



Dubravka Lubina, dipl.ing.geod.
dubravka@plan360.hr
Plan 360 d.o.o.
www.plan360.hr

Tehnologija na strani prirode

Daljinska istraživanja i GIS u zaštiti od požara

U posljednjim desetljećima svjedočimo sve češćim i intenzivnijim požarima, osobito u mediteranskom području gdje klimatske promjene, sušna razdoblja i ljudska nepažnja stvaraju idealne uvjete za njihovo izbijanje i brzo širenje.

Ljeto 2023. godine obilježili su požari katastrofalnih razmjera u **Grčkoj, Španjolskoj i Italiji**, dok je 2022. godina bila rekordna za **Europu**, s više od 837.000 hektara spaljenih površina, što je gotovo dvostruko više od prosjeka zadnjih 15 godina. **Hrvatska** također nije pošteđena – samo u srpnju 2022. požar kod Zatona i Rasline poharao je više od 3.000 hektara, uz veliku štetu na kućama, maslinicima i šumi. Na globalnoj razini, **Kanada** je u 2023. doživjela dosad najveću požarnu sezonu u povijesti, s više od 18 milijuna hektara spaljenog područja, a dim tih požara stigao je čak do Europe.

Ovaj članak donosi pregled ključnih metoda (daljinska istraživanja i GIS) koje se koriste u svrhu zaštite od požara, uz naglasak na njihovu primjenu u stvarnom vremenu i u dugoročnom planiranju očuvanja prostora.

Sve češći megapožari postaju kriza bez granica. Iako je vatra prirodni dio ekosustava našeg planeta, mnogi požari nastaju zbog ljudskog nemara ili nepažnje. Požari uzimaju danak ljudima, imovini i okolišu, a sve je jasnije da klimatski uvjeti postaju sve izraženiji faktor u pojavi ovakvih ekstremnih događaja.

Svjedočimo čestim i ozbiljnim situacijama s požarima i u Dalmaciji, gdje ostaju uništene velike površine stoljetnih šuma, što za sobom povlači teške posljedice za prirodu i lokalne zajednice. Kombinacija visokih temperatura, suše i vjetra pogoduje širenju požara, a sve veći broj regija suočava se sa sličnim ekstremnim uvjetima. Mediteransko područje, uključujući i Hrvatsku, visoko je ugroženo.

Požari ostavljaju dalekosežne posljedice na ekosustave, gospodarstvo i zdravlje ljudi. U prirodnim ekosustavima dolazi do izgaranja vegetacije, što rezultira gubitkom staništa, smanjenjem bioraznolikosti i poremećajem prehrambenih lanaca. Tlo gubi organsku tvar i mikroorganizme te postaje osjetljivije na eroziju, a hidrološki ciklus se remeti zbog smanjenog kapaciteta tla za zadržavanje vode. Uz to, požari emitiraju velike količine ugljikovog dioksida i drugih stakleničkih plinova, što pridonosi klimatskim promjenama. U urbanim područjima posljedice uključuju materijalnu štetu, poremećaj infrastrukture i ekonomske gubitke, dok izloženost dimu i toksičnim česticama ima negativan utjecaj na respiratorno zdravlje stanovništva, osobito ranjivih skupina poput djece i starijih osoba. Dugoročno, učestali požari mijenjaju strukturu i funkciju prostora, smanjuju otpornost zajednica na buduće katastrofe te zahtijevaju integrirane pristupe u planiranju i upravljanju okolišem.

Satelitske snimke omogućuju jednostavniju analizu opožarenih područja, predviđanje kretanja požara i bolje razumijevanje uzroka ovih prirodnih katastrofa. Korištenjem takvih tehnologija unapređuje se planiranje mjera zaštite okoliša te reakcija na krizne situacije. U takvom kontekstu, prostorne tehnologije poput geoinformacijskih sustava (**GIS**) postaju nezamjenjiv alat u planiranju, prevenciji i upravljanju požarima. Posebno važnu ulogu imaju satelitske snimke i metode daljinskih istraživanja (engl. remote sensing), koje omogućuju brz i sveobuhvatan pregled pogođenih područja. Korištenjem satelitskih podataka moguće je gotovo u stvarnom vremenu detektirati opožarene površine, analizirati opseg i intenzitet požara te pratiti proces prirodne obnove vegetacije nakon požara. Kombinacijom ovih podataka s GIS analizama izrađuju se tematske karte koje pomažu u donošenju odluka o sanaciji terena, procjeni ekološke štete i planiranju preventivnih mjera za budućnost.

