

Bilten

Znanstvenog vijeća za daljinska istraživanja

Vol. 19

Sadržaj

Slovo Uredništva.....	1
Nataša Strelec Mahović: Meteosat treće generacije (MTG) – Nova generacija geostacionarnih meteoroloških satelita Europske agencije za iskorištavanje meteoroloških satelita (EUMETSAT).....	3
Barbara Vodarić Šurija: Modernizacija radarske mreže u Republici Hrvatskoj.....	9
Igor Vlahović i Tihomir Frangen: Primjena daljinskih metoda u istraživanju ponikava s urušenim pokrovom u području Mečenčana i Borojevića.....	11
Andrija Krtalić: 41. EARSeL simpozij – Earth Observation for Environmental Monitoring i 6. EARSeL radionica – Workshop on Developing Countries (13–16. rujna 2022. godine, Paphos, Cipar).....	15
Iris Bostjančić i Laszlo Podolszki: Primjena LiDAR snimanja u izradi katastra klizišta.....	17
Iva Cibilić: GEOinformation educational resources for CLImate Change Management – GeoCLIC.....	19
Vesna Poslončec-Petrić: University Network for Disaster Risk Reduction and management in Indian Ocean Rim – UN4DRR.....	20
Vesna Poslončec-Petrić: Spatial Data Infrastructure and Earth Observation Education Training for North Africa – SEED4NA.....	21
Vesna Poslončec-Petrić: Strengthening of Relations Between the Western Balkan HEIs and Non-Academic Sector in Climate-Smart Urban Development – SmartWB.....	22
Igor Vlahović, Dubravko Gajski, Laszlo Podolszki, Iris Bostjančić, Mira Morović, Tomislav Džoić, Petra Mikuš Jurković, Ivan Landek, Bartul Šiljeg i Luka Valozić: Izvješće o radu Znanstvenog vijeća za daljinska istraživanja Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti za 2022. godinu.....	23

Slovo Uredništva

Drage čitateljice, dragi čitatelji,

pred vama je 19. volumen Biltena Znanstvenoga vijeća za daljinska istraživanja Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti. Posebno nam je drago da smo tijekom 2022. godine uspjeli skupiti i pripremiti dovoljno zanimljivih i kvalitetnih priloga te na taj način napraviti još jedan korak prema cilju redovitog godišnjeg objavljivanja Biltena. Naime, podsjetimo se da je između volumena 17 i 18 prošlo razmjerno dugih osam ili devet godina, ponajviše zbog financijskih i tehničkih poteškoća s kojima se Uredništvo trebalo suočiti.

U ovom volumenu možete pronaći mnoge zanimljivosti, inovacije i značajna dostignuća u različitim znanstvenim i stručnim poljima u kojima se koriste daljinska istraživanja. Primjerice, u prosincu 2022. godine lansiran je prvi satelit iz treće generacije Meteosat satelita – Meteosat Third Generation (MTG). MTG je i jedan od najinovativnijih meteoroloških geostacionarnih satelitskih sustava ikada izgrađenih i uvelike će pridonijeti poboljšanju klimatskih i prognostičkih numeričkih modela, a time i prognozi neposrednog razvoja vremena. Također, možete pročitati i o povijesnom trenutku hrvatske meteorologije – u sklopu projekta METMONIC postavljeno je pet novih C-band Doppler dvojno polariziranih meteoroloških radara čime je prvi put u povijesti teritorij Republike Hrvatske u potpunosti pokriven radarskim mjerenjima. Osim toga, dan je pregled primjene daljinskih istraživanja, posebice bespilotnih letjelica u svrhu praćenja, dokumentiranja i istraživanja brojnih ponikava s urušenim pokrovom koje se nastale nakon jačih potresa u okolici Petrinje krajem 2020. godine, nažalost

mnogima još urezanim u pamćenje zbog velikih šteta i posljedica. Kako bi se izradio katastar klizišta također se koriste daljinska mjerenja, osobito LIDAR snimanja. U Hrvatskoj su za potrebe implementacije safEarth projekta izrađeni katastri klizišta za šest pilot područja ukupne površine 310 km², smještenih unutar Zagrebačke, Sisačko-moslavačke i Brodsko-posavske županije.

Također, sažeto je predstavljen 41. EARSeL simpozij – Earth Observation for Environmental Monitoring i 6. EAR-SeL radionica – Workshop on Developing Countries, koji su održani od 13. do 16. rujna 2022. Godine u Paphosu na Cipru, kao i četiri zanimljiva i korisna međunarodna projekta: GEOinformation educational resources for CLImate Change Management – GeoCLIC, University Network for Disaster Risk Reduction and management in Indian Ocean Rim – UN4DRR, Spatial Data Infrastructure and Earth Observation Education Training for North Africa – SEED4NA i Strengthening of Relations Between the Western Balkan HEIs and Non-Academic Sector in Climate-Smart Urban Development – SmartWB.

Nadamo se da ćete i u ovom broju pronaći nešto zanimljivo i korisno te da ćete na taj način biti potaknuti napisati i svoj doprinos našem Biltenu s ciljem njegovog daljnjeg redovitog izlaženja i praćenja dostignuća i novosti iz multidisciplinarnog područja daljinskih istraživanja.

Srdačno Vas pozdravljamo i pozivamo na suradnju!

Vaše Uredništvo

Nakladnik: Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zrinski trg 11, 10000 Zagreb

Učestalost objavljivanja: jednom godišnje

Za nakladnika: akademik Dario Vretenar, glavni tajnik

Glavni i odgovorni urednik: akademik Igor Vlahović

Glavni urednik Volumena 19: dr. sc. Bartul Šiljeg

Uredništvo

dr. sc. Ivan Balenović

izv. prof. dr. sc. Andrija Krtalić

dr. sc. Petra Mikuš Jurković

dr. sc. Bartul Šiljeg

Tajnik Znanstvenog vijeća za daljinska istraživanja: doc. dr. sc. Luka Valozić

Predavanje održano Znanstvenom vijeću za daljinska istraživanja HAZU 21. prosinca 2021. godine

Meteosat treće generacije (MTG)

Nova generacija geostacionarnih meteoroloških satelita Europske agencije za iskorištavanje meteoroloških satelita (EUMETSAT)

Nataša Strelec Mahović¹

Uvod

13. prosinca 2022. lansiran je prvi satelit iz treće generacije Meteosat satelita – Meteosat Third Generation (MTG). MTG je jedan od najkompleksnijih i najinovativnijih meteoroloških geostacionarnih satelitskih sustava ikada izgrađenih. Kompletna konstelacija sastoji se od tri satelita (**Slika 1**): dva satelita za snimanje (“Imager” – MTG-I) i jedan satelit za sondiranje (“Sounder” – MTG-S), koji će ujedno biti i prvi operativni satelit za sondiranje u geostacionarnoj orbiti.

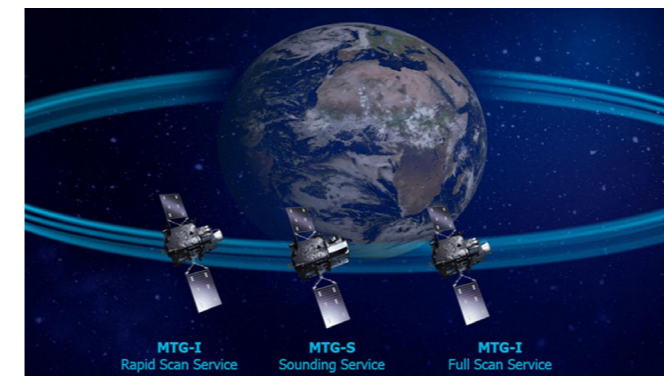
Podaci s MTG satelita pomoći će meteorolozima da se uspješnije suoče s jednim od svojih glavnih izazova – brzom detekcijom i predviđanjem opasnih vremenskih događaja, kako bi se građanima i civilnim vlastima mogla dati pravovremena upozorenja. Očekuje se stoga da će MTG sustav, kad bude u potpunosti operativan, pomoći u zaštiti života, imovine i infrastrukture te donijeti gospodarske koristi kako Europi, tako i Africi. Sateliti su razvijeni prema zahtjevima koje je definirao EUMETSAT nakon konzultacija s korisnicima njegovih meteoroloških podataka.

MTG-I FCI instrument

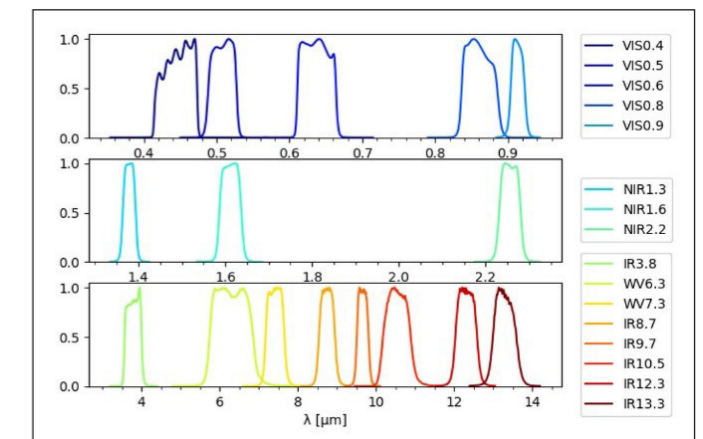
Imager satelit MTG-I nosi dva osnovna instrumenta. Prvi je Flexible Combined Imager (FCI), koji će nasli-

jediti Spinning Enhanced Visible and Infrared Imager (SEVIRI), glavni instrument na Meteosatu druge generacije (MSG). Podaci s MTG-I Imager satelita imaju širok raspon namjena, pa tako podaci s MTG-I satelita omogućuju zrakoplovima da izbjegnu grmljavinske oluje, pridonose u izradi ranih upozorenja o obilnim oborinama i poplavama te osiguravaju mogućnost preciznijeg praćenja požara i magle. Dizajn FCI instrumenta omogućuje skeniranje cijelog diska Zemlje za 10 minuta (engl. Full disk scanning service – FDSS) ili gornje četvrtine diska (tj. Europe) za 2,5 minute (brzo skeniranje, engl. Rapid scanning service – RSS).

Imager FCI mjeri zračenje u 16 spektralnih kanala u vidljivom i infracrvenom spektru (**Slika 2**). Osam kanala smješteno je u solarnoj spektralnoj domeni između 0,4 i 2,2 μm , s prostornom razlučivošću od 1 km po elementu slike (pikselu) u nadiru (točka na zemlji ispod satelita, u središtu diska). Dodatnih osam kanala nalazi se u termalnoj spektralnoj domeni između 3,8 i 13,3 μm , a ti kanali imaju prostornu rezoluciju 2 km po pikselu. Nadalje, dva kanala u solarnoj domeni (0,6 i 2,2 μm) imaju mogućnost snimanja na višoj prostornoj rezoluciji od 0,5 km po pikselu, a dva kanala u infra-crvenom dijelu spektra (3,8 i 10,5 μm) imaju razlučivost od 1 km po pikselu. **Slika 3** prikazuje prosječnu površinu piksela na različiti-

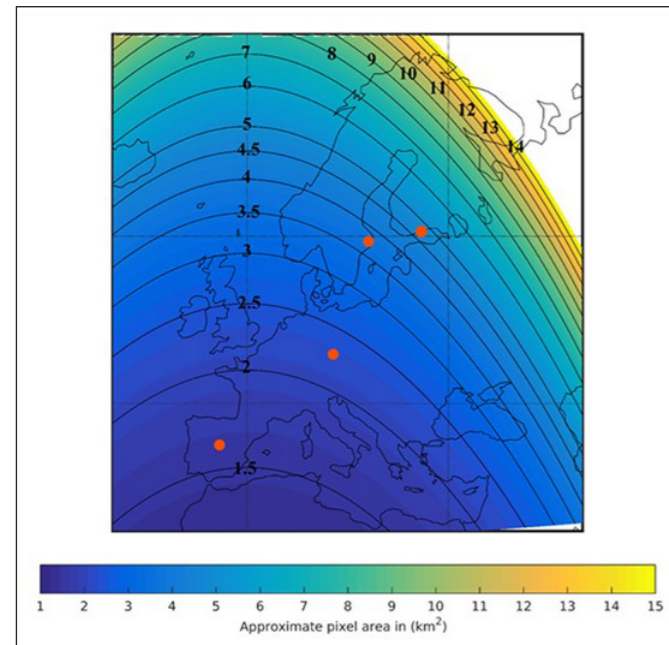


Slika 1. Prikaz MTG konstelacije koja se sastoji od dva satelita za snimanje i jednog za sondiranje (izvor: EUMETSAT).



Slika 2. Normalizirane funkcije spektralnog odziva za FCI spektralne kanale (izvor: EUMETSAT).

¹EUMETSAT, Darmstadt, Hessen, Germany; e-mail: natasa.strelecmaahovic@eumetsat.int



Slika 3. Varijacija prosječne površine piksela u km² za slike s prostornom rezolucijom od 1 km po pikselu u ovisnosti o udaljenosti od nadira (izvor: EUMETSAT).

tim udaljenostima od nadira za mjerenja s rezolucijom od 1 km po pikselu.

Primjene i poboljšanja

S novim instrumentom FCI na satelitima MTG-I, Europa će nastaviti igrati vodeću ulogu u satelitskim motrenjima iz geostacionarne orbite u desetljećima koja dolaze.

Očekuje se da će FCI donijeti brojna poboljšanja u odnosu na trenutačne snimke dobivene pomoću SEVIRI instrumenta:

- Poboljšane meteorološke informacije o brzim konvektivnim procesima što će rezultirati boljim vremenskim prognozama i ranim upozorenjima.
- Detekcija sadržaja vlage u nižim slojevima atmosfere pomoću kanala 0,91 μm.
- Poboljšano prepoznavanje vrlo tankih cirusa pomoću kanala 1,375 μm.
- Poboljšano razlučivanje mikrofizike oblaka pomoću dodatnog ‘mikrofizičkog’ kanala 2,26 μm.
- “True-colour” slike pomoću kanala 0,44 μm i 0,51 μm.
- Poboljšana detekcija aerosola, posebno iznad kopna, što je važno za praćenje vulkanskog pepela za potrebe sigurnosti zračnog prometa, ali i za praćenje kvalitete zraka.
- Preciznije otkrivanje i lociranje požara putem proširenog dinamičkog raspona kanala 3,8 μm.
- Povećanje kvalitete klimatskih produkata, kroz veću prostornu rezoluciju.

Slika 4 prikazuje primjere različitih primjena kroz usporedbu sadašnjih SEVIRI snimaka i simuliranih snimaka FCI instrumenta.

Lightning Imager

Drugi instrument na MTG-I satelitu je Lightning Imager (LI). LI je instrument koji daje podatke o lokaciji, učestalosti i intenzitetu bljeskova munja u stvarnom vremenu. Po prvi put se u geostacionarnoj orbiti iznad Europe i Afrike nalazi instrument koji snima bljeskove munja, čime se omogućuje preciznije lociranje i prognoze jakih grmljavinskih oluja.

LI detektira sve vrste munja: oblak–oblak, oblak–tlo i munje unutar oblaka, čime je zapravo u prednosti u odnosu na neke zemaljske mreže za detekciju munja. LI je novi instrument na Meteosat satelitima, nema prethodnika iz serije druge generacije Meteosata, tako da će podaci s tog instrumenta biti novost za korisnike.

