

Temjniak konfikatora:

Dr. Peter Milanić, Varn. prof.

STUDIJU IZRADILI:

1. Prof. dr. Marinko Čubić, dipl. ing. građ.

(I. 1-3, 4, 5, 2, II. 1, 2, 3, 4, 5, III. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7)

2. Prof. dr. Peter Milanić, dipl. ing. građ.

(I. 3, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28)

3. Dr. Roman Čadež, dipl. ing. stani.

(I. 3, 4, 5, II. 1, 2, 3, 4, III. 1, 2, 3)

4. Zvonimir Čadež, dipl. ing.

(II. 12, 1, 13, 4)

5. Zvonimir Čadež, dipl. ing. stani.

(III. 21-28)

6. Zvonimir Čadež, dipl. ing. građ.

(II. 3, 7)

7. Zvonimir Čadež, dipl. ing. građ.

(II. 3, 7)

# STUDIJA IZVODLJIVOSTI

## IZGRADNJE CENTRA ZA SATELITSKU DETEKCIJU

8. Zvonimir Čadež, dipl. ing. stani.

(I. 3, 5)

9. Zvonimir Čadež, dipl. ing. građ.

(I. 3, 6, II. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28)

10. Zvonimir Čadež, dipl. inženjer.

(II. 3, 7)

11. Prof. dr. Milica Čadež, dipl. ing. stani.

(II. 3, 8)

12. Zvonimir Čadež, dipl. ing. građ.

(II. 1, 2, 3)

13. Zvonimir Čadež, dipl. ing. građ.

(II. 1, 2, 3)

14. Prof. dr. Zvonimir Čadež, dipl. inženjer.

(II. 3, 7)

15. Zvonimir Čadež, dipl. inženjer.

(II. 7)

16. Zvonimir Čadež, dipl. inženjer.

(II. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28)

ZAGREB, lipanj 1990.



KOORDINATOR STUDIJE:

Dr. MARINKO OLUIĆ, red. prof.

Zamjenik koordinatora:

Dr. Petar Milanović, vanr. prof.

**STUDIJU IZRADILI:**

1. Prof. dr. Marinko Oluić, dipl. ing. geol. (I. 1.-3.3.,4.3,5.2., II. 1.,3.1.1., 3.1.2.,3.1.3.,4.2.,4.3., III. 1.1., 1.2.,1.2.2.,3.,4.,5.)
2. Prof. dr. Petar Milanović dipl. ing. geol. (I. 3.2.3. /Sovjet.sat./,4.3./Sovjet podaci/,5.1.,5.2., II. 1.,2.,3.1.4., 3.1.5.,3.9.,4.,4.1.,4.4., III. 3.,5.)
3. Dr. Roman Galić, dipl. ing. elteh. (I. 4.1.-4.3., II. 4.5.,4.6., III. 2.7.,2.8.)
4. Josip Lončarić, prof. fiz. (III. 1.2.3, 1.2.4.)
5. Momir Mihailović, dipl. ing. elteh. (III. 2.1.-2.8.)
6. Dr. Matko Bogunović, dipl. ing. agr. (II. 3.2.)
7. Zvonimir Kalafadžić, dipl. ing. šum. (II. 3.2.)
8. Dr. Tretjak Ana, dipl. ing. agr. (II. 3.2.)
9. Dr. Bojan Lipovščak, dipl. ing. fiz. (II. 3.3.)
10. Mr. Mira Morović, dipl. ing. fiz. (II. 3.4.)
11. Mr. Tatjana Jevremović, dipl. ing. elteh. (II. 3.5.)
12. Prof. dr. Teodor Fiedler, dipl. ing. geod. (II. 3.6., III. 1.2.3. /fotolab./)
13. Bratislav Miletić, dipl. prostor. pl. (II. 3.7.)
14. Prof. dr. Milan Bajić, dipl. ing. elteh. (II. 3.8.)
15. Tomislav Jančin, dipl. ing. građ. (III. 1.2.1.)
16. Tomaž Banovec, dipl. ing. geod. (III. 1.3.1.)
17. Prof. dr. Božidar Bakotić, dipl. jur. (III. 6.)
18. Lucija Špehar, dipl. ecc. (III. 7.)
19. Mr. Milan Jovanić, dipl. ing. fiz. (III. 7. /market./)

**Prijepis:** Iva Pasarić-Striček

**TEKST OBJEDINIO I UREDIO:** Prof. dr. M. OLUIĆ

**TISAK:** INA - INFO

Zagreb, Proleterskih brigada 78



### 3.2.2.1. Potencijalni korisnici

Potencijalni korisnici podataka dobivenih daljinskim istraživanjima su, prije svega, savezni i republički organi sekretarijata za poljoprivredu i šumarstvo, zatim zadružni savezi, zavodi za statistiku, urbanistički instituti i drugi zavodi za prostorno planiranje i zaštitu čovjekove okoline. Ove institucije vrše planersku i nadzornu službu gospodarenja s prostorom i biljnom proizvodnjom na određenom prostoru. Za pravilno funkcioniranje tih institucija potrebne su permanentne pouzdane informacije o stanju u prostoru.

