

Analiza protupožarnih mjera i troškova na mediteranskom području krša Hrvatske

Lukinić, Matija

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry and Wood Technology / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:651959>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-18**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE
ŠUMARSKI ODSJEK
DIPLOMSKI STUDIJ
UZGAJANJE I UREĐIVANJE ŠUMA S LOVNIM GOSPODARENJEM

MATIJA LUKINIĆ

ANALIZA PROTUPOŽARNIH MJERA I TROŠKOVA NA
MEDITERANSKOM PODRUČJU KRŠA HRVATSKE

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE
ŠUMARSKI ODSJEK

**ANALIZA PROTUPOŽARNIH MJERA I TROŠKOVA NA
MEDITERANSKOM PODRUČJU KRŠA HRVATSKE**

DIPLOMSKI RAD

Diplomski studij:	Uzgajanje i uređivanje šuma s lovnom gospodarenjem
Predmet:	Šumske melioracije krša
Ispitno povjerenstvo:	1. (mentor) prof. dr. sc. Damir Barčić
	2. (član) prof. dr. sc. Stjepan Posavec
	3. (član) prof. dr. sc. Željko Španjol
Student:	Matija Lukinić
JMBAG:	0116136158
Datum odobrenja teme:	25.4.2022.
Datum predaje rada:	6.7.2022.
Datum obrane rada:	8.7.2022.

Zagreb, srpanj 2022.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Naslov:	Analiza protupožarnih mjera i troškova na mediteranskom području krša Hrvatske
Autor:	Matija Lukinić
Adresa autora:	Ivana Meštrovića 5, 44 000 Sisak
Mjesto izradbe:	Fakultet šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu
Vrsta objave:	Diplomski rad
Mentor:	prof. dr. sc. Damir Barčić
Izradu rada pomogao:	prof. dr. sc. Stjepan Posavec
Godina objave:	2022.
Opseg:	53 str., 19 slika, 9 tablica i 56 navoda literature
Ključne riječi:	Mediteran, protupožarne mjere, troškovi protupožarnih mjera, protupožarni nadzor
Sažetak:	U sustavu zaštite šuma od požara bitna pretpostavka učinkovitosti je osiguranje potrebnih materijalnih i tehničkih sredstava u dokazanoj preventivnoj zaštiti. Osim navedenog posljednjih godina važno je i korištenje novih tehnologija, prije svega daljinskog istraživanja. Povezivanjem u jedan sustav i održavanje tog sustava stvaraju se novi troškovi. U radu su prikazani i analizirani troškovi protupožarne zaštite prije požarne sezone i one tijekom i poslije požarne sezone. Cilj je jasno interpretirati troškove povezane sa zaštitom od požara i obnovom nakon požara.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Title:	Analysis of fire protection measures and costs in the Mediterranean karst area of Croatia
Author:	Matija Lukinić
Adress of Author:	Ivana Meštrovića 5, 44 000 Sisak
Thesis performed at:	Faculty of Forestry and Wood Technology, University of Zagreb
Publication Type:	Master's thesis
Supervisor:	prof. dr. sc. Damir Barčić
Preparation Assistant:	prof. dr. sc. Stjepan Posavec
Publication year:	2022.
Volume:	53 pages, 9 tables, 19 figures and 56 references
Key words:	Mediterranean, fire protection measures, costs of fire protection measures, fire control
Abstract:	In the system of forest fire protection, an important prerequisite for efficiency is the provision of the necessary material and technical means in the implementation of preventive protection. In addition to the above, in recent years it is important to use newer technologies, especially remote. The paper presents and analyzes the costs of fire protection before the fire season and those during and after the fire season. The aim is to clearly interpret the costs associated with fire protection and post-fire reconstruction.

	IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI	OB FŠDT 05 07
		Revizija: 2
		Datum: 2.2.2021.

„Izjavljujem da je moj diplomski rad izvorni rezultat mogega rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni.“

Zagreb, 8.7.2022. godine

vlastoručni potpis

Matija Lukinić

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Šumski požari	3
1.1.1. Podzemni požar ili požar korijenja	5
1.1.2. Prizemni ili niski požar	6
1.1.3. Požar u krošnjama ili visoki požar	6
1.1.4. Požar osamljenog drveća i grmlja	7
1.2. Štete od šumskih požara	7
2. CILJ ISTRAŽIVANJA	8
3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA S RASPRAVOM	8
3.1. Protupožarne mjere	8
3.1.1. Šumska prometna infrastruktura	8
3.1.2. Motrenje i dojava	9
3.1.3. Preventivno uzgojne mjere	10
3.1.4. Provođenje informativno - promidžbenih aktivnosti	11
3.1.5. Zakon o zaštiti od požara	12
3.1.6. Program aktivnosti u provedbi posebnih mjera od zaštite od požara	12
3.1.7. Metoda izrade indeksa opasnosti od požara	21
3.2. Napredni automatski protupožarni nadzor	26
3.2.1. Inteligentni Protupožarni NAdzorni Sustav - IPNAS	26
3.2.2. OIV Fire Detect AI - OIV	27
3.3. Uloga EU u protupožarnim mjerama Republike Hrvatske	29
3.3.1. Europski informacijski sustav o šumskim požarima – EFFIS	29
3.3.2. EU projekti	32
3.4. Analiza troškova	36
3.4.1. Troškovi protupožarnih mjera	36
3.4.2. Troškova gašenja požara	38
3.4.3. Troškovi obnove nakon požara	41

3.4.4. Prikaz troškova i šteta od požara na primjeru SAD-a	44
4. ZAKLJUČAK	50
LITERATURA	51

POPIS SLIKA

Slika 1. Shematski prikaz regresije i progresije Mediterana (Dubravac i Hrvoj 2015)

Slika 2. Trokut izgaranja (skybrary.aero)

Slika 3. Podzemni požar(www.fire.uni-freiburg.de)

Slika 4. Prizemni požar (www.fire.uni-freiburg.de)

Slika 5. Visoki požar(www.fire.uni-freiburg.de)

Slika 6. Požar osamljenog drveća (www.dreamstime.com)

Slika 7. Šumski požar kod Splita koji se dogodio 17. srpnja 2017. godine (www.direktno.hr)

Slika 8. Fotografija osmatračnice (a) (www.hrsume.hr) i struktura zaposlenih u motrenju i dojavi (b) (Jurjević 2009)

Slika 9. Protupožarna kampanja za 2022. godinu (www.hrsume.hr)

Slika 10. Indeks opasnosti od šumskog požara za 22.6.2022. (www.meteo.hr)

Slika 11. Razlika između ljudskog nadzora dalekozorima i ljudskim okom (lijevo) i nadzora požara pomoću video kamera na motrilačkim lokacijama (desno) (Stipaničev 2021)

Slika 12. Motrilačka eksperimentalna jedinica sustava IPNAS na Marjanu Split (Stipaničev 2021)

Slika 13. Shematski prikaz rada OIV Fire Detect AI (www.oiv.hr)

Slika 14. Integracija simulatora širenja požara u OiV Fire Detect AI (Stipaničev 2021)

Slika 15. Primjer implementacije OiV Fire Detect AI u Hrvatskoj (www.oiv.hr)

Slika 16. Grafički prikaz broja požara unutar Hrvatske od 1992.-2020.god (JRC 2020)

Slika 17. Grafički prikaz prosječne veličine požara u Hrvatskoj od 1992.-2020.god (JRC 2020)

Slika 18. Grafički prikaz izgorjelog područja Hrvatske od 1992.-2020.god (JRC 2020)

Slika 19. Procjenu troškova u obnovi šuma nakon požara po regijama u razdoblju 2013.- 2020- godine za Italiju (www.statista.com)

POPIS TABLICA

Tablica 1. Temeljne značajke fitogeografske razdiobe šuma Sredozemlja u Hrvatskoj (Trinajstić 1998)

Tablica 2. Širenje vatre nakon zapaljenja goriva standardnog tipa prema ISI indeksu (www.meteo.hr)

Tablica 3. Izgorena područja s obzirom na tip zemljišta unutar razdoblja od 2010.-2020.godine (JRC 2020)

Tablica 4. Prikaz plana i troškova protupožarnih mjera za 2018. godinu izrađen od strane Hrvatskih šuma d.o.o. (www.hrsume.hr)

Tablica 5. Jedinični troškovi gašenja požara (Cjenik vatrogasnih intervencija)

Tablica 6. Troškovi podizanja sastojine crnog bora (Šumsko – odštetni cjenik)

Tablica 7. Troškovi podizanja sastojine primorskog bora (Šumsko – odštetni cjenik)

Tablica 8. Troškovi podizanja sastojine hrasta crnike (Šumsko – odštetni cjenik)

Tablica 9. Troškovi podizanja sastojine hrasta medunca (Šumsko – odštetni cjenik)

PREDGOVOR

Iskazujem veliko poštovanje i zahvalnost svojem mentoru prof. dr. sc. Damiru Barčiću na povjerenju te na velikoj pomoći i predanosti tijekom izrade diplomskog rada.

Isto tako, zahvaljujem se komentoricu prof. dr. sc. Stjepanu Posavcu na pomoći tijekom izrade diplomskog rada.

Veliko hvala svim mojim kolegama i prijateljima na potpori tijekom studiranja.

Na kraju, najveća hvala mojoj obitelji i mojoj djevojci na neizmjernoj podršci i ljubavi.

1. UVOD

U ovom diplomskom radu govorit će se o problematici mediteranskog područja krša Hrvatske, konkretno šumskim požarima. Prikazati će i protupožarne mjere i troškovi, te njihova analiza na razini Hrvatske.

Meditersko područje Republike Hrvatske čine: sjeverno jadransko primorje (Istra, Hrvatsko primorje), srednje jadransko primorje (sjeverna i srednja Dalmacija), te južno jadransko primorje (južna Dalmacija). Ono zauzima 27% kopnenog dijela državnog teritorija, i ima vrlo veliku nacionalnu vrijednost, iz razloga što se razvija pod posebnim prirodnim uvjetima koji se uvelike razlikuju od onih koji vladaju u kontinentalnom djelu Hrvatske (Topić i Butorac 2011).

Kada govorimo o mediteranskom području Republike Hrvatske, zapravo govorimo o mediteranskom kršu. Pojam krša odnosi se na kompleks geofizikalnih pojava koja su vezana za pojedina geološka razdoblja. S geološkog gledišta karakterizira ga vapnenačko-dolomitna podloga nastala u trijasu, juri i kredi u tadašnjim morima i oblikovana je otapanjem vapnenca u vodi. Krš je karakterističan po nizu nepravilnih vrhova na izbrazdanoj kamenoj površini bez površinskih vodenih tokova. S obzirom na geomorfološka obilježja poznati su sljedeći krški oblici: vrtače, ponikve, uvale, dulibe, jame, kaverne, podzemna, blata, vrulje, špilje i krška polja (Barčić 2019).

Obala Jadranskog mora koja pripada Republici Hrvatskoj je uz Grčku najrazvedenija u Sredozemlju. Obali RH pripada 79 otoka, 525 otočića i 649 hridi i grebena. Ukupna površina je 3259 km², dok dužina obale iznosi 6116 km. Neposredna blizina planinskih masiva ističe se, uz razvedenost obale, kao najizraženija karakteristika. Uz sjeverozapadni dio Jadranskog mora nalazi se Velebit, planinski masiv, koji doseže i više od 1700 m, dok se jugoistočno niz obalu protežu planine: Mosor, Kozjak, Omiška Dinara, Rilić planina, te Biokovo s najvišim vrhom Sv. Jure (1762 m n.m.) (Kovačić 2008).

Šumska zemljišta u mediteranskom području Republike Hrvatske zauzimaju površinu od ukupno 747 000 ha, od kojih je 662 000 ha šuma, a preostalo su gole šumske površine (Matić 2011). Mediteranske šume pripadaju mediteranskoj vegetacijskoj regiji, koja se dijeli na mediteransko-litoralni i mediteransko-montanski vegetacijski pojas (Trinajstić 1998).

Šumska vegetacija koja je razvijena od morske razine do 250 m nadmorske visine na sjevernom dijelu ili 600 m na južnom dijelu sa orografskog gledišta pripada mediteransko – litoralnom pojasu. Mediteransko – litoralni pojas sastoji se od tri vegetacijske zone: stenomediteranske, eumediteranske i submediteranske (Trinajstić 1998).

Stenomediteranska vegetacijska zona obuhvaća dijelove južnodalmatinskih otoka: veći dio otoka Lastova, južne padine Korčule, poluotoka Pelješca, zatim južne padine otoka Brača, Hvara, Visa, Biševa i Sveca te otok Palagružu. Srednji minimum najhladnijeg mjeseca u stenomediteranu iznosi iznad 6 °C, dok srednja godišnja količina oborina je manja od 1000 mm. Ovakvi klimatski parametri pojava kserotermne vazdazelene vegetacije gdje prevladava alepski bor, a tu još nalazimo i vrste kao što su: *Pistacia lentiscus*, *Olea sylvestris*, *Ceratonia siliqua*, *Myrtus communis*, *Juniperus phoeniceae*. Šume alepskog bora u ovoj vegetacijskoj zoni predstavljaju terminalni oblik šumske vegetacije, a karakteristične šume su: šuma alepskog bora sa sominom (*Juniperus phoeniceae* – *Pinetum halepensis* Trinajstić

1988) i šuma alepskog bora s tršljom (*Pistacio lentisci* – *Pinetum halepensis* De Marco, Veriet Caneva 1984) (Trinajstić 1998).

Južni, jugoistočni i jugozapadni obalni pojas Istre, južna polovica otoka Cresa, otok Lošinj i okolno otočje, otok Rab, zapadna polovica Paga te obalni pojas od Maslenice prema jugu (izuzevši ona područja koja pripadaju drugoj vegetacijskog zoni) predstavljaju područja eumediteranske vegetacijske zone. Klimatski pokazatelji ukazuju na srednji minimum najhladnijeg mjeseca između 4 i 6 °C te srednju godišnju količinu oborina iznad 1000 mm. Karakteristične šume koje predstavljaju ovu vegetacijsku zonu su: čiste sastojine hrasta crnike sa primjesama (as. *Myrto* – *Quercetum ilicis* / Horvatić 1963 / Trinajstić 1985), mješovite sastojine hrasta crnike s crnim jasenom (as. *Fraxino orni* – *Quercetum ilicis* Horvatić / 1956 /1958), mješovite sastojine hrasta crnike s alepskim borom (as. *Quercus ilicis* – *Pinetum halepensis* Loisel 1971) te mjestimično na krajnjem jugu mješovita sastojina hrasta oštrike i crnog jasena (as. *Fraxino orni* – *Quercetum cocciferae* Horvatić 1958) (Trinajstić 1998).

Unutrašnjost Istre, Kvarner, Hrvatsko primorje (bez eumediteranskih područja), istočna polovica otoka Paga, te Dalmatinska zagora predstavljaju dijelove su područja Hrvatske koja spadaju u submediteransku vegetacijsku zonu. Submediteran se na svome sjevernom dijelu uzdiže od 250 do 350 m n.m., dok na jugu do 400 (600) m n.m. Karakteristika ovog područja je nešto hladnija i vlažnija klima. Hrast medunac u submediteranu nameće se kao glavna vrsta drveća, te s bijelim grabom izgrađuje šumske sastojine (as. *Quercus pubescentis* – *Carpinetum orientalis* Horvatić 1939) (Trinajstić 1998).

Veće nadmorske visine obuhvaća mediteransko – montanski vegetacijski pojas koji je podijeljen na dvije vegetacijske zone: hemimediterska vegetacijska zona i epimediterska vegetacijska zona (Trinajstić 1998).

U hemimeditersku vegetacijsku zonu spadaju najviši dijelovi jadranskih otoka, od otoka Lošinja do poluotoka Pelješca (400-600 m n.m.). Klimatske karakteristike hemimediterske vegetacijske zone su: srednji minimum najhladnijeg mjeseca između 2 – 4 °C i srednja godišnja količina oborina oko 1200 mm. Šumske zajednice karakteristične za ovu vegetacijsku zonu su: mješovita šuma hrasta crnike i dalmatinskog crnog bora (as. *Quercus ilici* – *Pinetum dalmaticae* Trinajstić 1986), te šume dalmatinskog crnog bora (as. *Erica manipuliflorae* – *Pinetum dalmaticae* Trinajstić 1986) (Trinajstić 1998).

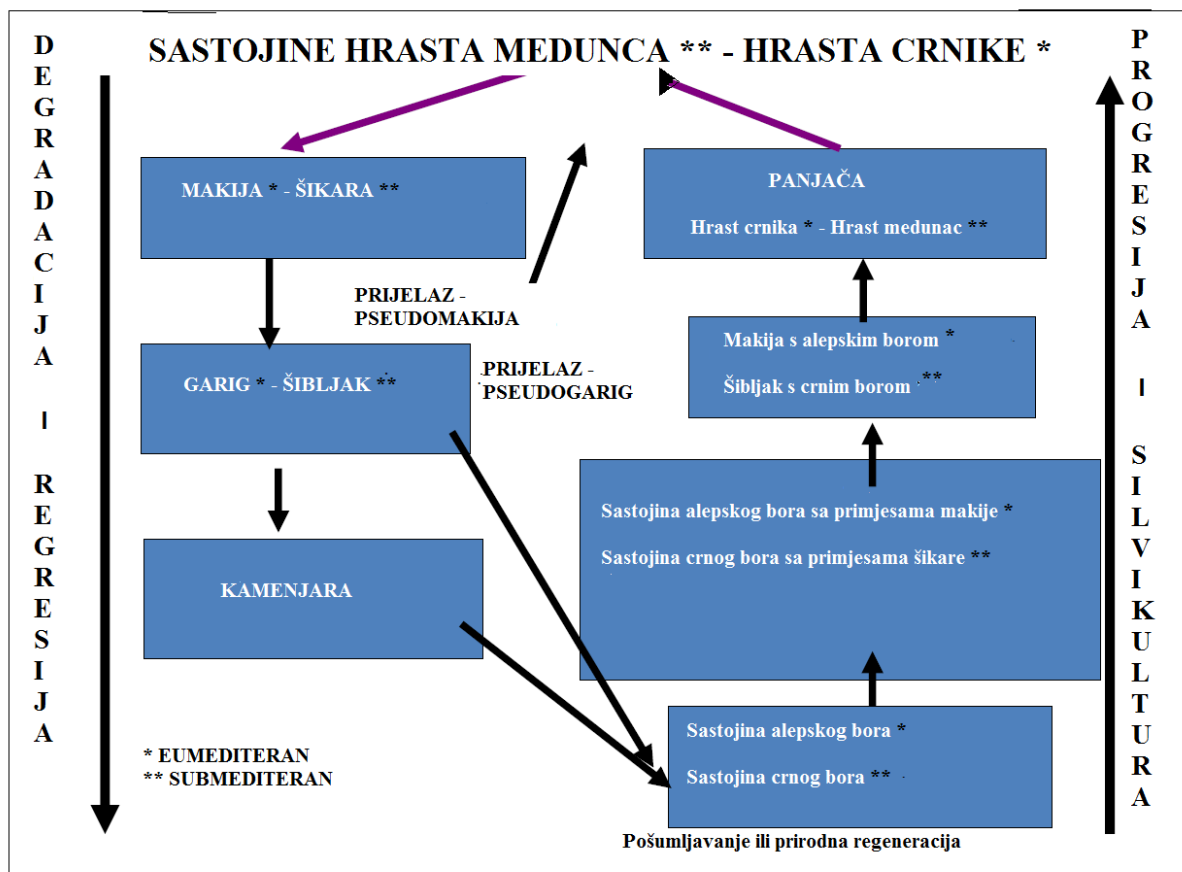
Viši dijelovi primorskih Dinarida (iznad 250–300 m na sjeveru ili 600 - 800 m na jugu). Srednji minimum najhladnijeg mjeseca oko 2 °C i srednja godišnja količina oborina oko 1400 mm, predstavljaju klimatske pokazatelje ove vegetacijske zone. Ovu vegetacijsku zonu obilježavaju listopadne šume hrasta medunca s crnim grabom (as. *Aristolochia lutea* – *Quercetum pubescentis* / Horvat 1959/ Poldini 2008). Tablicom 1. prikazane su temeljne značajke fitogeografske razdiobe šuma Sredozemlja u Hrvatskoj (Trinajstić 1998).