GIS metode

Metode **GIS**-a (Geografskog informacijskog sustava) igraju ključnu ulogu u prevenciji, nadzoru i reakciji na požare, osobito u šumskim i urbanim područjima. Evo glavnih GIS metoda koje pomažu u zaštiti od požara:

1. Analiza rizičnih područja (Fire Risk Mapping) identificira područja visoke opasnosti od požara kombiniranjem slojeva kao što su vegetacija, nagib terena, udaljenost od naselja, vjetrovi i temperatura. Ova metoda omogućava aktivnu zaštitu; planiranje preventivnih mjera, edukacija stanovništva, zabrane paljenja vatre.

2. Modeliranje širenja požara (Fire Spread Modeling) simulira kako bi se požar mogao širiti ovisno o topografiji, vrsti goriva (vegetacije), vremenskim uvjetima (vjetar, vlaga). Alati: FlamMap, FARSITE, Prometheus. Ova metoda pruža podršku vatrogascima za strateško gašenje i izradu evakuacijskih planova.

3. Analiza vidljivosti (Viewshed Analysis) određuje koje dijelove terena je moguće nadzirati s određenih točaka (npr. vatrogasnih osmatračnica). Služi za određivanje optimalnih lokacija za postavljanje kamera, osmatračnica i senzora.

4. Analiza pristupačnosti (Network Analysis) računa najbrže ili najsigurnije rute za vozila hitnih službi do požarišta. Optimizacija reakcije u hitnim situacijama, planiranje protupožarnih puteva i barijera bitan je korak u kriznoj situaciji.

5. Monitoring u stvarnom vremenu omogućuje korištenje podataka iz satelita dronova ili IoT senzora za praćenje požara uživo. Brzo otkrivanje požara, upravljanje resursima tijekom požara ključni su za smanjivanje mogućih velikih posljedica.

6. Procjena šteta nakon požara (Post-Fire Analysis) računa se usporedbom satelitskih snimki prije i poslije požara za procjenu spaljene površine i utjecaja na okoliš. Ova metoda omogućava planiranje obnove vegetacije, procjena rizika od erozije te izradu dokumentacije za osiguranje, prostorno planiranje ili potrebe uloženih sredstava za obnovu.

7. Kreiranje i održavanje baze podataka o požarima, a posebno GIS baza koje prate lokacije, uzroke, opseg i frekvenciju požara kroz vrijeme. Dugoročno planiranje, prepoznavanje obrazaca, oblikovanje politika zaštite od požara ključ su za sprječavanje mogućih ponovljenih požara.

Mala tehnološka revolucija u praćenju požara

Početak ove godine uspješno je u orbitu lansiran prvi satelit iz ambicioznog projekta **FireSat**, koji financijski podupire Google. Riječ je o tehnološki naprednoj inicijativi usmjerenoj na brzo i precizno otkrivanje i praćenje šumskih požara, čime se značajno povećava mogućnost pravovremene reakcije u situacijama požarne ugroze.

FireSat predstavlja sustav više desetaka satelita koji će zajedno nadzirati površinu Zemlje i kontinuirano bilježiti pojavu požara. Kada mreža bude u potpunosti operativna, očekuje se da će više od 50 satelita svakih 20 minuta gotovo u potpunosti pokriti površinu planeta. Do sada su lansirana tri satelita, a puni operativni kapacitet planiran je za 2026. godinu, kada bi sustav trebao moći nadzirati svaku točku na Zemlji dvaput dnevno. Svaki od satelita bit će opremljen infracrvenim senzorima koji pokrivaju područje širine do 1500 kilometara te imaju sposobnost detekcije žarišta veličine samo 5 x 5 metara, čak i prije nego se požar razvije u veću vatrenu frontu. Osim toga, sustav koristi umjetnu inteligenciju koja uspoređuje najnovije snimke s prethodnima kako bi otkrio suptilne promjene koje mogu upućivati na izbijanje požara.