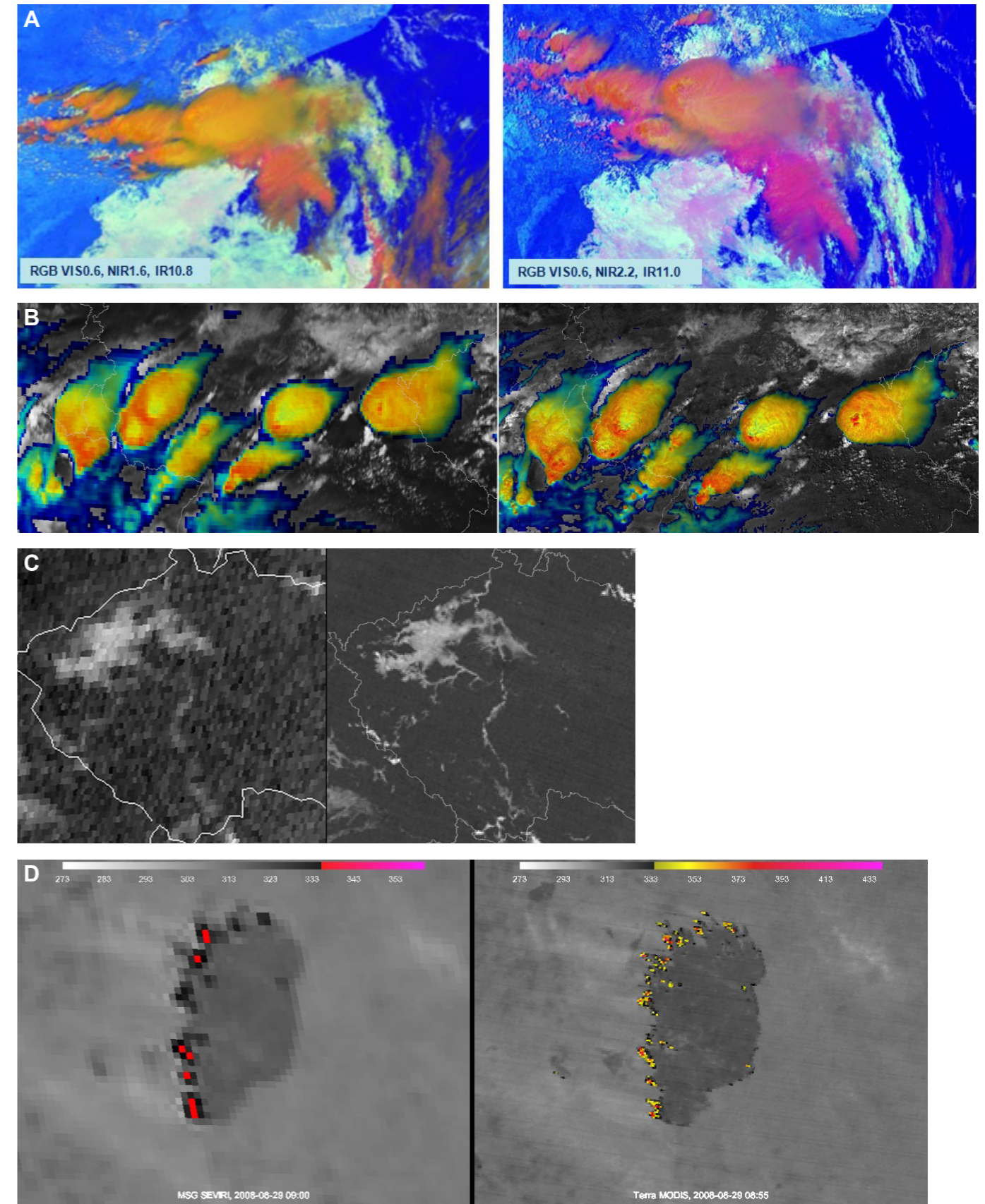
Vidno polje (FOV) instrumenta LI pokrivaju četiri identične kamere na instrumentu, od kojih svaka snima jednu od četiri domene na vidljivom Zemljinom disku (**Slika 5**).

Svaki detektorski element instrumenta registrira ukupnu energiju primljenu od fotona i integrira je tijekom razdoblja integracije. Tako dobivena vrijednost se zatim uspoređuje s odabranim pragom i ako energija prijeđe taj prag, identificira se kao događaj bljeska munje (**Slika 6**).

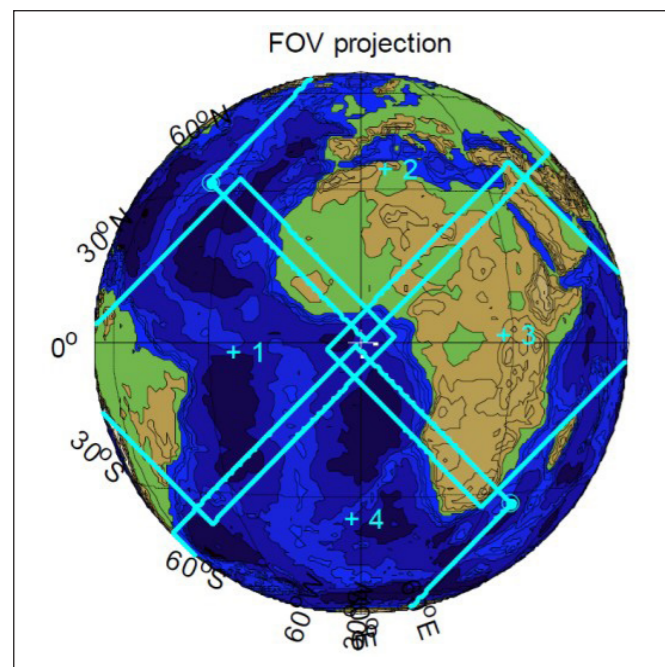
Lightning Imager (LI) na satelitima MTG-I kontinuirano će mjeriti na valnoj duljini od 777,4 nm s vrlo uskom širinom pojasa, s prostornom razlučivošću od 4,5 km po pikselu. Produkti izvedeni iz podataka instrumenta bit će raspoređeni u sljedeće tri kategorije (**Slika 7**):

- 1) Događaji – ono što instrument mjeri, detektirani “osvjetljeni”.
- 2) Grupe – susjedni događaji u istom integracijskom razdoblju (1 ms), koji predstavljaju udar munje.
- 3) Bljeskovi – skupina grupa u vremenskoj i prostornoj blizini (XX km, YY milisekundi), koji predstavljaju bljesak munje.

Na globalnoj domeni MTG-I LI podaci nadopunjuju podatke s NOAA Geostationary Lightning Mapper-a (GLM) na satelitima GOES-R i GOES-S te CMA Lightning Mapper-a na seriji satelita FY-4. Time se postiže globalna pokrivenost podacima o munjama što će, osim u praćenju i prognoziranju trenutnog vremena, imati važnu ulogu u i globalnim klimatskim istraživanjima grmljavinske konvekcije.



Slika 4. (A) Primjer prikaza konvektivnog sustava odnosno prepoznavanja mikrofizikalnih karakteristika oblaka: lijevo SEVIRI, desno simulirani FCI. (B) Primjer prikaza konvektivnih oblaka (grmljavinskih oluja) 11. lipnja 2018., 11:37 UTC; SEVIRI data (lijevo) i simulirani FCI (desno) iznad srednje Europe. (C) Primjer prikaza magle/niskih oblaka, 16. studeni 2018. u 01:37 UTC; simulirana FCI snimka s rezolucijom 2 km po pikselu (desno) i SEVIRI snimka rezolucije približno 5 km po pikselu (prostorna rezolucija 3 km po pikselu u nadiru, lijevo). (D) Primjer detekcije požara, Botswana, 29. kolovoz 2008.: MSG SEVIRI kanal 3,9 μm rezolucije 3 km po pikselu (lijevo), simultana FCI snimka u kanalu 3,8 μm s prostornom rezolucijom 1 km po pikselu (desno). Slika pokazuje mogućnost znatno preciznijeg lociranja požara kao i razlučivanja većeg raspona temperature požara (žuto–narančasto–crvene boje). Izvor: EUMETSAT.



Slika 5. Vidno polje instrumenta Lightning Imager (izvor: EUMETSAT).

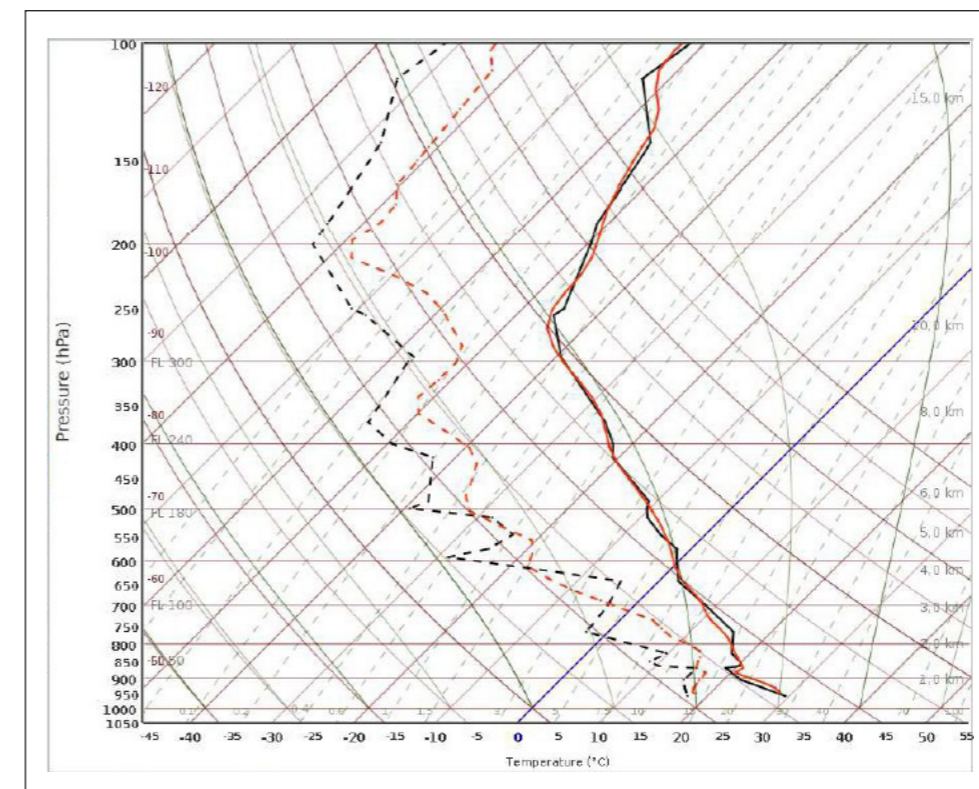
MTG-S satelit

Druga vrsta satelita u MTG konstelaciji je sonder satelit MTG-S, čije lansiranje je predviđeno za 2024. godinu. To će biti prvi satelit koji će nositi instrument za sondiranje atmosfere, Infra-red Sounder (IRS), koji će omogućiti dobivanje vertikalnih profila temperature, vlažnosti te smjera i brzine vjetra u velikom broju točaka na cijelom Zemljinom disku (Slika 8). Nad područjem Europe profili će biti dostupni svakih 30 minuta što je, unatoč nemogućnosti sondiranja ispod oblaka, iznimno vrijedna nadopuna razmjerno rijetkim radiosondažnim mjerenjima.

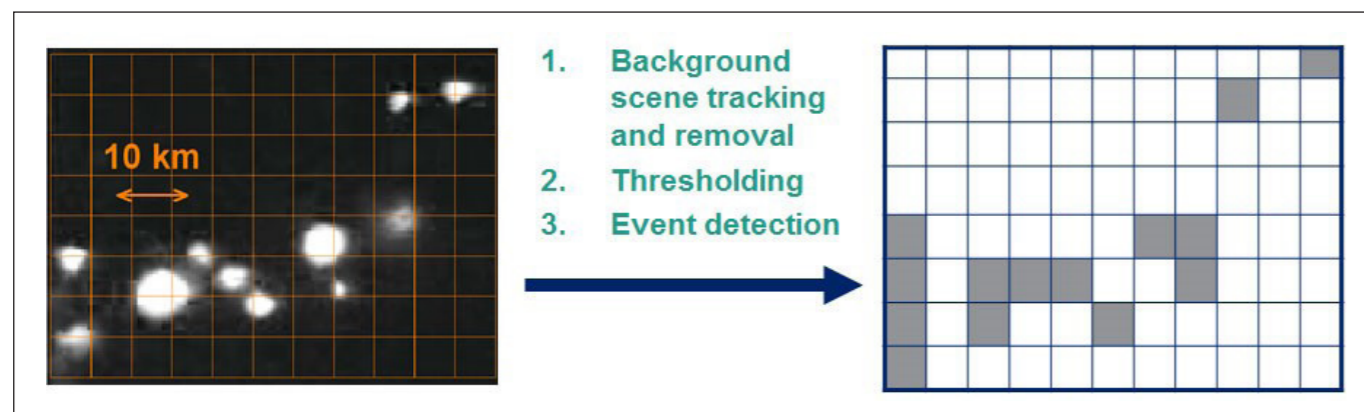
Jedna od najvećih koristi od ovih mjerenja bit će poboljšanje nowcasta odnosno predviđanja neposrednog razvoja vremena, drugim riječima podaci satelitskih sondaža omogućit će prognostičarima praćenje razvoja oluja u gotovo stvarnom vremenu te time pravovremena upozorenja na opasne vremenske prilike.

Karakteristike mjerenja IRS instrumentom:

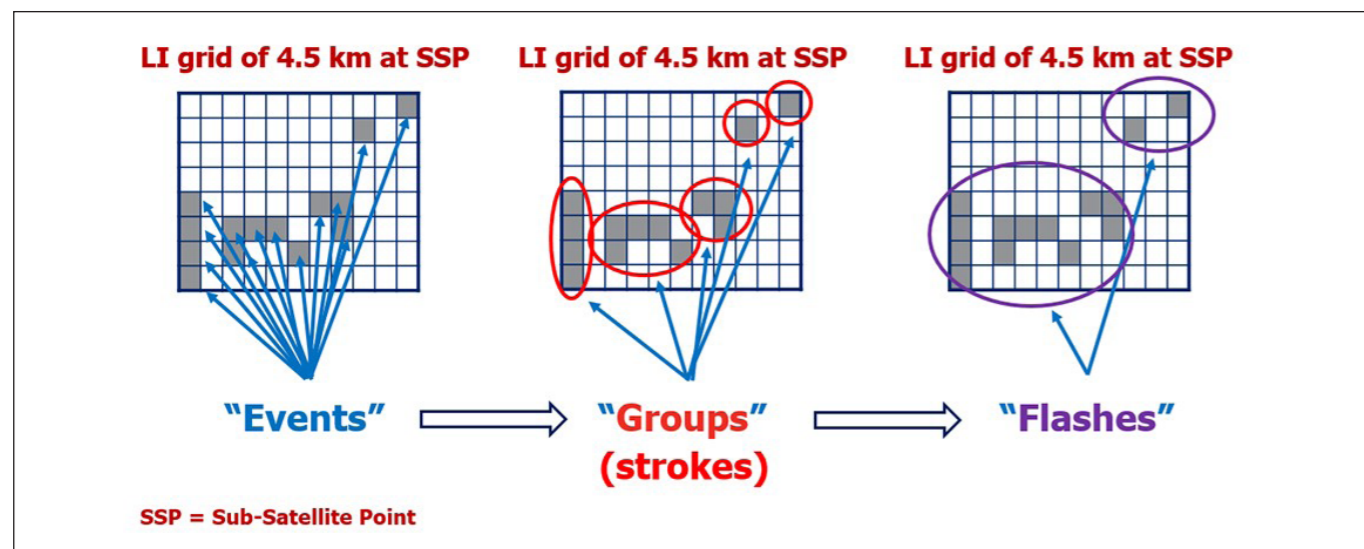
- Mjerenje u dva spektralna pojasa: MWIR – 1600 do 2250 cm^{-1} (4,44–6,25 μm) i LWIR – 680 do 1210 cm^{-1} (8,26–14,70 μm).