Tablica 1. Temeljne značajke fitogeografske razdiobe šuma Sredozemlja u Hrvatskoj (Trinajstić 1998)

Vegetacijski pojas	Nadmorska visina (m n.m.)	Vegetacijska zona	Srednji minimum najhladnijeg procesa (°C)	God. kol. obor. (mm)	Pionirska vrsta drveća	Konačna vrsta drveća
litoralni	0-250 na sjeveru ili do 600 na jugu	stenomediteran	>6	<1000	alepski bor	-
		eumediteran	4-6	>1000	alepski bor	hrast crnika
		submediteran	>2	>1200	crni bor	hrast medunac
montanski	250 na sjeveru/600 na jugu – granica s kontinent. šumama	hemimediteran	2-4	>1200	crni bor	hrast crnika
		epimediteran	oko 2	>1400	crni bor	hrast medunac

1.1. Šumski požari

Područje Mediterana je od ranog doba bila gusto naseljeno zbog bogatstva prirodnim resursima, te povoljnog geografskog položaja. Zbog intenzivnog razvoja stanovništva i utjecaja čovjeka i njegovih eksploatacijskih navika, poput nekontrolirane sječe, ispaše stoke i šumskih požara, većina šuma u Mediteranu nalazi se nekom od degradacijskih oblika. Nastali degradacijski oblici su: makija, garig i kamenjara u stenomediteranu i eumediteranu, pseudomakija, pseudogarig i kamenjara u hemimediteranu, te šikara, šibljak i kamenjara u submediteranu i epimediteranu. Visoke ljetne temperature, niski i degradirani oblici šuma, velik broj ljudi tijekom ljetnih mjeseci, te duga razdoblja bez oborina, predstavljaju osnovne čimbenike koji utječu na pojavu i razvoj požara na Mediteranu (www.hrsume.hr). Na Slici 1. prikazana je progresija i regresija Mediterana.



Slika 1. Shematski prikaz regresije i progresije Mediterana (Dubravac i Hrvoj 2015)

Šumski požar predstavlja pojavu nekontrolirane vatre i njezino širenje šumom. Razlikuje se po vrsti, načinu postanka i štetama. Određena visoka temperatura, tlak, te kisik, osnovni su elementi za nastanak požara. Ukoliko jedan od navedenih elemenata nedostaje, do požara neće doći. Ljudska aktivnost utjecala je na prirodni režim požara koji se sada pojavljuje sve češće i s većim intenzitetom (Dubravac i Hrvoj 2015).



Slika 2. Trokut izgaranja (skybrary.aero)

Povećani broj požara dovodi do pada prirodne regeneracije u mediteranskom ekosustavu, te također do smanjenja bioraznolikosti i povećanja erozivnosti tla. Sve navedeno dovodi opustošenja prostora što u konačnici rezultira povećanjem troškova obnove i vraćanja tih prostora u prvobitno stanje (Rosavec 2012). Šumski požari se dijele prema različitim kriterijima, međutim najčešća podjela je prema načinu postanka i prema tipu gorivog materijala (Dimitrov 1987; Španjol 1996).

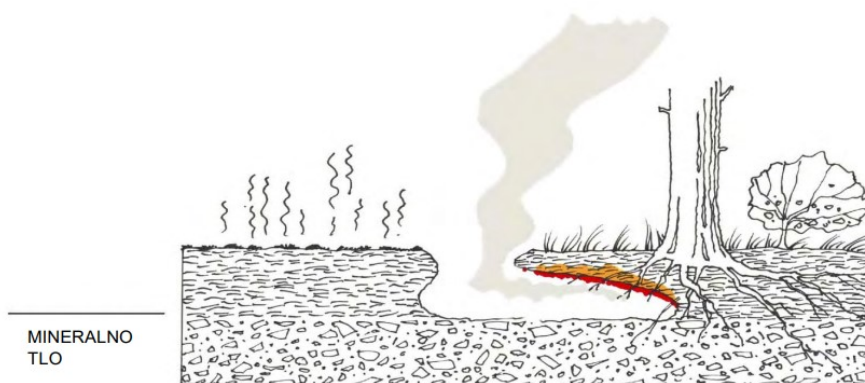
Šumske požare s obzirom na način postanka dijelimo na prirodne i umjetne. Prirodni požari nastaju kao posljedica prirodnih pojava poput udara groma, vulkanskih erupcija ili emisije različitih plinova (Camia i dr. 2013). Kod prirodnih požara ne postoji ljudski utjecaj na nastanak požara, za razliku od umjetnih požara. Glavni uzročnik umjetnih požara je ljudsko djelovanje, bilo kroz nepažnju, nemar ili planirano. Planski požari, izuzev piromanskog paljenja, koriste se u gospodarenju šumama kod primjerice paljenja drvnog otpada, raščišćavanja mjesta prijašnjih sječa, kao preventivne i kurativne mjere s ciljem sprječavanja nastanka i širenja patogena ili štetnih kukaca (Španjol i dr. 2008).

Klasifikacija šumskih požara prema tipu gorivog materijala je (Barčić i dr. 2020):

1. Podzemni požar, požar korijenja
2. Prizemni ili niski požar
3. Požar u krošnjama ili visoki požar
4. Požar osamljenog drveća i grmlja

1.1.1. Podzemni požar ili požar korijenja

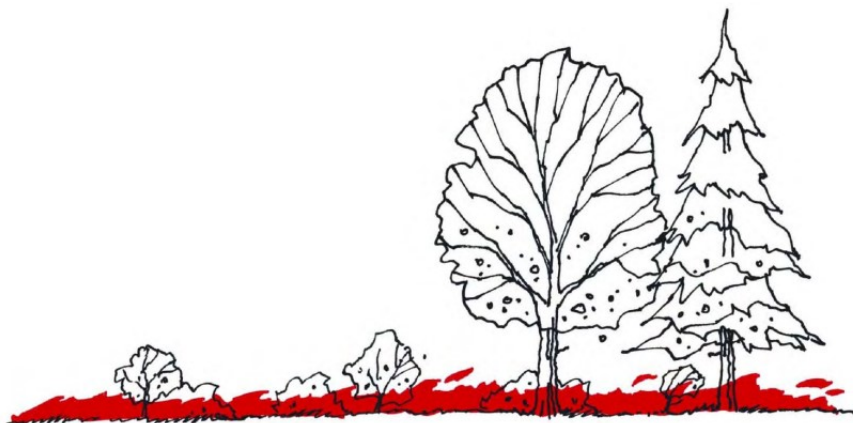
Podzemni požar ili požar korijenja je tip požara koji zahvaća humus i tresetne slojeve koji se nalaze ispod šumske prostirke ili nerazgrađenog površinskog dijela tla. Karakteristika tog požara je polagano napredovanje uz konstantno stvaranje velike topline koja jednoliko razara gorivi materijal. S obzirom da podzemni požar može trajati i do nekoliko mjeseci, može stvoriti ozbiljne štete na korijenju drveća, odnosno uništava humus koji se nalazi između korijenja i isušuje što dovodi do ugibanja stabala i mladih biljaka. Gašenje je vrlo teško, te može potrajati duže vremensko razdoblje od čak nekoliko mjeseci (Barčić i dr. 2020).



Slika 3. Podzemni požar(www.fire.uni-freiburg.de)

1.1.2. Prizemni ili niski požar

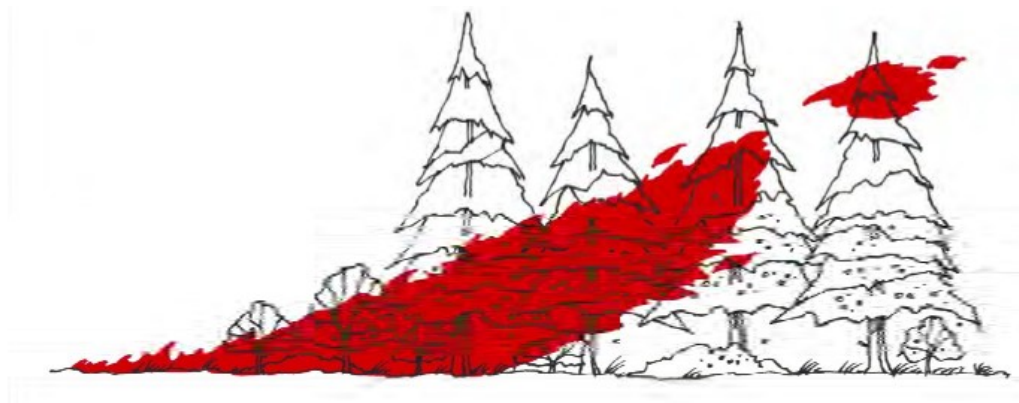
Kada se zapali gornji sloj šumske prostirke te podstojno grmlje i pomladak dolazi do prizemnog požara. Ovaj tip požara je vrlo čest i rasprostranjen, ali ne predstavlja veliku opasnost za šume koje nemaju sušaca i uzrokuje tek mala oštećenja žilišta pojedinih stabala. Ovaj tip požara uzrokuje najveće štete u mladiku i sastojinama u dobi letvika, dok u starijim sastojinama četinjača može prijeći u krošnje te samim time prelazi u visoki požar. Ako se širi uz padinu, duže se zadržava na gornjem dijelu žilišta što uzrokuje oštećenja kore, kambija i drva. Najlakše se gasi ali isto tako lako prelazi u visoki požar (Barčić i dr. 2020).



Slika 4. Prizemni požar (www.fire.uni-freiburg.de)

1.1.3. Požar u krošnjama ili visoki požar

Visoki požar vezan je najčešće uz šume četinjača, međutim on zbog svoje visoke temperature može zahvaćati i bjelogorične i vazdazelenе šume. Uslijed jačeg djelovanja vjetra vatra može preskakati s jedne krošnje na drugu i tako brzo napredovati. Visoki požar može nastati iz prizemnog požara zbog velikog intenziteta gorenja zapaljenog materijala na tlu, te djelovanjem zračnih struja dolazi do podizanja topline i vatre u krošnje. Ova vrsta požara se teško gasi zbog opasnosti od zaokruživanja gasitelja, te zbog činjenice da je u većini slučajeva gašenja s tla gotovo nemoguće dok se požar ne pretvori u prizemni požar (Barčić i dr. 2020).



Slika 5. Visoki požar (www.fire.uni-freiburg.de)

1.1.4. Požar osamljenog drveća i grmlja

Požar osamljenog drveća i grmlja je tip požara čiji je čest uzročnik udar groma, te u većini slučajeva izgori čitavo stablo. Također, ova vrsta požara može nastati i umjetnim putem, odnosno ljudskim djelovanjem, te se kao najčešći uzročnici ove vrste požara smatraju pastiri, izletnici, te šumski radnici svojim neadekvatnim ponašanjem u šumama (Barčić i dr. 2020).



Slika 6. Požar osamljenog drveća (www.dreamstime.com)

1.2. Štete od šumskih požara

Šumski požar dovodi do degradacije šumskog staništa i prekidanja progresivne silvidinamike. Tlo na površini zahvaćenoj požarom se zagrijava do dubine od 30 cm, a u prvih 5 cm do 200 °C, što mogu podnijeti samo biljke dubokog zakorjenjivanja, jake izbojne moći, te one čiji se češer otvara zagrijavanjem što dovodi do njihovog prirodnog rasijavanja. Požari potpuno uništavaju humusno-akumulativni horizont, dovode do izgaranja organske tvari što posljedično uzrokuje zakiseljavanje tla, potrebna hranjiva iz tla nestaju procesima kao što su oksidacija, ispiranje i isparavanje (Pernar 2017). Takva opožarena površina je izložena ekstremnim klimatskim prilikama, u vidu kasnih jesenskih pljuskova koji dovode do erozije tla (Topić i Butorac 2011).

Štete šumskih požara mogu biti mnogostruke poput :

- izravni gubitak drvne mase
- gubitak zaštitnih te drugih funkcija šuma
- pojava vodne erozije
- degradacije šumskog zemljišta i staništa
- uništavanje i ugrožavanje prometnica
- ugrožavanje faune i ljudskih života



Slika 7. Šumski požar kod Splita koji se dogodio 17. srpnja 2017. godine (www.direktno.hr)

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

U ovom diplomskom radu cilj je istražiti i prikazati postojeći sustav zaštite od požara u mediteranskom području Republike Hrvatske, posebno analizirajući sve potrebne mjere unutar Programa aktivnosti. Program aktivnosti analizirati će se objašnjavajući sve sudionike i njihove uloge, na način da se jasno prikaže uloga Programa aktivnosti za integracijsko djelovanje i brzu intervenciju svih službi u prevenciji požara. Uz sve navedeno, okarakterizirati će se i projekti financirani pomoću sredstava EU, unutar kojih je i Hrvatska važan partner.

Istraživanje unutar rada se odnosi i na primjenu i korištenje novih tehnologija u preventivnoj zaštiti od požara, u svrhu brze detekcije i brze intervencije adekvatnih službi. U radu će se analizirati troškovi prije požarne sezone i one tijekom i poslije požarne sezone. Cilj je jasno interpretirati troškove povezane sa zaštitom od požara i obnovom nakon požara, prikazati moguće štete i na osnovi svega navedenog izvesti jasan zaključak.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA S RASPRAVOM

3.1. Protupožarne mjere

3.1.1. Šumska prometna infrastruktura

Šumske prometnice možemo definirati kao građevinske objekte na kojima se odvija promet. Dije se prema različitim kriterijima kao npr.: s obzirom na namjenu, položaj u sastojini, tehničkim svojstvima i dr. Prema vrsti šumskih prometnica razlikujemo primarne i

sekundarne šumske prometnice. Primarne šumske prometnice su trajni građevinski objekti koji osiguravaju stalan promet motornih vozila u svrhu obavljanja zadataka predviđenih Planom gospodarenja, u njih ubrajamo šumske ceste. Sekundarne šumske prometnice označavaju građevinske objekte koji periodično služe za obavljanje zadataka propisanih Planovima gospodarenja. U sekundarne šumske prometnice ubrajamo: traktorske vlake, traktorske puteve i žične linije (Pičman 2007). Mediteranske šume u odnosu na kontinentalne su specifične po velikoj zastupljenosti degradiranih površina, niskoj i manje vrijednoj drvnj zalihi, malom prirastu, niskom etatu, velikoj opasnosti od nastanka požari i cilju te značajkama gospodarenja (Cindrić 2019). S obzirom na sve navedeno, uz područje Mediterana vezane su posebne šumske ceste – šumske protupožarne ceste. Pravilnikom o zaštiti šuma od požara (NN 26/2003, od 20.02.2003.) sljedeće vrste prometnih površina ubrajamo u protupožarne ceste:

- Protupožarna prosjeka – predstavlja presječen prostor u šumi u obliku pruge, očišćen od niskog raslinja i grmlja, širine 4 - 15 m bez elemenata šumske ceste.
- Protupožarna prosjeka s elementima šumske ceste – presječen prostor unutar šume, očišćen od raslinja i grmlja, širine 4 - 15 m s prisutnim elementima šumske ceste čija je osnovna namjena omogućiti prolazak i dolazak vatrogasnih vozila do požarišta.
- Protupožarni put – šumska staza koja se koristi za prolazak vatrogasaca i priručne vatrogasne tehnike do požarišta, preuska je za prolaz vozila.

Osnovna zadaća šumskih protupožarnih cesta nalazi se u okviru preventivnih mjera borbe protiv šumskih požari i u omogućavanju što boljih uvjeta za suzbijanje požara. Ove ceste izvršavaju i zadatke vezane uz Program gospodarenja, te ih s pravom nazivamo višefunkcionalnim šumskim cestama (Cindrić 2019).

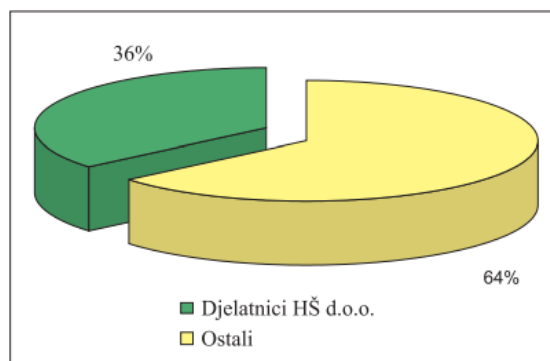
3.1.2. Motrenje i dojava

Motrenje i dojava predstavljaju vrlo važnu stavku u provođenju preventivnih mjera zaštite od požara. Motrenje i dojava obavljaju se motrenjem sa motrionica te patroliranjem pješice ili pomoću vozila. Svaka motrionica mora biti opremljena odgovarajućom opremom kao što su: dalekozor, karta područja motrenja, sustava za dojavu požara te osnovnim pričuvnim alatom za gašenje požara (Jurjević i dr. 2009).

Prema podacima iz 2018. godine, motrenje i dojava na području krša obnavljali su se s 176 motrionica i 14 čvrstih objekata. Na područjima koja su nepristupačna pregledu i motrenju sa motrionica vršilo se partoliranje pješke, vozilom ili brodom. Planirano je bilo 48.583 radnih dana na kršu za poslove motrenja i dojave, a pored radnika Hrvatskih šuma na poslovima motrenja i dojave, zapošljavali su se radnici na određeno vrijeme tijekom protupožarne sezone. Čuvari šuma također su zaduženi na poslovima motrenja i dojave tijekom cijeli godine, za te poslove planirano je bilo 37.033 radnih dana (www.hrsume.hr).



(a)



(b)

Slika 8. Fotografija osmatračnice (a) (www.hrsume.hr) i struktura zaposlenih u motrenju i dojavi (b) (Jurjević 2009)

3.1.3. Preventivno uzgojne mjere

Prema Pravilniku o zaštiti šuma od požara (NN 33/2014) preventivno – uzgojne mjere moraju planirati i provoditi pravne osobe koje upravljaju i gospodare šumama i šumskim zemljištima, šumoposjednici i ovlaštenici drugih stvarnih prava na šumama i šumskim zemljištima. Pod preventivno-uzgojne radove spada sljedeće: njega sastojina, kresanje i uklanjanje suhih grana te provedba šumskog reda u što kraćem roku nakon završetka radova u šumi, najkasnije do početka sezone povećane opasnosti od požari.

