satelitski snimci na kojima se vide deformacije nastale usled zemljotresa.



Slika 12 – Aerodrom Sendai pre katastrofe
Figure 12 – The Sendai airport before the catastrophe



Slika 13 – Aerodrom Sendai posle katastrofe
Figure 13 – The Sendai airport after the catastrophe

Satelitski snimci mogu se koristiti i za procenu trenutnog stanja na određenim prostorima, koje su pretrpele određena razaranja. Komparacijom ova dva snimka mogu se utvrditi posledice nastale usled razornog zemljotresa u Japanu.

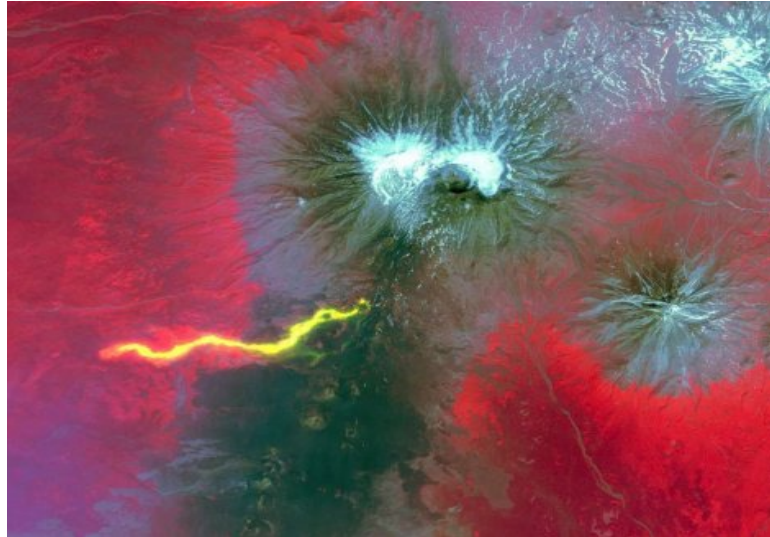
Primena satelitskih snimaka pri praćenju vulkana

Vulkani se nalaze na kopnu i pod morem, a svojim delovanjem uzrokuju velike promene u životnoj sredini. Utiču na oblikovanje geografskih struktura, povećanje temperature, promene vrste tla, uništavanje biljnog i životinskog sveta itd. Mogu biti aktivni i neaktivni, u zavisnosti od erupcija i tektonskih aktivnosti u njihovoj neposrednoj blizini.

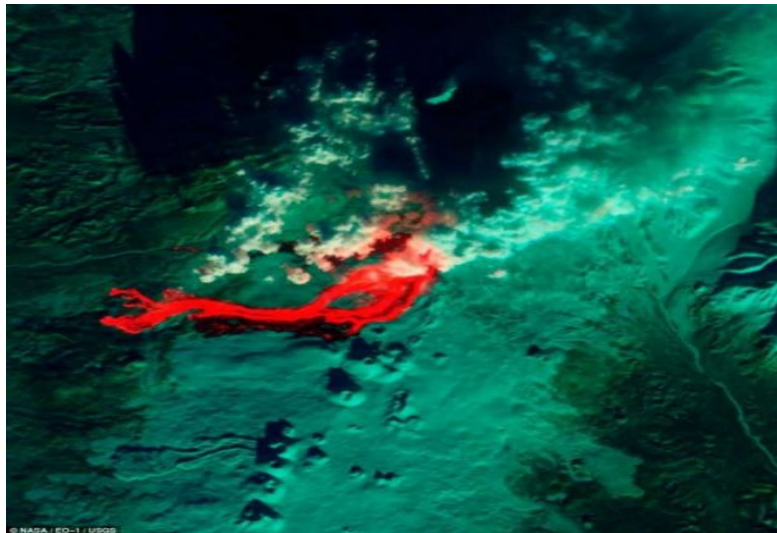
Aktivni vulkani svojim delovanjem odnose velike ljudske i materijalne žrtve. Daljinskom detekcijom ispitan je veliki broj aktivnih vulkana. Snimanja se vrše nekoliko puta, u toku i nakon erupcije. Modelovanjem područja zahvaćenog vulkanima mogu se definisati zone izlivanja lave, zone potencijalne opasnosti, na osnovu čega se vrši definisanje zone potencijalne opasnosti i planska zaštita ugroženog područja.

Satelitsko proučavanje vulkana biće prikazano na primeru vulkana Ploskij Tolbačik na ruskom poluostrvu Kamčatka.

Na infracrvenom snimku Nasinog satelita za posmatranje Zemlje EO-1 vidi se kako iz otvora vulkana kulja lava.