Prvi satelit razvio je Muon Space, tehnološka tvrtka specijalizirana za svemirske senzorske sustave. Lansiran je 14. ožujka iz kalifornijske baze *Vandenberg Space Force*, u sklopu misije *Transporter 13* koju je organizirao SpaceX. Opremljen je naprednim multispektralnim infracrvenim kamerama posebno dizajniranim za detekciju šumskih požara s velike visine. Dosadašnje metode praćenja požara oslanjale su se uglavnom na snimke iz zrakala ili satelitske podatke niske rezolucije. Zračno snimanje je skupo i logistički zahtjevno, dok su konvencionalni sateliti često ograničeni rezolucijom i nedovoljno osjetljivim senzorima za ranu detekciju požara.

FireSat je rezultat suradnje tvrtke Muon Space i neprofitne organizacije Earth Fire Alliance, a projekt dodatno podržavaju Google, Zaklada za obranu okoliša (EDF), Zaklada Gordon i Betty Moore te Zaklada Minderero. Ova inicijativa predstavlja važan korak prema globalno učinkovitijem sustavu ranog upozoravanja i zaštite prirodnih resursa od sve češćih i razornijih požara.

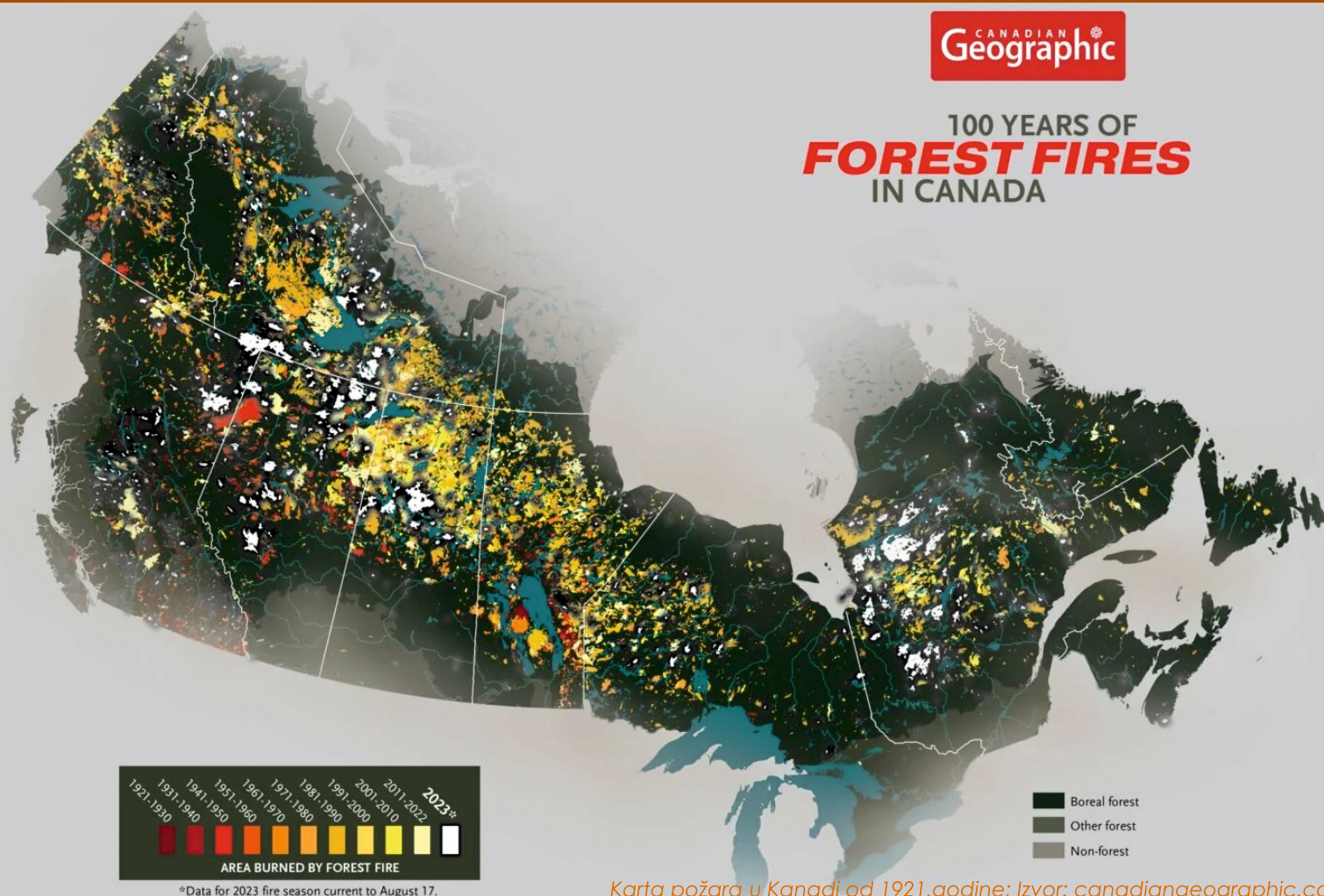
Primjeri praćenja opožarenih područja

Praćenje opožarenih područja sve se više oslanja na satelitske podatke visoke rezolucije, koji omogućuju brzu procjenu šteta i planiranje sanacije. Tijekom rekordne sezone požara u Kanadi 2023. godine koristile su se karte temeljene na višegodišnjim prostornim podacima kako bi se vizualizirao opseg šteta u usporedbi s prethodnim desetljećima. Satelitski nadzor, u kombinaciji s GIS analizama, pokazao se ključnim u razumijevanju dinamike širenja vatre i utjecaja na krajolik.

U primjeru karte opožarenog područja Općine Tučepi korištene su Sentinel-2 satelitske snimke. Ovi podatci omogućuju preciznu detekciju promjena u vegetaciji (od niskog do potpunog uništenja vegetacije) i sagorjelih površina zahvaljujući visokoj prostornoj i spektralnoj rezoluciji. Takve karte ne samo da dokumentiraju posljedice požara, već služe i kao alat za procjenu rizika, praćenje prirodne obnove te planiranje dugoročnih mjera zaštite okoliša.

■ Kanada (izrada Chris Brackley za Canadian Geographic)

Karta koju je izradio kartograf **Chris Brackley** za časopis *Canadian Geographic* prikazuje površine izgorjele u šumskim požarima u Kanadi od 1921. godine do danas. Aktivnosti iz prethodnih desetljeća označene su različitim bojama, dok je 2023. godina prikazana bijelom bojom.