Županije, gradovi i općine na površinama šuma koje se nalaze na njihovom području, a koje su pod vlasništvom šumoposjednika moraju planirati i provoditi iduće preventivno – uzgojne radove:

- izrada i održavanje protupožarnih puteva
- izrada i održavanje protupožarnih prosjeka s elementima šumske ceste, uz prethodnu suglasnost šumoposjednika preko čijih čestica prelazi trasa
- čišćenje i održavanje rubnih pojaseva uz javne prometnice i željezničke pruge;
- čišćenje i uspostava sigurnosnih visina i udaljenosti na trasama elektroenergetskih vodova;
- održavanje čistim i uređivanje postojećih izvora vode u šumama;
- ostale preventivno-uzgojne radove planirane godišnjim planovima ili planovima zaštite od požari

Pod preventivno-uzgojnim radovima smatraju se:

- njega sastojina;
- pravodobna proreda sastojina;
- kresanje i uklanjanje suhog granja;
- izrada i održavanje protupožarnih prosjeka i puteva;
- izrada i održavanje protupožarnih prosjeka s elementima šumske ceste;
- čišćenje i održavanje rubnih pojaseva uz javne prometnice i željezničke pruge;
- čišćenje i uspostava sigurnosnih visina i udaljenosti na trasama elektroenergetskih vodova;
- održavanje čistim i uređivanje postojećih izvora vode u šumama i ostali preventivno-uzgojni radovi planirani godišnjim planovima i programima gospodarenja ili drugim općim aktima pravne osobe.

3.1.4. Provođenje informativno - promidžbenih aktivnosti

Vrlo važni dio preventivnog djelovanja u sprječavanju šumskih požara predstavlja informiranje turista i građana. Kako bi se podigla ljudska svijest o štetnosti šumskih požara, postavljaju se znakovi upozorenja i zabrane loženja vatre, znakovi opasnosti od požara na ugroženim lokalitetima. Postavljanje jumbo plakata uz prometnice također predstavlja jedan od načina upozoravanja lokalnog stanovništva i turista o značaju šuma u životu čovjeka i štetnosti koje požari mogu napraviti. Najizraženija kampanja provodi se u jeku požarne sezone, tijekom srpnja i kolovoza. Tijekom tih mjeseci promidžbeni materijali prikazuju se putem javnih i komercijalnih TV kuća i tiskanih medija, kako bi što efikasnije građanima skrenuli pozornost na opasnost od izazivanja šumskih požara (Šabić 2018).



Slika 9. Protupožarna kampanja za 2022. godinu (www.hrsume.hr)

3.1.5. Zakon o zaštiti od požara

Zakonom o zaštiti od požara se uređuje sustav zaštite od požara u Republici Hrvatskoj. Ovim sustavom se planira zaštita od požara, propisuju se mjere zaštite od požara građevina, ustrojavaju se subjekti zaštite od požara, provode se mjere zaštite od požara, financira se zaštita od požara u vidu osposobljavanja i ovlašćivanja za obavljanje poslova zaštite, s ciljem zaštite života živih bića, ljudskog zdravlja, te očuvanje okoliša i materijalnih dobara.

Cilj se postiže poduzimanjem širokog raspona mjera prevencije od požara, kao i razvojem odgovarajuće tehnike i opreme operativnih snaga za gašenje požara. U svrhu zaštite od požara provode se organizacijske, te tehničke mjere za:

- uklanjanje potencijalne opasnosti od nastanka požara
- rana detekcija, pravovremeno obavješćivanje s ciljem sprječavanja širenja i učinkovitog gašenja požara
- evakuacija ljudi i životinja s područja zahvaćenog požarom
- minimaliziranje štetnih posljedica požara
- otkrivanje uzroka nastanka požara i uklanjanje njegovih posljedica

Organizacija i mjere zaštite od požara se uređuju dokumentima zaštite od požara za prostor na koji se donose. Na državnoj razini, dokumenti zaštite od požara su:

1. Nacionalna strategija zaštite od požara
2. Nacionalni plan djelovanja zaštite od požara
3. Izvješće o stanju zaštite od požara u Republici Hrvatskoj
4. Program aktivnosti u provedbi posebnih mjera zaštite od požara od interesa za Republiku Hrvatsku

Nacionalnu strategiju zaštite od požara donosi Hrvatski sabor na prijedlog Vlade RH na razdoblje od najmanje deset godina. Strategija sadrži glavne ciljeve, prioritete, međunarodne obveze, pravne okvire, instrumente i mjere provedbe uz analizu i opis postojećeg stanja zaštite od požara. Vlada RH na prijedlog Ministarstva za razdoblje od četiri godine donosi Nacionalni plan djelovanja zaštite od požara koji sadrži: mjere i aktivnosti u području zaštite od požara, način, redoslijed, rokove i nositelje provedbe mjere, projekte, procjenu potrebnih sredstava te analizu troškova i koristi. Izvješće o stanju zaštite od požara razmatra se za razdoblje od četiri godine od strane Hrvatskog sabora. Program aktivnosti u provedbi posebnih mjera zaštite od požara donosi se na godišnjoj razini od strane Vlade RH, na prijedlog Ministarstva, uzimajući u obzir mišljenje Nacionalnog odbora za preventivnu zaštitu i gašenje požara (Zakon o zaštiti od požara).

3.1.6. Program aktivnosti u provedbi posebnih mjera od zaštite od požara

Program aktivnosti u provedbi posebnih mjera od zaštite od požara od interesa za Republiku Hrvatsku (u daljnjem tekstu Program aktivnosti) predstavlja temeljni dokument kojim se upravljaju i izvršavaju godišnje aktivnosti tijela sustava domovinske sigurnosti, ministarstva, tijela državne uprave, javnih ustanova, jedinica lokalne i regionalne samouprave, udruge građana, te ostalih tijela uključenih u provedbe mjere u zaštiti od požara. Program

aktivnosti izrađen je na temelju analize podataka iz izvješća o provedbi zadataka tijekom prethodnih godina i podataka o trenutnom stanju koje je utvrđeno inspekcijskim nadzorom. Nalažu se dodatne mjere i aktivnosti čiji je zadatak pomoći jedinicama lokalne i regionalne samouprave u ojačavanju mjera zaštite od požara na cijelom području RH. Također, Program aktivnosti dopunjen je prijedlozima kratkoročnih mjera koje se temelje na analizi požarne sezone 2021. godine. U pripremi i provedbi Programa aktivnosti sudjeluje vatrogasni stožer Hrvatske vatrogasne zajednice, dok vatrogasne zajednice županije i Grada Zagreba, te sve vatrogasne zajednice grada i općine te aktivnosti i mjere provode. Kratkotrajne mjere unutar Programa aktivnosti kontinuirano se prate, te na temelju njihovog ostvarenja, odnosno evaluacije, predlažu se nove izmjene i dopune (www.hvz.gov.hr).

Operativne snage koje direktno djeluju na sanaciji požara, kontinentalnog i priobalnog područja Republike Hrvatske su (www.hvz.gov.hr):

1. javne vatrogasne postrojbe
2. postrojba dobrovoljnoga vatrogasnog društva
3. intervencijska vatrogasna postrojba
4. protupožarne namjenski organizirane snage Oružanih snaga Republike Hrvatske, Ministarstva obrane (za intervencije iz zraka, na tlu i s mora)
5. vatrogasne postrojbe u gospodarstvu (profesionalne i dobrovoljne)
6. vatrogasna postrojba vatrogasne zajednice županije odnosno Grada Zagreba
7. sezonski zaposleni vatrogasci i profesionalni vatrogasci s područja gdje postoji potreba
8. za uključivanjem (sezonski domicilni vatrogasci)
9. pripadnici motriteljsko-dojavne službe, interventne skupine radnika te ostale osobe osposobljene za gašenje požara.

Opis osnovnih uvodnih i završnih aktivnosti

Svi subjekti Programa aktivnosti obavezni su provoditi sve zadaće kontinuirano na području cijele Republike Hrvatske, te su dužni na taj način dati i svoj doprinos u cjelokupnoj prevenciji i provođenju mjera zaštite od požara. Prvi potreban korak je obveza svih subjekata (izuzev jedinica lokalne i područne samouprave) koji provode zadatke unutar Programa aktivnosti, odmah po objavi Programa aktivnosti u „Narodne novine“ dostaviti Hrvatskoj vatrogasnoj zajednici, teritorijalnom nadležnom vatrogasnom zapovjedništvu županije/Grada Zagreba i županijskom Stožeru civilne zaštite sve potrebne podatke kontakt osoba za koordinaciju i praćenje provođenja mjera unutar Programa aktivnosti. Hrvatska vatrogasna zajednica je obvezna organizirati radne sastanke sa svim sudionicima i izvršiteljima u provedbi mjera unutar Programa aktivnosti, i to prije, tijekom – po potrebi i po završetku požarne sezone. Dnevni red sastanaka je razmatranje tijeka provedbe zadataka, te utemeljivanje plan detaljnih aktivnosti, dok je po završetku sezone potrebno analizirati sve provedene zadaće. Također, svi su izvršitelji i sudionici u provedbi zadataka Programa aktivnosti obavezni su dostaviti sažeto izvješće o svim obavljenim aktivnostima, radi analize podataka i izvršenih mjera s ciljem formiranja novog Programa aktivnosti za narednu godinu. Izvještaj mora sadržavati financijske podatke o utrošenim vlastitim sredstvima kao i o

sredstvima utrošenim iz državnog proračuna RH, te financijske planove za narednu godinu (www.hvz.gov.hr).

Opće i normativne pretpostavke u zaštiti od požara

Čelnici jedinica lokalne i regionalne samouprave obvezni su s obzirom na prošlogodišnju požarnu sezonu izvršiti usklađivanje svih dostupnih podataka i odrednica, te su obvezni putem vatrogasnih zajednica županija/Grada Zagreba i vatrogasnih zajednica jedinica lokalne samouprave održavati sjednice Stožera civilne zaštite i vatrogasnih zapovjedništava s ciljem potrebne pripreme za ovogodišnju požarnu sezonu. Potrebno je u okviru sjednice definirati trenutno stanje zaštite od požara na području za koje je Program aktivnosti donesen, te definirati i usvojiti korištenje Financijskog plana u okviru razmatranja dostupnih sredstava za provođenje mjera unutar Programa aktivnosti tijekom požarne sezone.

Od posebne važnosti je osiguravanje potrebnih financijskih sredstava za angažiranje vatrogasaca, te usmjeravanja na plansku i u krajnjem slučaju izvanrednu dislokaciju opreme, prihvata, te omogućiti boravak sezonskih vatrogasaca i sredstava iz jednog predjela RH u drugo. Radi dobre koordinacije gašenja požara sukladno odredbama unutar Plana intervencija kod velikih požara otvorenoga prostora na teritoriju RH, osiguravaju se povoljne lokacije i prostor za uspostavljanje zapovjednih mjesta. Zbog opasnosti od izvanrednih situacija, potrebno je unaprijed razmotriti i razraditi potencijalno postupanje za uključivanje osoba s posebnim ovlastima, te ukoliko su okolnosti takve Stožer civilne zaštite je u mogućnosti proglasiti veliku nesreću ili katastrofu. Zapisnici (izvješća) i radni materijali sa svakog održanog sastanka Stožera civilne zaštite jedinice lokalne samouprave obavezno se dostavljaju nadležnoj vatrogasnoj zajednici županije /Grada Zagreba i područnom uredu civilne zaštite.

Hrvatske šume d.o.o. kao javni šumoposjednik te kao pravna osoba sa statusom javne ustanove osnovana od strane RH sukladno članku 44. stavcima 1., 2. i 4. Zakona o šumama (Narodne novine br. 68/18, 115/18., 98/19., 32/20., i 145/20.) i pravna osoba koja je osnovana i u vlasništvu jedinice lokalne samouprave, a kojoj je odlukom Vlade RH povjereno gospodarenje (u daljnjem tekstu : Ustanova i Pravna osoba) člankom 14. stavkom 2. Zakona o šumama obvezne su osigurati zaštitu šuma i šumskog zemljišta u vlasništvu RH i provoditi šumski red. Privatni šumoposjednici provode šumski red u privatnim šumama. Pravne osobe koje gospodare i upravljaju šumama i šumskim zemljištima, šumoposjednici, ovlaštenici drugih prava na šume i šumska zemljišta, županija, gradova i općina sukladno članku 20. stavcima 1., 2. i 3. Pravilnika o zaštiti šuma od požara (Narodne novine broj 33/14) dužni su planirati i primjenjivati preventivno uzgojne radove s ciljem smanjenja opasnosti od nastanka i širenja požara, motriti radi ranog otkrivanja i dojave šumskog požara kako bi se pravovremeno djelovalo u njegovom gašenju. Hrvatske šume d.o.o. kao i jedinice lokalne samouprave i javne ustanove nacionalnih parkova obvezni su ažurirati i izraditi planove motrenja, čuvanja i ophodnje te primijeniti propisane mjere zaštita od požara na ugroženim prostorima. Svoje planove vezane uz motriteljsko – dojavnu službu gradovi, općine, Hrvatske šume d.o.o. i javne ustanove nacionalnih parkova moraju dostaviti teritorijalno nadležnim županijama i vatrogasnim zajednicama. Pravne osobe koji su vlasnici ili korisnici površine

kojom upravljaju moraju osigurati financijska sredstva za izradu planova motriteljsko – dojavne službe (www.hvz.gov.hr).

Planske, preventivne, operativne i nadzorne aktivnosti

a) Šumoposjednici

Hrvatske šume d.o.o., Ustanova i Pravna osoba obvezni su prema Šumarsko-gospodarskoj osnovi područja za razdoblje 2016. – 2025., kontinuirano raditi na održavanju motrionica, izgradnji novih motrionica, moderniziranju i održavanju sustava video nadzora za detekciju požara, razvoju prometne infrastrukture važne sa svim potrebnim elementima kroz šume i dr. Motriteljsku – dojavnu službu potrebno je uspostaviti u razdoblju od 1. lipnja do 30. rujna tekuće godine, a u vrijeme vrlo velike i velike opasnosti od nastanka požara (šume s I. stupnjem opasnosti od požara) potreba je za organiziranje danonoćne motriteljsko – dojavne službe.

Hrvatske šume d.o.o., Ustanova i Pravna osoba određene županije, gradovi, općine te javne ustanove nacionalnih parkova i javne ustanove parkova prirode na čijem području se nalazi šuma ili šumsko zemljište, koji su u vlasništvu šumoposjednika, obvezne su Hrvatskoj vatrogasnoj zajednici dostaviti sve potrebne parametre i podatke vezane uz korištenje već definiranih protupožarnih nadzornih sustava (senzori – kamere – detektori i dr.).

Ažurirani podaci o kategorijama ugroženosti šuma od požara, šumskim zajednicama, šumskim prometnicama, motrionicama, granicama šumskog područja, te podatke o kategoriziranim vrijednostima šuma u digitalnom georeferenciranom obliku, Hrvatske šume d.o.o. su dužne dostaviti Hrvatskoj vatrogasnoj zajednici kao i nadležnim vatrogasnim zajednicama županija/Grada Zagreba.

Ministarstvo poljoprivrede prilikom formiranja Šumarsko-gospodarski plan (u daljnjem tekstu ŠGP) za šume privatnih šumoposjednika obvezno je pravovremeno obavijestiti županijskog vatrogasnog zapovjednika/zapovjednika Grada Zagreba prilikom projektiranja i izgradnje novih protupožarnih prometnica kroz šume te ih uključiti u javnu raspravu za dotični ŠGP. Također, Ministarstvo poljoprivrede će obračunavati štete unutar šuma kao posljedice požara u privatnim šumama šumoposjednika, te sudjelovati u analizi metodologije s ciljem kvalitetnijeg upravljanja sa statističkim podacima vezanima uz nastale požare.

Trajne, ali preventivne aktivnosti u svrhu izgradnje protupožarnih prosjeka s elementima šumske ceste, sve u skladu sa Zakonom o šumama i šumogospodarskim planovima, potrebno je provoditi i na / oko vojnih lokacija. S time na umu, Hrvatske šume d.o.o. obvezne su izraditi te i održavati prosjeke s elementima na svim šumarskim cestama kojima one gospodare, a koje su na vojnim lokacijama, poput vojnih poligona (www.hvz.gov.hr).

b) Javne ustanove nacionalnih parkova, javne ustanove parkova prirode i javne ustanove za upravljanje ostalim zaštićenim područjima

Javne ustanove nacionalnih parkova, parkova prirode i jedinice lokalne i regionalne samouprave sustavno će provoditi preventivne mjere zaštite od požara preko različitih procjena ugroženosti i pomoću plana zaštite od požara. Izvješća dobivena analizom

preventivnih mjera su svi obveznici obvezni dostaviti nadležnoj vatrogasnoj zajednici županije, kao i područnom uredu civilne zaštite. U danima velike i vrlo velike opasnosti od nastanka i širenja požara otvorenog prostora, javne su ustanove nacionalnih parkova dužne organizirati danonoćno motrenje, odnosno povećati broj dežurstava, ekipe na terenu i ophodnji. Nadležna inspekcijska služba dužna je planirati i organizirati, te u konačnici i izvršiti pravovremeni nadzor s obzirom na definirane mjere zaštite od požara javnih ustanova nacionalnih parkova i parkova prirode. Ukoliko je potrebno, obvezna je poduzeti i odgovarajuće aktivnosti u cilju poboljšanja mjera i njihovu prilagodbu za učinkovitiju zaštitu od požara (www.hvz.gov.hr).

c) Turističke tvrtke / Hrvatska turistička zajednica / Udruga poslodavaca u hotelijerstvu Hrvatske

Turističke tvrtke koje posjeduju i upravljaju hotelima, autokampovima i turističkim naseljima, u suradnji s lokalnim jedinicama lokalne i područne samouprave te Udrugom poslodavaca u hotelijerstvu Hrvatske, dužne su (www.hvz.gov.hr):

1. izraditi ili ažurirati planske dokumente u svojoj nadležnosti, te uz to izraditi i Godišnji plan čišćenja zaštitnih koridora i pravaca za evakuaciju, te zbrinjavanje u slučaju požara
2. izvršiti provjeru planova i osposobljenosti osoba za provedbu zadaća evakuacije do propisanog roka
3. planovi evakuacije i zbrinjavanja turista moraju se uskladiti s Planovima zaštite i spašavanja

d) Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture u resoru zračnog prometa i Hrvatska kontrola zračne plovidbe d.o.o.