Slika 8. Usporedba vertikalnog profila temperature i temperature rosišta dobivene radiosondažnim mjerenjem (crne linije) i iz simuliranih IRS podataka (smeđe linije) (izvor: Deutsche Wetterdienst).



Slika 6. Detekcija događaja (izvor: EUMETSAT).



Slika 7. Kategorizacija produkata Lightning Imagera (izvor: EUMETSAT).

- Potpuna pokrivenost cijelog diska svakih 60 min. te Europe svakih 30 min.
- Prostorna rezolucija od 4 km x 4 km u nadiru.
- Raspon radiometrijskih mjerenja između 180K i 313K (ekvivalentna temperatura crnog tijela).

IRS uključuje ozonski pojas unutar LWIR i pojas ugljičnog monoksida unutar MWIR. To će omogućiti mjerenje ozona i CO_2 u slobodnoj troposferi te dobivanje informacija o povećanim razinama onečišćenja u graničnom sloju.

Pružajući više detalja o trenutnim vremenskim uvjetima, MTG će također pomoći u poboljšanju točnosti dugoročnih prognoza. Redovita sondiranja atmosfere pružit će detaljnije informacije o vertikalnom stanju atmosfere neophodne u modelima za numeričko predviđanje vremena (NWP).

Satelitski sustav treće generacije Meteosat-a omogućit će preciznije praćenje naše promjenjive atmosfere, kopna i oceana, čime će se poboljšati vremenske prognoze, posebice predviđanje oluja, ali i proširiti klimatski zapisi. Podaci s MTG satelita omogućit će razvoj proizvoda i usluga koji mogu dati značajan doprinos u detekciji požara, praćenju kvalitete zraka, kontroli zračnog prometa, misijama traganja i spašavanja, smanjenju rizika od katastrofa, poljoprivrednoj produkciji, upravljanju morem i obalom, održivoj proizvodnji energije i u mnogim drugim djelatnostima.

MTG-ova desetljećima duga misija jamči kontinuitet geostacionarnih podataka u budućnosti. Ti dugoročni, dosljedni, opsežni i izravno usporedivi skupovi podataka neprocjenjivi su za klimatske studije. Nakon što sateliti MTG dođu do kraja svoje misije, EUMETSAT će prikupiti više od 60 godina neprekidnih satelitskih motrenja.

Modernizacija radarske mreže u Republici Hrvatskoj

Barbara Vodarić Šurija¹

Projektom modernizacije meteorološke motriteljske mreže u RH – METMONIC (Modernisation of the National Weather Observation Network in Croatia) modernizira se mreža meteoroloških mjerenja u Republici Hrvatskoj. Svrha projekta je uspostava suvremenog i kvalitetnog sustava automatskih prizemnih meteoroloških postaja, oceanografskih plutača i daljinskih sustava mjerenja atmosfere, uključivši sustav meteoroloških radara, na više od 400 postaja, kako bi se osigurao sljediv, reprezentativan, visokokvalitetan, pouzdan i pravovremen podatak o stanju atmosfere i mora na čitavom području Republike Hrvatske.

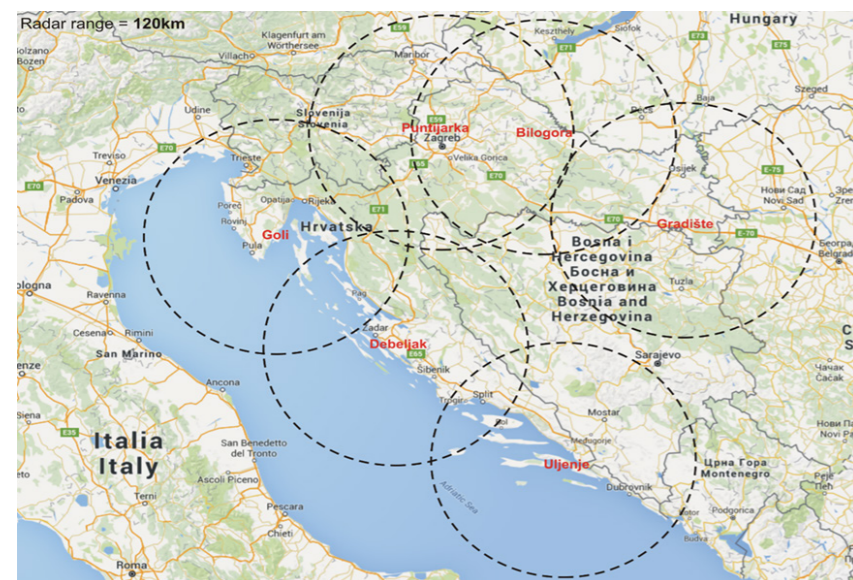
Ukupna procijenjena vrijednost projekta METMONIC je 343,914.506,50 kuna (45,251.908,75 eura), a financira se iz Europskog fonda za regionalni razvoj (85 %) i Fonda za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost (15 %).

Jedna od komponenti projekta je modernizacija i unaprjeđenje radarskih mjerenja. U sklopu te komponente uspostavlja se novi sustav radarskih mjerenja na kopnu, kao i uz istočnu obalu Jadrana. Cilj modernizacije radarske mreže je praćenje razvoja olujnih oblaka, prostorne razdiobe oborine te njezinog intenziteta na području cijele Republike Hrvatske. Uspostavljeni su novi meteorološki radarski centri na lokacijama Goli, Debeljak i Uljenje, te su obnovljeni radarski centri Gradište,

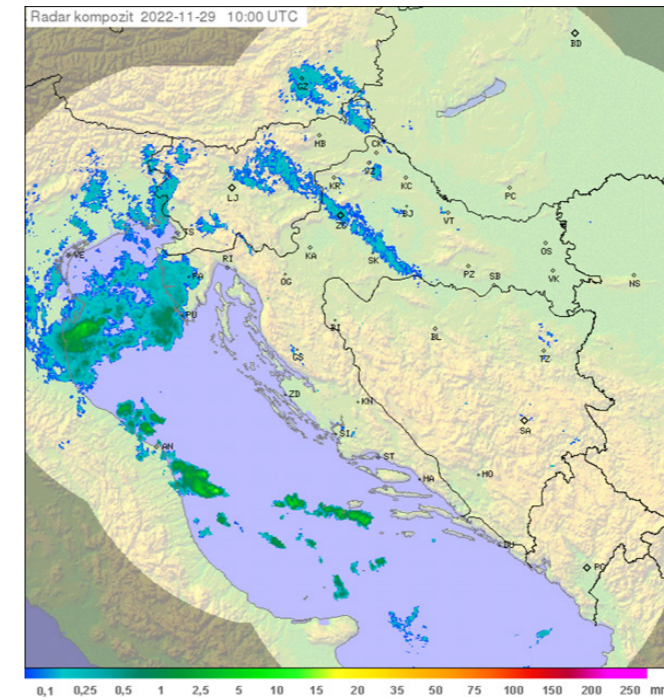
Bilogora, a na radarskom centru Puntijarka u tijeku su građevinski radovi na sanaciji objekta (Slika 1).

Krajem 2020. godine potpisan je ugovor o nabavi novih radara sa zajednicom ponuditelja Zagrel d.o.o. i proizvođačem Vaisala OYJ. Kupljeno je šest WRM-200 C-band Doppler dvojno polariziranih meteoroloških radara te sustava za prikupljanje, obradu, konverziju i distribuciju radarskih mjerenja. Do sada je postavljeno pet od šest radara, na lokacijama Gradište, Bilogora, Debeljak, Goli i Uljenje. Po prvi puta u povijesti prekrivena je gotovo cijela obala Jadranskog mora (Slika 2). Radari mjere na frekvenciji od približno 5.6 GHz, što čini valnu duljinu od ~5 cm, širina radarske zrake je 0,95°, a promjer antene iznosi 4.5 m. Domet radara u operativnom radu je 250 km.

Zbog velikog dometa mjerenja radari su neizostavni u motrenju vremena kao i u prognozi i analizi vremena. Radarski produkti imaju višestruku primjenu u svim segmentima ljudskog djelovanja. Radari omogućuju pravodobno otkrivanje razvoja opasnih meteoroloških pojava te dostavljanje upozorenja nadležnim službama za zaštitu i spašavanje kao i široj javnosti, tako da se njihovom uporabom stvaraju preduvjeti za pravodobno djelovanje u zaštiti ljudskih života na kopnu i moru te sprečavanje velikih materijalnih šteta.

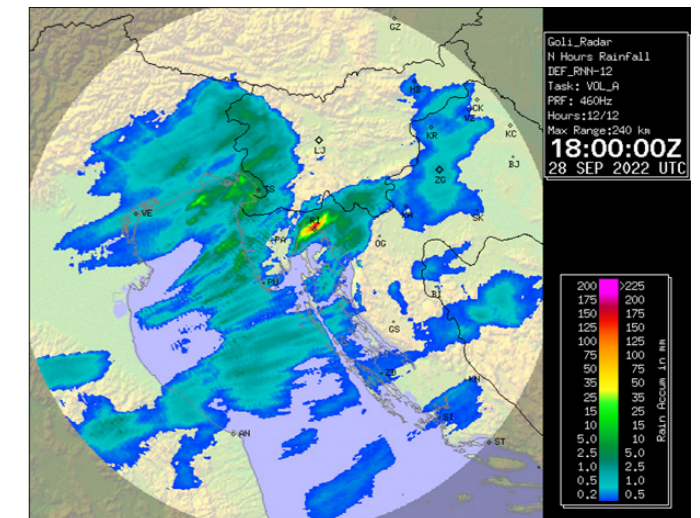


Slika 1. Lokacije meteoroloških radarskih centara.

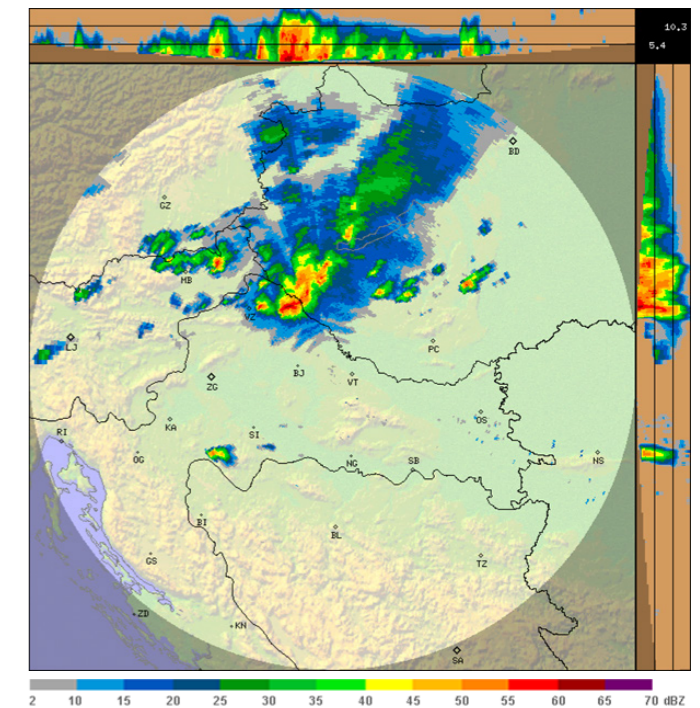


Slika 2. Radarski kompozit produkta SRI za cijelo područje Republike Hrvatske u 10:00 UTC.

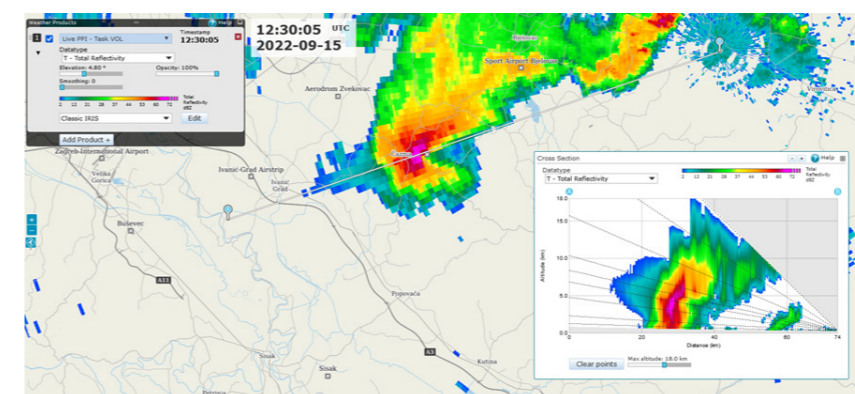
Svjedoci smo sve većeg broja ekstremnih meteoroloških pojava, pa su tako novopostavljeni radari u svom kratkom radu već zabilježili mnoge ekstremne pojave iznad Republike Hrvatske. Primjeri takvih pojava su prikazani na Slikama 3, 4, i 5.



Slika 3. 12-satna akumulirana oborina za riječko područje izmjerena radarom na MRC Goli, 28. rujna 2022. u razdoblju od 06:00 do 18:00 UTC.



Slika 4. Radarska slika olujnog nevremena s tučom na području Međimurske i Varaždinske županije u 15:40 UTC izmjereno radarom na MRC Bilogora.



Slika 5. PPI i RHI prikaz olujnog nevremena iznad Čazme, 15. rujna 2022. u 12:30 UTC izmjereno radarom na MRC Bilogora.