27.7.2024.

4.8.2024.

Prikaz područja Općine Tučepi prema snimkama Sentinel 2 na datume 27.7.2024. (prije požara) i 4.8.2024. (nakon požara)

Prikaz opožarenog područja Općine Tučepi (srpanj - kolovoz 2024.)

Stupanj opožarenosti

- Niži stupanj
- Umjereni stupanj - manje štete
- Umjereni stupanj - dosta štete
- Visoki stupanj - potpuno uništenje

Zaključak:

U kontekstu sve češćih i razornijih požara, posebice u mediteranskim područjima, primjena geografskih informacijskih sustava (GIS) i daljinskih istraživanja pokazuje se ključnom za učinkovitu prevenciju, upravljanje i obnovu opožarenih prostora. Satelitski sustavi kao što su Sentinel-2 i FireSat omogućuju pravovremeno otkrivanje i detaljnu analizu opožarenih površina, što značajno doprinosi boljoj pripremljenosti i odgovoru nadležnih službi.

Važnost informiranja o ovakvim događajima prepoznao je i Google čije su karte izuzetno korisne i ažurne kada se radi o prometu; o gužvama na cestama, radovima, prometnim nesrećama, pa čak i obavijesti o prirodnim katastrofama poput potresa, poplava, ali i šumskih požara.

Korištenjem ovih tehnologija izrađuju se tematske karte koje služe kao temelj za informirane odluke u kriznim situacijama, ali i u dugoročnom prostornom planiranju i zaštiti okoliša. U eri klimatskih promjena i sve većih izazova koje one donose, prostorne tehnologije ne predstavljaju samo alat, već i nužan preduvjet za očuvanje prirodnih resursa, sigurnost stanovništva i otpornost zajednica.

Budućnost zaštite od požara počiva na integraciji znanosti, tehnologije i zajedničkog djelovanja na lokalnoj i globalnoj razini, ali i na odlučnom provođenju zakonskih mjera koje će spriječiti nemar i namjerno izazivanje požara – jer bez osobne i institucionalne odgovornosti, ni najnaprednija tehnologija neće biti dovoljna.

Izvori:

- * <https://www.earthfirealliance.org/>
 - * satelitske snimke Sentinel za izradu kartografskih prikaza Općine Tučepi
 - * canadiangeographic.ca
 - * <https://joint-research-centre.ec.europa.eu/>
- Izveštaj JRC-a (2023): „Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2022“



Satelitska snimka požara; Copernicus/SentinelHub