U suradnji sa Hrvatskom vatrogasnom zajednicom i Ministarstvom obrane, Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture dužna je utvrditi načine postupanja prije početka ljetne sezone u svrhu korištenja usluga i prostora bez naknade za zrakoplove koji se koriste u gašenju požara. Hrvatska kontrola zračne plovidbe d.o.o. i Ministarstvo obrane u koordinaciji sa Hrvatskom vatrogasnom zajednicom, Hrvatskom agencijom za civilno zrakoplovstvo i Ministarstvom mora, prometa i infrastrukture obvezni su napraviti i ophoditi se sukladno Standardnom operativnom postupku za slučaj korištenja dronova/ bespilotnih letjelica prilikom izviđanja ili gašenja požara na terenu (www.hvz.gov.hr).

e) Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture u resoru pomorskog prometa

Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture u koordinaciji sa Hrvatskom vatrogasnom zajednicom, Ministarstvom unutarnjih poslova i Ministarstvom obrane dužni su napraviti poslovne procese kako bi se uskladila djelovanja u akcijama gašenja požara, spašavanja ljudi i dobara, na moru i dijelu kopna i otoka neposredno uz obalu na pomorskim objektima. Prilikom prisilnog slijetanja protupožarnog zrakoplova na morsku površinu Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture, Ministarstvo obrane, Hrvatska vatrogasna zajednica, Ministarstvo unutarnjih poslova u komunikaciji s Nacionalnom središnjicom za usklađivanje traganja i spašavanja na moru i Hrvatskom kontrolom zračne plovidbe dužni su postupati prema

izrađenom Standardnom operativnom postupku u slučaju prisilnog slijetanja protupožarnog zrakoplova na morsku površinu (www.hvz.gov.hr).

f) Društvo iz sastava Hrvatskih željeznica, privatni prijevoznici i Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture u resoru željezničkog prometa

HŽ Infrastruktura d.o.o. dužno je uz željezničke prometne pravce čistiti pružni pojas od lakozapaljivih tvari. Željeznički inspektori dužni su voditi računa o aktivnostima posebnih mjera zaštite od požara, što se uglavnom odnosi na pruge u vremenu visoke i vrlo visoke opasnosti od požara. Također dužni su obratiti pozornost na sve mjere koju su značajne za nastanak i širenje požara, poput opremljenosti vučnih vozila aparatima za gašenje požara, provjerama minimalne debljine kočionih umetaka i sl. (www.hvz.gov.hr).

g) Društva za upravljanje cestama i Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture u resoru cestovnog prometa

Hrvatske ceste d.o.o., Županijske uprave za ceste, Hrvatske autoceste d.o.o., Autocesta Rijeka – Zagreb d.d., Autocesta Zagreb – Macelj d.o.o., Bina-Istra d.d. te svi gradovi i općine čija je obveza upravljanje svim nerazvrstanim cestama, obvezni su formirati Godišnji plan čišćenja cesta od lakozapaljivih tvari. Pod lakozapaljive tvari spadaju sve tvari koje mogu izazvati požar ili olakšati / omogućiti njegovo širenje uz javne prometnice. Od velike je važnosti obratiti pažnju na cestovne pravce koji su od lokalnog značaja zbog svog prolaska kroz poljoprivredne površine te na ceste koje su pojačano opterećene prometom tokom turističke sezone (prilazi javnim plažama, kulturnim lokalitetima i sl.), također temeljem Plana navedeni subjekti obvezni su vršiti čišćenja svih cestovnih pojasa. Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture zaduženo je za provođenje pojačane aktivnosti i utvrđivanje cestovnih pravaca, kao i odmorišta za različita vozila koja prevoze opasne i potencijalno zapaljive tvari tijekom ljetne sezone (www.hvz.gov.hr).

h) Društva u proizvodnji, prijenosu i distribuciji električne energije i resorno ministarstvo

Hrvatska elektroprivreda d.d., Hrvatski operator prijenosnog sustava d.o.o. i privatni vlasnici vjetroelektrana dužni su planirati, organizirati i brinuti (čistiti, tretirati i sl.) o prostoru, te paziti na tvari koje mogu biti lakozapaljive. U trasama nadzemnih elektroenergetskih vodova dužni su održavati sigurnosne visine i udaljenosti, te na taj način provoditi šumski red. Hrvatska elektroprivreda d.d. i Hrvatski operator prijenosnog sustava d.o.o. obvezni su dostaviti sve podatke o pravcima elektroenergetskih vodova, trafostanica kao i podatke o vjetroelektranama te sunčanim elektranama Hrvatskoj vatrogasnoj zajednici (www.hvz.gov.hr).

i) Nadležne inspekcijske službe

Nadležne inspekcijske službe zadužene su za sve vrste inspekcijskog nadzora vezanog za zadatke unutar Programa aktivnosti u svojoj nadležnosti, također pri povećanom riziku od nastanka požara kao i pri povećanom broju požara na točno definiranom području.

Nadležne inspekcijske službe, uz gore navedeno, imaju mogućnost podnošenja optužnih prijedloga i prekršajnih naloga s ciljem pravovremenog sankcioniranja subjekata koji se propisanih mjera zaštite od požara definiranih unutar Programa aktivnosti. Rezultate nadzora dužne su prikazati Hrvatskoj vatrogasnoj zajednici. Inspekcijske službe državnih tijela dužne su Hrvatskoj vatrogasnoj zajednici na mjesečnoj razini dostavljati izvješća o provedbi zadataka Programa aktivnosti (www.hvz.gov.hr).

j) Ministarstvo unutarnjih poslova

Ministarstvo unutarnjih poslova – Ravnateljstvo civilne zaštite će trajno planirati, definirati i obavljati pojačani nadzor s obzirom na proveden mjere zaštite od požara. To se posebno odnosi na poduzeća koja se bave proizvodnjom i opskrbom energenata, te ostalih subjekata kojih predstavljaju gospodarski, poljoprivredni, turistički interes i interes za zaštitu prirode i okoliša. U vrijeme trajanja turističke sezone provoditi će pojačani nadzor na svim potencijalno kritičnim mjestima s velikom mogućnošću nastanka i širenja požara (odlagališta otpada bilo legalna ili ilegalna, zapuštena poljoprivredna zemljišta i sl.) (www.hvz.gov.hr).

k) Ministarstvo unutarnjih poslova – Ravnateljstvo civilne zaštite - Hrvatski centar za razminiranje

Dužnost Ministarstva unutarnjih poslova, Ravnateljstva civilne zaštite i Hrvatskog centra za razminiranje je uvrstiti prioritetna područja za razminiranje i gašenje požara u Plan protuminskog djelovanja. Vatrogasna zajednica županija će predložiti navedenim subjektima konkretna prioritetna područja za razminiranje. Ministarstvo unutarnjih poslova – Ravnateljstvo civilne zaštite – Hrvatski centar za razminiranje u koordinaciji sa Ministarstvom obrane definiraju te u konačnici i provode razminiranje sumnjivih površina uz lokacije vojnih skladišta. Oni također u suradnji sa Hrvatskim autocestama d.o.o. i nadležnim županijskim vatrogasnim zapovjednikom provode razminiranje zajednički dogovorenih sumnjivih površina od velikih prioriteta, neposredno uz dionice autocesta kao i drugih važnijih objekata (www.hvz.gov.hr).

l) Hrvatski zavod za hitnu medicinu i Ministarstvo zdravstva

Hrvatski zavod za hitnu medicinu kao izvršitelj osigurat će sigurnu dostupnost medicinske službe i hitne intervencije na mjestu velikog požara i nesreće. Svi sudionici i njihovi izvršitelji dužni su osigurati brzu uspostavu veza između vatrogasnih zapovjedništava i medicinsko prijavno – dojavne jedinice. Krizni stožer Ministarstva zdravstva preuzima na sebe sve troškove dežurstava izvan redovite djelatnosti hitnog medicinskog osoblja (www.hvz.gov.hr).

m) Državni hidrometeorološki zavod

Državni hidrometeorološki zavod svakodnevno određuje stvarni indeks opasnosti od nastanka i širenja požara na otvorenom požaru. Stvarni indeks opasnosti definiran je za 40 meteoroloških postaja priobalnog i kontinentalnog dijela RH. Dobiveni podaci dostavljaju se Hrvatskoj vatrogasnoj zajednici. Tijekom cijele godine za sve glavne meteorološke postaje računa se stvarni indeks opasnosti, čiju su konačni rezultati vidljivi na internetskih stranicama namijenjenim Hrvatskoj vatrogasnoj zajednici. DHMZ svakodnevno određuje prognostički

indeks opasnosti za širenje požara raslinja na otvorenom prostoru za naredni dan za 24 meteorološke postaje na području Jadrana te u priobalnom dijelu RH (www.hvz.gov.hr).

n) Više izvršitelja izdataka

Vatrogasne zajednice županija / Grada Zagreba dužne su organizirati informativne sastanke s predstavnicima jedinica lokalne i regionalne samouprave, područnih ureda civilne zaštite kao i svih subjekata zainteresiranih za zaštitu od požara. Pripadnici Hrvatske vatrogasne zajednice obavljat će spašavanje vatrogasaca uz pomoć helikoptera tijekom intervencija gašenja požara na otvorenom prostoru dok traje neposredna požarna opasnost. Za traganje i spašavanje tijekom vatrogasnih intervencija na otvorenom prostoru koristi se helikopter Ministarstva obrane, dok se tim za traganje i spašavanje sastoji od članova Hrvatske vatrogasne zajednice – intervencijske vatrogasne postrojbe i HGSS-a (www.hvz.gov.hr).

Razvoj i uvođenje novih sustava, tehnika i tehnologija

a) Više izvršitelja zadataka

Hrvatska vatrogasna zajednica definirala je sustav za primanje, praćenje i vođenje podataka, evidencija i metode izvješćivanja za vatrogasne resurse, planiranje, te intervencije s ciljem potpore i pojednostavljenja različitih procesa upravljanja, vođenja, koordiniranja i ekonomičnog iskorištavanja ljudske snage i materijalnih resursa. Koristi se informatičkim programom za vođenje i upravljanje vatrogasnim intervencijama (u daljnjem tekstu UVI i Vatronet) koji je potrebno ažurirati i poboljšati, posebno u smjeru analitičke i statističke obrade podataka na svim razinama. Radi uspostave jedinstvene mreže za prihvata, praćenje i vođenje podataka (UVI), vatrogasne zajednice županija / Grada Zagreba (one koje nisu prešle na UVI) dužne su nakon bilo koje intervencije dostaviti detaljno izvješće u elektronskom obliku Hrvatskoj vatrogasnoj zajednici – Službi vatrogasnog operativnog dežurstva Državnog vatrogasnog operativnog centra 193.

Ministarstvo unutarnjih poslova, Hrvatska vatrogasna zajednica, Ministarstvo poljoprivrede i Hrvatske šume d.o.o. definirati će jednu jedinstvenu analitičku i statističku metodologiju za kvalitetnije vođenje podataka o nastalim požarima. Također dužni su, u kolaboraciji s Ministarstvom obrane, poticati i kontinuirano uvoditi i definirati nove metode i tehnike u zaštiti od požara, te se bazirati na njihovoj prevenciji i pravovremenom lociranju.

Vatrogasne zajednice županija / Grada Zagreba, zajedno s Hrvatskom vatrogasnom zajednicom dužne su osigurati sve uvjete i tehničku podlogu za provedbu i operativni rad s aplikacijama UVI i Vatronet u realnom vremenu (www.hvz.gov.hr).

b) Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja

Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja je koordinator javnih ustanova kojima je zadaća upravljanje nacionalnim parkovima i parkovima prirode, te Državni inspektorat, Hrvatske šume d.o.o., Odašiljači i veze d.o.o. i dr. provode aktivnost praćenja i korištenja i praćenja već postojećeg protupožarnog sustava nadzora, uz nastojanje uspostave novih

sustava nadzora u okviru njima dostupnih financijskih resursa. Svi su sudionici dužni Hrvatskoj vatrogasnoj zajednici dostaviti sve potrebne podatke i parametre bitne za korištenje nadzornog sustava koji je trenutno u funkciji (www.hvz.gov.hr).

Planske i operativne aktivnosti

a) Hrvatska vatrogasna zajednica

Hrvatska vatrogasna zajednica dužna je izvršiti godišnju provjeru visine i tjelesnu provjeru, uvježbavanje i opremanje stalnih kao i dopunskih pripadnika vatrogasnih postrojbi. Provode osposobljavanje dodatnog broja vatrogasaca koji ulaze u intervencijsku vatrogasnu postrojbu. Zajedno s Ministarstvom obrane, gradi godišnji Plan osposobljavanja i uvježbavanja vatrogasaca te uključivanje zrakoplova. U kolaboraciji s Oružanim snagama RH, prema Programu osposobljavanja časnika i dočasnika OSRH, te s Hrvatskom vatrogasnom zajednicom, Državna vatrogasna škola provodi osposobljavanje pripadnika Oružanih snaga RH.

Hrvatska vatrogasna zajednica definirati će zadaće Operativnog vatrogasnog zapovjedništva RH koji će tokom mjeseci najveće opasnosti nastanka požara kontinuirano pratiti stanje, davati zapovijedi vatrogasnim snagama, te koordinirati uporabu ostalih snaga. Razdoblje najveće opasnosti od požara, odnosno razdoblje glavnog napora požarne opasnosti može se definirati prema procjeni glavnog vatrogasnog zapovjednika. Također, ona će primati izvješća te komunicirati s javnošću o uzrocima i tijeku gašenja požara (www.hvz.gov.hr).

Ministarstvo obrane, Ministarstvo unutarnjih poslova i ostali obveznici imaju pravo odrediti odgovarajući broj svojih predstavnika u Operativnom vatrogasnom zapovjedništvu RH (www.hvz.gov.hr).

b) Vatrogasna zajednica županija / Grada Zagreba

Vatrogasne zajednice županija / Grada Zagreba obvezene su definirati Plan angažiranja vatrogasnih snaga na području županije. Plan angažiranja vatrogasnih snaga mora biti u skladu s Planom intervencija kod velikih požara otvorenih prostora na teritoriju RH. Taj plan između ostalog mora sadržavati pregled svih vatrogasnih postrojbi, sadržavati definirano područje njihova djelovanja, brzinu odziva, popise svih vatrogasnih vozila po postrojbama, te broj profesionalnih i dobrovoljnih vatrogasaca. Sve su vatrogasne zajednice županija / Grada Zagreba dužne u propisanom roku dostaviti navedeni Plan Hrvatskoj vatrogasnoj zajednici.

Vatrogasne zajednice županija priobalnog dijela RH dužne su izraditi prosudbu traženja ispomoći kojom se utvrđuje prihvata snaga, prijedlog mjesta baziranja, mjesto stajališta, prehranu i sl. Prosudbe su dio Plana angažiranja vatrogasnih snaga na području županije (www.hvz.gov.hr).

c) Ministarstvo obrane

Ministarstvo obrane, u suradnji s Hrvatskom vatrogasnom zajednicom definirati će uvjete i načine suradnje s Oružanima snagama RH u gašenju požara na otvorenom prostoru, te će Ministarstvo obrane na temelju utvrđenih potreba ažurirati Operativni plan, te izvod iz operativnog plana dostaviti Hrvatskoj vatrogasnoj zajednici.

Prema Programu za osiguravanje helidroma i površina za slijetanje i polijetanje helikoptera, te prema Programu osposobljavanja pripadnika Intervencijskih vatrogasnih postrojbi za spašavanje ugroženih osoba iz okruženja požara uz podršku helikoptera, Ministarstvo obrane – Oružane snage RH, tijekom tekuće godine osigurati će potreban broj zrakoplova (jedan transportni helikopter, šest izviđačko-navalnih zrakoplova, te 6 zrakoplova), te dovoljan broj osposobljenog osoblja. U razdoblju najveće opasnosti od požara, Ministarstvo obrane – Oružane snage RH osigurati će i mornaričke i ostale snage (jedan desantni brod minopolagač - DBM, jedan desantni jurišni brod, dvije gumene brodice i sustave bespilotnih zrakoplova) (www.hvz.gov.hr).

Financiranje provedbe aktivnosti iz Programa aktivnosti

a) Više izvršitelja

Obvezuju se jedinice lokalne samouprave da u svojim proračunima osiguraju plaće sezonskim vatrogascima. Hrvatska vatrogasna zajednica dužna je izvršiti isplatu i refundaciju sredstava po angažiranom vatrogascu u intervencijskoj vatrogasnoj postrojbi. Ukupan broj i razdoblje angažiranja vatrogasaca odobrava Hrvatska vatrogasna zajednica (www.hvz.gov.hr).

b) Svi subjekti - izvršitelji i sudionici

Svi subjekti – izvršitelji i sudionici iz Programa aktivnosti snose svoje cjelokupne financijske troškove priprema, izrade projekata i studija, te planova, procjena i angažiranja snaga i resursa. također, oni mogu uključiti druga tijela za pomoć u provedbi mjera unutar Programa aktivnosti, ali bez financijskog terećenja protivno Programu aktivnosti (www.hvz.gov.hr).

3.1.7. Metoda izrade indeksa opasnosti od požara

Već duže vremensko razdoblje procjena opasnosti od nastanka i širenja požara za područje Jadrana izrađuje se od strane Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHMZ). Izrađena procjena temelji se na kanadskoj metodi određivanja meteorološkog indeksa opasnosti od šumskih požara (Fire Weather Index, FWI). Rezultati procjena se na svakodnevnoj bazi šalju operativnim centrima kako bi se mogle uskladiti aktivnosti s tom informacijom. Meteorološki indeks opasnosti od šumskih požara predstavlja način procjene zapaljivosti goriva koji prihvaća učinke prošlih i trenutnih vremenskih prilika na tri vrste pokrivača šumskog tla, te sadrži brojeve koji prikazuju mjeru sadržaja vlage za svako od goriva. Osim sadržaja vlage meteorološki indeks opasnosti od požara primjenjuje vjetar i indekse količine ukupnih goriva za računanje konačnih brojčanih indeksa kojima se procjenjuje intezitet vatre u standardnim vrstama šuma. Za potrebe izračuna meteorološkog indeksa opasnosti od požara, moraju se izvršiti meteorološka motrenja i mjerenja svakog dana u 13h SEV (ljeti u 14h) (www.meteo.hr).

Temperatura, relativna vlažnost zraka, brzina vjetra i 24 satna količina oborina predstavljaju meteorološke parametre koji se dobiju u terminu motrenja, a ujedno i ulazne podatke za program koji izračunava meteorološki indeks opasnosti od požara. Korištenjem FWI metode dobivaju se pokazatelji stanja vlažnosti gorivnog materijala, koji predstavljaju osnovne veličine za izračun meteorološkog indeksa opasnosti od požara. Postoje tri veličine gorivnog materijala: fino, srednje i krupno. Za navedena tri indikatora vlažnosti vrijedi da rastom vrijednosti pokazatelja vlažnosti goriva, dolaze do smanjenja sadržaja vlage u gorivu (www.meteo.hr).

FFMC - Pokazatelj vlažnosti finog goriva (*Fine Fuel Moisture Code*)

DMC - Pokazatelj vlažnosti srednjeg krupnog goriva (*Duff Moisture Code*)

DC - Pokazatelj vlažnosti krupnog goriva (*Drought Code*)

Kako bi se prikazalo zatečeno stanje, metoda uzima ulazne podatke kao i pokazatelje vlažnosti goriva koje su izračunate za prethodni dan. Pokazatelj vlažnosti finog goriva, FFMC, se računa po sljedećoj formuli:

$$FFMC = 59.5 (250 - m) / (147.2 + m) \quad (1a)$$

$$m = 147.2 (101 - FFMC) / (59.5 + FFMC) \quad (1b)$$

m - sadržaj vlage u finom gorivu, dobiven je kao funkcija vlage u zraku (Van Wagner, C.E. and T.L. Pickett, 1975).