¹Državni hidrometeorološki zavod, Ravnice 48, 10000 Zagreb; e-mail: barbara.vodarić.surija@cirus.dhz.hr

Predavanje održano Znanstvenom vijeću za daljinska istraživanja HAZU 21. prosinca 2021. godine

Primjena daljinskih metoda u istraživanju ponikava s urušenim pokrovom u području Mečenčana i Borojevića

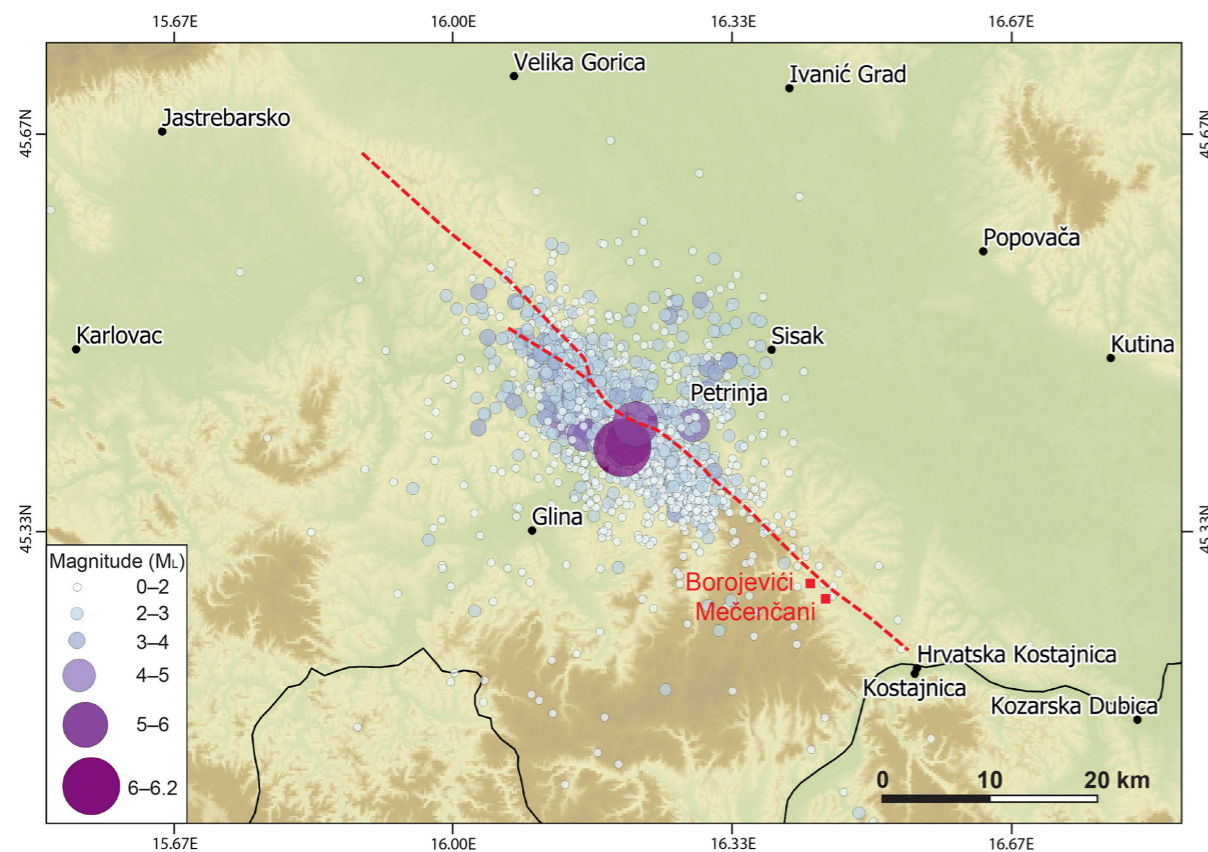
Igor Vlahović¹ i Tihomir Frangen²

Uvod

Nakon tri jača potresa 28. prosinca 2020. godine, od kojih je najjači bio lokalne magnitude M_L 5,1, i niza slabijih potresa, područje Banovine je 29. prosinca 2020. godine u 12:19 h pogodio razorni potres lokalne magnitude M_L 6,2. U sljedeća tri mjeseca uslijedilo je 9350 potresa od kojih se najjači, magnitude 5,0 prema Richteru, dogodio 6. siječnja 2021. godine u 18:01 h (Stipčević et al., 2021). Petrinjska potresna serija je pored sedmero ljudskih žrtava, većeg broja ranjenih i izuzetno velike materijalne štete na stambenim, gospodarskim i infrastrukturnim objektima, uzrokovala i brojne pojave likvefakcije (iznenadnog gubitka nosivosti vodom saturiranoga tla) i

aktiviranja manjih ili većih klizišta, kao i mjestimice zabilježene površinske deformacije poput otvaranja pukotina u stijenama i tlu.

Osobitu pozornost javnosti izazvala je pojava brojnih kolapsnih struktura koje su se u okolici Mečenčana i Borojevića (Slika 1) otvarale u danima i tjednima nakon najjačeg potresa, a povremeno se još uvijek otvaraju čak i dvije godine nakon glavnog potresa. Skupina znanstvenika s Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatskog geološkog instituta i University of California San Diego provela je tijekom 2021. godine detaljna istraživanja tih pojava, koja su nastavljena i tijekom 2022. godine. Ovaj se tekst dijelom temelji na iz-



Slika 1. Epicentri potresa na području Petrinje od 28. prosinca 2020. do 28. siječnja 2021. s približnim položajem rasjeda procijenjenim InSAR analizom (iz Tomac et al., 2021).



Slika 2. Dio ponikava s urušenim pokrovom u okolici sela Mečenčana (bijelo – nove ponikve otvorene nakon Petrinjskog potresa, crno – stare ponikve otvorene prije potresa u Petrinji; iz Tomac et al., 2021).

vješću o rezultatima tih multidisciplinarnih istraživanja (Tomac et al., 2021) izrađenom za međunarodnu udrugu Geotechnical Extreme Events Reconnaissance Association (GEER), pri čemu je u slobodnom pristupu na mrežnim stranicama dostupno i cijelo izvješće koje među ostalim sadrži i podatke o seizmološkim i geodetskim istraživanjima Petrinjske potresne serije (Petrinja GEER Report, 2021).

Ponikve s urušenim pokrovom u području Mečenčana i Borojevića

U medijima su neobične kolapsne strukture ubrzo kolokvijalno nazvane „rupe u Mečenčanima“, pri čemu je u javnosti stvoren dojam da takve pojave kod nas još nisu zabilježene, što nije točno. Takve strukture za koje je stručni naziv ponikve s urušenim pokrovom (engl. cover-collapse sinkholes ili dropout sinkholes), su u okolici Mečenčana i Borojevića poznata pojava (Slika 2), iako su se u nedavnoj prošlosti prema izjavama mještana slične strukture urušavale tek rijetko, u prosjeku po jedna ponikva svakih nekoliko godina.

Za nastanak ponikava s urušenim pokrovom potrebni su vrlo specifični geološki odnosi: izrazito okršene karbonatne ili evaporitne naslage s aktivnim tokovima podzemne vode moraju biti prekrivene ne-

konsolidiranim naslagama ili tlom. Na kontaktu okršene podloge i pokrova pod utjecajem podzemnih voda nastaju šupljine – kaverne – koje se proširuju postupnim erodiranjem i urušavanjem svoda. Pritom podzemne vode pored erodiranja pokrovnih naslaga kroz sustav podzemnih kanala i odnose tako nastali materijal. U trenutku kad se svod iznad kaverne toliko istanji da izgubi nosivost dolazi do naglog sloma i formiranja kolapsnih struktura, najčešće subvertikalnih do vertikalnih zidova. Jaka trešnja izazvana brojnim potresima tijekom Petrinjske potresne serije je izuzetno ubrzala proces urušavanja svodova postojećih kaverni, tako da je tijekom prva tri tjedna od potresa otvoreno više od 60 novih ponikava.

Područje izrazito pogođeno Petrinjskom potresnom serijom ima površinu veću od 1.000 km², a glavni se potres snažno osjetio na području površine veće od 3.000 km². Ipak, brojne ponikve nastale urušavanjem pokrova otvorene su isključivo u području Mečenčana i Borojevića, na ukupnoj površini od svega 1,13 km², jer su samo u tom području ispunjeni geološki preduvjeti za njihov postanak: krški vodonosnik izgrađen od okršanih miocenskih litotamnijskih vapnenaca i kalkarenita je prekriven nekoliko metara debelim glinovitim i pjeskovito/šljunkovitim tlom.

Ukupno je u prvih godinu dana od potresa otvorena 122 nova ponikva s urušenim pokrovom, a na terenu je

¹Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Pierottijeva 6, 10000 Zagreb; e-mail: igor.vlahovic@rgn.unizg.hr

²Hrvatski geološki institut, Sachsova 2, 10000 Zagreb; e-mail: tihomir.frangen@hgi-cgs.hr



Slika 3. Bespilotna letjelica senseFly eBee Plus RTK korištena za prva tri snimanja.

prilikom istraživanja locirano i 49 starih ponikava nastalih prije Petrinjskog potresa, od kojih su mnoge već bile i zatrpane (vjerojatno je većina starih ponikava nastala na sličan način, pod utjecajem nekih starijih snažnih potresa). Najveća nova ponikva je promjera većeg od 25 m i dubine oko 11 m, ali su druge ponikve uglavnom znatno manjih dimenzija, tako da je volumen najveće nove ponikve veći od volumena svih preostalih 121 ponikava zajedno.

Na temelju provedenih istraživanja nema dokaza da se bilo koja ponikva urušila tijekom same potresne trešnje, tako da se njihovo otvaranje može tretirati kao postseizmički događaj. Otvaranje prve ponikve se prema izjavama svjedoka događalo postupno, a prve su blage deformacije na površini terena zabilježene oko šest sati nakon glavnog potresa M_L 6,2 koji se dogodio 29. prosinca 2020. godine u 12:19 h. U sljedećih nekoliko dana nakon glavnog potresa otvoreno je najmanje desetak ponikava, a najveća, promjera većeg od 25 m, otvorena je 6. siječnja 2021. godine, osam dana nakon glavnog potresa i svega nekoliko sati prije najjačeg naknadnog potresa lokalne magnituda M_L 5,0.

Daljinska istraživanja ponikava s urušenim pokrovom u području Mečenčana i Borojevića

Na otvaranje prvih ponikava s urušenim pokrovom su ukazali stanovnici koji su uočili nastanak takvih struktura u okolici svojih kuća, o čemu su ubrzo počeli izvještavati i mediji. Kroz sljedećih nekoliko dana bilo je sve više dojava o otvaranju novih pojava različitih promjera i dubina, a iako je to bilo zimsko vrijeme u kojem nije bilo poljoprivrednih radova počele su i dojave o ponikvama s urušenim pokrovom otvorenim na poljoprivrednom zemljištu u okolici Mečenčana i Borojevića.

Prvu bazu podataka o pojavama su započeli izrađivati djelatnici Hrvatskog geološkog instituta u suradnji

sa službama Ministarstva unutarnjih poslova kojima su se javljali mještani, a ubrzo su se priključili i djelatnici Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Za svaku ponikvu su na terenu zabilježeni temeljni podaci (točne koordinate, promjer, dubina, oblik, sadrži li vodu, sastav tla), a u razgovorima s mještanima su prikupljeni podaci o vremenu otvaranja, ali i o pojavama otvaranja ponikava s urušenim pokrovom u istraživačkom području u razdoblju prije potresa.

Tijekom terenskog rada uočena je potreba za primjenom daljinskih istraživanja (**Slika 2**), budući da su informacije dobivene od mještana bile većinom vezane za neposrednu okolicu njihovih kuća. Pored toga, tijekom terenskog rada je uočeno da se ponikve čak i na potpuno ravnom terenu bez vegetacije uočavaju tek iz neposredne blizine, posebice ako su manjih dimenzija.

Prvo snimanje je izvršeno 19. siječnja 2021. godine bespilotnom letjelicom senseFly eBee Plus RTK opremljenom S.O.D.A kamerom rezolucije 20 MP (**Slika 3**). Snimanje je obuhvatilo okolicu sela Mečenčani na kojoj su uočene pojave urušavanja. Obradom snimki su fotogrametrijskom obradom dobivene ortofoto karte i karte površine terena (DSM). Te podloge su pogodne za izradu katastra ponikava jer se na njima mogu vrlo lako uočiti, ali i izmjeriti površinske dimenzije, te odrediti točna lokacija (**Slika 4**). Na taj način se terenskoj ekipi znatno olakšava obilaženje svih ponikvi, te zapažanje ostalih relevantnih elemenata. Osim S.O.D.A. RGB kamerom, manji obuhvat je snimljen i termalnom thermoMAP kamerom. Tim snimkama se pokušalo prepoznati lokacije na kojima bi moglo doći do urušavanja u bliskoj budućnosti. Prve analize nisu dale rezultate, što ne znači da u budućnosti neće biti razvijene metode obrade i analize snimaka koje bi rezultirale novim spoznajama.

Ponikve su se nastavile urušavati tjednima, pa i mjesecima nakon potresa, pa je bilo potrebno obaviti ponovljena snimanja. Dodatnim snimanjima je povećavan obuhvat, kako bi se uz Mečenčane obuhvatilo i



Slika 4. Ortofoto i digitalni model površine (DSM) za isto područje s vidljivim ponikvama s urušenim pokrovom.

područje Borojevića na kojem su također zabilježene pojave urušavanja. Snimanja su odrađena 4. ožujka 2021. i 31. ožujka 2021. godine istom letjelicom i kamerom kao i prvo snimanje (bez termalne kamere). Posljednje snimanje je obavljeno 24. travnja 2022. godine novom bespilotnom letjelicom, Quantum-Systems Trinity F90+ opremljenom Sony RX1 RII kamerom rezolucije 42,4 MP (**Slika 5**). Obzirom na mogućnost duljeg leta i veću kvalitetu kamere, ovom letjelicom je snimljena veća površina s još većom rezolucijom nego prijašnjim snimanjima. U istraživanjima su korištene i manje letjelice za snimanje detalja, ali i detaljna ortofoto snimka šireg područja koju nam je ustupila Državna geodetska uprava i satelitske snimke s portala Google Earth.

Snimanjima bespilotnim letjelicama značajno je olakšano praćenje ponikava s urušenim pokrovom te su te pojave kvalitetno dokumentirane u svrhu budućih istraživanja. Snimanja su izvršena RGB kamerom i fotogrametrijski obrađena, što daje dobre rezultate na ot-

vorenom području, ali je problematično u područjima prekrivenim gustom vegetacijom. Na takvom bi terenu korištenjem LiDAR senzora bili dobiveni bolji rezultati, ali ih u vrijeme istraživanja Hrvatski geološki institut još nije imao na raspolaganju.

Literatura

[Petrinja GEER Report, 2021](https://geerassociation.org/?view=geerreports&id=99&layout=default)

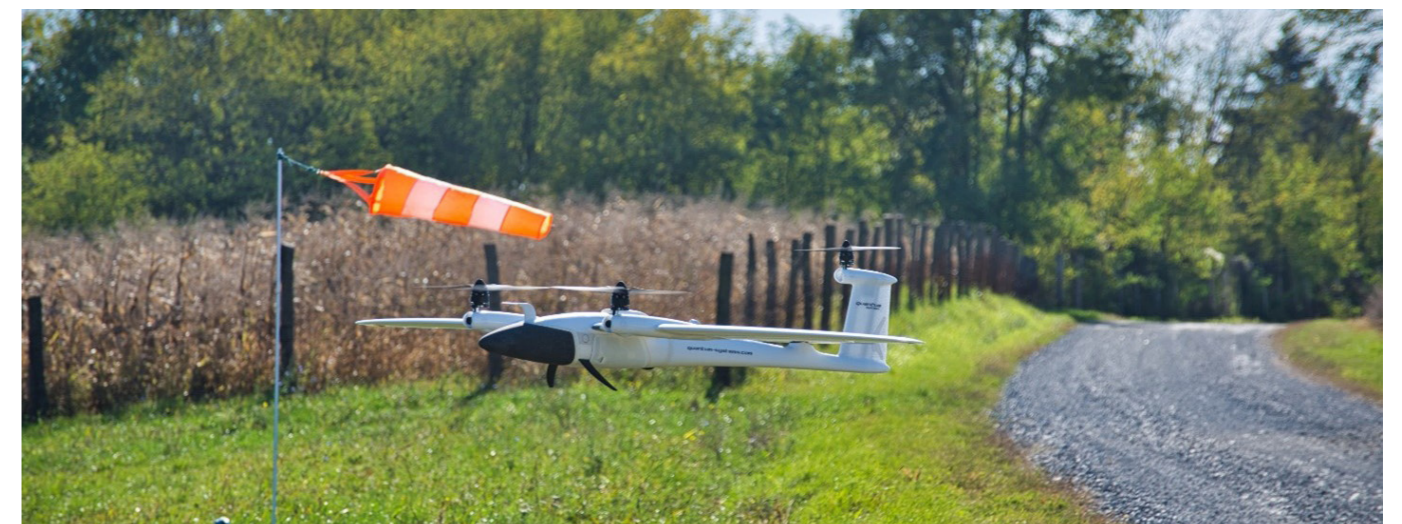
<https://geerassociation.org/?view=geerreports&id=99&layout=default>

[Stipčević et al., 2021](https://www.pmf.unizg.hr/geof/en/popularization_of_geophysics/the_petrinja_2020_mw6.4_earthquake_series)

https://www.pmf.unizg.hr/geof/en/popularization_of_geophysics/the_petrinja_2020_mw6.4_earthquake_series

[Tomic et al., 2021](https://geerassociation.org/components/com_geer_reports/geerfiles/Chapter%206.pdf)

https://geerassociation.org/components/com_geer_reports/geerfiles/Chapter%206.pdf



Slika 5. Bespilotna letjelica Quantum-Systems Trinity F90+ korištena za posljednje snimanje.