Privredne organizacije iz poljoprivrede i šumarstva koje obavljaju neposrednu proizvodnju jesu, iz poljoprivrede, u Hrvatskoj: IPK-Osijek, PIK-Belje, PIK-Virovitica, PPK-Zadar, PIK-Neretva i dr., Bosni i Hercegovini: AIK-Bosanska Krajina - B. Luka, Senberija, Bijeljina i dr., Srbiji: PK-Beograd, 29. Novembar-Subotica, Agrokosovo-Kosovo i dr., Makedoniji: PIK-Pelagonija-Strumica, Sloveniji: svi PIK-ovi.

5 područja šumarstva potencijalni korisnici satelitskih snimaka su i šumska gospodarstva (gazdinstva) sa cijelog teritorija Jugoslavije, koja vrše neposredno gospodarenje šumama. Elaboriranje podataka obavlja se opetovano svake 10-te godine. Primjenom satelitskih snimaka uveliko bi se racionalizirala njihova izrada.

Naučne i nastavne organizacije i ustanove iz domena poljoprivrede i šumarstva, sa cijelog teritorija Jugoslavije, potencijalni su korisnici postupaka daljinskih metoda istraživanja.

Ad hoc potrebe za izvođenje radova u inozemstvu, u nesvrstanim i drugim nerazvijenim zemljama, u okviru razmjene tehničke suradnje i privrednih poslova.

Za potrebe šumarstva (evidencija postojećih šuma, racionalizacija uzgoja i korištenje šuma), potrebna je jedna scena svakih 5 godina. To znači da svake godine za te potrebe treba snimati 20% šumskih površina, a kako su šume dispergirane posvuda, znači da je potrebno snimiti svake godine 1/5 površine naše zemlje. Prema tome, za potrebe poljoprivrede potrebno je nabaviti 4-5 Landsatovih scena godišnje. Tako bi se sinhronizirano mogle pratiti sve fiziološke faze pojedinih kultura. Pri tome, nabavkom snimaka velike rezolucije (5m) omogućit će se kontinuirano praćenje i ocjena stanja usjeva (bolesti i štetnici) i blagovremene intervencije.

### 3.3. Hidrometeorologija

Prvi meteorološki satelit TIROS-1 (SAD) lansiran je 1. aprila 1960. godine. Od tog vremena atmosfera i procesi u njoj neprekidno su motreni posredstvom meteoroloških satelita. Lansiran je čitav niz meteoroloških satelita za operativnu primjenu (NIMBUS, METEOR, SMS, ESSA METEOSAT i drugi), koji su opremljeni uređajima za snimanje



u vidljivom i infracrvenom dijelu spektra Zemljinog zračnog omotača.

S obzirom na orbitu u kojoj obilaze Zemlju meteorološki sateliti dijele se na geostacionarne i polarno-orbitalne.

Geostacionarni meteorološki sateliti nalaze se u ekvatorijalnoj orbiti s kutnom brzinom i smjerom gibanja jednakoj kutnoj brzini i smjeru rotacije Zemlje. Satelit stoga ostaje prividno nepokretan prema Zemljinoj površini na visini nad Zemljom oko 36.000 km. Sateliti rotiraju oko osi koja je paralelna s osi rotacije Zemlje brzinom od 100 okr/min. Za pokrivanje Zemlje i procesa u atmosferi potrebno je 5 geostacionarnih satelita. Osnovni je zadatak geostacionarnih meteoroloških satelita emitiranje slike Zemlje u vidljivom i infracrvenom dijelu spektra. Slika Zemlje emitira se svakih 30 minuta, a sastoji se od 5000 linija.

Osim za daljinska istraživanja atmosfere i Zemlje geostacionarni meteorološki sateliti služe i za prikupljanje podataka s:

- automatskih meteoroloških stanica,
- automatskih oceanografsko-meteoroloških plutača,
- brodova,
- aviona,
- slobodno lebdećih balona.

U službi prikupljanja podataka meteorološki sateliti rade u tri režima:

1. neprekidno prikupljanje podataka sa stanica,
2. prijem podataka aktiviranjem stanice na zahtjev iz kontrolnog centra za upravljanje,
3. prijem podataka sa stanice koja počinje emitirati podatke tek kad mjereni meteorološki elementi pređu određeni prag vrijednosti.