Razlikuju se dva slučaja u izračunu, prvi se odnosi na protekla 24 sata u slučaju oborina, dok drugi se odnosi na slučaj bez oborina. Kod prvog slučaja potrebno je računati šifru ravnotežne vlage za sušenje, dok se u drugom slučaju računa šifra ravnotežne vlage za vlaženje finog goriva. Količina oborina veća od 0.5 mm ima utjecaj na sadržaj vlage finog goriva, dok količina oborina veća od 5.8 mm nema utjecaj na vlažnost finog goriva zbog njegovog zasićenja. FFMC (pokazatelj vlažnosti finog goriva) predstavlja prvi modul indeksa opasnosti od požara koji se odnosi na vlažnost sloja listinca do dubine od 2 do 3 cm. Vremensko zaostajanje FFMC-a iznosi 2/3 dana uzeći u obzir uvjete standardnog dana (temperatura 21 °C, relativna vlažnost 45 % i brzina vjetra 3.6 m/s u 12 sati). Fina goriva izgube dvije trećine svoje vlage tijekom standardnog dana sa prethodno navedenim uvjetima. FFMC ima ugrađenu prognozu i prikazuje sadržaj vlage koji se može očekivati tijekom popodnevnog maksimuma opasnosti od požara (između 14–16 sati) u finom gorivu. Uzeći u obzir činjenicu kako svi požari započinju u sloju finog goriva, ovaj pokazatelj vlažnosti smatra se najpogodnijim za ocjenjivanje zapaljivosti i pojave požara.

Pokazatelj vlažnosti srednje krupnog goriva

Izračun pokazatelja vlažnosti srednje krupnog goriva DMC predstavlja sljedeći korak. Također ovaj pokazatelj kao i prethodni uzima u obzir sadržaj vlage u gorivnom materijalu od prethodnog dana, kao i prihvaćanje činjenice u slučaju kiše. U slučaju kiše pokazatelj vlažnosti srednjeg krupnog goriva, DMC je funkcija oborine. DMC prikazuje vlažnost rahlog listinca dubine 5 – 10 cm, količina oborina veća od 1.5 mm utječe na sadržaj vlage srednjeg goriva. Vremensko razdoblje od 12 dana je potrebno da srednje krupno gorivo izgubi 2/3 svoje vlage, a u usporedbi s finim gorivom, srednje gorivo se dosta sporije suši do ravnotežnog stanja u vidu sadržaja vlage (www.meteo.hr).

Dobiva se prema sljedećim formulama:

$$DMC = DMC_0 \text{ (ili } DMC_r) + 100 K \quad (2)$$

$$K = 1.894 (T + 1.1)(100 - H) Le \cdot 10^{-6} \quad (3)$$

gdje su:

DMC_0 = DMC prethodnog dana

DMC_r = DMC ako je padala kiša

T = temperatura zraka u 12h

H = relativna vlažnost zraka u 12h

Le = duljina vidljivog dijela dana

r = oborina u mm za protekla 24 sata

Pokazatelj vlažnosti krupnog goriva

DC, odnosno pokazatelj vlažnosti krupnog goriva prihvaća evidentirano stanje, prikazuje vlažnost krupnog goriva do 20 cm dubine. Treba napomenuti da se požari, koji su obuhvatili krupno gorivo, izuzetno teško gase i veliki problem ih je kontrolirati (www.meteo.hr).

Pokazatelj vlažnosti krupnog goriva dobiva se izračunom iz relacije

$$DC = DC_0 \text{ (ili } DC_r) + 0.18(T + 2.8) + 0.5 Le \quad (4)$$

gdje su:

DC_0 = DC prethodnog dana

DC_r = DC poslije kiše

T = temperatura zraka u 12h

L_e = duljina vidljivog dijela dana

r = oborina u mm za protekla 24 sata

Dva među indeksa se izračunavaju na temelju prethodnih vrijednosti a to su: indeks početnog širenja vatre (ISI) i indeks ukupnog goriva (BUI).

$$ISI = 0.208 f(W) f(F) \quad (5)$$

$$BUI = 0.8 DMC DC / (P + 0.4 DC) \quad (6)$$

gdje su:

$f(W)$ = funkcija vjetra

$f(F)$ = funkcija vlažnosti finog goriva

DMC = iz (2)

DC = iz (4)

Indeks ISI daje ocjenu širenja vatre nakon zapaljenja goriva standardnog tipa (kanadski bor). Za ISI vrijedi prema Tablici 2.

Tablica 2. Širenje vatre nakon zapaljenja goriva standardnog tipa prema ISI indeksu (www.meteo.hr)

ISI	Klase brzine	Brzina	Opis
0 - 7	sporo	1.5 m/min	-
8 - 12	umjereno	3.0 m/min	baklje
13 - 17	brzo	6.1 m/min	moguć požar u krošnjama
> 18	vrlo brzo	18.3 m/min	požar u krošnjama, više fronti

Veličina BUI prikazuje brojčanu vrijednost suhoće goriva i stanje za prihvatanje vatre. Za BUI = 119, gorivni materijal je dovoljno suh da prihvati vatru koja se dalje širi.

Na samome kraju određuje se numerička vrijednost meteorološkog indeksa opasnosti od požara (FWI):

$$FWI = 0.1 ISI f(D) \quad (7)$$

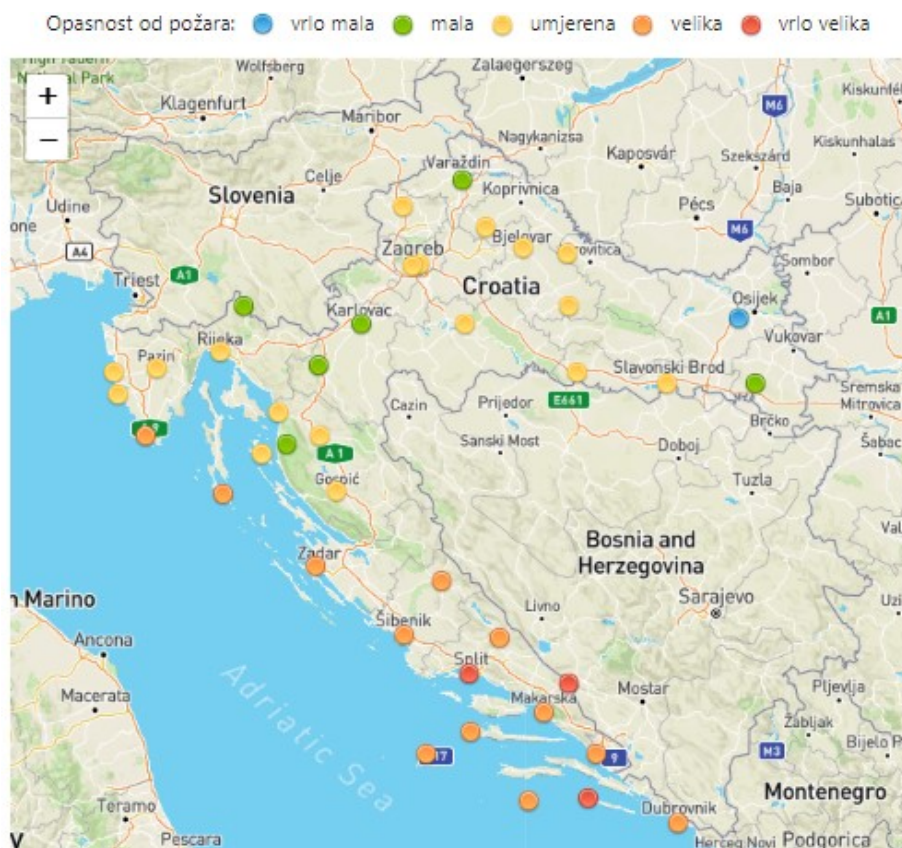
gdje su:

ISI = iz (5)

$f(D)$ = eksponencijalna funkcija koja u sebi sadrži BUI iz (6), (Van Wagner, C.E. and T.L. Pickett, 1975).

FWI kao zaseban ili u kombinaciji sa BUI predstavlja najbolji način kojim se mogu opisati i prikazati klase opasnosti od požara. FWI i BUI su temeljem statističke analize i odgovarajućih pokazatelja za vremensko razdoblje od 7 godina na području Jadrana (Dimitrov T i Jurčec V. 1984) podijeljeni u pet klasa opasnosti od požari:

- $(FWI < 5, BUI < 49)$ = vrlo mala,
- $(4 < FWI < 9, 48 < BUI < 86)$ = mala,
- $(8 < FWI < 17, 85 < BUI < 119)$ = umjerena,
- $(16 < FWI < 33, 118 < BUI < 159)$ = velika,
- $(32 < FWI, 158 < BUI)$ = vrlo velika.

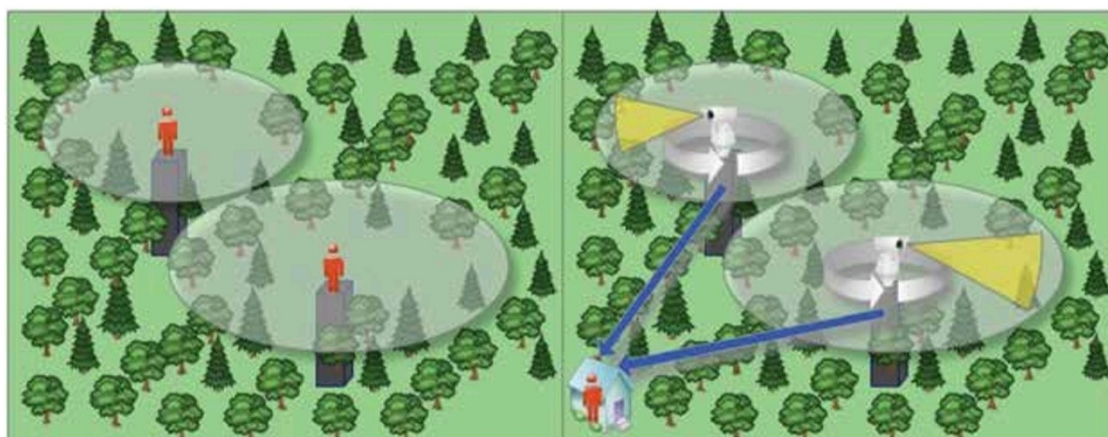


Slika 10. Indeks opasnosti od šumskog požara za 22.6.2022. (www.meteo.hr)

3.2. Napredni automatski protupožarni nadzor

Rano otkivanje požara je od velike važnosti za smanjenje požarne štete, te se zbog toga ulažu veliki naponi i različite vrste resursa kako bi se požar otkrio u što ranijoj fazi nastanka. Hrvatske šume d.o.o. je državna firma koja se Republici Hrvatskoj uglavnom organizira Hrvatski protupožarni nadzor. Zaduženi su za zaštitu i iskorištavanje šuma u državnom vlasništvu (Stipaničev 2021).

Kao što je već rečeno ranije, rano otkrivanje požara otvorenog prostora temelji se na ljudskom nadzoru šumskih požara. Ljudski nadzor se ostvaruje u danonoćnom promatranju ljudskog promatrača koji se nalazi na točno određenim i definiranim lokacijama i motronicama. Međutim, takav način nadzora uključuje samo standardne dalekozore i komunikacijsku opremu, a područje promatranja je samo ono koje dozvoljava lokacija i temelji se na oštini zapažanja ljudskog oka. Noviji i napredniji pristup ljudskom nadzoru požara otvorenog prostora je sustav koji se temelji na video kamerama kojima se upravlja daljinski, kojima u konačnici upravlja ljudski promatrač ali iz centra za promatranje. Takav napredniji sustav, osim što se koristi za ranije otkrivanje požara, daje nam i fizičku sliku situacije na požarištu, a kao dodatna prednost smatra se mogućnost kamere da pohrani video snimke nekoliko dana radi analize nakon požara (Stipaničev 2021).



Slika 11. Razlika između ljudskog nadzora dalekozorima i ljudskim okom (lijevo) i nadzora požara pomoću video kamera na motrilačkim lokacijama (desno) (Stipaničev 2021)

3.2.1. Inteligentni Protupožarni NAdzorni Sustav - IPNAS

Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje u Splitu, u suradnji sa Splitsko – dalmatinskom županijom i uz dovoljni financijski poticaj i bespovratna sredstva započinje istraživanje 2003. godine u sklopu seminara na poslijediplomskom studiju. Istraživanje se temeljilo na snimanju video materijala s požarima raslinja u nastajanju. Na temelju snimljenih materijala formira se prva inačica algoritma detekcije, čiji je konačni rezultat IPNAS – Inteligentni Protupožarni NAdzorni Sustav. Tada, u 2003. godini, on se smatrao naprednim automatskim sustavom za nadzor i praćenje šumskih požara, u poveći broj naprednih značajki. Princip rada IPNAS-a je pomoću napredne analize slika s video kamera, te

inteligentnog pronalaženje vizualnih znakova požara raslinja, poput dima preko dana ili plamena noću. Prilikom detekcije sumnjivog ponašanja, javlja se alarm i označavaju se dijelovi slika koji upućuju na nastanak požara, dok je operater osoba koja procjenjuje i odlučuje da li se stvarno radi o požaru. Teorijska podloga IPNAS-a je *teorija mreže požarnih opservera* koja se temelji na troslojnoj senzorskoj mreži, teoriji percepcije i notacije opservera (Stipaničev 2021).



Slika 12. Motrilačka eksperimentalna jedinica sustava IPNAS na Marjanu Split (Stipaničev 2021)

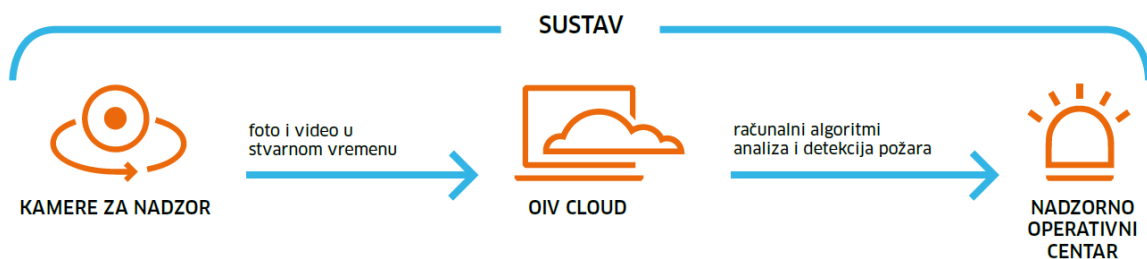
Nakon istraživačkog perioda do 2006. godine nastavlja se intenzivni rad na oblikovanju IPNAS-a u radni sustav, koji se sposoban raditi danonoćno, 7 dana u tjednu. S obzirom na inovativnost i uspjeh sustava. nakon 2006. godine instalirali su ga brojni hrvatski nacionalni parkovi i parkovi prirode (Stipaničev 2021).

3.2.2. OIV Fire Detect AI - OIV

Slijedeći veći korak u razvoju metoda naprednog protupožarnog nadzora dogodio se 2015. godine u sklopu projekta *HOLISTIC*, kada su se sustavom IPNAS koristile četiri dalmatinske županije. Tijekom 2015. godine pokrenut je projekt u suradnji Hrvatskih šuma d.o.o, Odašiljača i veza kao nosioca komunikacijske i računalne infrastrukture i FESB-a kao nosioca programske podrške. IPNAS sustav je u potpunosti prerađen i dorađen u unaprijeđenu verziju prvotnog naziva *STRIBOR*, a danas je poznat pod nazivom OIV Fire Detect AI (Stipaničev 2021).

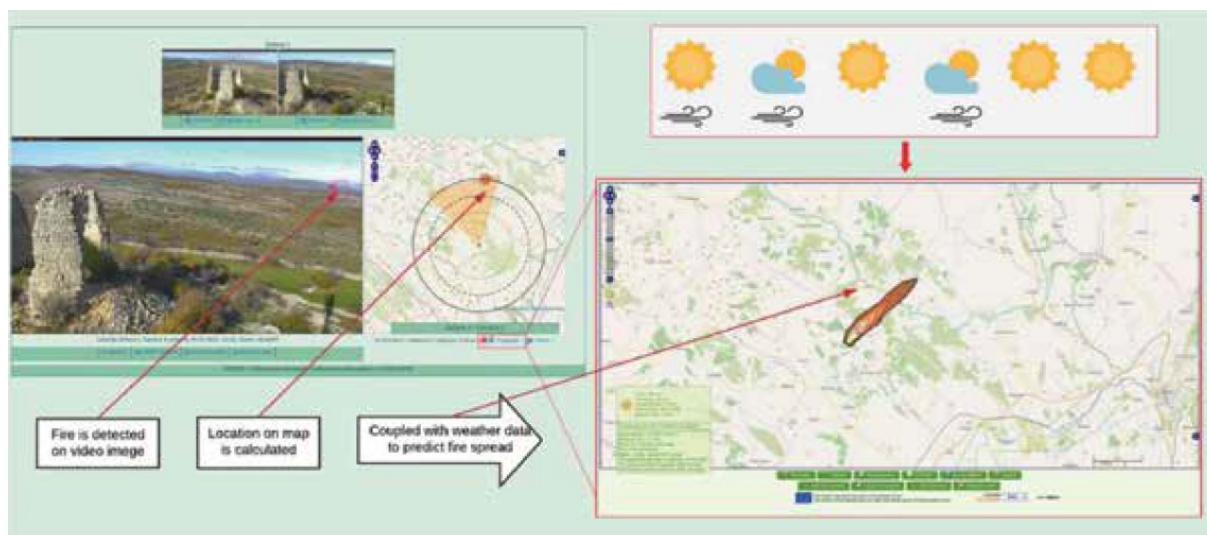
OIV Fire Detect AI je inteligentni komunikacijski sustav čija je glavna zadaća video nadzor udaljenih lokacija i otkrivanje šumskih požara u stvarnom vremenu. Sustav je namijenjen službama kojima je glavan uloga zaštita šumskih površina i spašavanje života i imovine od požara. Sustav čine tri cjeline (www.oiv.hr):

1. video kamere na antenskim stupovima
2. OIV Cloud podatkovni centar i aplikacija
3. Nadzorno operativni centar



Slika 13. Shematski prikaz rada OIV Fire Detect AI (www.oiv.hr)

Kombinacija napredne tehnologije i stručnosti rada sustava OIV omogućuje ranu detekciju i daljinski danonoćni nadzor više istovremenih požara na nepristupačnim lokacijama. Neke od glavnih prednosti ovog sustava su mogućnost pokrivanja 360° nadzornog područja, na udaljenosti od čak 10 km u automatskom načinu rada. Također, sustav kao i svi prethodni detektira pojavu dima danju i plamena noću. Jedna od većih prednosti je mogućnost komunikacije na prostorima izvan razvijenih urbanih sredina, te omogućuje stabilan rad cijelog sustava uz otklanjanje potencijalnih smetnji bez potrebe izlaska na teren (www.oiv.hr).



Slika 14. Integracija simulatora širenja požara u OIV Fire Detect AI (Stipaničev 2021)

Godine 2018. potpisan je 20 milijuna kuna vrijedan ugovor za video nadzor šumskih požara, simulator širenja požara i radijsku komunikacijsku vezu između Hrvatskih šuma d.o.o i tvrtke Odašiljači i veze d.o.o. (www.oiv.hr).



