

SMANJENJE OPASNOSTI OD ŠUMSKOG POŽARA PREVENCIJOM I PREDVIĐANJEM / REDUCING FOREST FIRE RISK THROUGH PREVENTION AND PREDICTION

Aleksandar Vukanović¹, Krsto Mijanović¹

¹ Internacionalni univerzitet Travnik u Travniku, Ekološki fakultet Travnik, Aleja Konzula –
Meljanac bb, Travnik, BiH

e-mail: corie.trebinje@gmail.com, krsto.mijanovic@unmo.ba

Pregledni članak

<https://www.doi.org/10.58952/zr20261501238>

UDK / UDC 630*43:614.84:504.4

Sažetak

Šumski požari predstavljaju jedan od najznačajnijih okolinskih akcidenata savremenog doba, jer uzrokuju velike štete na šumskim ekosistemima, biodiverzitetu i ambijentu zdravog življenja. Njihova pojava može biti posljedica prirodnih faktora, poput visokih temperatura, suše i udara groma, ali i antropogenih aktivnosti, kao što su nepažnja ljudi, nelegalno spaljivanje otpada i izazivanje požara s predumišljajem. Posljedice šumskih požara ogledaju se u degradaciji zemljišta, uništavanju biljnog i životinjskog svijeta, povećanju emisije štetnih gasova u atmosferu i narušavanju ekološke ravnoteže. Cilj ovog rada je analizirati uzroke nastanka šumskih požara, njihove prirodne i društvene posljedice, kao i mjere prevencije, zaštite i sanacije pogođenih područja. Poseban naglasak stavljen je na značaj pravovremenog nadzora, edukacije stanovništva, primjene savremenih tehnologija za detekciju požara i održivog upravljanja šumskim resursima. Efikasna zaštita šuma i očuvanje prirodne sredine zahtijeva koordinisano djelovanje nadležnih institucija, stručnjaka i lokalne zajednice, kako bi se smanjio rizik od požara i osigurala dugoročna održivost šumskih ekosistema.

Ključne riječi: šumski požar, akcidentna situacija, park prirode, predviđena opasnost, prevencija i predostrožno djelovanje.

JEL klasifikacija: Q23, Q54, Q56

Abstract

Forest fires represent one of the most significant environmental accidents of the modern era, as they cause great damage to forest ecosystems, biodiversity and the environment for healthy living. Their occurrence can be the result of natural factors, such as high temperatures, drought and lightning strikes, but also anthropogenic activities, such as human negligence, illegal burning of waste and premeditated fire-setting. The consequences of forest fires are reflected in land degradation, destruction of flora and fauna, increased emissions of harmful gases into the atmosphere and disruption of the ecological balance. The aim of this paper is to analyze the causes of forest fires, their natural and social consequences, as well as measures for prevention, protection and rehabilitation of affected areas. Special emphasis is placed on the importance of timely monitoring, education of the population, application of modern technologies for fire detection and sustainable management of forest resources. Efficient forest protection and preservation of the natural environment requires coordinated action by competent institutions, experts and local communities, in order to reduce the risk of fire and ensure the long-term sustainability of forest ecosystems.

Keywords: forest fire, accident situation, nature park, anticipated danger, prevention and precautionary action.

JEL classification: Q23, Q54, Q56

UVOD

U posljednjih nekoliko decenija šumski požari postali su ozbiljan problem u oblasti zaštite životne sredine i upravljanja prirodnim resursima. Povećanje prosječnih temperatura, duži sušni periodi, klimatske promjene i sve izraženiji antropogeni uticaji doprinijeli su povećanju učestalosti i intenziteta požara širom svijeta. Pored direktnih ekonomskih šteta, šumski požari izazivaju dugoročne posljedice po šumske ekosisteme, biodiverzitet, kvalitet zemljišta, vodne resurse i kvalitet vazduha. Sagorijevanje velike količine biomase dovodi do emisije ugljen-dioksida, aerosola i drugih štetnih gasova koji utiču na klimatske procese i dodatno narušavaju ravnotežu u prirodi.

Šume predstavljaju jedan od najvažnijih prirodnih resursa, jer imaju značajnu ulogu u očuvanju biodiverziteta, regulaciji klimatskih procesa, zaštiti zemljišta od erozije, zaštiti izvorišta pitke vode i obezbjeđivanju brojnih ekonomskih i društvenih koristi. Zbog toga zaštita šuma od požara predstavlja važan segment održivog upravljanja prirodnim resursima. Uspješno upravljanje šumskim požarima zahtijeva organizovan i sveobuhvatan pristup koji obuhvata preventivne mjere, procjenu rizika, rano otkrivanje požara, efikasno gašenje i postpožarnu obnovu pogođenih područja.