41. EARSeL simpozij – *Earth Observation for Environmental Monitoring* i 6. EARSeL radionica – *Workshop on Developing Countries* (13–16. rujna 2022. godine, Paphos, Cipar)

Andrija Krtalić¹

U Paphosu na Cipru, održani su 41. EARSeL simpozij – *Earth Observation for Environmental Monitoring*, i 6. EARSeL radionica – *Workshop on Developing Countries*, od 13. do 16. rujna 2022. godine. U okviru simpozija i radionice, održana su tri pozvana predavanja, 16 sekcija sa 72 izlaganja, dvije poster sekcije s 34 postera i četiri radionice s ukupno 23 izlaganja, prema sljedećem rasporedu:

13. rujna

Pozvano predavanje:

Prof. Ioannis Gitas (Aristotle University of Thessaloniki, Grčka): *EO Applications in Forest Fire Management – A European Mediterranean perspective.*

Sekcije:

- Climate Change and Desertification – 4 izlaganja,
- Special Session – Wildfires Monitoring – 5 izlaganja,
- Agroforestry, Forests, Agriculture and Food Security I – 4 izlaganja,
- Agroforestry, Forests, Agriculture and Food Security II – 4 izlaganja.

Poster sekcija – 19 postera.

14. rujna

Sekcije:

- Special Session – Water Resources Management – 4 izlaganja,
- Disaster Risk Reduction – 8 izlaganja,
- Artificial Intelligence and Big Earth Data – 4 izlaganja,
- Special Session – Land Use Land Cover – 5 izlaganja.

Poster sekcija – izložba opreme i softvera.

Radionice:

- Workshop on Developing Countries: Deprived Urban Areas I – 4 izlaganja,
- Workshop on Developing Countries: Deprived Urban Areas II – 8 izlaganja,
- Workshop on Developing Countries: SDGs urban sustainability, demographic and health modelling – 6 izlaganja,
- Workshop on Developing Countries: Environmental and Climatic applications – 5 izlaganja.

15. rujna

Pozvano predavanje:

Prof. Gilberto Camara (National Institute for Space Research of Brazil): *LUCC Classification with Big Earth Observation Data: Challenges and Current Status.*

Sekcije:

- Special Session – Education and Training I – 4 izlaganja,
- Special Session – Education and Training II – 3 izlaganja,
- Sponsors Session – 5 izlaganja,
- Special Session – Geological Remote Sensing – 5 izlaganja.

Poster sekcija – izložba opreme i softvera.

16. rujna

Pozvano predavanje:

Prof. Maria Antonia Brovelli (Politecnico Di Milano, Italija): *Openness in Geospatial Science and Earth Observation.*

Sekcije:

- Innovative Technologies in Remotely Sensed & In-situ Data – 4 izlaganja,
- Special Session – Cultural and Natural Heritage – 5 izlaganja,
- Earth Observation Challenges: Open Science, Open Innovation, Digital Innovation Hubs, Sustainable Development Goals (SDGs) – 2 izlaganja,
- Other Topics – 6 izlaganja.

Poster sekcija – 15 postera.

Sjednica Izvršnog odbora EARSeL-a je održana 14. rujna. Nakon usvajanja dnevnog reda i prihvaćanja zapisnika s prethodne sjednice (održane 2. lipnja 2021. u Varšavi, Poljska) raspravljene su sljedeće teme.

Izvešće predsjednika EARSeL-a

Izvršnom odboru se predstavio novi predsjednik, Jean-Christophe Schyns, i izvjestio prisutne o događanjima u prethodnoj godini kad su radionice i simpozij bili održavani uglavnom na daljinu i izrazio nadu da je to iza nas i da će se naredni skupovi ponovno održavati u

živo. Navedeno je da će se ubuduće održavanje sjednica Izvršnog odbora osigurati u hibridnom obliku (kakva je bila i ova) kako bi se lakše osigurao kvorum. Istaknut je i problem opadanja članstva i navedeno da bi trebalo potaknuti članove na aktivniji angažman u samom EARSeL-u modernizacijom oglašavanja događaja i onoga što se radi u EARSeL-u (odnosno, pojedinoj članici), sudjelovanjem i oglašavanjem na društvenim mrežama (Facebook, Instagram, ...).

Financijsko izvješće

EARSeL je poslovao stabilno i bez gubitaka u 2021. godini, a plan za 2022. se odvija po predviđanjima i također se predviđa stabilno poslovanje do kraja godine.

Nadolazeći skupovi u 2023.

Skupovi koji su predviđeni u 2023. godini, i koje su predstavili organizatori su 10. SIG WS Land Ice Snow, Bern, Švicarska (6.–8. veljače 2023.) i 42. simpozij ERASeL-a u Bukureštu, Rumunjska (3.–6. lipnja 2023.).

Poziv za EARSeL događaje

Pod ovom točkom je iznesen poziv za osmišljavanjem, organizacijom i održavanjem EARSeL događaja (radionice, simpozij,...), ako je neka članica zainteresirana za to i želi provesti nešto od navedenog.

Publikacije

EARSeL ima dogovor s *European Journal of Remote Sensing* za financijski povoljnije publiciranje radova, ali je istaknut problem predugačke procedure recenziranja radova. Časopis koji ima bolji ranking je *Remote Sensing*, u kojem postupak recenziranja traje puno kraće (par tjedana). Međutim, organizatori 40. simpozija EARSeL-a održanog 2021. godine u Varšavi su osigurali posebno izdanje tog časopisa za objavu radova s tog skupa ali je odaziv bio vrlo slab, a prihvaćenost rukopisa mala – objavljen je samo jedan od ukupno četiri prijavljena rada. Problem za objavu rukopisa pričinjava visoka naknada za objavu rada (2200 švicarskih franaka). Ipak, kako bi se potaknulo publiciranje radova članova EARSeL-a, trebalo bi kontaktirati i odabrati časopis sa što većim impakt faktorom i većom frekvencijom izlaska i ugovoriti povoljnije financijske uvjete (najbolje preko specijaliziranih posebnih izdanja).

Skupština EARSeL-a je održana 15. rujna, i na njoj su svim zainteresiranim sudionicima predstavljeni zaključci Izvršnog odbora koji su na kraju i usvojeni.

Sljedeći simpozij će se održati u Bukureštu, Rumunjska, od 3. do 6. lipnja 2023. godine.

¹Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Kačićeva 26, 10000 Zagreb; e-mail: kandrija@geof.unizg.hr

Primjena LiDAR snimanja u izradi katastra klizišta

Iris Bostjančić¹ i Laszlo Podolszki¹

Klizišta predstavljaju geohazardne događaje koji mogu uzrokovati ljudske žrtve i veliku materijalnu štetu (Varnes & IAEG, 1984; Bell, 2003; Haque et al., 2016). Kako bi se potencijalni gubici i štete smanjili potrebno je razviti sustav upravljanja rizicima od klizanja. Kao ključni elementi takvog sustava nameću se izrada i sustavno vođenje katastra klizišta kao i provođenje zoniranja, odnosno izdvajanje promatranog područja u homogene zone rangirane prema stupnju podložnosti, hazarda ili rizika od klizanja (Corominas et al., 2015). Pri tome izrada karata podložnosti na klizanje predstavlja podlogu za daljnju procjenu hazarda i rizika (Guzzetti et al., 2012), a uz pretpostavku kako je vjerojatnost pojave klizišta veća u uvjetima koji su slični onima gdje su se klizišta već dogodila (Varnes & IAEG, 1984), za njihovu su izradu ključni katastri klizišta.

Katastar klizišta prvenstveno sadrži podatak o lokaciji klizišta, a ako je poznato, i podatke o tipu pokreta, datumu aktiviranja, aktivnosti, dubini klizanja te ostalim značajkama (Malamud et al., 2004; Fell et al., 2008). Tehnike kartiranja klizišta konstantno se razvijaju i unaprjeđuju. Kako je primjena daljinskih istraživanja značajno napredovala u mnogim geoznanstvenim područjima, tako se sve više implementira i kod istraživanja klizišta. Tako je primjena LiDAR tehnologije, posebno laserskog skeniranja iz zraka, značajno porasla tijekom posljednjeg desetljeća i postala obećavajuća metoda za kartiranje, praćenje i modeliranje klizišta (Derron & Jaboyedoff, 2010). Mnogi autori ističu prednosti korištenja visoko rezolucijskih LiDAR-digitalnih modela terena (DTM) u kartiranju klizišta u odnosu na konvencionalne metode kao što su terensko geomorfološko kartiranje i vizualna interpretacija stereoskopskih fotografija iz zraka (npr. Van den Eeckhaut et al., 2007; Jaboyedoff et al., 2012; Guzzetti et al., 2012; Görüm, 2019). Uz to, primjena tehnike vizualne interpretacije testirana je za različite tipove klizišta u različitim okolišima (e.g., Ardizzone et al., 2007; Van den Eeckhaut et al., 2007; Petschko et al., 2016; Pawluszek, 2019). Prvi katastar klizišta u Hrvatskoj primjenom LiDAR podataka izrađen je za područje sliva rijeke Dubračine u Vinodolskoj dolini (Toševski, 2013).

Projekt safEarth

Projekt safEarth odabran je kao jedan od projekata za sufinanciranje iz EU programa INTERREG IPA CBC

Hrvatska–Bosna i Hercegovina–Crna Gora 2014.–2020. Uz Hrvatski geološki institut, kao vodećeg partnera, u provedbi projekta u periodu od 2017. do 2019. godine sudjelovali su i Rudarsko-geološko-građevinski fakultet Univerziteta u Tuzli, JU Geološki zavod Crne Gore te Razvojna agencija Žepče. Glavne aktivnosti projekta bile su vezane uz izradu karata podložnosti na klizanje kao jednog od važnih setova podataka u prostornom planiranju, koji kao takav nije prepoznat ni u jednoj partnerskoj zemlji.

U Hrvatskoj su za potrebe implementacije projekta izrađeni katastri klizišta za šest pilot područja ukupne površine 310 km², smještenih unutar Zagrebačke, Sisačko-moslavačke i Brodsko-posavske županije (Slika 1). Katastri su izrađeni na temelju vizualne interpretacije deriviranih karata iz LiDAR-DTM-a, kao što su karta osjenčanosti reljefa, karta slojnice ekvidistace 1 m, karta nagiba i zakrivljenosti padine. Lasersko snimanje iz zraka provela je tvrtka Flycom Technologies d.o.o. u proljeće 2018. godine, uz ispunjavanje zahtjeva za minimalnu gustoću točaka od 20 točaka/m² i osiguravanje točnosti svake točke u rasponu ±10 cm u svim smjerovima. Iz oblaka točaka deriviran je LiDAR-DTM rezolucije 0,5 m.

Katastri klizišta i njihova analiza, prvenstveno namijenjena određivanju geoloških jedinica podložnih klizanju, prikazani su u sklopu radova objavljenih 2022. godine u posebnom izdanju časopisa *Geologia Croatica*, vol. 75/1. Radovi su dostupni na sljedećoj poveznici:

<http://www.geologia-croatica.hr/index.php/GC/issue/view/GC.2022.1>

Literatura

- Ardizzone, F., Cardinali, M., Galli, M., Guzzetti, F. & Reichenbach, P. (2007): Identification and mapping of recent rainfall-induced landslides using elevation data collected by airborne Lidar. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 7, 637–650.
- Bell, F.G. (2003.): *Geological Hazards: Their Assessment, Avoidance and Mitigation*. Spoon Press, London, 648 str.
- Corominas, J., Einstein, H., Davis, T., Strom, A., Zuccaro, G., Nadim, F. & Verdel, T. (2015): Glossary of terms on landslide hazard and risk. U: Lollino, G., Giordan,



Slika 1. Pregledna karta pilot područja u Republici Hrvatskoj za koja je u sklopu safEarth projekta provedeno LiDAR snimanje iz zraka. U podlozi je geološka karta Republike Hrvatske mjerila 1:300.000 (HGI, 2009).

- D., Crosta, G. B., Corominas, J., Azzam, R., Wasowski, J., and Sciarra, N. (ur.) *Engineering Geology for Society and Territory – Volume 2: Landslide Processes, 1775–1779*, 2015.
- Derron, M.-H. & Jaboyedoff, M. (2010): Preface “LIDAR and DEM techniques for landslides monitoring and characterization”. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 10, 1877–1879.
- Fell, R., Corominas, J., Bonnard, C., Cascini, L., Leroi, E. & Savage, W.Z. (2008): Guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning for land use planning. *Engineering Geology*, 102/3–4, 85–98.
- Görüm, T. (2019): Landslide recognition and mapping in a mixed forest environment from airborne LiDAR data. *Engineering Geology*, 258, 105155.
- Guzzetti, F., Mondini, A.C., Cardinali, M., Fiorucci, F., Santangelo, M. & Chang, K.-T. (2012): Landslide inventory maps: New tools for an old problem. *Earth-Science Reviews*, 112, 42–66.
- Haque, U., Blum, P., Da Silva, P.F., Andersen, P., Pilz, J., Chalov, S.R., Malet, J.-P., Auflíč, M.J., Andres, N., Poyiadji, E. et al. (2016): Fatal landslides in Europe. *Landslides*, 13/6, 1545–1554.
- HGI (2009): *Geološka karta Republike Hrvatske mjerila 1:300.000*. Hrvatski geološki institut, Zagreb.
- Jaboyedoff, M., Oppikofer, T., Abellán, A., Derron, M.-H., Loye, A., Metzger, R. & Pedrazzini, A. (2012): Use of LIDAR in landslide investigations: a review. *Natural Hazards*, 61, 5–28.
- Malamud, B.D., Turcotte, D.L., Guzzetti, F. & Reichenbach, P. (2004): Landslide inventories and their statistical properties. *Earth Surface Processes and Landforms*, 29, 687–711.
- Pawluszek, K. (2019): Landslide features identification and morphology investigation using high-resolution DEM derivatives. *Natural Hazards*, 96, 311–330.
- Petschko, H., Bell, R. & Glade, T. (2016): Effectiveness of visually analyzing LiDAR DTM derivatives for earth and debris slide inventory mapping for statistical susceptibility modelling. *Landslides*, 13, 857–872.
- Toševski, A. (2013): Inventar klizišta u slivu rijeke Dubračine. *Rudarsko-geološko-naftni zbornik*, 27, 1–16.
- Van den Eeckhaut, M., Poesen, J., Verstraeten, G., Vanacker, V., Nyssen, J., Moeyersons, J., Van Beek, L.P.H. & Vandekerckhove, L. (2007): Use of LIDAR-derived images for mapping old landslides under forest. *Earth Surface Processes and Landforms*, 32, 754–769.
- Varnes, D.J. & IAEG (1984): *Landslide Hazard Zonation: A Review of Principles and Practice*. IAEG Commission on Landslides and Other Mass Movements, *Natural Hazards* 3, UNESCO, Paris, 63 p.