Slika 15. Primjer implementacije OiV Fire Detect AI u Hrvatskoj (www.oiv.hr)

3.3. Uloga EU u protupožarnim mjerama Republike Hrvatske

3.3.1. Europski informacijski sustav o šumskim požarima – EFFIS

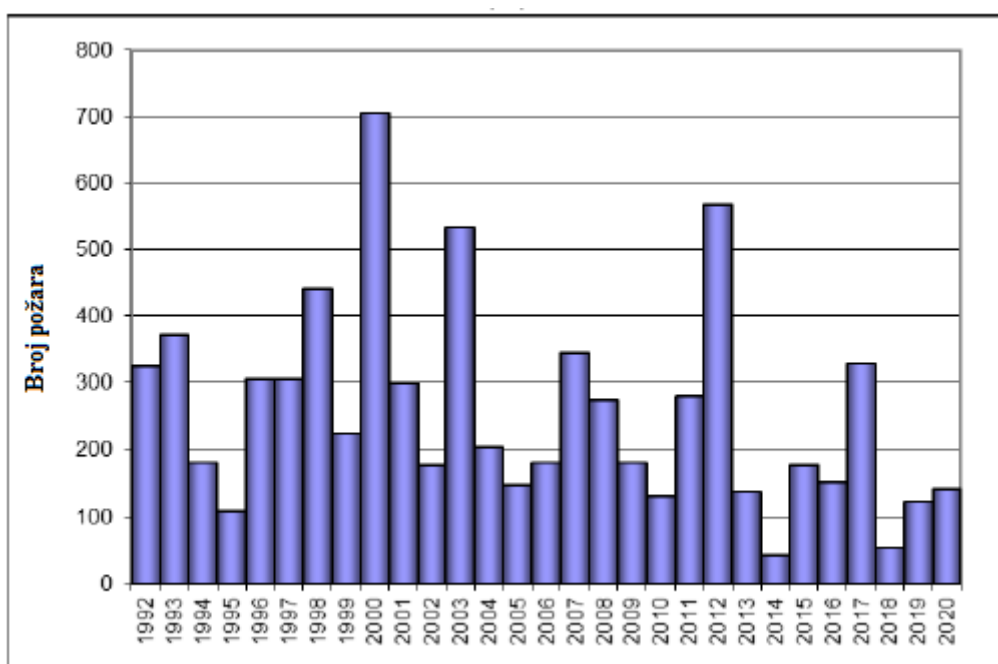
EFFIS (engl. *European Forest Fire Information System*) je sustav koji podržava službe zadužene za zaštitu šuma od požara u EU i susjednim zemljama te pruža službama Europske komisije i Europskom parlamentu ažurirane i pouzdane informacije o požarima u Europi. Njome upravlja Zajednički istraživački centar – JRC, te izvještaji koji ukazuju na broj požara i opožarenih područja, iako vrlo robusni, smatraju se relevantnim za politiku. EFFIS je podržan od strane stručnjaka iz zemalja tzv. Stručne skupine za šumske požare koja je registrirana pri glavnom tajništvu Europske komisije od 1998. godine. Unutar te skupine nalaze se stručnjaci iz 43 bliskoistočnih sjevernoafričkih i europskih zemalja (www.effis.jrc.ec.europa.eu/).

EFFIS uključuje sljedeće module, počevši od stanja prije požara:

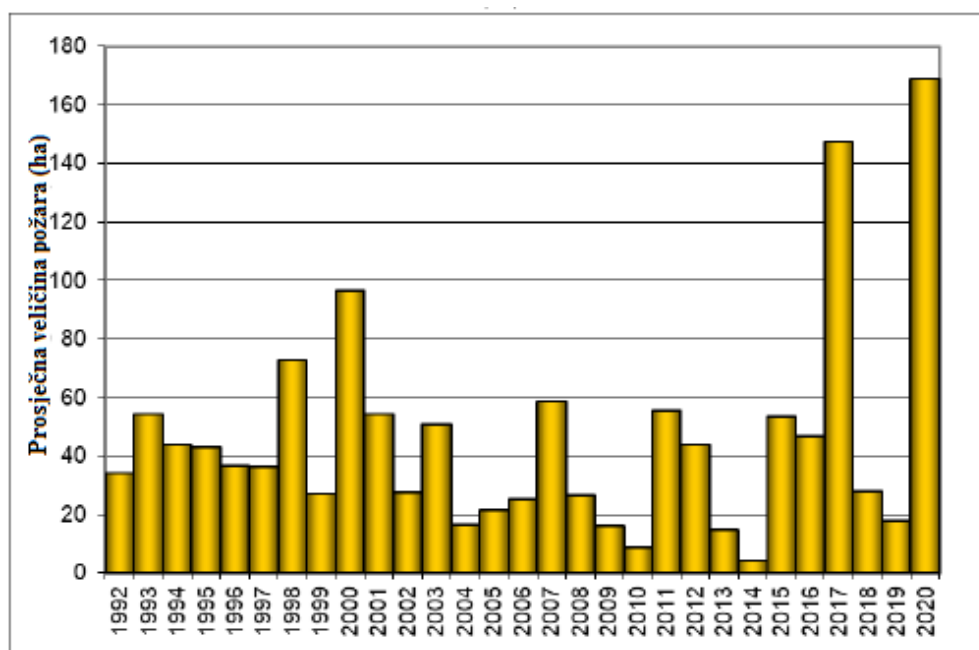
1. procjena opasnosti od požara
2. brza procjena štete koja uključuje:
 - detekciju aktivnog požara,
 - procjenu ozbiljnosti požara,
 - procjenu štete na površini zemlje
3. procjena emisije i disperzije dima
4. procjena potencijalnog gubitka tla
5. regeneracija vegetacije

Još jedan dodatni modul unutar EFFIS-a, koji podržava praćenje požara je Fire News koji geolocira sve vijesti vezane uz šumske požare koje su objavljene na internetu na različitim jezicima. Baza podataka o požarima u koju su uključene informacije o pojedinačnim evidencijama požara, dostavljene su od strane zemalja povezanih u veliku mrežu unutar sustava EFFIS (www.effis.jrc.ec.europa.eu/). Svake godine, objavljuje se godišnje izvješće za prethodnu godinu o broju požara, o prosječnoj veličini požara, te o ljudskim žrtvama za svaku od zemalja koje se služe EFFIS sustavom.

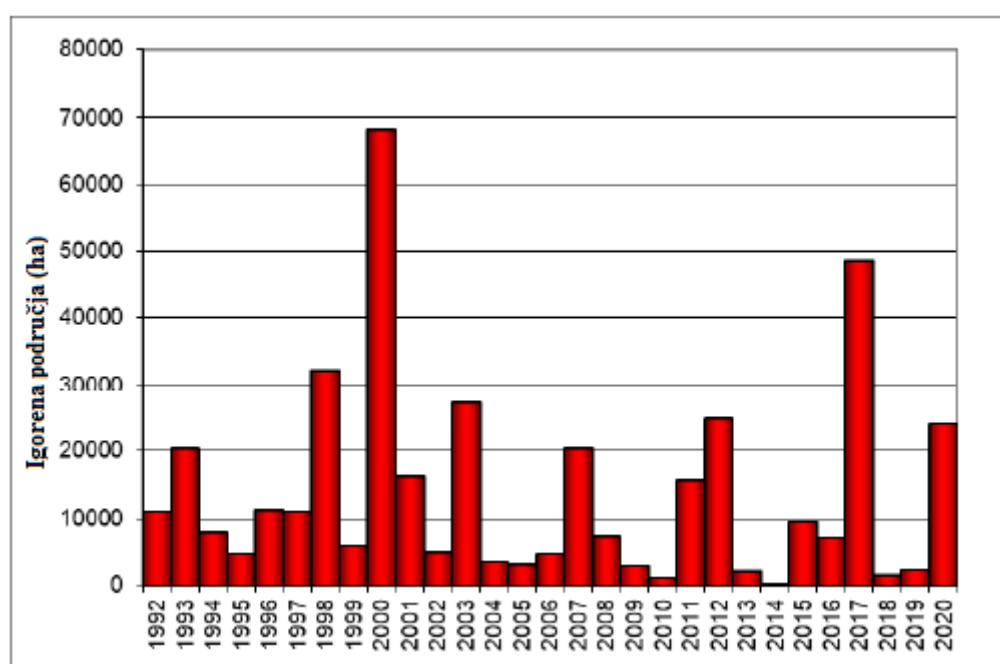
Unutar spomenutih 43 zemalja koje koriste mreže sustava EFFIS ubraja se i Hrvatska. Prema izvještaju u razdoblju od 1.1. – 31.12.2020. godine zabilježena su 142 požara, dok je izgorjela površina iznosila 23 994 ha. Prikazane trendove vidimo na Slikama 16, 17, 18 i Tablici 3 (JRC 2020).



Slika 16. Grafički prikaz broja požara unutar Hrvatske od 1992.-2020.god (JRC 2020)



Slika 17. Grafički prikaz prosječne veličine požara u Hrvatskoj od 1992.-2020.god (JRC 2020)



Slika 18. Grafički prikaz izgorjelog područja Hrvatske od 1992.-2020.god (JRC 2020)

Tablica 3. Izgorena područja s obzirom na tip zemljišta unutar razdoblja od 2010.-2020.godine (JRC 2020)

Godina	Izgorena površina u šumskim požarima (ha)			
	Šumska zemljišta	Nešumska zemljišta	Druga / poljoprivredna zemljišta	UKUPNO
2010	753	267	101	1121
2011	6937	3106	5512	15555
2012	15515	6201	3106	2480
2013	942	628	429	1999
2014	120	45	23	188
2015	6569	1462	1385	9416
2016	4288	2698	114	7100
2017	31931	12560	4052	48543
2018	750	478	278	1506
2019	1304	498	377	2180
2020	13306	8184	2540	23994

3.3.2. EU projekti

Europska komisija 2018. godine potiče holistička rješenja za upravljanje rizikom od požara u ugroženim područjima u vidu predlaganja višenamjenske strategije koja će na odgovarajući način uzeti u obzir konkretne zahtjeve korištenja šuma s potencijalnim rizicima koje oni mogu uključiti. Prilikom planiranja strategije posebno je kombinirati holistički i integrirani pristup iz razloga što požari imaju utjecaj na širok raspon sektora i sustava kao što su : šumarstvo, poljoprivreda, stočarstvo, turizam i javno zdravstvo. Integrirana rješenja za upravljanje požarima trebala bi uzeti u obzir različite sektorske politike, kako bi se održala ili povećala sigurnost ljudi i osigurala ravnoteža između gospodarskog rasta, usluga ekosustava i ciljeva bioraznolikosti. Ljudski, fizički i ekološki elementi dio su integriranog pristupa upravljanju požarom koji kombinira društvene, ekonomske, kulturne i ekološke procjene. Prepoznata je važnost premještanja fokusa sa suzbijanja požara na prevenciju i oporavak od požara, što sugerira integraciju upravljanja prije i poslije požara kako bi se smanjio rizik od požara i njegove posljedice. Različiti projekti financirani od strane EU, posebno u mediteranskim područjima, pružili su ključna znanja u ovom aspektu. Neki od tih projekata su završeni (HOLISTIC, PROTECT, READINESS, FORESTEYE, FORRESTER), a neki su i danas aktualni (FirEURisk, FIRElinks) .

HOLISTIC (2013.-2016.)

Projekt *HOLISTIC* fokusiran je na prevenciju i ublažavanje šteta od prirodnih rizika, s posebnim naglaskom na rizike od požara i potresa na način da poboljšava, promiče i jača normativne kapacitete u provedbi političkih mjera i aktivnosti u svrhu smanjenja uzroka potencijalnog nastanka prirodnih katastrofa. Također, bazira se na poboljšanje pripravnosti i

brzine intervencije, uz naglasak na minimiziranje šteta na cijelom području jadranske regije. Projekt je trajao od listopada 2013. god. do prosinca 2016. god.

Plan projekta je bio zajedničkim smjernicama i standardnim postupcima unaprediti politiku i institucionalno unapređenje, zakonodavne i institucionalne propise, koji će kao rezultat doprinijeti održivoj zaštiti od požara, te također zaštititi javnih i povijesnih zgrada od potresa. Sve spomenuto će dovesti do poboljšanja zakonodavstva, poboljšanja kodeksa ponašanja uprave / tijela za zaštitu šuma, zaštitu od požara i civilnu zaštitu, poboljšanje operativnih metoda svih tehničkih i akademskih tijela uključenih u projekt.

Partneri iz Hrvatske: Splitsko-dalmatinska županija, Hrvatski šumarski institut, Hrvatska vatrogasna zajednica, Šibensko-kninska županija, Zadarska županija, Istarska županija. **Izvor financiranja:** IPA Adriatic Program prekogranične suradnje. **Ukupna vrijednost** projekta je 9.363.801,29 EUR (www.prigodba-klima.hr).

PROTECT (2007.-2013.)

Cilj projekta je razviti i prenijeti, zajedničkim pristupom na transnacionalnoj razini, integrirani model za prevenciju šumskih požara. Fokus se stavlja na fazu prevencije koja jse temelji na ekološkoj, gospodarskoj, kulturnoj i društvenoj održivost. Projekt uključuje 3 tematska područja: 1) Razvoj zajedničkih metoda i tehnika za mapiranje rizika, procjenu i praćenje, integracijom novih elemenata / rizika; 2) Ekonomski i ekološki održivi model za održavanje šuma, uklj. valorizacija biomase; 3) Aktivnosti informiranja i osposobljavanja za odgovorno ponašanje prema okolišu u rizičnim područjima i/ili u rizičnim situacijama.

Projekt je trajao od srpnja 2009.godine do lipnja 2012.godine. Unutar projekta bile su planirane 3 akcijske faze: 1) Izvršena je razmjena informacija radi razmjene praksi i znanja o različitim sustavima, kompetencijama, planovima i tehnikama partnerskih zemalja; 2) Osnovane 3 transnacionalne radne skupine do kojih je svaka analizirala i razvijala metode, strategije i tehnike, uz pomoć sveučilišta, čime je razvijen zajednički integrirani model. U svakom je partnerskom teritoriju realiziran proces usklađivanja i usvajanja s obzirom na preventivne i izvedbene planove projekata na temelju ishoda razvojne faze; 3) Realizirane su pilot implementacije i aktivnosti integracije kroz seminare, simulacijske vježbe itd. **Partner iz Hrvatske** bio je Istarska županija, Upravni odjel za održivi razvoj. **Izvor financiranja:** Programme MED. **Ukupna vrijednost** projekta bila je 1.611.140,00 EUR (www.keep.eu)

READINESS (2018.-2019.)

Projekt *READINESS*, objedinjuje metode i prakse, te koristi rezultate HOLISTIC projekta. Usmjeren je na minimiziranje izloženosti građana požaru i opasnosti od potresa, poboljšavajući komunikaciju i brzinu intervencije hitnih službi, te provođenjem inovativne procedure pri kriznim situacijama. U sklopu projekta provodi se kampanja za podizanje svijesti kao i pilot akcije obuke za volontere civilne zaštite, građane i učenike.

Krajnji rezultati projekta:

- 3 Tematska izvješća o poboljšanju i prilagodbi
- 1 Pilot operativni plana
- 6 Planova razmještaja civilne zaštite i pilot naprednih obuka dobrovoljaca
- 6 Planova implementacije i podizanja svijesti građana

- 1 Izvješće o provedbi i evaluaciji pilot implementacije
- 1 Plan političkog djelovanja
- 6 Regionalnih jednodnevnih trening radionica

Projekt je trajao od siječnja 2018. god. do lipnja 2019. god. **Partneri iz Hrvatske** su: Dubrovačko-neretvanska županija, Splitsko-dalmatinska županija i Zadarska županija. **Ukupna vrijednost** projekta bila je 1.176.000,00 EUR (www.italy-croatia.eu/)

FORRESTER (2012. – 2015.)

FORRESTER predstavlja projekt čiji je strateški cilj ojačati znanstvenu koordinaciju i integraciju mediteranskih programa u istraživanja šuma, kao i znanstvenu suradnju sa zemljama u mediteranskom području i sa zemljama iz drugih mediteranskih klimatskih područja.

Koncept projekta baziran je na četiri koraka u okviru postizanja ciljeva:

1. Mapiranje i razmjena informacija radi poboljšanja međusobnog poznavanja postojećih programa i kapaciteta.
2. Definiranje zajedničkih strateških aktivnosti za smanjenje fragmentacije istraživačke zajednice, izbjegavanje preklapanja i promicanje sinergije.
3. Provedba zajedničkih aktivnosti za konsolidaciju partnerstava i razvoj zajedničkih shema za evaluaciju programa, kao i za međusobno otvaranje objekata.
4. Poziva na zajedničke istraživačke projekte kako bi se povećao istraživački učinak mreže.

FORESTERRA projekt je započeo u siječnju 2012., a završio u prosincu 2015.godine. Sudjelovalo je 12 mediteranskih zemalja, među njima i Hrvatska. Ovaj projekt je donio tri glavna postignuća u vidu: bolje koordinacije između partnera u programu istraživanja šuma, održivu suradnju i integraciju između partnera koji su sudjelovali u projektu i dugoročni doprinos strukturiranju europskog istraživačkog područja.

Partner iz Hrvatske je bilo Ministarstvo znanosti, sporta i obrazovanja. **Izvor financiranja:** Sedmi okvirni program FP7 koji predstavlja glavni instrument EU za financiranje znanstvenih istraživanja i razvoja. **Vrijednost projekta** iznosila je 1.997.795,00 EUR (www.foresterra.eu).

FORESTEYE (2015.-2017.)

Cilj projekta je poboljšanje kvalitete života u pograničnom području Splitsko-dalmatinske županije i Hercegbosanske županije. Odnosno, detaljnije ciljevi su: smanjenje šteta/rizika od prirodnih katastrofa izazvanih šumskim požarima, povećanje socijalne kohezije u lokalnim zajednicama kroz zajedničke akcije i podizanje svijesti kampanjama za zaštitu i očuvanje okoliša te održivo korištenje prirodnih resursa. Projekt će omogućiti osiguranje očuvanja šuma s visokim prirodnim i kulturnim vrijednostima kroz zajedničke aktivnosti na otkrivanju i gašenju šumskih požara. Uz to, želi se omogućiti brži pristup područjima koje su zahvatili šumski požari, za interventne timove i vozila, te osigurati učinkovitije mjere intervencije i spašavanja uz edukaciju, podizanje svijesti i promicanje ponašanja koje dovodi

do sprječavanja prirodnih rizika. Time se štiti okoliš i biološka raznolikost. Projekt je trajao rujna 2015. do ožujka 2017. godine.

Partneri iz Hrvatske: Hrvatske šume - Uprava šuma Podružnica Split i Institut za razvoj i međunarodne odnose. **Izvor financiranja:** Europska unija kroz Instrument pretprijetne pomoći (IPA) u okviru Programa prekogranična suradnja Hrvatska – Bosna i Hercegovina. **Ukupna vrijednost** projekta je 651.524,40 EUR (www.prilagodba-klimi.hr).