Poseban značaj u sistemu zaštite ima rano otkrivanje nastanka opasnosti od požara, jer brzina reakcije direktno utiče na mogućnost lokalizacije požara u početnoj fazi i smanjenje ukupnih posljedica. Tradicionalne metode nadzora, poput osmatračnica, patrola i terenskih kontrola, dugo su predstavljale osnovu sistema zaštite. Međutim, razvoj savremenih tehnologija omogućio je primjenu naprednih sistema zasnovanih na satelitskom nadzoru, daljinskoj detekciji, geografskim informacionim sistemima i automatizovanim sistemima za rano upozoravanje. Integracija primjene ovih tehnologija značajno unapređuje mogućnost praćenja velikih teritorija i omogućava brže i preciznije reagovanje nadležnih službi.

Savremeni sistemi, poput IQ FireWatch sistema, koriste multispektralne senzore, rotacione kamere i algoritme zasnovane na vještačkoj inteligenciji kako bi omogućili kontinuirani nadzor i pravovremenu detekciju dima i temperaturnih anomalija. Primjena ovakvih sistema doprinosi povećanju efikasnosti zaštite šuma, smanjenju materijalnih šteta u okolini i boljoj organizaciji operativnih aktivnosti tokom intervencija gašenja.

Predmet ovog rada jeste upravljanje šumskim požarima sa aspekta procjene vjerovatnoće nastanka opasnosti od požara, te ranog otkrivanja i primjene savremenih sistema zaštite. U radu će biti prikazane osnovne faze upravljanja požarima, metode procjene opasnosti, tradicionalni i savremeni sistemi detekcije, kao i značaj tehnoloških rješenja u unapređenju zaštite šumskih ekosistema. Posebna pažnja biće posvećena sistemu IQ FireWatch i njegovoj ulozi u savremenom konceptu ranog upozoravanja i zaštite od šumskih požara.

1. UPRAVLJANJE ŠUMSKIM POŽARIMA

Upravljanje šumskim požarima obuhvata skup aktivnosti usmjerenih na zaštitu ljudi, imovine i šumskih ekosistema od požara (Martell, 2001). Uticaji šumskih požara na životnu sredinu uključuju velike emisije ugljenika (Hao et al., 1996;), oslobađanje tragova gasova i aerosolnih čestica (Crutzen and Andreae, 1990), emisiju crnog ugljenika (Dwyer et al., 1998), kao i stvaranje značajnih količina dimnog aerosola tokom sagorijevanja biomase. Ove čestice imaju važnu ulogu u radijacionom balansu Zemljine atmosfere (Kaufman et al., 1998). Pored toga, sagorijevanje biomase izaziva štete u okolini zbog gubitka biodiverziteta, promjena u atmosferskoj hemiji, povećanog površinskog oticanja, erozije zemljišta i promjena albeda (Attri et al., 2020).

Proces upravljanja šumama sa aspekta smanjenja vjerovatnoće od nastanka požara obuhvata više faza.

1.1. PREVENCIJA

U ranijem periodu primjenjivana je praksa formiranja tzv. „linija šumskih požara“, koje su podrazumijevale uklanjanje zapaljivog materijala duž granica šuma tokom sušnih sezona, kako bi se spriječilo širenje požara između odjeljenja. Prikupljeni šumski otpad se potom kontrolisano spaljivao (Attri et al., 2020). U savremenim uslovima, kao primjer u Indiji značajnu ulogu u prevenciji imaju odbori za zajedničko upravljanje šumama (JFM), osnovani na nivou lokalnih zajednica s ciljem većeg uključivanja stanovništva u zaštitu šuma (Khanna, 1998). Trenutno djeluje više od 36.000 ovih odbora koji upravljaju sa preko 10 miliona hektara šumskih površina, pri čemu je zaštita od požara jedna od njihovih osnovnih funkcija (Bahuguna i Singh, 2002; Joseph et al., 2009).

1.2. DETEKCIJA

Rano otkrivanje nastanka opasnosti od požara predstavlja ključni element uspješnog upravljanja, jer omogućava smanjenje štete i gubitaka. U tu svrhu koriste se sistemi ranog upozoravanja, osmatračnice i redovno patroliranje, posebno intenzivirano tokom ljetne sezon. U zaštićenim područjima osmatračnice su češće raspoređene nego u nezaštićenim zonama. Lokalno stanovništvo takođe učestvuje u detekciji, najčešće kao informatori, u zavisnosti od angažmana šumskih službi (Anonimno, 2022). Ipak, ove metode su ograničene u teško dostupnim i udaljenim područjima. Zbog toga se sve više koristi satelitsko daljinsko osmatranje, koje omogućava efikasnije otkrivanje požara, procjenu štete i planiranje mjera uz manje troškove i vrijeme (Attri et al., 2020). Među korišćenim sistemima su NOAA-AVHRR, GOES, ENVISAT, MODIS, DMSP-OLS i MSG-SEVIRI, koji služe za detekciju, praćenje i analizu šumskih požara (Szpakowski et al., 2019).