Meteorološki sateliti služe i kao relej za reemitiranje obrađenih meteoroloških podataka korisnicima. Preko satelita kao releja prenose se obrađene sinoptičke i prognostičke meteorološke karte u digitalnom i analognom obliku.

Polarno orbitalni meteorološki sateliti obilaze Zemlju na visini od oko 800 km. Ku inklinacije orbite je 81 ili 98 stupnjeva, a period obilaska 105 minuta. Putanja satelita sinhronizirana je sa Suncem. Na taj način osmatranje meteoroloških pojava omogućeno je uvijek u isto vrijeme, pa su podaci usporedivi u vremenu. Moć razlučivanja veća je nego u geostacionarnih satelita, ali im je vidno polje manje. Instrumentalna opremljenost im je različita i zavisi od modela satelita. Osnovni instrument je skenirajući telefotometar, skenirajuća TV kamera, skenirajući radiometar infracrvenog valnog područja i mikrovalni radiometri.



Osnovna prednost korištenja satelita u meteorološkim mjerenjima i motrenjima je dobivanje podataka sa mjesta na kojima konvencionalna meteorološka mjerenja ne daju podatke (planine, pustinje, oceani, nenastanjena područja). Podaci se emitiraju danju i noću i moguće ih je gotovo u svakom trenutku primiti i obraditi, te na temelju njih pratiti razvoj meteoroloških sistema.

Sistem Zemlja - atmosfera reflektira i emitira elektromagnetsko zračenje u različitim dijelovima spektra: najčešća je upotreba skenirajućih spektrometara za registraciju zračenja u vidljivom, infracrvenom i mikrovalnom dijelu spektra.

U vidljivom dijelu spektra mjeri se reflektirana radijacija (albedo), a osvjetljenost slike ovisi o kutu Sunca, kutnom položaju elemenata slike prema Suncu i satelitskom senzoru te reflektivnost samog elementa slike. Reflektivnost oblaka ovisi o debljini oblaka, veličini oblačnih elemenata, vrsti oblačnih čestica (vodene kapljice ili ledeni kristali), značajki gornje baze oblaka (ravna ili kumuliformna). Izračunate su srednje vrijednosti albeda oblaka, različitih vrsta podloge i pojava na Zemlji odredivnjem njihove relativne osvjetljenosti sa satelitskih snimaka. Od oblaka najveći albedo imaju Cumulonimbus oblaci (92-86%), a najmanji Cumulusi lijepog vremena (29%). Oceani i mora imaju albedo 7-9%. Oblaci gledani sa satelita imaju različitu strukturu gornje baze i ta se značajka naziva tkivo oblaka (engl. texture). Oblaci jednoličnog tkiva gornje baze najčešće su ravnog vrha i jednolične debljine. Podatak o tkivu oblaka jedan je od ključeva za klasifikaciju oblačnih vrsta.

Mjerenjem u infracrvenom valnom području određuje se dugovalna radijacija koju emitiraju oblaci, kopno, biljni pokrov i površinska voda. Sistem Zemlja - atmosfera u infracrvenom području zrači s najvećim intenzitetom oko 10  $\mu\text{m}$ . Apsorpcija infracrvenog zračenja u atmosferi ovisi o valnoj duljini zračenja.

Atmosfera posjeduje svojstvo koje je nazvano prozori zračenja, za određene valne duljine apsorpcija zračenja je minimalna, tako da radijacija bez značajne atenuacije prolazi kroz atmosferu. Jedan od značajnih atmosferskih prozora je u području valne duljine između 8 i 12  $\mu\text{m}$  gdje je apsorpcija minimalna te radijacija s najmanjim gubitkom odlazi u svemir. Senzori meteoroloških satelita podešeni su tako da registri-  
raju infracrveno zračenje u tom intervalu valnih duljina. Zračenje je funkcija temperature emisije kopna, vodenih površina, gornje baze oblaka i atmosferskog omotača. Različiti intenziteti zračenja prikazuju se različitim osvjetljenjem slike (tamno odgovara toplom, a bijelo hladnom).

Od meteoroloških satelita primaju se dvije vrste podataka koje se razlikuju u kvaliteti i primjenljivosti: analogne i digitalne slike.



Meteorološke satelitske slike u analognom obliku za javnu upotrebu koriste se uglavnom u televizijskim informativnim emisijama za potrebe prognoze vremena. Česta im je primjena na aerodromima u meteorološkim centrima za potrebe avijacije. Za prijem i obradu slika postoji cijela paleta proizvoda koja se na zapadnom tržištu mogu kupiti i koristiti čak i u privatnoj režiji.

Analogni podaci meteoroloških satelita služe za:

- vizualnu analizu oblačnih sistema (vrste i rodovi oblaka, položaj frontalnih sistema i količine naoblake),
- prognoza brzine translacije oblačnih i vremenskih sistema analognim metodama, na temelju posmatranja uzastopnih slika istog područja.