Slika 14 – Infracrveni snimak Nasinog satelita za posmatranje Zemlje EO-1
Figure 14 – Infrared image of the EO-1 NASA satellite for the Earth observation



Slika 15 – Infracrveni snimak vulkana Ploskij Tolbačik
Figure 15 – Infrared image of Ploskiy Tolbachik volcano

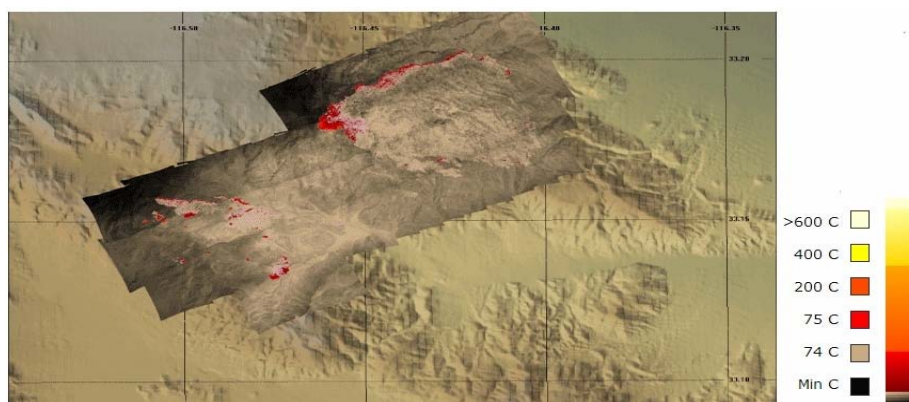
Infracrveni snimci vulkana Tolbačik izuzetno su kvalitetni zahvaljujući korišćenju veštačkih boja kojima su obeležene zone različite temperature, tako što su intenzivnocrvenom označena područja na kojima je lava vrela, a zelenom hladniji delovi poluostrva Kamčatka.

Primena satelitskih snimaka pri praćenju požara

Ljudska nepažnja i klimatske promene koje su poslednjih godina sve prisutnije dovode do sve češćih pojava šumskih požara. Jedna od značajnih metoda ispitivanja, prognoziranja i praćenja šumskih požara je daljinska detekcija. Satelitski snimci pri otkrivanju požara i kartiranju ugroženih područja u okviru geografskog informacionog sistema (GIS) od višestruke su koristi, naročito pri proceni šteta nastalih požarom (Regodić, Tadić, 2011).

Šumski požari godišnje oštete ili potpuno unište više stotina miliona hektara šuma i druge vegetacije širom sveta. Oni predstavljaju konstantnu pretnju ekološkim sistemima, infrastrukturi i ljudskim životima. Osim preventivnih mera jedini efikasni način suzbijanja požara jeste njegovo rano otkrivanje, što sprečava njegovo širenje. Tu je daljinska detekcija našla svoju široku primenu, naročito u zapuštenim krajevima, gdje je to ponekad i jedini način otkrivanja požara. Na globalnom nivou praćenje se izvodi pomoću podataka sa polarnih satelita NOAA i METOP zbog njihove velike prostorne rezolucije. Od velike važnosti su i MODIS podaci, koji mogu meriti zračenje sa Zemlje s prostornom rezolucijom od 250 m. Podaci sa polarnih satelita uglavnom se koriste u detekciji požara u mnogim zemljama, posebno u višim geografskim širinama (npr. Kanada, Finska, Rusija). U umerenim širinama, u vreme kada nema preleta polarnih satelita, jedini raspoloživi podaci su oni sa MSG satelita Meteosat 8 ili 9, dakle iz geostacionarne orbite.

Najvažniji kanal za praćenje požara je kanal u području talasne dužine 3,9 μm . Ovde je moguće prepoznavanje vrućih tačaka koje predstavljaju požare. Nedostatak geostacioniranih satelita pri praćenju požara je u maloj prostornoj rezoluciji, koja je u području iznad ekvatora i 0-tog meridijana 3x3 km. Međutim, prednost je stalno prisustvo satelita iznad našeg područja i mogućnost dobijanja satelitskih snimaka svakih 15 minuta.



Slika 16 – Satelitski snimak na kojem je prikazana temperatura na površini Zemlje
Figure 16 – Satellite image showing the Earth surface temperature

Satelitski snimci mogu se koristiti i za procenu temperature na površini Zemlje. Slika 16 predstavlja malo područje u okolini San Diega (SAD) čija je predstava izvršena pomoću termalnog IC sistema u kombinaciji sa odgovarajućim softverskim paketom, uz čiju pomoć se prati stanje požara u pomenutoj okolini.