1.3. DOVOĐENJE POŽARIŠTA POD KONTROLU

Početkom 20. vijeka mjere suzbijanja požara bile su ograničeno efikasne, ali su se s vremenom unapređivale i prilagođavale različitim promjenama uslova. U područjima sa lakšim pristupom i brzim reagovanjem, rezultati su bili znatno bolji. Međutim, u udaljenim predjelima, prije razvoja sistema ranog otkrivanja i specijalizovanih jedinica, uticaj mjera bio je ograničen, što je dovelo do promjena u strategijama upravljanja u drugoj polovini vijeka (Keeley, 2008). Danas, pored tradicionalnih metoda gašenja, državne šumske službe koriste savremenu opremu i uključuju različite organizacione strukture poput JFMC, EDC i BMC. Takođe, u kriznim situacijama uključuju se lokalne zajednice, administrativne strukture i, po potrebi, specijalizovane snage za reagovanje na katastrofe (Anonymous, 2022).

1.4. AKTIVNOSTI NAKON GAŠENJA POŽARA

Nakon gašenja požara, upravljanje se nastavlja kroz procjenu vjerovatnoće nastanka opasnosti i obnovu pogođenih područja.

1.4.1. Prikupljanje podataka nakon gašenja požara

Ova faza je ključna za unapređenje budućih strategija, iako se često zanemaruje ili sprovodi samo formalno. Podaci se prikupljaju putem terenskih izvještaja i tehnologija daljinskog osmatranja. Dežurne službe evidentiraju stanje na terenu, nakon čega se podaci prosljeđuju kroz hijerarhijsku strukturu upravljanja (RO, DFO, CF, PCCF). Otežavajući faktori uključuju nedostatak osoblja, zahtjevan teren i slabu komunikacionu infrastrukturu, dok institucionalni pritisci mogu dovesti do nedovoljnog prijavljivanja požara (Anonimno, 2018).

1.4.2. Restauracija i remedijacija

Obnova nakon požara podrazumijeva i podršku lokalnim zajednicama, koja najčešće dolazi od drugih državnih institucija ili nevladinih organizacija, iako se takvi slučajevi rijetko bilježe (Anonimno, 2018). Biološka obnova šuma je često ograničena, uz pojedine izuzetke poput

države Utarakhand, gdje se primjenjuju mjere za kontrolu erozije i zadržavanje vode korišćenjem materijala poput iglica čir bora. Ipak, efikasnost ovih mjera nije u potpunosti evaluirana. Restauracija ekosistema može uključivati različite pristupe, kao što su ponovno pošumljavanje, razvoj agrošumarskih sistema ili prirodna regeneracija. Pri izboru strategije važno je uzeti u obzir lokalne uslove, raspoložive resurse i ciljeve obnove (FAO and WRI, 2019; Holl and Aide, 2011; Scheper et al., 2021). Ciljevi restauracije obuhvataju obnovu strukture i funkcije šuma, povećanje biodiverziteta i kapaciteta skladištenja ugljenika, ali i unapređenje socio-ekonomskih koristi koje šumski ekosistemi pružaju (Holl, 2012; FAO, 2020; Scheper et al., 2021).

1.4.3. Predviđanje mjesta opasnosti i procjena vjerovatnoće nastanka

Poznato je da na nastanak šumskih požara utiče više različitih faktora. Stručnjaci iz Sjedinjenih Američkih Država analizirali su te faktore i, kombinujući podatke o njihovom stanju, razvili metodu za procenu rizika od izbijanja požara. U obzir su uzeti sledeći elementi: stanje prizemne vegetacije, nivo vlage u gorivom materijalu, količina padavina i brzina vjetra.

Ovi podaci se svakodnevno prikupljaju na terenskim stanicama, obrađuju i međusobno upoređuju, nakon čega se donosi procjena o stepenu opasnosti od požara. Radi jednostavnijeg pregleda i brže primjene u praksi, razvijeni su posebni pokazivači opasnosti. Na osnovu unijetih vrijednosti za navedene faktore, moguće je direktno očitati indeks gorivosti, odnosno nivo rizika, što omogućava pravovremeno preduzimanje preventivnih mjera ili brzo reagovanje u početnoj fazi požara.