¹Hrvatski geološki institut, Sachsova 2, 10000 Zagreb; e-mail: iris.bostjancic@hgi-cgs.hr

GEOinformation educational resources for CLimate Change Management – GeoCLIC

Iva Cibilić¹

Erasmus+ Cooperation Partnership (KA220-HED)

Koordinator projekta: Vrije Universiteit Brussel

Partner u konzorciju: Sveučilište u Zagrebu (Agronomski fakultet i Geodetski fakultet) te tvrtka Gdi d.o.o.

Trajanje projekta: 36 mjeseci (2022.–2025.)



Klimatske promjene kompleksan su problem u Europi i svijetu. Ekstremni vremenski uvjeti koji uzrokuju šumske požare, suše i poplave prouzročili su velike financijske štete i oduzeli mnogobrojne ljudske živote. Ovi događaji ozbiljno utječu na okoliš, ruralni razvoj i gospodarstvo. Kako je posljednjih godina došlo do značajnog tehničkog napretka u tehnologiji senzora i znanosti o velikim podacima, postoji sve veća potreba za pružanjem kvalitetne obuke za nove tehnike primijenjene na upravljanje klimatskim promjenama. To zahtijeva doprinose srodnih disciplina i dionika, uz kontinuirano ažuriranje i praktično iskustvo.

GeoCLIC je projekt Erasmus+ *Cooperation Partnership* (KA220-HED) koji okuplja sedam partnera iz Španjolske, Cipra, Hrvatske, Belgije i Njemačke. Partneri iz akademskog, privatnog i javnog sektora aktivno koriste digitalne tehnologije i aplikacije za edukaciju o okolišu. Iz Hrvatske na projektu sudjeluju Sveučilište u Zagrebu (Agronomski fakultet i Geodetski fakultet) i privatna tvrtka Gdi d.o.o.

Dijeljenjem akademskih resursa konzorcij ima za cilj povećati analitičke i profesionalne vještine među studentima kako bi poboljšali svoje kompetencije u upravljanju klimatskim promjenama i korištenju GIS alata i alata daljinskih istraživanja. GeoCLIC djeluje na

interdisciplinarni način i primjenjuje inovativna rješenja u svojim aktivnostima obrazovanja i osposobljavanja. Jedna od zadaća privatnog sektora je identifikacija glavnih potreba osposobljavanja za krajnjeg korisnika i poboljšavanje učinka ishoda učenja putem takvih obuka. Uvodi se pristup učenja temeljen na radu putem razvoja obuke i stažiranja u područjima koji se bave klimatskim promjenama. Projektom je planirano interdisciplinarno razvijanje pet modula koji se odnose na upravljanje klimatskim promjenama s posebnim naglaskom na primjenu u sektoru poljoprivrede, urbanog/ruralnog razvoja i okoliša. Kako bi se dobiti projekta prenijele na društvo planirane su višestruke interakcije između edukatora, istraživača, ekoloških kompanija i donositelja odluka. Kombiniranjem ciljeva učenja i profesionalnog iskustva poboljšava se pragmatično, progresivno iskustvo učenja uz ispunjavanje potreba za zapošljavanjem.

Drugi specifični ciljevi projekta su poticanje zapošljivosti među studentima u smjeru analiza klimatskih promjena korištenjem GIS-a i daljinskih istraživanja, jačanje suradnje sveučilišta i privatnog sektora, kao i poboljšanje digitalne spremnosti i korištenje digitalnih vještina među institucijama. Također, jedan od naglasaka je stavljen na zapošljivost ženske populacije u inženjerskim i tehnološkim karijerama. Program projekta podržava program Digitalna Europa (2021.–2027.) i usklađen je s Promatračkom skupinom za održivi razvoj (eng. *Sustainable Development Observatory*, SDO) Europskog gospodarskog i socijalnog odbora. Pružajući osnovu za buduće analitičare klimatskih promjena u zemljama sudionicama, rezultati projekta podržat će doprinos Europske Unije u provedbi Agende 2030 i ciljeva održivog razvoja (eng. *Sustainable Development Goals*, SDGs) navedenih u Europskom zelenom i socijalnom dogovoru.

Projektne aktivnosti možete pratiti na mrežnoj stranici www.geoclic.be.

¹Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Kačićeva 26, 10000 Zagreb; e-mail: iva.cibilic@geof.unizg.hr

University Network for Disaster Risk Reduction and management in Indian Ocean Rim – UN4DRR

Vesna Poslončec-Petrić¹

Erasmus+ projekt: Izgradnja kapaciteta u visokom obrazovanju 609592-EPP-1-2019-1-BE-EPPKA2-CBHE-JP

Koordinator projekta: Vrije Universiteit Brussel

Partner u konzorciju: Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet

Trajanje projekta: 36 mjeseci (2020.–2024.)



UN4DRR projekt je Erasmus+ projekt Ključne akcije 2: Izgradnja kapaciteta u području visokog obrazovanja programa. Puni naziv projekta je “**University Network for Disaster Risk Reduction and management in Indian Ocean Rim**” – UN4DRR, a realizacija projekta je započela 15. siječnja 2020. godine.

Cilj projekta je razvoj i modernizacija nastavnih sadržaja vezanih za primjenu naprednih tehnologija daljinskog opažanja, satelitskog pozicioniranja i informatičkih rješenja u redukciji rizika od prirodnih katastrofa (Disaster Risk Reduction) i upravljanju katastrofama (Disaster Management).

Dugoročni efekt UN4DRR projekta postići će se edukacijom budućih stručnjaka u području prevencije i upravljanja prirodnim i ljudskim djelovanjem uzrokovanim katastrofama u obalnom području Indijskog oceana.

Koordinator UN4DRR projekta je Vrije Universiteit Brussel (Belgija), a Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, na čelu s voditeljem tima prof. dr. sc. Željkom Bačićem, je partner na projektu. Projekt je namijenjen obalnim državama Indijskog oceana – Indoneziji, Maldivima i Šri Lanki, dok od programskih država u projektu sudjeluju Belgija, Cipar, Španjolska i Hrvatska.

UN4DRR projekt ulazi u završnu fazu. Nakon uvodne konferencije u Maleu (Maldivi), treninzi za unaprjeđenje istraživačkih i praktičnih vještina nastavnika vezanih za primjenu naprednih tehnologija daljinskog opažanja,



Uvodna konferencija UN4DRR projekta, ožujak 2020. Male, Maldivi.



Trening za partnere na UN4DRR projektu, listopad 2021. Zagreb, Hrvatska.

satelitskog pozicioniranja, GIS-a i informatičkih rješenja u redukciji rizika od prirodnih katastrofa održani su u Valenciji (Španjolska), Bogoru i Banda Acehu (Indonezija), Colombu i Peradeniji (Šri Lanka), Nikoziji (Cipar) te na Geodetskom fakultetu u Zagrebu.

Projektne aktivnosti UN4DRR projekta možete pratiti na: www.un4dr.com.

¹Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Kačićeva 26, 10000 Zagreb; e-mail: vesna.posloncec@geof.unizg.hr

Spatial Data Infrastructure and Earth Observation Education Training for North Africa – SEED4NA

Vesna Poslončec-Petrić¹

Erasmus+ projekt: Izgradnja kapaciteta u visokom obrazovanju 610328-EPP-1-2019-1-BE-EPPKA2-CBHE-JP

Koordinator projekta: Katholieke Universiteit Leuven

Partner u konzorciju: Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet

Trajanje projekta: 36 mjeseci (2020.–2024.)



Današnje društvo suočava se s nizom globalnih izazova kao što su klimatske promjene, nagli rast stanovništva, migracije, potreba za osiguranjem energije i dr. U nastojanju rješavanja spomenutih izazova donositelji odluka redovito se oslanjaju na prostorne podatke. Učinkovita uporaba prostornih podataka zahtijeva da podaci budu dobro strukturirani i dostupni. Infrastruktura prostornih podataka (IPP) kao okvir za dijeljenje i ponovno korištenje prostornih podataka od strane javnih tijela, privatnog sektora i građana, kao i daljinska istraživanja Zemlje (DI) kao jedan od glavnih izvora podataka za IPP, ključni su elementi za različite domene primjene, a preduvjet za uspješno korištenje IPP-a i DI su relevantna znanja i vještine. Navedeno postavlja zahtjeve pred in-

stitucije visokog obrazovanja koje moraju imati znanje i kapacitete za pružanje modernog obrazovanja studentima a isto tako moraju i stručnjacima ponuditi adekvatne programe cjeloživotnog obrazovanja za podizanje ukupne razine stručnosti.

Regija Sjeverne Afrike također je izložena navedenim globalnim izazovima, međutim trenutno se suočava s nedostatkom uporabe IPP-a i DI-a u odlučivanju i donošenju politika, što je izravno povezano s nižom razinom razvoja IPP-a i nedovoljnim korištenjem podataka DI. Stoga je, kao jedan od zahtjeva, prepoznata potreba da se u akademskim institucijama država sjeverne Afrike, izgrade dodatni kapaciteti u pogledu implementacije IPP-a i korištenja podataka daljinske detekcije.

U tom cilju, konzorcij koji uključuje partnere iz Alžira, Egipta, Maroka, Tunisa, Belgije, Hrvatske, Nizozemske i Švedske, na čelu s *Katholieke Universiteit Leuven*, realizira "Spatial Data Infrastructure and Earth Observation Education Training for North Africa – SEED4NA projekt". SEED4NA je Erasmus+ projekt Ključne akcije 2 – Izgradnja kapaciteta u području visokog obrazovanja, čija je re realizacija započela 15. siječnja 2020. godine.

Glavni ciljevi SEED4NA projekta su:

- 1) razviti potrebna znanja, vještine i kompetencije o IPP & DI unutar partnerskih sveučilišta;
- 2) pomoći pri uvođenju modernih IPP & DI programa u nastavne programe i studije poljoprivrede i šumarstva

na partnerskim sveučilištima te provesti prateće programe strukovnog obrazovanja i osposobljavanja;

3) pomoći partnerskim sveučilištima da podrže razvoj IPP & DI u svojim državama te

4) promicati europski pristup IPP & DI.

Dugoročni efekt SEED4NA projekta, uz unaprjeđenje kvalitete visokog obrazovanja i povećanje njegove relevantnosti za tržište rada i društvo, pridonijeti će suradnji između EU-a i partnerskih zemalja sjeverne Afrike te poboljšati upravljačke i inovacijske kapacitete, kao i internacionalizaciju visokih učilišta.

Unatoč izazovima koje je u proteklih nekoliko godina pred projektni tim stavila trenutna epidemija Covid-19, do sada je održano nekoliko online treninga te fizički treninzi u Alžiru, Maroku i Tunisu te ljetna škola u Dubrovniku u Centru za napredne akademske studije Sveučilišta u Zagrebu.

Više informacija o aktivnostima na projektu SEED4NA možete naći na: www.seed4na.eu.



Detalji SEED4NA treninga održanih u Agadiru (Maroko) i Alžiru (Alžir) 2022. godine.

¹Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Kačićeva 26, 10000 Zagreb; e-mail: vesna.posloncec@geof.unizg.hr

Strengthening of Relations Between the Western Balkan HEIs and Non-Academic Sector in Climate-Smart Urban Development – SmartWB

Vesna Poslončec-Petrić¹

Erasmus+ projekt: Izgradnja kapaciteta u visokom obrazovanju No. 101081724 – SmartWB – ERASMUS-EDU-2022-CBHE

Koordinator projekta: Univerzitet u Crnoj Gori, Građevinski fakultet

Partner u konzorciju: Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet

Trajanje projekta: 36 mjeseci (2023.–2024.)



Pametni gradovi temeljeni na zelenoj gradnji i energetske efikasnosti znače poboljšanje kvaliteta života i odgovoran odnos prema okolišu, a klimatski pametna urbanizacija, uz suradnju akademskog i privatnog sektora, može biti snažan podsticaj za održivi razvoj i konkurentnost država zapadnog Balkana. Danas, u uvjetima sve veće urbanizacije, gradovi bi trebali biti pažljivo planirani, a upravljanje njihovim razvojem promišljeno u skladu s utjecajem klimatskih promjena, a sve u kontekstu Agende za održivi razvoj 2030, konvencije UN-a o klimatskim promjenama i drugih globalnih razvojnih sporazuma i okvira. Kvaliteta akademskog obrazovanja u područjima vezanim za graditeljstvo i urbanizam od iznimnog je značaja za uspješno provođenje spomenutih strategija i ciljeva.

Upravo je navedeno bila glavna ideja vodilja pri predlaganju Erasmus+ CBHE projekta “Strengthening of Relations Between the Western Balkan HEIs and Non-Academic Sector in Climate-Smart Urban Development – SmartWB”, a svoj doprinos ovoj temi konzorcij će dati kroz unaprjeđenje visokoškolske nastave u području klimatski pametnog i urbanog razvoja u zemljama Zapadnog Balkana. Glavni fokus pri implementaciji projekta biti će na modernizaciji akademskih kolegija po uzoru

na trendove Europske unije i unaprjeđenje kompetencija i vještina nastavnika te osiguranju nabave najsuvremenije opreme za podršku nastavi u izabranim kolegijima.

SmartWB projektom predviđena je modernizacija najmanje 20 kolegija u nastavnim programima partnerskih sveučilišta koji će se unaprijediti sukladno inicijativama o modernizaciji europskih sustava visokog obrazovanja te ciljevima strategije Europa 2020 u čijem fokusu su globalni izazovi poput klimatskih promjena. Unaprijeđenju kolegija pridonijeti će i suradnja s privatnim sektorom kroz koju će biti uvedeni problemski zasnovani pristupi obrazovanju (tzv. *problem-based learning*). Takvi problemski zadaci kontinuirano će se mijenjati i razvijati kroz praktičan rad studenata i tako pridonositi i usavršavanju nastavnih programa i razvoju tvrtki s kojima surađuju.

Osim unaprjeđenja nastavnih programa partnera, SmartWB projekt promovirati će i primjenu zelenih i održivih tehnologija, te uspostaviti javni interaktivni internetski servis za suradnju kroz razmjenu znanja, iskustava i dobrih praksi.

SmartWB projekt dobiven je u okviru Erasmus+ Ka2 CBHE poziva 2021. godine. Početak projekta je siječanj 2023. s trajanjem 36 mjeseci. Koordinator SmartWB projekta je Građevinski fakultet Univerziteta Crne Gore na čelu s voditeljicom projekta doc. dr. sc. Marijom Jevrić. Hrvatski partner u konzorciju je Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu predvođen prof. dr. sc. Željkom Bačićem.

Projektne konzorcij SmartWB projekta čini 16 partnera iz devet država i to iz Albanije, Austrije, Bosne i Hercegovine, Crne Gore, Kosova, Norveške, Njemačke, Srbije, Španjolske i Hrvatske. Od navedenih 16 partnera 13 su visokoškolske institucije a tri su partnera iz poslovnog sektora, pri čemu još dvije organizacije djeluju kao pridruženi partneri.

Projektne aktivnosti možete pratiti na: <http://www.smartwb.ucg.ac.me>.