Topliji tonovi (crvena, narandžasta, žuta) predstavljaju najnovija i aktivna sagorevanja, područja svetlih tonova prikazuju hlađenje pepela, dok su niske temperature od nesagorene vegetacije prikazane tamnijim nijansama sive boje.

U narednom prilogu prikazan je i satelitski snimak velikog požara koji je zahvatio područje Severne Koreje 2009. godine. To je snimak američke svemirske agencije NASA.



Slika 17 – Satelitski snimak požara u Severnoj Koreji
Figure 17 – Satellite image of the fire in North Korea

Zaključak

Mali je broj metoda, naučnih disciplina ili naučnih oblasti koje su imale tako brz i eksplozivan razvoj kao daljinska detekcija.

U oblasti daljinske detekcije danas u svetu radi veoma veliki broj stručnjaka različitih specijalnosti. Tehnologija snimanja, oprema, kompjuterski programi, postupci i područja primene neprekidno se usavršavaju i proširuju, pa obimna literatura iz te oblasti brzo biva prevaziđena i zastarela. Principi i osnovne postavke, međutim, ostaju isti.

Daljinska detekcija postaje sve značajnija i nezaobilazna metoda prikupljanja informacija o prostoru uopšte. Sve vodeće satelitske misije i programi, pored praćenja i snimanja stanja najrazličitijih prirodnih i društvenih pojava, mogu uspešno da zadovolje sve zahtevnije zadatke u sistematskom praćenju ovih pojava radi otkrivanja raznih prirodnih i ve-

štački izazvanih katastrofa. Neprocenljiv je značaj tako dobijenih podataka u svim fazama praćenja nastalih katastrofa, kako u fazi otkrivanja nastanka, tako i u periodu širenja i praćenja dejstva pojave, ali i u fazi otklanjanja posledica nastalih delovanjem nastalih katastrofa.

Nove generacije senzora ugrađenih u svemirske letelice omogućuju sistematsko praćenje, snimanje i merenje različitih relevantnih podataka važnih za utvrđivanje promena i procesa u moru, na kopnu i u atmosferi. Postupci daljinske detekcije omogućuju snimanje i registrovanje raznih prirodnih pojava. Na temelju tako prikupljenih informacija moguće je ukazati na aktuelna zbivanja u tim sredinama, ali i prognozirati prirodne katastrofe.

Literatura

Karsten, J. 2002. Orthoimages and DEMs by QuickBird and IKONOS. U: EARSeL Symposium, Prague.

Pavlović, R., Čupković, T., & Marković, M. 2001. Daljinska detekcija. Beograd: Rudarsko-geološki fakultet.

Regodić, M. 2008a. Daljinska detekcija kao metod prikupljanja podataka o prostoru. Vojnotehnički glasnik, 56(1), str. 91-112.

Regodić, M. 2008b. Važniji satelitski programi sistematskog snimanja Zemlje. Vojnotehnički glasnik, 56(4), str. 70-88.

Regodić, M., 2008c, Primena daljinske detekcije u praćenju i zaštiti životne sredine, Međunarodno savetovanje – Energetika, časopis Energija.

Regodić, M. 2010a. Primena satelitskih snimanja za dopunu sadržaja topografskih karata. Vojnotehnički glasnik, 58(4), str. 63-85.

Regodić, M. 2010b. Primena snimaka satelita IKONOS pri izradi radne karte. Novi glasnik, 1-2.

Regodić, M., Sekulović, D., Živković, L., 2010, Primena daljinske detekcije pri istraživanjima meteoroloških parametara, Međunarodno savetovanje – Energetika, časopis Energija.

Regodić, M., Tadić, V., 2011, Primena satelitskih snimanja pri praćenju atmosferskih pojava, Međunarodno savetovanje – Energetika, časopis Energija.

Sekulović, D., Regodić, M., Živković, L., 2010, Primena satelitskih snimanja pri praćenju ekoloških pojava, Međunarodno savetovanje – Energetika, časopis Energija.

REMOTE SENSING OF NATURAL PHENOMENA

FIELD: Earth Sciences

ARTICLE TYPE: Review Paper

Summary:

There has always been a need to directly perceive and study the events whose extent is beyond people's possibilities. In order to get new data and to make observations and studying much more objective in

comparison with past syntheses - a new method of examination called remote sensing has been adopted. The paper deals with the principles and elements of remote sensing, as well as with the basic aspects of using remote research in examining meteorological (weather) parameters and the conditions of the atmosphere. The usage of satellite images is possible in all phases of the global and systematic research of different natural phenomena when airplane and satellite images of different characteristics are used and their analysis and interpretation is carried out by viewing and computer added procedures.