Jedan od takvih uređaja je „Forest Danger Meter Type 8-0“, koji se koristi u istočnim djelovima SAD, prikaz na slici br 1. Njegova upotreba je jednostavna, a za određivanje indeksa potrebni su sljedeći podaci:

Stanje prizemne vegetacije izražava se kroz pet nivoa. Prvi nivo označava da je vegetacija suva više od 90%, dok peti podrazumeva da je više od 90% vegetacije zeleno. Preostali nivoi predstavljaju prelazne faze i procjenjuju se vizuelno.

Indeks promjenljivosti padavina daje uvid u količinu i kretanje padavina na posmatranom području.

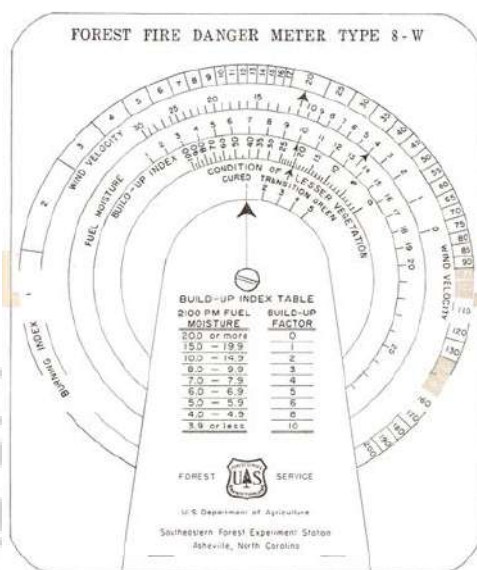
Vlažnost gorivog materijala mjeri se u procentima pomoću posebnih instrumenata. U tu svrhu koriste se uzorci poput drvenih daščica ili štapića koji su prethodno izloženi šumskoj stelji. Ukoliko vlažnost prelazi 20%, smatra se da je opasnost od požara minimalna.

Brzina vjetra određuje se pomoću anemometra.

Svi prikupljeni podaci unose se u pokazivač, a njihovom kombinacijom dobija se konačni indeks opasnosti od požara. Primjena ove metode u SAD dovela je do značajnog smanjenja broja i razmjera požara, kao i do smanjenja troškova zaštite šuma. Metoda je kasnije prihvaćena i u Kanadi, a interesovanje za njenu primjenu pokazale su i brojne evropske zemlje. Postoji opravdana osnova da se sličan pristup uvede i u domaći sistem zaštite šuma.

Rano otkrivanje nastanka šumskih požara kao ključna komponenta sistema zaštite

U teorijskom i praktičnom smislu, rano otkrivanje šumskih požara predstavlja jednu od ključnih karika u sistemu zaštite šumskih ekosistema, budući da direktno određuje mogućnost pravovremene i efikasne intervencije. Vremenski faktor u ovoj fazi djeluje multiplicirajuće na intenzitet i prostorno širenje požara, čime se značajno utiče na obim štete i složenost operacija gašenja. Prema podacima US Forest Service, postoji jasna korelacija između vremena detekcije i ukupne površine zahvaćene požarom, što ovu fazu čini presudnom i sa aspekta optimizacije troškova i raspoloživih resursa.



Slika 1. Prikazivač opasnosti od šumskih požara (izvor: J. Keetch, arhivski dokument US Forest Service)

Uprkos razvijenim predostrožnim mjerama, izbijanje požara u šumskim područjima nije moguće u potpunosti spriječiti. Stoga se posebna pažnja posvećuje sistemima njihovog ranog uočavanja i preciznog lociranja, npr. na osnovu pokazivača prikazanog na slici 1. Brzina detekcije direktno utiče na mogućnost lokalizacije požara u početnoj fazi, čime se smanjuju negativne posljedice po ekosistem i materijalna dobra.

1.5. KLASIČNE METODE NADZORA I NJIHOVA OGRANIČENJA

Tradicionalni sistemi nadzora, poput pješačkih i motorizovanih patrola, kao i osmatranja sa uzvišenih tačaka, i dalje imaju značajnu ulogu u praksi. Kontrola se može vršiti sa prirodnih uzvišenja (planinski vrhovi), postojećih visokih objekata ili posebno izgrađenih požarnih kula. Međutim, njihova efikasnost uslovljena je nizom faktora, uključujući konfiguraciju terena, meteorološke uslove i raspoloživost ljudskih resursa. Prema istraživanjima Andrew M. Smith, ovi sistemi imaju ograničen domet i podložni su greškama uzrokovanim ljudskim faktorom.