Izvešće o radu Znanstvenog vijeća za daljinska istraživanja Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti za 2022. godinu

Igor Vlahović¹, Dubravko Gajski², Laszlo Podolszki³, Iris Bostjančić³, Mira Morović⁴, Tomislav Džoić⁴, Petra Mikuš Jurković⁵, Ivan Landek⁶, Bartul Šiljeg⁷ i Luka Valozić⁸

Rad Znanstvenog vijeća za daljinska istraživanja je i u 2022. godini bio dijelom obilježen izvanrednom epidemiološkom situacijom uzrokovanom pandemijom bolesti COVID-19, tako da su sastanci Izvršnog odbora održavani online.

Dana 6. svibnja 2022. godine održan je javni online skup u organizaciji Sekcije za zaštitu okoliša i prostorno planiranje. Održana popularno-znanstvena predavanja su snimljena i dostupna online:

- Prof. dr. sc. Marko Delimar (Fakultet elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu): *Električna energija iz obnovljivih izvora: utjecaj na okoliš i prostorno planiranje*.
- Bojan Linardić, dipl. ing. arh. (Zavod za prostorni razvoj Ministarstva prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine Republike Hrvatske): *Nadogradnja sustava eDozvola podsustavom za prikazivanje satelitskih snimaka*.
- Izv. prof. dr. sc. Dubravko Gajski (Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu): *Lasersko skeniranje (LIDAR) u zaštiti okoliša i prostornom planiranju*.
- Dr. sc. Tomislav Dubravac (Hrvatski institut za šumarstvo, Jastrebarsko): *Šume u Republici Hrvatskoj – dar i obveza*.

Sekcija za snimanje, opću interpretaciju i GIS (Izvojestitelj: izv. prof. dr. sc. Dubravko Gajski)

Iako je i početkom ove godine bio otežan rad sekcije zbog pandemije COVID-19 virusa, ipak u ovoj godini mogu izdvojiti slijedeće aktivnosti:

Obranjeni doktorski radovi

Ljerka Vrdoljak, mag. ing. geod. et geoinf., obranila je 5. svibnja 2022. godine doktorski rad “Modeliranje

topografije morskog dna na temelju podataka optičkih snimaka satelita, satelitske altimetrije i in situ mjernih podataka dubina”. Mentor rada bio je prof. dr. sc. Tomislav Bačić.

Zvonimir Nevistić, mag. ing. geod. et geoinf., obranio je 27. rujna 2022. godine doktorski rad “Poboljšanje dostupnosti i iskoristivosti prostornih podataka planetarnih istraživanja modeliranjem infrastrukture prostornih podataka nebeskih tijela”. Mentor rada bio je prof. dr. sc. Željko Bačić.

Ivan Jakopec, mag. ing. geod. et geoinf. obranio je 23. prosinca 2022. godine doktorski rad “Development of photogrammetric data processing method for landslide monitoring using unmanned aircraft systems”. Mentor rada bio je izv. prof. dr. sc. Ante Marendić.

Obranjen završni specijalistički rad

Matija Cindrić, mag. ing. geod. et geoinf., obranio je 7. srpnja 2022. godine završni specijalistički rad “Usporedba prostornih podataka dobivenih klasičnom fotogrametrijskom izmjerom i fotogrametrijske izmjere UAV letjelicom opremljenom GNSS uređajem”. Mentor rada bio je izv. prof. dr. sc. Dubravko Gajski.

Konferencije

XXIV kongres Međunarodnog udruženja za fotogrametriju i daljinska istraživanja (ISPRS) održan je od 6. do 11. lipnja 2022. godine u Nici (Francuska). Zbog pandemije COVID-a, kongres je trebao biti održan 2020. godine pa je u virtualnom obliku održan te godine i slijedeće 2021. godine. U živo je konferencija održana 2022. godine iako zbog i dalje prisutne pandemije mnogo znanstvenika nije prisustvovalo, osobito iz Kine i Japana. Najzastupljenije teme su obrađivale prilagodbe i integracije slikovnih i LIDAR podataka s GNSS i IMU podacima. Umjetna inteligencija i dubinsko učenje bili

¹Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 10000 Zagreb; e-mail: igor.vlahovic@rgn.unizg.hr;

²Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 26, Zagreb; e-mail: dgajski@geof.hr;

³Hrvatski geološki institut, Sachsova 2, 10000 Zagreb; e-mail: lpodolszki@hgi-cgs.hr;

⁴Institut za oceanografiju i ribarstvo, Šetalište I. Meštrovića 63,2 1000 Split; e-mail: morovic@izor.hr, dzoic@izor.hr;

⁵Državni hidrometeorološki zavod, Ravnice 48, 10000 Zagreb; e-mail: mikus@cirus.dhz.hr, izidor.pelajic@cirus.dhz.hr;

⁶Ministarstvo prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine, Ulica Republike Austrije 14, 10000 Zagreb; e-mail: ivan.landek@mpgi.hr;

⁷Institut za arheologiju, Jurjevska 15, 10000 Zagreb; e-mail: bartul.siljeg@iarh.hr;

⁸Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 10000 Zagreb; e-mail: lvaloic@geog.pmf.hr.

¹Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Kačićeva 26, 10000 Zagreb; e-mail: vesna.posloncec@geof.unizg.hr

su sveprisutni i nalaze svoju primjenu u automatizaciji obrade slikovnih i LIDAR podataka.

Znanstveni projekti

GEOMSAT – Istraživanje recentnih regionalnih i lokalnih geodinamičkih procesa na području Republike Hrvatske primjenom suvremenih satelitskih geodetskih metoda – voditelj: prof. dr. sc. Boško Pribičević.

Glavni ciljevi projektnog prijedloga bili su prikupljanje novih i poboljšanje postojećih znanja o recentnim geodinamičkim procesima na području Republike Hrvatske. To se postiglo primjenom suvremenih geodetskih satelitskih metoda: Globalnog Navigacijskog Satelitskog Sustava (GNSS) i Multi-temporalne Satelitske Radarske Interferometrije (MT-InSAR) te interdisciplinarnom analizom dobivenih geodetskih podataka s geološkim i seizmološkim podacima. Projekt je financirala Hrvatska zaklada za znanost, a trajao je od 5. listopada 2018. do 4. listopada 2022. godine.

TODO – Twinning Open Data Operational

Ovaj projekt imao je za cilj iskoristiti interdisciplinarnu znanstvenu izvrsnost i inovativne kapacitete Sveučilišta u Zagrebu (UNIZG) u području otvorenih podataka kako bi se povećala ponuda i korištenje otvorenih državnih podataka u Hrvatskoj i šire. Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu koordinirao je ovaj EU projekt pod vodstvom dr. sc. Ane Kuveždić Divjak. Partneri na projektu bili su i Fakultet elektrotehnike i računarstva, Fakultet organizacije i informatike, Pravni fakultet, Fakultet prometnih znanosti, Poljoprivredni fakultet, Tehnološko sveučilište Delft i Egejsko sveučilište. Projekt je završio u listopadu 2022. godine.

LABIRINT – Razvoj i izrada standarda zanimanja, kvalifikacija i studijskih programa u geodeziji i geoinformatici

Planirani rezultati projekta bili su izrada deset standarda zanimanja koji odgovaraju geodetskoj i geoinformatičkoj struci, unaprjeđenje preddiplomskog studijskog programa iz domene geodezije i geoinformatike, izrada dvaju novih diplomskih studijskih programa (diplomskog sveučilišnog studija geodezije i diplomskog sveučilišnog studija geoinformatike) i tri standarda kvalifikacija (sveučilišni prvostupnik inženjer geodezije i geoinformatike, magistar inženjer geodezije, magistar inženjer geoinformatike). Studijski će se programi uskladiti s tržištem rada: planirano je povećanje broja studenata zbog atraktivnosti studija, što odgovara strategiji Republike Hrvatske o povećanju broja studenata na studijima u STEM području, opremljenost računalnih i geodetskih laboratorija modernom opremom kojom će se podići kapaciteti za provođenje nastave u sljedećih 10 godina, bolja suradnja između gospodarskog i znanstvenog sektora kroz izradu standarda zanimanja i kvalifikacija, a prvi puta se u Republici Hrvatskoj definira standard zanimanja i kvalifikacija za geodetsku i geoinformatičku domenu. Projekt je završio 22. ožujka 2022.

godine.

SEED4NA – Spatial Data Infrastructures and Earth Observation Education and Training for North Africa

Ciljevi i aktivnosti projekta su podržati modernizaciju, dostupnost i internacionalizaciju područja visokog obrazovanja u prihvatljivim partnerskim zemljama i pridonijeti suradnji između EU-a i prihvatljivih partnerskih zemalja (i među prihvatljivim partnerskim zemljama) te poboljšati kvalitetu visokog obrazovanja i povećati njegovu važnost za tržište rada i društvo. Također će se unaprijediti kapaciteti upravljanja i inovacije, kao i internacionalizacija visokih učilišta. Projekt traje od 15. siječnja 2020. do 14. siječnja 2023. godine.

RS4EST – Automatsko praćenje poljskog jasena metodama daljinskih istraživanja podacima programa Copernicus

Jedan od glavnih ciljeva projekta je razvoj prototipa algoritma za automatsko praćenje šuma poljskog jasena temeljem naprednih metoda daljinskih istraživanja uporabom svemirskih tehnologija. Razvojem automatskog sustava za praćenje propadanja poljskog jasena omogućiti će se prikupljanje točnih i aktualnih prostornih podataka o stanju jasena. Ukupna površina šuma i šumskih zemljišta u Republici Hrvatskoj iznosi 2 759 039 ha, što čini 49,3% kopnene površine države, po čemu se nalazi u skupini šumovitih europskih zemalja. Praćenje zdravstvenog stanja šuma, a naročito intenziteta i dinamike oštećenosti stabala, neophodna je aktivnost u gospodarenju šumama. Program Copernicus Europske svemirske agencije sa svojim satelitskim segmentom (Sentinel sateliti) omogućuje besplatan pristup satelitskim snimcima visoke prostorne i vremenske rezolucije. Navedeni podaci se pomoću automatskih metoda baziranih na strojnom učenju mogu koristiti za brzu detekciju stanja poljskog jasena i drugih vrsta te izradu karata oštećenosti. Razvijeni sustav omogućiti će provedbu prostorno-vremenskih analiza i na taj način će se ubrzati kvaliteta praćenja i upravljanja šumama i šumskom infrastrukturom. Voditelj projekta je izv. prof. dr. sc. Mateo Gašparović. Projekt financira Europska svemirska agencija, a traje od 1. studenog 2021. do 30. travnja 2023. godine.

UN4DRR – University Network for Disaster Risk Reduction in Indian Ocean Rim

Projekt ima za cilj modernizaciju akademskih programa vezanih uz smanjenje rizika od katastrofa i upravljanje integrirajući GIS/RS aplikacije kao značajan dio sadržaja kolegija. Dugoročni efekt bit će educirati buduće stručnjake za upravljanje prirodnim katastrofama i katastrofama uzrokovanim ljudskim djelovanjem na obalama Indijskog oceana podržavajući nacionalne politike i politike EU. Projekt traje od 15. siječnja 2020. do 14. siječnja 2023. godine.

Sekcija za geologiju i geofiziku

(Izvojestitelji: dr. sc. Laszlo Podolszki i dr. sc. Iris Bostjančič)

U okviru sekcije za geologiju i geofiziku metode daljinskih istraživanja su se primjenjivale sukladno mogućnostima kako na znanstvenom tako i na gospodarstvenom planu. U proteklom razdoblju aktivnost ove sekcije u primjeni metoda daljinskih istraživanja bila je vrlo raznolika, a neke od aktivnosti, osobito unutar Hrvatskog geološkog instituta, izdvojene su u daljnjem tekstu.

U sklopu projekta „RESPONSA“ koji je dio INTERREG programa koji uključuje Hrvatsku, Bosnu i Hercegovinu te Crnu Goru izvršeno je detaljno LIDAR snimanje iz zraka za odabrana pilot područja u Hrvatskoj. 2021. godine je snimljeno preko 200 km² terena, a interpretacija i analiza dobivenih detaljnih DEM-ova za određena područja je u tijeku, uz brojne druge aktivnosti na projektu.

Na klizištu u Šandrovcu snimljeni su geofizički profili (električna tomografija) koji su korišteni pri modeliranju klizišta odnosno utvrđivanju materijala u pokretu.

Na području Mečenčana i Borojevića su korištene besposadne letjelice (Unmanned Aerial Vehicle – UAV) za prikupljanje vrlo važnih podataka i izradu ortofoto snimaka za istraživanje ponikava s urušenim pokrovom kao posljedice Petrinjske potresne serije u 2020. i 2021. godini. U istom su području snimljeni i geofizički profili (električna tomografija) koji su korišteni pri istraživanju posljedica potresa odnosno otvaranja ponikava s urušenim pokrovom.

Na području Republike Hrvatske je na još nekoliko područja korištena elektromagnetska geofizička metoda za mjerenje podpovršinske električne vodljivosti zemlje, odnosno magnetotelurika, radi geotermalnih istraživanja.

Također, djelatnici HGI-a su u svom terenskom radu i tijekom 2022. godine koristili besposadne letjelice za prikupljanje brojnih vrijednih terenskih podataka. Periodički se provode snimanja na klizištima u Kutini, Kravarskom, Dvoru, Šandrovcu i Tuhelju. Uz to, snimanja se periodički provode i u središnjoj Istri, gdje je na devet ogolina uspostavljen sustav monitoringa.

Objavljeni su znanstveni radovi koji su se oslanjali na korištenje metoda i podataka dobivenih daljinskim istraživanjima, a izdan je i poseban broj znanstvenog časopisa *Geologia Croatica* u kojemu je težište bilo na primjeni daljinskih metoda u istraživanjima vezanim uz klizišta (više detalja na poveznici <http://www.geologia-croatica.hr/index.php/GC/issue/view/GC.2022.1>).

Sekcija za vegetaciju, šumarstvo i poljoprivredu

(Izvojestitelji: prof. dr. sc. Renata Pernar i prof. dr. sc. Ante Seletković)

Prema planu za 2022. godinu provedena su istraživanja vezana za fotogrametrijsku izmjeru strukturnih i sastojinskih parametara, kao i usporedbu s podacima do-

bivenim terenskim istraživanjima i lidarskim mjerenjima. Područje istraživanja obuhvaćalo je gospodarsku jedinicu Kragujna, područje nizinskih šuma hrasta lužnjaka i područje Uprave šuma Sisak.

Provedena je inventura na razini plohe i sastojine koristeći aerosnimke, UAV snimke i lidar te inventura šuma na razini stabla (UAV snimke, ULS (UAV LiDAR), PLS (ručni LiDAR)) i na temelju toga izrađeni su modeli za procjenu prsnog promjera, temeljnice, volumena, biomase i broja stabala.

Produkti ovih istraživanja su digitalni model reljefa (DMR), digitalni model površine (DMP) i digitalni model visine krošanja (DMVK) područja istraživanja iz različitih produkata daljinskih istraživanja (aerosnimaka, lidarskih snimaka, snimaka dobivenih pomoću bespilotnih letjelica), koji su služili kao podloga za fotogrametrijsku izmjeru i usporedbu s terenskim podacima. Izrađeni su i modeli za procjenu biomase šumskih sastojina na temelju podataka terenskih istraživanja i produkata daljinskih istraživanja.

Na temelju rezultata istraživanja procijenjene su pogreške pri izmjeri kao i pouzdanost dobivenih podataka.