Digitalni podaci služe za dobivanje slijedećih meteoroloških informacija:

- temperature površine vode oceana,
- određivanje vertikalnog profila temperature,
- određivanje vertikalnog profila vlage,
- određivanje brzine i smjera vjetra na visini vrhova oblačnih sistema,
- određivanje količine raspoložive vode u oblačnim sistemima,
- praćenje radiacionog balansa Zemlje,
- numerička klasifikacija tipova oblaka,
- praćenje rasta i razvoja oblaka vertikalnog razvoja,
- određivanje fizikalnih svojstava oblaka kao što su: optička masa, termodinamička faza oblaka, veličina oblačnih čestica, visina vrhova oblaka,
- određivanje prizemnog polja tlaka zraka,
- određivanje aerosola i debljine ozonskog omotača oko Zemlje,
- praćenje zagađivanja atmosfere i površinskih voda,
- određivanje površina pod snježnim pokrivačem i određivanje vodene mase u snijegu,
- inventar površinskih voda,
- monitoring kvalitete vode.

Prijemni centar za digitalne meteorološke podatke nije oportuno graditi niti planirati na našem području. Čestina potrebe za digitalnim podacima meteoroloških satelita danas iznosi jedan kompletan set podataka godišnje, koji se koristi za potrebe istraživanja specijalnih meteoroloških pojava (jaka bura, jako nevreme - opasna meteorološka pojava). Pod setom podataka podrazumjevaju se trake podataka za najviše do 7 dana uzastopno.

Korištenje podataka u hidrološkim potrebama je intenzivnije u zimskim i proljetnim mjesecima - razlog je prikupljanje podataka o raspoloživoj vodi u snijegu i procjeni hidrološke bilance.



Potrebno je meteorološkoj znanosti omogućiti korištenje podataka arhiviranih na magnetskim trakama koje se mogu nabaviti iz međunarodnih centara za obradu satelitskih podataka. Naš centar za daljinska istraživanja, trebalo bi da bude mjesto koje će omogućiti meteorolozima da dobivaju podatke po znatno nižim cijenama. Korištenjem programskih paketa za obradu slika koji se koriste i u land use aplikacijama smanjuje se potreba za skupom računarskom opremom u meteorološkim zavodima. Očekuje se široka primjena podataka satelita u mikrometeorološkim istraživanjima kao i u vrlo kratkoročnoj prognozi vremena.

### 3.4. Oceanografija

S obzirom da je više od 70% površine zemlje pokriveno morem veći broj satelita prikuplja podatke o morima i oceanima. Oceanografija je, pored meteorologije, najčešći korisnik satelitskih snimaka, jer su se one pokazale nezamjenjive za praćenje promjena fizikalnih i bioloških parametara u površinskom sloju mora.

U oceanografiji se najviše koriste podaci infracrvenih senzora koje nose gotovo svi sateliti. Mada oni pokazuju temperaturu površinskog sloja mora, dolaze do izražaja mnogi procesi čija pojava može poslužiti oceanografu za proučavanje različitih fenomena.

Za biološku oceanografiju je posebno konstruiran senzor CZCS (Coastal Zone Colour Scanner) koji se primjenjuje za kvantitativno određivanje klorofila u moru. Zadnji satelit NASA-e sa CZCS je bio Nimbus7, koji više ne funkcionira, ali se već za 1991. g. planira lansiranje novog satelita sa istim senzorima.

Metode daljinske detekcije iz satelita koriste altimetre i radare za mjerenja oscilacija nivoa mora i površinskih valova, pa taj postupak ima za oceanografiju velikih prednosti u odnosu na klasične metode. Omogućena je bolja prostorna i vremenska rezolucija. Pri tome satelitske snimke obuhvaćaju velike površine pa ponavljanim snimanjima omogućuju praćenje procesa u vremenu.

Unatoč brojnim prednostima satelitski snimci ne mogu u potpunosti zamijeniti oceanografska krstarenja ali ih vrlo dobro dopunjavaju.

Neke primjene satelitskih snimaka u oceanografiji zahtijevaju prethodnu verifikaciju snimaka pomoću in situ mjerenja kao što je slučaj sa klorofilom. Mada je moguće dobiti procesirane snimke, koje koriste algoritme dobivene za druga mora, potrebno bi bilo organizirati takva istraživanja za Jadran, čim bude organizirano dobivanje snimaka kroz budući Jugoslavenski centar za daljinska istraživanja.

Satelitski snimci omogućuju multidisciplinarni pristup u oceanografskoj problematici, pa je interpretacija jedne snimke često korisna fizičkoj, kemijskoj, biološkoj, geološkoj i ribarstvenoj oceanografiji.