Kule za osmatranje i markiranje opasnosti

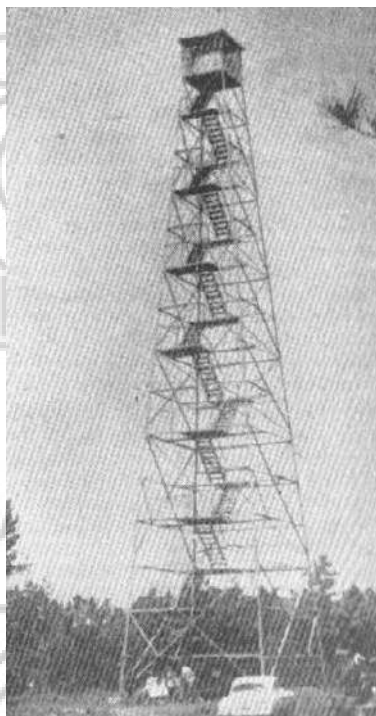
Kule za osmatranje i markiranje opasnosti predstavljaju jedan od najvažnijih elemenata klasičnog sistema nadzora. Njihova konstrukcija varira od jednostavnih improvizovanih platformi do složenijih drvenih, metalnih ili zidanih objekata. Standardne drvene kule često imaju piramidalni oblik i visinu od 20 do 30 metara, dok savremene metalne konstrukcije, kakve se koriste u Sjedinjene Američke Države, mogu dostići znatno veće visine i odlikuju se većom trajnošću i stabilnošću. Gustina njihove mreže zavisi od reljefnih i ekonomskih uslova, pri čemu se u praksi postavljaju na međusobnim udaljenostima od 3 do 20 kilometara, prikaz požarnog tornja na slici 2.

1.6. KONTROLA OPASNOSTI OD POŽARA LETEĆIM OBJEKTIMA

U nekim zemljama, posebno onima sa velikim šumskim kompleksima kao što su Kanada i Rusija, razvijeni su sistemi vazdušnog izviđanja. Prednosti ovog pristupa uključuju širok pregled terena (i do 80 km), mogućnost preciznog lociranja požara i operativnost u uslovima smanjene vidljivosti sa tla. Međutim, visoki troškovi i ograničena dostupnost letjelica predstavljaju značajne nedostatke. Zbog toga se u praksi često primjenjuje kombinovani pristup, gdje se vazdušni nadzor koristi kao dopuna drugim metodama.

1.7. ZAKONSKA REGULATIVA

Zakonska regulativa u mnogim zemljama propisuje obavezu prijavljivanja uočenih požara, ali takve mjere same po sebi nisu dovoljne. Neophodno je organizovati stalne požarne patrole, posebno u periodima povećanog rizika. Ove patrole imaju zadatak da pravovremeno otkriju požar, pokušaju njegovo suzbijanje u početnoj fazi ili obavijeste nadležne službe ukoliko je požar već u razvoju. Efikasnijim se pokazao rad patrola u paru, naročito u rizičnim područjima, jer omogućava istovremeno djelovanje i komunikaciju sa nadležnim institucijama. Takođe, motorizovane patrole imaju prednost u odnosu na pješačke zbog veće pokretljivosti i brže reakcije.



Slika 2. Protivpožarna kula (Izvor:Radišić, Dragan, „Zaštita od požara i spasavanje“)

Za precizno određivanje lokacije požara koristi se metoda triangulacije, koja podrazumijeva opažanje sa najmanje dvije osmatračnice. Presjek pravaca opažanja omogućava tačno lociranje požara, što zahtijeva efikasnu komunikaciju između osmatračkih tačaka i centralne stanice. U tom kontekstu, pouzdani komunikacioni sistemi imaju ključnu ulogu u brzini reakcije.

1.8. TEHNOLOŠKA TRANSFORMACIJA SISTEMA DETEKCIJE

Savremeni razvoj tehnologije značajno je unaprijedio mogućnosti ranog otkrivanja požara. Napredak u oblasti daljinske detekcije i informacionih sistema omogućio je kontinuirano praćenje velikih teritorija. Prema podacima European Space Agency, savremeni satelitski sistemi omogućavaju visoku frekvenciju osmatranja i detekciju promjena u realnom vremenu. Integracija satelitskih podataka sa geografskim informacionim sistemima dodatno proširuje funkcionalnost ovih tehnologija. Alessandro Marangon ističe da takvi sistemi omogućavaju ne samo identifikaciju požara, već i modeliranje njegovog potencijalnog širenja, čime se unapređuje planiranje intervencija.