Sekcija za oceanografiju

(Izvojestitelji: dr. sc. Mira Morović i dr. sc. Tomislav Džoić)

U znanstveno-istraživačkom radu Instituta za oceanografiju i ribarstvo u Splitu koriste se učestalo satelitska mjerenja poput mjerenja površinske temperature mora, razine mora (altimetrija) i koncentracije klorofila. Osim direktnih satelitskih mjerenja koriste se i izvedeni rezultati poput geostrofičkih struja dobivenih iz altimetrijskih polja te polja iznosa primarne produkcije dobivenih iz satelitskih mjerenja klorofila.

U radu Džoić i sur. (2022) vrijednosti koncentracije klorofila u moru izmjerenih pomoću satelita kao i izvedena polja iznosa primarne produkcije su korištene za procjenu utjecaja okolišnih uvjeta na smanjenje brojnosti ranih stadija (jajašca i larve) incuna u Jadranskom moru u razdoblju od 2013. do 2020. godine.

U okviru projekta „Izranjanje i poniranje u području srednjeg Jadrana“ Hrvatske zaklade za znanost je u pripremi rad o procesu izranjanja na kojeg snažan utjecaj ima vjetrovna cirkulacija, posebice vjetar maestral. Hladna područja na površini mora koja su direktna posljedica izranjanja su detektirana korištenjem satelitskih izmjera površinske temperature mora.

Publikacija

Džoić, T., Zorica, B., Matić, F., Šestanović, M. & Čikeš Keč, V. (2022): Cataloguing environmental influences on the spatiotemporal variability of Adriatic anchovy early life stages in the eastern Adriatic Sea using an artificial neural network. *Frontiers in Marine Science*, 9 (2022), 997937, 20 doi:10.3389/fmars.2022.997937

Sekcija za hidrometeorologiju

(Izvjestiteljica: dr. sc. Petra Mikuš Jurković)

Suradnja s organizacijom EUMETSAT

Kao predstavnik Republike Hrvatske u organizaciji EUMETSAT, DHMZ je sudjelovao u radu delegatskih tijela EUMETSAT-a (Vijeće, Znanstveno-tehnička grupa, Grupa za administraciju i financije, Savjetodavni odbor za politiku i dr.). DHMZ je sudjelovao i u upravljanju AC-SAF-om – Centrom za izvrsnost u obradi satelitskih podataka s primjenom u mjerenju sastava atmosfere. Prvi satelit treće generacije MTG-II lansiran je 13. prosinca 2022. te se tijekom godine aktivno radilo na pripremanju za prihvata podataka i integriranje novih meteoroloških produkata u operativne poslove.

Projekt METMONIC

Meteorološki radari

U sklopu projekta modernizacije meteorološke motriteljske mreže u Hrvatskoj METMONIC, vrijednog oko 45,000.000 EUR, u 2022. godini završeni su građevinski radovi te je u operativan rad pušteno pet novih C-band Doppler dvojnopolariziranih meteoroloških radara proizvođača Vaisala OYJ. Po prvi put u povijesti teritorij Republike Hrvatske u potpunosti je pokriven radarskim mjerenjima. Lokacije novih meteoroloških radara su RC Gradište, RC Bilogora, RC Goli (sj. Jadran), RC Debeljak (kod Zadra) i RC Uljenje (Pelješac). Na RC Puntijarka u tijeku su građevinski radovi na sanaciji objekta.

SEEMET tečajevi za obuku

Tijekom 2022. godine održan je "Basic SEEMET Satellite Course" s posebnim naglaskom na interpretaciju i korištenje satelitskih produkata meteoroloških geostacionarnih satelita druge i treće generacije za potrebe analize i prognoze vremena. Domaćin radionice bio je Israel Meteorological Service (IMS), a radionica je održana u Tel Avivu u kompleksu Agricultural Training centra. Radionica je trajala pet dana i sastojala se od usmenih izlaganja i praktičnih, interaktivnih vježbi, simulatora i diskusija. Odaziv meteorologa u regiji bio je odličan, a evaluacija radionice je pokazala da su sudionici bili vrlo zadovoljni sadržajem i načinom treninga. Stručnjaci s DHMZ-a sudjelovali su u organizaciji tečaja, ali i kao predavači na radionici.

Projekt EUMeTrain

DHMZ je i u 2022. godini aktivno sudjelovao u projektu EUMeTrain, kojeg sufinancira EUMETSAT. Riječ je o trening projektu, posvećenom izradi materijala i tečajeva za obuku korisnika EUMETSAT satelitskih podataka i produkata. Materijal predviđen za učenje putem računala dostupan je na internetskoj stranici: eumetrain.org. U 2022. godini DHMZ je sudjelovao na pripremi i provedbi on-line tečaja "Marine Course" te dva takozvana "event week-a" – tjedna tijekom kojih se organiziraju predavanja vezana za određenu temu. Ove godine

održani su i "Wind Event Week" i "Water Vapor Event Week". Također, aktivno se radilo na provođenju redovitog mjesečnog "Weather Briefinga" – analize trenutne meteorološke situacije u koju se putem interneta mogu uključiti zainteresirani iz cijelog svijeta. Pripremani su i materijali za "Basic Satellite Course" te je izrađen trening modul o tzv. "medicane-ima". U DHMZ-u je na projektu zaposlen jedan djelatnik kao tehnička i trening podrška projektu, u radu aktivno sudjeluje još dvoje, a prema potrebi (za izradu weather briefing-a, predavanja, ...) uključuje se još barem dvoje djelatnika iz Službe za vremenske i pomorske analize i prognoze.

Projekt OPERA

U području radarske meteorologije DHMZ surađuje u projektu Opera posvećenom standardizaciji radarskih produkata na području Europe i izradi kompozitne radarske slike europskih radara. U rad projekta uključena su dva djelatnika DHMZ-a, i to na definiranju programskih alata, asimilaciji podataka te na održavanju baze podataka.

Sekcija za zaštitu okoliša i prostorno planiranje

(Izvjestitelj: dr. sc. Ivan Landek)

Tijekom 2022. godine izvršeno je ažuriranje temeljne topografske baze i izrada topografskih karata u mjerilu 1:25000 na području 29 listova TK25. Izvršeno je aerofotogrametrijsko snimanje i izrađene su digitalne ortofotokarte u mjerilu 1:5000 za 50% područja Republike Hrvatske. Snimanje je izvršeno zrakoplovima, a prostorna razlučivost izrađenih ortofotokarata je 50 cm.

U tijeku su radovi LIDAR po Ugovorima za izvršenje Usluga multisenzorskog snimanja RH –Projekt Multisenzorsko zračno snimanje Republike Hrvatske za potrebe procjene smanjenja rizika od katastrofa. Predviđena je realizacija projekta do prosinca 2023. godine.

Također je izvršeno i aerofotogrametrijsko snimanje i izrađene su digitalne ortofotokarte u mjerilu 1:1000, 3D mash, digitalni model reljefa, digitalni model visina i klasificirani oblaci točaka na građevinskim područjima obuhvaćenim godišnjim planom katastarskih izmjera na oko 40000 ha. Snimanje je izvršeno bespilotnim letjelicama, a prostorna razlučivost izrađenih ortofotokarata je 5 cm.

Članovi sekcije su tijekom 2022. godine održali prezentacije na simpoziju Hrvatske komore ovlaštenih inženjera geodezije:

Linardić, B., Premužić, M., Paj, R. & Landek, I.: Mogućnost primjene programa Copernicus za potrebe prostornog planiranja Republike Hrvatske. Zbornik radova Geodezija i vode. Opatija, 12.–15.10.2022., 147–155, Opatija.

Linardić, B., Paj, R., Premužić, M. & Landek, I.: Prostorno planiranje morskih područja i granice mora. Zbornik radova Geodezija i vode. Opatija, 12.–15.10.2022,

141–147, Opatija.

Dr. sc. Ivan Landek je kao glavni delegat Republike Hrvatske sudjelovao u radu 140. sjednice European Spatial Data Research (EuroSDR) od 10. do 13. svibnja 2022. godine u Dublinu (Irska).

Dana 6. svibnja 2022. godine je u organizaciji Sekcije za zaštitu okoliša i prostorno planiranje održan javni online skup. Četiri održana popularno-znanstvena predavanja su snimljena i dostupna online na mrežnim stranicama Vijeća.

Sekcija za arheologiju i povijesno nasljeđe

(Izvjestitelj: dr. sc. Bartul Šiljeg)

Daljinska istraživanja za 2022. godinu provedena su kao dio programa za registraciju Rimskog limesa u Hrvatskoj pod nazivom *Proširenje Dunavskog limesa – svjetsko kulturno dobro pod zaštitom UNESCO-a na području donjeg Podunavlja* u Vukovarsko-srijemskoj županiji. Izvršena su geosnimanja na dijelu lokaliteta prepoznatih na zračnim snimkama ranijih godina što je dalo dobre rezultate uz obalu Dunava od Iloka do Vukovara (Borova). Jedan dio lokaliteta koji su ranije djelomično snimljeni (usjevi, šikara) dosnimljeni su 2022. godine. Pojavom novih snimaka na mrežnim stranicama Geoportal i Google Earth prepoznati su novi lokaliteti, a u svrhu daljnjeg istraživanja arheoloških lokaliteta poduzeta su snimanja dronom lokaliteta u okolici Čepina i Bizovca. Dio lokaliteta se uklopio u radove na HRZZ projektu *Modeliranje mreže prapovijesnih naselja u Slavoniji* (voditeljica Rajna Šošić Klindžić) s kojom ostvarujemo suradnju vezano za neolitičke lokalitete. U sklopu istog projekta provedena su magnetometrijska istraživanja niskofrekvencijskom elektromagnetskom metodom (multi-probe fluxgate gradiometer) na lokalitetima Kremenjača–Gorjani i Tomašanci–Dubrava/Gradina.

Rekognoscirano je područje Šibensko-kninske, Bjelovarsko-bilogorske, Ličko-senjske i Kopriivničko-križevačke županije uz korištenje zračnih snimaka bespilotne letjelice, zračnih snimaka cikličnih snimanja Državne geodetske uprave s mrežnih stranica Geoportal i snimaka na mrežnim stranicama Google Earth.

Objavljeni radovi

Šiljeg, B. & Kalafatić, H. (2022): Project Aerial Archaeology of Eastern Slavonia Croatia. *Archeologia Aerea – Studi di Aerotopografia Archeologica*, XII/2018, 86–93.

Ožanić Roguljić, I. & Raičković Savić, A. (ur.) (2022): Roads and Rivers, Pots and Potters in Pannonia – Interactions, Analogies and Differences. Zbornik Instituta za arheologiju, 17, Zagreb.

Bertrand, A., Botte, E. & Jelinčić Vučković, K. (2022): De la surveillance des mers à l'exploitation des terres Le long chemin de Rome aux côtes dalmates (IVE s. av. n.è.–III s. de n.è.). U: Bertrand, A. & Botte, E. (ur.):

Dalmatia and the Ancient Mediterranean: 50 years after John J. Wilkes' Dalmatia – Varia, *Mélanges de l'École française de Rome – Antiquité*, 134/2022, 171–88 doi:10.4000/mefra.12793

Ložnjak Dizdar, D. & Dizdar, M. (2022): Istraživanja groblja pod tumulima u Dolini kod Nove Gradiške 2021. godine. *Annales Instituti archaeologici*, XVIII/2022, 219–222.

Sudjelovanja na skupovima

Ožanić Roguljić, I., Jelinčić Vučković, K., Turkalj, K. & Tonc, A. (2022): Baza antičkih arheoloških lokaliteta RH – analiza u urbanim sredinama. Od Kornata preko Velebita – arheologija Sjeverne Dalmacije i Like, 10.–14.10.2022.

Kalafatić, H., Šošić Klindžić, R. & Šiljeg, B. (2022): Building the villages, building the Society – late Neolithic settlement network in Slavonia (Eastern Croatia). 28th EAA Annual Meeting Budapest, Hungary, 31.8.–3.9.2022.

Welc, F., Konestra, A., Lipovac Vrkljan, G., Andrić Gračanin, P. & Brajković, T. (2022): Environmental impact on the development of Roman settlement on the eastern Adriatic region in the light of new geoarchaeological data. RAC/TRAC 2020. Theoretical Roman Archaeology Conference. Split, 6.–8.4.2022.

Welc, F. & Konestra, A. (2022): Detecting late antique/early Medieval architectural transformations in Roman settlement sites on the eastern Adriatic using innovative geophysical ADC method. Housing in Late Antique Mediterranean. 4th CISEM International Congress, Cuenca, Španjolska, 7.–9.11.2022.

Karavidović, T. & Brenko, T. (2022): Reconstruction of bog iron ore deposits in the lowland landscape: a case study predictive model for the analysis of exploitation in archaeological periods. 10th Scientific Conference Methodology and Archaeometry, Zagreb, 2022.

Šošić Klindžić, R., Kalafatić, H. & Šiljeg, B. (2022): Daljinska istraživanja arheološkog krajolika na području Gorjana i Tomašanaca. Znanstveno-stručni skup Gorjani – mjesto, ljudi, identitet, baština. Gorjani, 19.–21.10.2022.

Ožanić Roguljić, I., Kalafatić, H. & Šiljeg, B. (2022): Life on the Roman road: case study Cibalae–Mursa (Pannonia Inferior, Croatia). 6th International Conference on the Roman Danubian Provinces: Roman Roads and Crossroads, Beograd, 1.11.–5.11.2022.

Izložba

Arheologija iz zraka, Izložba fotografija (putujuća izložba Arheološkog muzeja iz Zagreba) u Starom gradu Dubovcu od 28.10.2021. do 6.2.2022. te u Lazaretima – kreativna četvrt Dubrovnika od 18.8. do 1.10. 2022., autori dijela fotografija su s Instituta za arheologiju.

Bilten
Znanstvenog vijeća za daljinska istraživanja
Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti
Vol. 19/2022

Sadržaj

Slovo Uredništva.....	1
Nataša Strelec Mahović: Meteosat treće generacije (MTG) – Nova generacija geostacionarnih meteoroloških satelita Europske agencije za iskorištavanje meteoroloških satelita (EUMETSAT).....	3
Barbara Vodarić Šurija: Modernizacija radarske mreže u Republici Hrvatskoj.....	9
Igor Vlahović i Tihomir Frangen: Primjena daljinskih metoda u istraživanju ponikava s urušenim pokrovom u području Mečenčana i Borojevića.....	11
Andrija Krtalić: 41. EARSeL simpozij – Earth Observation for Environmental Monitoring i 6. EARSeL radionica – Workshop on Developing Countries (13–16. rujan 2022. godine, Paphos, Cipar).....	15
Iris Bostjančić i Laszlo Podolszki: Primjena LiDAR snimanja u izradi katastra klizišta.....	17
Iva Cibilić: GEOinformation educational resources for CLImate Change Management – GeoCLIC.....	19
Vesna Poslončec-Petrić: University Network for Disaster Risk Reduction and management in Indian Ocean Rim – UN4DRR.....	20
Vesna Poslončec-Petrić: Spatial Data Infrastructure and Earth Observation Education Training for North Africa – SEED4NA.....	21
Vesna Poslončec-Petrić: Strengthening of Relations Between the Western Balkan HEIs and Non-Academic Sector in Climate-Smart Urban Development – SmartWB.....	22
Igor Vlahović, Dubravko Gajski, Laszlo Podolszki, Iris Bostjančić, Mira Morović, Tomislav Džoić, Petra Mikuš Jurković, Ivan Landek, Bartul Šiljeg i Luka Valozić: Izvješće o radu Znanstvenog vijeća za daljinska istraživanja Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti za 2022. godinu.....	23