FireEurisk (2021. – 2025.)

U projektu FirEurisku se usklađuju i nadograđuju postojeće europske strategije uključujući društveno-ekonomske okolnosti koje utječu na pojavu ekstremnih šumskih požara, kao i biofizičke uvjete, poput vegetacije i klime. Ova mješavina perspektiva omogućuje bolje razumijevanje koliko su zajednice ranjive na požare i koje su najbolje prakse za prilagodbu.

Tri su osnovna koraka FirEurisk-a u svrhu postizanja ciljeva. Od procjene do ublažavanja, rizik je potrebno promatrati iz različitih perspektiva:

Procjena – procjenjuje se opasnost od požara te izloženost i ranjivost požarima u različitim područjima, te učinke požara na ljude, imovinu, ekosustave i okoliš.

Smanjenje – proučavaju se pokretači požara uzrokovani ljudskim djelovanjem, revidiraju se strategije upravljanja zemljištem kako bi se razumjelo kako oni utječu na rizik od šumskih požara i razvijaju se alati za predviđanje ponašanja i širenja ekstremnih požara.

Prilagodba- stvaraju se scenariji koji prikazuju kako promjene klime, stanovništva i korištenja zemljišta utječu na uvjete rizika od požara. Cilj je poboljšati prevenciju i pripravnost za požare, posebno u područjima gdje će požari u budućnosti postajati sve redovitiji (www.fireurisk.eu).

U projektu sudjeluje 38 partnera iz 15 zemalja, među njima i Hrvatska. **Partner u Hrvatskoj** je Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje, Sveučilišta u Splitu. **Izvor financiranja** je iz programa Europske unije za istraživanje i inovacije Horizon 2020. **Proračun projekta** iznosi 10.271. 044,00 EUR (www.fesb.unist.hr).

FIRElinks (2019.- 2023.)

Cilj projekta je razviti mrežu znanstvenika i praktičara EU uključenih u istraživanje šumskih požara i upravljanja zemljištem, s iskustvom u poljima kao što su: dinamika požara, upravljanje rizikom od požara, znanjima o učincima požara na floru, faunu, tlo i vodu. Bitna su i njihova saznanja o društveno-ekonomskim, povijesnim, geografskim, političkim percepcijama i pristupima gospodarenju zemljištem. Oni su zajednica formirana iz različitih znanstvenih i geografskih sredina, omogućujući raspravu o različitim iskustvima i pojavu novih pristupa istraživanju požara.

Dakle, glavni cilj *FIRElinks*-a je osnažiti sinergijske suradnje između europskih istraživačkih skupina i dionika s ciljem sintetiziranja postojećeg znanja i stručnosti te definiranja usklađenog istraživačkog programa koji promiče integrirani pristup stvaranju krajolika otpornih na vatru, uzimajući u obzir biološke, biokemijska i fizička, ali i društveno-ekonomska, povijesna, geografska, sociološka, percepcijska i politička ograničenja. Ovo je hitna društvena potreba zbog očekivanog daljnjeg intenziviranja i geografskog širenja režima

šumskih požara pod Globalnom promjenom. Projekt započeo 2019.godine i trajat će do 2023.godine.

Partneri iz Hrvatske: Geofizički odsjek - PMF Sveučilište u Zagrebu i Agronomski fakultet Zagreb (www.cost.eu)

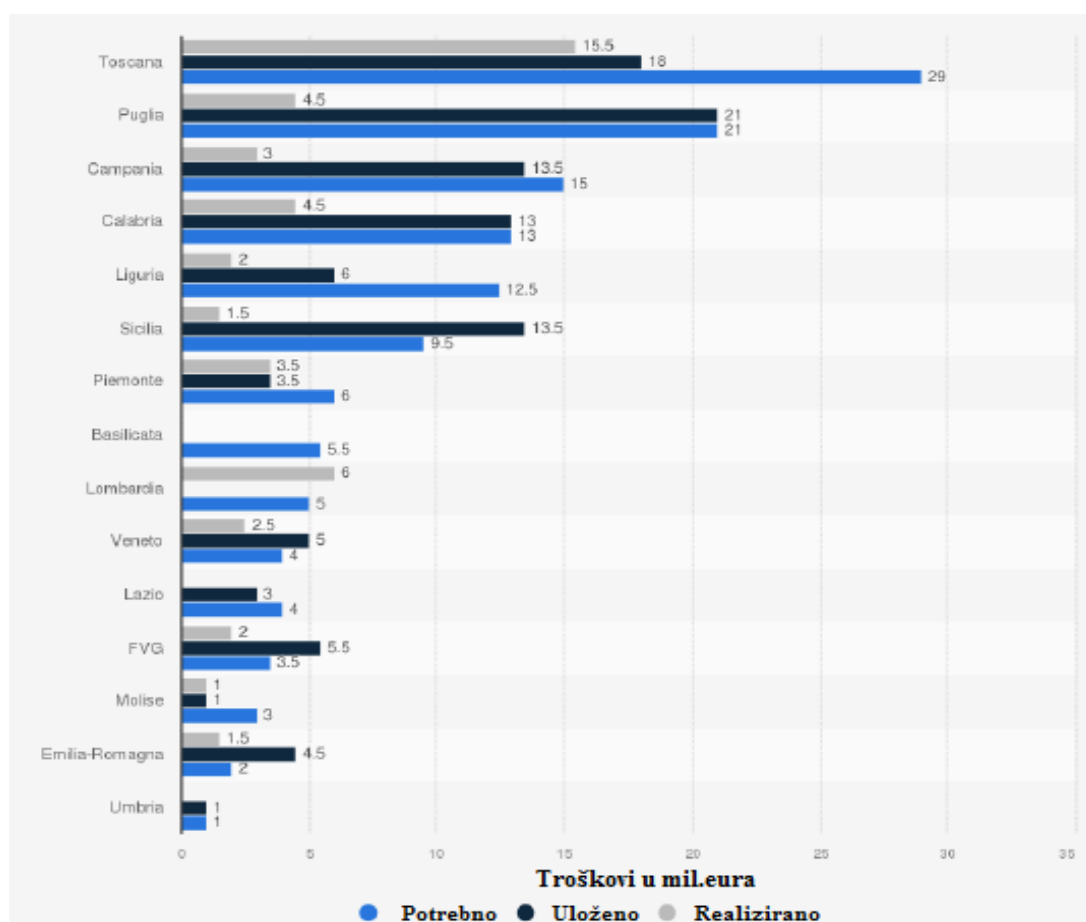
3.4. Analiza troškova

3.4.1. Troškovi protupožarnih mjera

Integrirano upravljanje požarom pomaže, posebice kroz aktivnosti održivog gospodarenja, očuvanje šumskih ekosustava i povezanih usluga ekosustava. Protupožarne aktivnosti pozitivno utječu na spašavanje ljudskih života, stanovanja, infrastrukture i dobara. Također treba razmotriti sinergiju s ublažavanjem jer smanjenje nekontroliranih šumskih požara smanjuje emisije stakleničkih plinova povezanih s požarom. Osim toga, očuvanje zdravih šuma od požara kao i sadnja mladih stabala koja brzo rastu predstavljaju važne strategije ublažavanja za održavanje skladištenja ugljika i poboljšanje sekvenciranja (www.adriadapt.eu).

Prevenција šumskih požara integrirana u upravljanje zemljištem može pomoći u smanjenju značajnih gospodarskih posljedica predviđenih povećanja rizika od šumskih požara za mediteransku regiju. Doista, troškovi ponovne sadnje i obnove oštećenih šuma mogu biti veći od ulaganja potrebnih u inicijative za sprječavanje požara. U tom smislu, iako programi prevencije imaju ograničena izdvajanja iz proračuna u usporedbi sa suzbijanjem požara, FAO (engl. *Food and Agriculture Organization*) smatra prevenciju šumskih požara najisplativijim i najučinkovitijim programom ublažavanja koje agencija ili zajednica mogu provest. Troškovi se odnose na ulaganje u nove pristupe i tehnologije, kao i na obuku osoblja uključenog u vatrogasne aktivnosti (www.adriadapt.eu).

U Italiji su, nakon teškog ljeta 2017. godine, sredstva Nacionalnog vatrogasnog zbora povećana kroz 10-godišnji plan ulaganja s ciljem poboljšanja odgovora države na požare. Štoviše, stvoreno je nekoliko organizacijskih radnih skupina s ciljem poboljšanja suradnje između različitih aktera uključenih u aktivnosti gašenja šumskih požara. Prema Slici 19 možemo vidjeti procjenu troškova u obnovi šuma nakon požara po regijama u razdoblju 2013.- 2020- godine za Italiju (www.adriadapt.eu).



Slika 19. Procjenu troškova u obnovi šuma nakon požara po regijama u razdoblju 2013.- 2020- godine za Italiju (www.statista.com)

U Hrvatskoj su Zakonom o zaštiti od požara i Zakonom o vatrogastvu s pripadajućim podzakonskim aktima definirane mjere prevencije u pogledu zaštite od požara i operativnog funkcioniranja vatrogasnog sustava. Osim toga, Državna vlada svake godine utvrđuje dodatne poslove zaštite od požara prema Programu aktivnosti u provedbi posebnih mjera zaštite od požara od interesa za Republiku Hrvatsku (u daljnjem tekstu Program aktivnosti). U 2018. godini bio je potreban povećani iznos sredstava za provedbu Programa aktivnosti što je dovelo do boljeg nadzora teritorija putem stacionarnih kamera visoke rezolucije, izviđačkih letova za gašenje požara i promatranja promatrača, bespilotnih letjelica ili sustava bespilotnih zrakoplova (JRC, 2018).

Tablica 4 prikazuje plan i troškove protupožarnih mjera za 2018. godinu izrađen od strane Hrvatskih šuma d.o.o. u skladu s Pravilnikom zaštite šuma od požara (NN 26/03), Pravilnikom zaštite šuma od požara HŠ d.o.o. i zaduženjima po točkama iz Programa aktivnosti u provedbi posebnih mjera zaštite od požara od interesa za RH u 2018. godini (www.hrsume.hr).

Tablica 4. Prikaz plana i troškova protupožarnih mjera za 2018. godinu izrađen od strane Hrvatskih šuma d.o.o. (www.hrsume.hr)

NAZIV RADA	J.M.	Planirani radovi	Vrijednost planiranih radova (kn)
Izrada i nadzor projekta	km	76,00	966.578,00
Motriteljsko dojavna p.p. služba	rd	48.583,00	18.727.523,00
Izrada motrionica	kom.	7,00	627.015,00
Održavanje motrionica	kom.	23,00	642.501,00
Izrada p.p. prosjeka	ha	13,98	106.769,00
Održavanje p.p. prosjeka	ha	2.158,60	3.531.515,00
Izrada p.p. prosjeka s el.cesta	km	71,90	12.010.722,00
Održavanje p.p. prosjeka s el.cesta	km	678,18	16.637.745,00
Postava znakova upozorenja	kom.	3.056,00	102.810,00
Čuvanje šuma	rd	37.033,00	24.843.655,00
UKUPNO			78.196.833,00
Troškovi PP promidžbe			850.000,00
SVEUKUPNO			79.046.833,00

3.4.2. Troškova gašenja požara

Cjenikom vatrogasnih intervencija (NN 72/2021) koji glavni vatrogasni zapovjednik donosi na temelju članka 120. stavka 5. Zakona o vatrogastvu (NN 125/19), određuju se jedinični troškovi gašenja požara kao što je prikazano u Tablici 5.

Tablica 5. Jedinični troškovi gašenja požara (Cjenik vatrogasnih intervencija)

Upotreba vatrogasnih vozila		Iznos (HRK/sat)
1. VOZILA ZA GAŠENJE POŽARA I SPAŠAVANJE		
1.1. Vatrogasna vozila za gašenje požara		
1.	Manje vatrogasno vozilo (GP1, GP1T)	250,00
2.	Veće vatrogasno vozilo (GP2, GP2T)	300,00
3.	Manje vatrogasno vozilo s vodom (GPV1, GPV1T)	400,00
4.	Veće vatrogasno vozilo s vodom (GPV2, GPV2T)	400,00
5.	Vatrogasno vozilo s visokotlačnom pumpom; GPV/VT	400,00
6.	Manje navalno vatrogasno vozilo (NV1, NV1T)	400,00
7.	Veće navalno vatrogasno vozilo (NV2, NV2T)	400,00
8.	Manje vatrogasno vozilo – autocisterna (AC1)	400,00
9.	Veće vatrogasno vozilo – autocisterna (AC2)	400,00
10.	Šumsko vozilo (Š1)	300,00
11.	Šumsko vozilo (Š2)	300,00
12.	Šumsko vozilo (ŠM)	300,00

1.2. Posebna vatrogasna vozila za gašenje požara		
13.	Manje navalno vatrogasno vozilo za gašenje vodom i pjenom te spašavanje (NVT1)	400,00
14.	Veće navalno vatrogasno vozilo za gašenje vodom i pjenom te spašavanje (NVT2)	450,00
15.	Veće navalno vatrogasno vozilo za gašenje vodom i pjenom (NV3)	450,00
16.	Veće vatrogasno vozilo – autocisterna AC3	400,00
17.	Šumsko vozilo (Š3)	300,00
18.	Šumsko vozilo (Š4)	300,00
19.	Vatrogasno vozilo za gašenje požara pjenom u kemijskim industrijama (GPP)	450,00
20.	Manje vatrogasno vozilo za gašenje požara prahom (GPS1)	300,00
21.	Veće vatrogasno vozilo za gašenje požara prahom (GPS2)	450,00
22.	Manje vatrogasno vozilo za gašenje požara vodom, pjenom i prahom (GPVPS1)	450,00
23.	Veće vatrogasno vozilo za gašenje požara vodom, pjenom i prahom (GPVPS2)	500,00
24.	Vatrogasno vozilo za gašenje požara prahom i ugljikovim dioksidom (GPS/CO ₂)	500,00
25.	Vatrogasno vozilo za gašenje požara vodom, pjenom, prahom i CO ₂ (GPV/P/S/CO ₂)	500,00
2. VOZILA ZA SPAŠAVANJE S VISINA		
1.	Autoljestva bez košare (AL)	500,00
2.	Autoljestva s košarom (ALK)	700,00
3.	Hidraulička zglobna platforma s košarom za spašavanje (HP)	750,00
4.	Teleskopska platforma bez košare za spašavanje (TP)	600,00
5.	Teleskopska platforma s košarom za spašavanje (TPK)	750,00
3. TEHNIČKA VOZILA I VOZILA ZA APARATE I POSEBNU OPREMU		
3.1. Vozila za tehničke intervencije:		
1.	Tehničko vozilo malo (TVM)	450,00
2.	Tehničko vozilo srednje (TVS)	500,00
3.	Tehničko vozilo teško (TVT)	650,00
4.	Tehničko vozilo dizalica (TVD)	700,00
5.	Tehničko vozilo s opremom za gašenje požara (TVG)	500,00
3.2. Vozila za aparate i posebnu opremu:		
6.	Vozila s izolacijskim aparatima i posebnom opremom za zaštitu disanja; VOIA	400,00
7.	Vozila s aparatima i posebnom opremom za zaštitu od opasnih tvari (VOOT)	400,00
8.	Vozila s opremom za rad stožera sa sustavom veza (VOK)	300,00
4. VOZILA S OPREMOM ZA ZAŠTITU OD OPASNIH TVARI		
1.	Vozilo s opremom za zaštitu od opasnih tvari (ZOT)	500,00
5. ZAPOVJEDNA VOZILA		
1.	Zapovjedno vozilo (Z1)	200,00
2.	Zapovjedno vozilo (Z2)	200,00
3.	Zapovjedno vozilo (Z3)	200,00
6. VOZILA ZA PRIJEVOZ VATROGASAC		
1.	Malo vozilo za prijevoz vatrogasaca (TR1)	300,00

2.	Srednje vozilo za prijevoz vatrogasaca (TR2)	400,00
3.	Veliko vozilo za prijevoz vatrogasaca (TR3)	500,00
7. OPSKRIBNA VOZILA		
1.	Opskrbna vozila za vatrogasne uređaje, sredstva i opremu (OV1)	250,00
2.	Opskrbna vozila za prehrambene artikle (OVHR)	250,00
3.	Opskrbna vozila s kontejnerima (OVK)	Cijena se računa prema opremljenosti i namjeni kontejnera na vozilu.
4.	Opskrbna vozila za prijevoz vatrogasnih cijevi (OVC)	250,00
8. SPECIJALNA VOZILA		
1.	Aerodromska vozila za gašenje i tehničke intervencije (SVA)	750,00
2.	Vozila za intervencije na vodi i pod vodom (SVV)	750,00
3.	Specijalno vozilo za intervencije na prugama (SVŽ)	750,00
4.	Specijalno vozilo za intervencije u tunelima (SVTU)	750,00
5.	Vatrogasna prikolica cisterna (PRCI)	250,00
6.	Vatrogasna prikolica s prijenosnom motornom pumpom (PRPMP)	250,00
7.	Mehanička prikolična ljestva (PRL)	250,00
8.	Vatrogasna prikolica za gašenje vodom i pjenom (PRVP)	250,00
9.	Vatrogasna prikolica za gašenje pjenom (PRP)	250,00
10.	Vatrogasna prikolica za davanje rasvjete (PRR)	250,00
11.	Vatrogasna prikolica za naftne derivate (PPND)	250,00
12.	Vatrogasna prikolica za opasne tvari (PROT)	250,00
13.	Vatrogasna prikolica za gašenje prahom (PRS)	250,00
14.	Vatrogasna prikolica za prijevoz vatrogasnih cijevi (PRCJ)	150,00
15.	Vatrogasna prikolica s čamcem (PRČ)	250,00
9. PLOVILA		
1.	Vatrogasni čamac za spašavanje – VČS1	200,00
2.	Vatrogasni čamac za spašavanje – VČS2	300,00
3.	Višenamjenski vatrogasni čamac – VVČ1	400,00
4.	Višenamjenski vatrogasni čamac – VVČ2	600,00
5.	Brodica snage porivnog stroja do 15 kW	500,00
6.	Brodica snage porivnog stroja preko 15 kW do 30 kW	1.250,00
7.	Brodica snage porivnog stroja preko 30 kW do 50 kW	2.500,00
8.	Brodica snage porivnog stroja preko 50 kW do 110 kW	3.500,00
9.	Brodica snage porivnog stroja preko 110 kW do 180 kW	5.000,00
10.	Brodica snage porivnog stroja preko 180 kW	7.000,00
10. LETJELICE		
1.	PC-9M	20.481,81
2.	Cl-415	71.889,05
3.	AT-802	25.496,65
4.	ZLIN 242 L	7.990,84

5.	helikopter Mi-171Sh	48.960,24
6.	helikopter Mi-8 MTV-1	52.825,60
7.	helikopter Bell-206	9.188

Protupožarnim zrakoplovnim sustavom u Republici Hrvatskoj upravlja protupožarna eskadrila Hrvatskog Ratnog Zrakoplovstva. Prema podacima iz 2011.godine Hrvatsko Ratno Zrakoplovstvo raspolaže sa flotom od 12 protupožarnih zrakoplova od kojih su: 6 Canadair CL- 415 Air Tractor AT-802 A i 1 Air Tractor AT-802 F (Mustapić 2011).