Pored satelitskog nadzora, u pojedinim državama sa velikim šumskim kompleksima, poput Kanada i Rusija, koriste se i vazduhoplovna sredstva (avioni i helikopteri). Ova metoda omogućava širok pregled terena i precizno lociranje požara, ali je ograničena visokim troškovima i operativnim faktorima, zbog čega se često koristi kao dopuna drugim metodama nadzora.

1.9. OPERATIVNA EFIKASNOST I SISTEMI ODLUČIVANJA

Efikasnost sistema zaštite od požara ne zavisi isključivo od njihove detekcije, već i od brzine i kvaliteta donošenja odluka nakon identifikacije nastanka opasnosti od požara. Miguel Castillo naglašava da uspješni sistemi upravljanja zahtijevaju jasno definisane operativne protokole i hijerarhiju odlučivanja.

Savremeni pristupi podrazumijevaju integraciju različitih izvora podataka - terenskih, satelitskih i meteoroloških - u jedinstvene informacione sisteme. Ovakvi sistemi omogućavaju koordinisano djelovanje svih učesnika u procesu zaštite i gašenja požara, čime se značajno povećava ukupna efikasnost odgovora.

2. IQ FIREWATCH – VISOKOTEHNOLOŠKI SISTEM ZA RANO OTKRIVANJE NASTANKA OPASNOSTI OD POŽARA I DIMA

Sistem IQ FireWatch namijenjen je detekciji požara u različitim tipovima okruženja i predstavlja savremeno rješenje u oblasti zaštite od požara. Iako se već dugi niz godina primarno koristi za rano otkrivanje šumskih požara, njegova primjena je značajno proširena i na zaštitu skladišta, industrijskih postrojenja, energetske objekata, kao i naseljenih područja koja se nalaze u neposrednoj blizini šumskih kompleksa. Ovakva fleksibilnost omogućava njegovu implementaciju u različitim sektorima gdje postoji povećan rizik od požara.

Pored identifikacije nastanka opasnosti od požara na velikim udaljenostima, sistem omogućava detekciju početnih faza požara, uključujući pojavu dima i temperaturnih anomalija u ranoj fazi razvoja. Ova karakteristika je od posebnog značaja jer omogućava intervenciju prije nego što požar dostigne veće razmjere. Zbog toga je sistem naročito pogodan za nadzor otvorenih industrijskih prostora sa povećanim požarnim opterećenjem, gdje i najmanji izvor paljenja može izazvati značajne posljedice.

Zadnjih 20 godina trećeg milenija nastanak opasnosti od šumskih požara nose veći procenat nastank. Ta je pojava intenzivirana usljed klimatskih promjena, produženih sušnih perioda, ali i antropogenih faktora kao što su nepažnja ili namjerno izazivanje požara. Ove promjene dovele su do povećanja učestalosti i intenziteta požara na globalnom nivou, čime je potreba za naprednim sistemima detekcije postala još izraženija. Posljedice su naročito vidljive tokom ljetnih mjeseci, kada visoke temperature i nizak nivo vlažnosti stvaraju idealne uslove za brzo širenje požara.

Sistem IQ FireWatch zasniva se na upotrebi multispektralnih senzora koji omogućavaju kontinuirano praćenje prostora i detekciju dima u realnom vremenu. U optimalnim atmosferskim uslovima, sistem može registrovati dim na udaljenostima i do 60 [km], što omogućava pokrivanje velikih teritorija sa relativno malim brojem osmatračkih tačaka. Pored toga, sistem koristi automatizovane rotacione kamere i softverske algoritme za analizu slike, čime se dodatno povećava preciznost detekcije.

Kontinuiranim unapređenjem tehničkih komponenti, kao i razvojem softvera zasnovanog na savremenim metodama vještačke inteligencije i mašinskog učenja, značajno je povećana efikasnost sistema. Kombinacija različitih algoritama za prepoznavanje dima, zajedno sa bazama podataka prikupljenim kroz dugogodišnju primjenu u različitim klimatskim i geografskim uslovima, omogućava visoku pouzdanost detekcije uz minimalan broj lažnih alarma. Time se smanjuje opterećenje operativnih službi i povećava efikasnost reagovanja.