Introduction

Remote sensing of the Earth enables observing and studying global and local events that occur on it. Satellite images are nowadays used in geology, agriculture, forestry, geodesy, meteorology, spatial and urbanism planning, designing of infrastructure and other objects, protection from natural and technological catastrophes, etc. It is possible to use satellite images in all phases of global and systematic research of different natural phenomena.

Basics of remote sensing

Remote sensing is a method of the acquisition and interpretation of information about remote objects without making a physical contact with them. The term Daljinska detekcija is a literal translation of the English term Remote Sensing. In French it is Teledetection, in German - Fernerkundung, in Russian - дистанционные исследования. We also use terms such as: remote surveillance, remote research, teledetection, remote methods, and distance research.

The basic elements included in Remote Sensing are: object, electromagnetic energy, sensor, platform, image, analysis, interpretation and the information (data, fact).

Usage of satellite remote research in monitoring natural phenomena

The images taken from Remote Sensing have helped men to use the environment and natural resources in a better way. It is expected that the development of new technologies will spread the usage of satellite images for the welfare of mankind as well. Besides monitoring the surface of the Earth, the satellite monitoring of the processes inside the Earth itself is of great importance since these processes can cause different catastrophes such as earthquakes, volcano eruptions, floods, etc.

Usage of satellite images in monitoring atmospheric phenomena

The launch of artificial earth satellites has opened new possibilities for monitoring and studying atmospheric phenomena. A large number of meteorological satellites have been launched by now (Nimbus, Meteor, SNS, ESSA, Meteosat, Terra, etc.).

Since these images are primarily used for weather forecast, meteorologists use them to get information about the characteristics of clouds related to their temperature, the temperature of the cloud layer, the degree of cloudiness, the profiles of humidity content, the wind parameters, etc.

Meteosat satellites

Meteosat is the first European geostationary satellite designed for meteorological research. The use of these satellites enabled the surveying in the visible and the near IR part of the spectrum as well as in the infrared thermal and water steam track. Based on these images, it was possible to obtain data such as: height of clouds, cloud spreading and moving, sea surface temperature, speed of wind, distribution of the water steam, balance of radiation, etc.

Usage of satellite images in monitoring floods

Satellite images are an excellent background and an initial phase for preventing severe catastrophic events caused by floods. Due to satellite images, it is possible to manage overflow regions before, during and after floods. This enables prevention, forecasting, detection and elimination of consequences, i.e. damage. Satellite images are of great help after the withdrawal of water, for the estimation of damage and flood recovery.

Usage of satellite images in detecting earthquakes

Remote sensing is widely used in the procedure of detecting and locating earthquakes. Earthquakes can be detected by the combination of geophysical methods with multispectral and radar images. By combining these methods, we can monitor the conditions of seismic areas. The obtained information can be computed and sent to information centres in stationary stations where the modelling of earthquake-affected terrains is carried out.

Usage of satellite images in monitoring volcanos

Remote sensing has been used for examining a large number of active volcanos. Monitoring is performed several times, during and after eruptions. The modelling of volcanic areas enables the definition of lava-effusion zones, and potentially dangerous zones, which is further used for planning the protection of affected areas.

Usage of satellite images in monitoring fire (blaze)

One of important methods of investigating, forecasting and monitoring forest fires is remote sensing. Satellite images are valuable in discovering fires and in mapping affected areas within the geographi-

cal-information system (GIS), as well as in the estimation of damage caused by fire. Satellite images can also be used to estimate the temperature on the Earth surface.

Conclusion

Remote sensing becomes an increasingly important and unavoidable method of the acquisition of data on geospace in general. The importance of thus obtained data is invaluable in all phases of monitoring catastrophic events, from detecting their onsets through monitoring their spreading and effects to the phase of recovery.

New generations of sensors enable systematic monitoring, recording and measuring different data important for detecting changes and processes in the sea, on the ground and in the atmosphere. The procedures of remote sensing enable surveying (recording) and registration of different natural phenomena. Thus acquired data can reveal ongoing activities in these environments and, moreover, predict possible catastrophic scenarios in the nature..

Key words: monitoring; atmosphere; satellites; remote sensing; imaging.

Datum prijema članka/Paper received on: 06. 12. 2013.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa/Manuscript corrections submitted on: 19. 12. 2013.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje/ Paper accepted for publishing on: 21. 12. 2013.