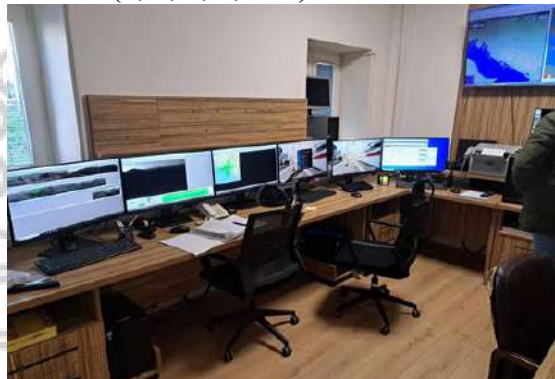
Razaranje ambijenta šumskim požarima predstavljaju prijetnju prirodnim eko-sistemima i naseljima koja se nalaze na granici između prirodnih i urbanih ili industrijskih zona, poznatim kao Wildland-Urban Interface. Ova područja karakteriše povećan rizik zbog prisustva zapaljive vegetacije u neposrednoj blizini objekata i infrastrukture. Često obuhvataju industrijske komplekse, skladišta, turističke zone, ali i stambena naselja koja koriste prednosti prirodnog okruženja.

Sistem IQ FireWatch omogućava razvoj prilagođenih rješenja za rano upozoravanje, kako za velike industrijske komplekse, tako i za manja privatna imanja. Njegova modularna struktura i mogućnost integracije sa drugim sigurnosnim i informacionim sistemima dodatno povećavaju njegovu primjenjivost. Zahvaljujući dugogodišnjoj primjeni i kontinuiranom razvoju, sistem se može efikasno prilagoditi specifičnim lokalnim uslovima, uključujući reljef, klimatske karakteristike i nivo rizika.

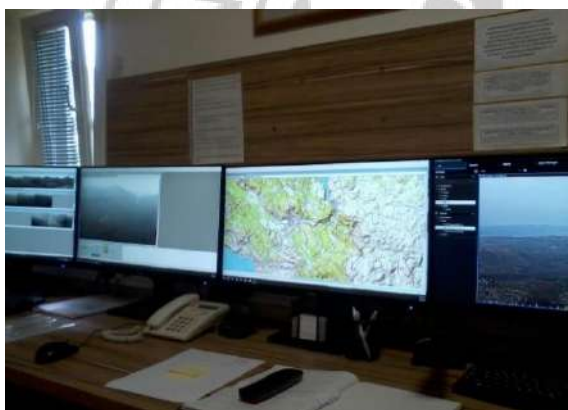
U Trebinju je sistem IQ FireWatch instaliran na TV repetitoru planine Leotar, čime je omogućen nadzor širokog područja. Time se značajno unapređuje sistem ranog upozoravanja i zaštite od šumskih požara, što je prikazano na slikama (3, 4, 5, 6, 7 i 8).



Slika 3. Kamera uređaja
 Izvor: Autor



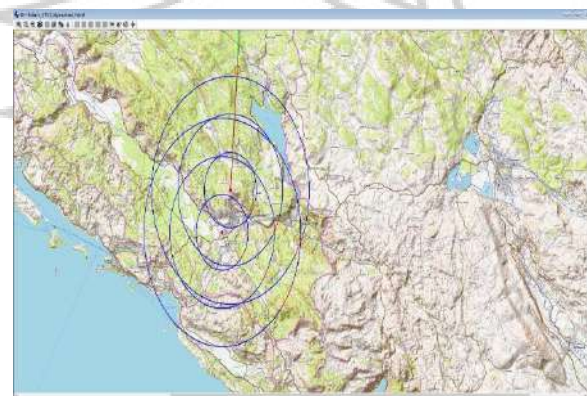
Slika 4. Dežurna soba za posmatranje
 Izvor: Autor



Slika 5. Monitori uređaja
 Izvor: Autor



Slika 6. Detektovani požar i prikaz na monitoru
 Izvor: Autor



Slika 7. Mapa požarišta sa tačnim koordinatama
 Izvor: Autor



Slika 8. Mapa preciznog lociranja
 Izvor: Autor

ZAKLJUČAK

Upravljanje procjenom nastanka opasnosti od nastanka požara predstavlja složen i višedimenzionalan proces koji zahtijeva integraciju različitih pristupa, od sistematskog monitoringa i procjene stanja okoline, do pravovremenog reagovanja i postpožarne obnove. Kao što je prikazano u radu, efikasan sistem zaštite zasniva se na kontinuiranom prikupljanju i analizi podataka, što omogućava ne samo uvid u trenutno stanje, već i pouzdano predviđanje potencijalnih rizika. Upravo takav pristup čini osnovu savremenih sistema upravljanja, gdje se odluke donose na temelju relevantnih informacija i jasno definisanih procedura.

Poseban značaj ima rana detekcija šumskih požara, koja direktno utiče na mogućnost njihove lokalizacije u početnoj fazi i smanjenje ukupne štete. Tradicionalne metode nadzora, iako i dalje prisutne, pokazuju određena ograničenja, naročito u teško dostupnim područjima i uslovima smanjene vidljivosti. Zbog toga savremeni trendovi idu u pravcu primjene naprednih tehnologija, poput satelitskog nadzora, geografskih informacionih sistema i automatizovanih detekcionih rješenja.

U tom kontekstu, sistemi poput IQ FireWatch predstavljaju značajan iskorak u unapređenju zaštite od požara. Njihova sposobnost ranog otkrivanja dima i temperaturnih anomalija, uz primjenu savremenih algoritama i vještačke inteligencije, omogućava bržu i precizniju reakciju nadležnih službi. Time se ne samo smanjuje vjerovatnoća nastanka opasnosti od velikih požara, već se i optimizuju resursi i povećava ukupna efikasnost sistema zaštite.

Važno je naglasiti da upravljanje procjenom nastanka opasnosti od nastanka požara ne završava njihovim gašenjem. Postpožarne aktivnosti, uključujući procjenu štete i obnovu ekosistema, imaju ključnu ulogu u dugoročnom očuvanju šumskih resursa i biodiverziteta. Uspješna restauracija zahtijeva pažljivo planiranje i prilagođavanje lokalnim uslovima, uz istovremeno uvažavanje ekoloških i socio-ekonomskih aspekata.

Efikasan sistem zaštite od šumskih požara podrazumijeva kombinaciju predostrožnih i preventivnih mjera, savremenih tehnologija i aktivnog učešća institucija i lokalnih zajednica. U uslovima sve izraženijih klimatskih promjena i povećanog rizika od požara, kontinuirano unapređenje ovih sistema postaje neophodno. Primjena savremenih metoda i iskustava iz prakse drugih zemalja predstavlja dobru osnovu za dalji razvoj i unapređenje sistema zaštite šuma i u lokalnom kontekstu.

LITERATURA

- [1] Anonymous. (2018). Forest Fire Disaster Management and Post-Fire Assessment Report. New Delhi: National Disaster Management Authority (NDMA).
- [2] Anonymous. (2022). Forest Fire Prevention and Management Guidelines. New Delhi: Ministry of Environment, Forest and Climate Change, Government of India.
- [3] Attri, S. D., et al. (2020). Wildfires and Climate Change. Cham: Springer Nature.
- [4] Bahuguna, V. K., & Singh, S. (2002). Community Participation in Forest Fire Management: Role of Joint Forest Management Committees. Dehradun: (ICFRE).
- [5] Crutzen, P. J., & Andreae, M. O. (1990). "Biomass Burning in the Tropics: Impact on Atmospheric Chemistry and Biogeochemical Cycles." *Science*, 250(4988), 1669–1678. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science (AAAS).
- [6] Dwyer, E., Pereira, J. M. C., Grégoire, J. M., & DaCamara, C. C. (1998). "Characterization of the Global Spatial and Temporal Distribution of Vegetation Fire Activity Using Satellite Observations." *International Journal of Remote Sensing*, 21(6–7), 1289–1302.
- [7] FAO & WRI. (2019). The Road to Restoration: A Guide to Identifying Priorities and Indicators for Monitoring Forest and Landscape Restoration. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) i World Resources Institute (WRI).
- [8] Holl, K. D. (2012). "Restoration of Tropical Forest Ecosystems." U: van Andel, J., & Aronson, J. (ur.), *Restoration Ecology: The New Frontier*. Oxford: Wiley-Blackwell.
- [9] Holl, K. D., & Aide, T. M. (2011). "When and Where to Actively Restore Ecosystems?" *Forest Ecology and Management*, 261(10), 1558–1563. Amsterdam: Elsevier.
- [10] Kaufman, Y. J., Hobbs, P. V., Kirchhoff, V. W. J. H., et al. (1998). "Smoke, Clouds, and Radiation – Brazil (SCAR-B) Experiment." *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 103 (D24), 31783–31808. Washington, DC: American Geophysical Union.
- [11] Khanna, P. K. (1998). Joint Forest Management in India. New Delhi: Ministry of Environment and Forests, Government of India.
- [12] Martell, D. L. (2001). "Forest Fire Management." U: Johnson, E. A., & Miyanishi, K. (ur.), *Forest Fires: Behavior and Ecological Effects*. San Diego: Academic Press.
- [13] Radišić, D. (2017). Zaštita od požara i spašavanje. Banja Luka: NUBL Fakultet za bezbjednost i zaštitu.
- [14] Szpakowski, D. M., et al. (2019). "A Review of Remote Sensing-Based Methods for Wildfire Detection and Monitoring." *Remote Sensing*, 11(3). Basel: MDPI.