Cijena jednog CL - 415 iznosi oko 35 milijuna USD, a procijenjeni vijek trajanja je 30 godina. Analizirani trošak nabave korištenjem standardnih postupaka Vlade SAD-a iznosi oko 1,5 milijuna USD/ god. u 30 godina. Godišnji trošak održavanja uključujući troškove goriva, pilota i servisa iznosi 1,5 milijuna USD, čime se ukupni trošak povećava na 3 milijuna USD, ne uključujući takse niti dobit vlasnika i operatera zrakoplova (Keating i dr. 2012). Kao realistični podaci o trošku sata leta i cijeni izbačene vode po m³ mogu se prihvatiti oni koji su navedeni (81.600 kn/h leta, odnosno 2.230 kn/m³ izbačene vode). Cijena uzima u obzir kapitalni trošak nabave zrakoplova (Regent i dr. 2018).

Kao primjer troškova gašenja požara možemo navesti požar iz 2016. godine u blizini Rijeke, u kojem su sudjelovale samo zračne snage. Dana 30.7.2016. eskadrila koju su činile 4 Canadaira gasila je seriju od 7 požara niskog raslinja, koji su bili izazvani kočenjem vlaka na potezu pruge između Meje i Škrljeva u blizini Rijeke. Prema podacima Vatrogasnog operativnog središta Državne uprave za zaštitu i spašavanje, angažman četiri zrakoplova na požarištu trajao je ukupno 7 sati i 10 minuta. Trošak gašenja požari iznosi je manje od 9 h x 81.600 kn/h = 734.400 kn ili gotovo 100.000 € (Radetić-Tomić, 2016).

3.4.3. Troškovi obnove nakon požara

Troškovi obnove šuma i šumskog zemljišta nakon požara određuju se prema Šumsko – odštetnom cjeniku koji je donesen na temelju članka 59. stavka 2. Zakona o šumama (NN 140/2005., 82/2006., 129/2008., 80/2010., 124/2010., 25/2012., 68/2012., 148/2013. i 94/2014.) od strane ministra poljoprivrede. U skladu sa Cjenikom, šumskom infrastrukturom smatraju se: šumske prometnice, vlake, stalne žičare, zaštitne ograde, rampe, protupožarne osmatračnice, znakovi upozorenja, znakovi zabrane, drugi objekti u šumama namijenjeni prvenstveno gospodarenju i zaštiti šuma te šumska obilježja i oznake (oznake granica posjeda, oznake gospodarske podjele, oznake na drvnim sortimentima). Cjenik propisuje mjerila prema kojima se izračunava i određuje naknada za šumsku štetu. Šumskom štetom se smatraju sve štete koje su nanijete šumi, šumskog zemljišta, šumskim proizvodima i šumskog infrastrukturi od strane fizičke ili pravne osobe. Iznos naknada šumske štete i obnove predstavlja produkt između cijena iz važećih cjenika Hrvatskih šuma d.o.o. i cijena utvrđenih ovim Cjenikom. Za obračun uzima se cijena koja nije uvećana za PDV.

Šumska šteta obračunava se i za oštećene biljke, stabalca i stabla te grmlja iz :

- jednodobnih, prebornih i raznodobnih sjemenjača u uzrastu ponika, podmlatka, mladika, koljika i letvika;
- šumskih kultura i plantaža u uzrastu podmlatka, mladika, koljika, letvika;
- panjača do 10 cm prsnog promjera;
- makija, gariga, šikara, šibljaka (do 10 cm prsnog promjera);
- nasada za uzgoj božićnih drvaca

U slijedećim tablicama slijedi prikaz troškova podizanja sastojina određenog uređajnog razreda na području Mediterana (Šumsko – odštetni cjenik).

Tablica 6. Troškovi podizanja sastojine crnog bora

Rad – tehnologija	Normativ	Rad/jed. mj./količina	Trošak kn/ha
Priprema staništa – ručno	15 rd/ha	ručno-strojni rad	12.200
Priprema strojno/riperanje	1,2500 sd/ha	stroj + priključak	6.500
Postavljanje zaštitne ograde	1 km/20.111 kn	125 m/ha	2.517
Sadnja sadnog materijala – sadnice ob. korijena	20 Nd/ha	3.000 kom./cr. bor	24.842
Popunjavanje sadnjom sadnica	20% površine	600 kom./ cr. bor	4.968
Njega borovih kultura (njega + okopavanje)	22,65 Nd/ha	rad ručnim alatom	14.172
Njega orezivanjem grana	12 Nd/ha	rad ručnim alatom	7.452
Suzbijanje biljnih štetnika mehanički	5 Nd/ha	ručni rad	2.265
Zaštita od biljnih bolesti i štetnika	0,2000 sd/ha	900 kn/ha × 2	1.800
Trošak podizanja kultura borova I dobni razred (sadnja sadnica)			76.716
Uređivanje šuma/revizija + obnova Osnove	2 godine	101 kn/ha	202
Čuvanje šuma	20 godina	52 kn/ha	1.040
Sveukupno troškovi podizanja I dobni razred/do 20 godina			77.958

Tablica 7. Troškovi podizanja sastojine primorskog bora

Rad – tehnologija	Normativ	Rad/jed. mj./količina	Trošak kn/ha
Priprema staništa – ručno	15 rd/ha	ručno-strojni rad	12.200
Priprema strojno/riperanje	1,2500 sd/ha	stroj + priključak	6.500
Postavljanje zaštitne ograde	1 km/20.111 kn	125 m/ha	2.517
Sadnja sadnog materijala – sadnice	12,79 Nd/ha	1.000 kom./pr. borovi	12.165
Popunjavanje sadnjom sadnica	20% površine	200 kom./ pr. borovi	2.516
Njega borovih kultura (njega + okopavanje)	22,65 Nd/ha	rad ručnim alatom	14.172
Njega orezivanjem grana	12 Nd/ha	rad ručnim alatom	7.452
Suzbijanje biljnih štetnika mehanički	5 Nd/ha	ručni rad	2.265
Zaštita od biljnih bolesti i štetnika	0,2000 sd/ha	900 kn/ha × 2	1.800
Trošak podizanja kultura borova I dobni razred (sadnja sadnica)			61.587
Uređivanje šuma/revizija + obnova Osnove	2 godine	101 kn/ha	202
Čuvanje šuma	20 godina	52 kn/ha	1.040
Sveukupno troškovi podizanja I dobni razred/do 20 godina			62.829

Tablica 8. Troškovi podizanja sastojine hrasta crnike

Rad – tehnologija	Normativ	Rad/jed. mj./količina	Trošak kn/ha
Priprema staništa – ručno	9 rd/ha	ručno-strojni rad	7.436
Priprema strojno/riperanje	1,2500 sd/ha	stroj + priključak	6.500
Postavljanje zaštitne ograde	1 km/20.111 kn	125 m/ha	2.517
Sadnja sadnog materijala – sadnice ob. korijena	76 Nd/ha	8.500 kom./hrast crnika	101.654
Popunjavanje sadnjom sadnica	20% površine	sadnicama	2.516
Njega pomlatka 2×	14 Nd/ha	rad ručnim alatom	9.049
Njega mladika	12 Nd/ha	rad ručnim alatom	7.452
Čišćenje sastojina	10 Nd/ha	motorna pila/lakša	6.210
Trošak podizanja sastojine hrasta crnike i dobni razred (sadnja sadnica)			143.334
Uređivanje šuma/revizija + obnova Osnove	2 godine	101 kn/ha	202
Čuvanje šuma	20 godina	52 kn/ha	1.040
Sveukupno troškovi podizanja I dobni razred / do 20 godina			144.576

Troškove podizanja panjače hrasta crnike predstavljaju gornji troškovi reducirani za 50 %. makije do 1 m visine za 80 %, te makije od 1 do 3 m visine za 70 %. Troškove podizanja šikare do 1 m visine predstavljaju gornji troškovi reducirani za 80 %, šikare od 1 do 3 m visine za 70 % te šibljaka i gariga za 90 % (Šumsko – odšetni cjenik).

Tablica 9. Troškovi podizanja sastojine hrasta medunca

Rad – tehnologija	Normativ	Rad/jed. mj./količina	Trošak kn/ha
Priprema staništa – ručno	9 rd/ha	ručno-strojni rad	7.436
Priprema strojno/riperanje	1,2500 sd/ha	stroj + priključak	6.500
Postavljanje zaštitne ograde	1 km/20.111 kn	125 m/ha	2.517
Sadnja sadnog materijala – sadnice ob. korijena	76 Nd/ha	8.500 kom./hr. medunac	101.654
Popunjavanje sadnjom sadnica	20% površine	sadnicama	2.516
Njega pomlatka 2×	14 Nd/ha	rad ručnim alatom	9.049
Njega mladika	12 Nd/ha	rad ručnim alatom	7.452
Čišćenje sastojina	10 Nd/ha	motorna pila/lakša	6.210
Trošak podizanja sastojine hrasta medunca i dobni razred (sadnja sadnica)			143.334
Uređivanje šuma/revizija + obnova Osnove	2 godine	101 kn/ha	202
Čuvanje šuma	20 godina	52 kn/ha	1.040
Sveukupno troškovi podizanja I dobni razred / do 20 godina			144.576

Podizanje panjače hrasta medunca predstavljaju gornji troškovi reducirani za 50 %. Troškovi podizanja sastojine hrasta cera jednaki su podizanju sastojine hrasta medunca, također troškovi podizanja panjače hrasta cera jednaki su podizanju panjače hrasta medunca (Šumsko – odšetni cjenik).

3.4.4. Prikaz troškova i šteta od požara na primjeru SAD-a

Na primjeru SAD-a prikazano je na što sve utječu šumski požari, te troškovi i štete uzrokovane njima. Američki Nacionalni institut za standarde i tehnologiju (engl. *National Institute of Standards and Technology* NIST), 2017. godine izdao je rad čija je svrha formiranje procjena ili metoda za procjenu troškova i šteta kako bi se proveo proračun: 1.) koji se može koristiti za C+NVC modeliranje i 2.) kojim se može procijeniti ekonomski teret šumskih požara za SAD. Gospodarski teret predstavlja utjecaj šumskih požara na gospodarstvo SAD-a. Praćenje ekonomskog opterećenja šumskih požara moglo bi se koristiti za procjenu povrata ulaganja uložених u intervenciju sprječavanja nastanka šumskih požara.

Troškovi su podijeljeni u 4 kategorije:

- Troškovi prevencije požara
- Troškovi ublažavanja požara
- Troškovi vezani uz suzbijanje požara
- Međusektorski troškovi (tj. kategorije koje se uklapaju u više kategorija).

Štete su podijeljene u dvije kategorije, u izravne i neizravne, te se i troškovi i štete preslikavaju na odgovorne sudionike koji snose ekonomski teret. Sudionike čine: 1. Vlasnici kuća, 2. Vlada/porezni obveznici, 3. Građani/potrošači/stanari, 4. Vatrogasci i 5. Vatrogasne službe, 6. Lokalni vlasnici poduzeća, 7. Dobavljači, lokalni zaposlenici i 8. Organizacije normi i kodeksa. Naravno, ove skupine sudionika se međusobno ne isključuju (npr., vlasnik kuće također može biti porezni obveznik i stanar zgrade) (Thomas i dr. 2017).

Troškovi

Na saveznoj razini, aktivnosti prevencije i ublažavanja, koje uključuju otkrivanje šumskih požara i edukaciju, grupiraju se zajedno u proračunskim stavkama kao pojam pripravnosti. Pripravnošću se smatra svaka aktivnost koja dovodi do sigurnog, učinkovitog i ekonomičnog upravljanja požarom, a uključuje i niz zadataka potrebnih za izgradnju, održavanje i poboljšanje sposobnosti zaštite od kućnih incidenata, odgovora na njih i oporavka od njih. Savezna Vlada SAD-a 2015.godine na pripravnost je utrošila iznos od preko 1,4 milijarde dolara, koji je bio podijeljen između šumarske službe SAD-a (78%) i Ministarstva unutarnjih poslova (22%).

Ublažavanje je skup mjera koje se temelje na smanjenju ozbiljnosti utjecaja od požara, koja za šumske požare uključuju upravljanje gorivim materijalom, osiguranje i pomoć u slučaju katastrofe. Upravljanje gorivim materijalom uključuje dva različita skupa troškova. Prvi trošak je izgradnja obrambenog prostora, koje predstavlja strukturno područje za smanjenje obujma požara, odnosno njegovo širenje. Drugi trošak se odnosi na upravljanje gorivim materijalom u šumi, što uključuje kontrolirano spaljivanje. Trošak osiguranja obično se izračunava kao razlika između uplaćenih premija i isplaćenih šteta. Osiguranje je sustav u kojem se sredstva udružuju za plaćanje gubitaka koji nastanu među osiguranicima. Postoji niz polica osiguranja koja su izložena šumskim požarima, to su: osiguranje kuće, komercijalno osiguranje, osiguranje automobila, zdravstveno i životno osiguranje. Što se tiče zdravstvenog i životnog osiguranja, sve je više literature koja prepoznaje da dim iz šumskih požara ima

štetne učinke na zdravlje ljudi koji su mu izloženi, ali ozbiljnost tog učinka još uvijek nije dobro shvaćena. Savezna agencija za upravljanje u hitnim slučajevima (engl. *Federal Emergency Management Agency* FEMA) bavi se troškovima pomoći u slučaju katastrofe, npr., FEMA za pomoć u slučaju katastrofe može koristiti nekoliko stavki povezanih s fleksibilnošću koje uključuju: privremeni smještaj, troškove smještaja, popravak, zamjenu, izgradnju stanova, brigu o djeci, medicinske troškove, kućanske potrepštine, čišćenje, gorivo, vozila, troškove selidbe, i druge potrebne troškove koje ona sama odredi. Nacionalni troškovi pomoći u slučaju katastrofe mogu se utvrditi iz FEMA-inog mjesečnog izvješća. U 2016. bilo je 37 izjava o katastrofama u vezi s požarom, a FEMA navodi da je sedam rezultiralo javnom pomoći. Prema vrijednostima FEMA-e, ukupno 1,551 milijun dolara javne pomoći isplaćeno je za proglašenje katastrofe izazvane požarom (Thomas i dr. 2017).

Za suzbijanje požara na federalnoj razini u 2015. godini potrošnja je premašila 1,0 milijardu dolara, podijeljenu između američke šumarske službe (engl. *US Forest Service*) (70 %) i Ministarstva unutarnjih poslova (30 %), s FLAME računima (tj. rezervnim računima za suzbijanje šumskih požara) dodanih još 383 milijuna dolara. Saveznim zakon o zemljišnoj pomoći, upravljanju i unapređenju iz 2009. (*FLAME Act*) kojim se predviđa hitno financiranje za suzbijanje šumskih požara, povezano je još 130 milijuna dolara na računima za upravljanje šumskim požarima koji nisu izričito označeni za suzbijanje, pripravnost ili rehabilitaciju. Sveukupni troškovi suzbijanja požara na razini države procjenjuju se na 1 do 2 milijarde dolara godišnje (Thomas i dr. 2017).

Postoji nekoliko troškova koji se mogu preklapati između navedenih kategorija troškova (međusektorski), koji se odnose na različite organizacije i kategorije. To uključuje pravne troškove, istraživanje i propise. Mnoge javne i neprofitne organizacije uključene su u istraživanje i razvoj kako bi smanjile troškove i gubitke povezane s požarima u prirodi. Ti naponi sami po sebi imaju troškove koje treba uzeti u obzir za požare u divljini. Američka šumarska služba daje procjenu za istraživanje i razvoj povezan s upravljanjem šumskim požarima. U fiskalnoj godini 2016. Ministarstvo poljoprivrede (engl. *United States Department of Agriculture* USDA) izvješćuje da je na te stavke potrošeno približno 19,8 milijuna dolara. Zakonski i građevinski propisi razvijeni su na lokalnoj, državnoj i saveznoj razini kako bi se smanjio rizik od štete po život i imovinu. Na primjer, kalifornijski zakon zahtijeva od vlasnika kuća da očiste zapaljivo raslinje unutar 30 stopa od zgrade. Svaka država ima svoje građevinske propise i protupožarne propise. Procjene troškova često se izrađuju za usvajanje novih propisa i građevinskih propisa od strane država. Lokalni vlasti također mogu imati vlastite građevinske propise i zakonski propise. U mnogim slučajevima oni neće imati procjenu troškova za svoja pravila (Thomas i dr. 2017).

Štete uzokovane požarima

Unatoč opsežnim naporima da se spriječe, suzbiju i ublaže šumski požari, oni i dalje uzrokuju štetu životima i imovini. Ove štete uključuju izravne gubitke kao što su smrtni slučajevi, ozljede i oštećenja strukture zajedno s neizravnom štetom kao što je prekid poslovanja, gubitak komunalnih usluga i utjecaj na ekosustav. U ovom se poglavlju raspravlja o vrstama štete kao posljedicama šumskih požara.

Direktne štete

Direktne štete uglavnom uključuju one predmete i živote koji su izgubljeni kao izravna posljedica požara, npr. kuće koje su spaljene, civili koji su ozlijeđeni i drvo koje je uništeno. Prema tome direktne štete primarno se dijele na: smrtno slučajeve povezane s izloženošću vatri, smrtni slučajevi povezani s izlaganjem dimu i ostale koji uključuju različite negativne respiratorne učinke na osobe u čestom kontaktu s požarima, poput povećano rizika od smrtnosti od karcinoma dišnog i probavnog sustava. Osim navedenih, štete su još i ozljede uzrokovane gašenjem požara ili prisutnošću osoba na mjestima požara, učinci na psihičko zdravlje vatrogasaca i civila, štete vezane uz požare koji zahvaćaju infrastukture, ekološki gubici, te štete drvene građe kao štete vezane uz poljoprivredu (Thomas i dr. 2017).

Primarna sigurnosna briga tijekom šumskog požara su životi civila na putu vatre i vatrogasaca koji pokušavaju obuzdati vatru. Zdravstveni učinci šumskog požara nisu vremenski ili geografski ograničeni na sam požar. Dim od požara može se odnijeti stotinama milja daleko, a učinci izloženosti dimu mogu potrajati i nakon što se vatra ugasi. Ti utjecaji nisu beznačajni, niti ih je jednostavno kvantificirati. Dim od požara sadrži nekoliko kemikalija koje mogu uzrokovati štetne učinke na zdravlje. Čestice manje od 2,5 mikrometara (PM_{2,5}) i manje od 10 mikrometara (PM₁₀) najčešće su istraživane komponente dima u literaturi. Utvrđeno je da te fine čestice dovode do povećanog rizika od smrtnosti povezane s kardio-pulmonalnim i plućnim rakom. Često su prijavljivani česti slučajevi napadaja astme, zajedno s kašljem, piskanjem u plućima i drugim respiratornim simptomima. Postoje i znakoviti ekonomski troškovi vezani uz smrt civila i vatrogasaca koji se samo procjenjuju, jer nije moguća točna analiza troškova. Ekonomski učinci utjecaja na zdravlje izazvanih dimom mogu biti značajni. Većina literaturnih procjena uključuje smrtnost (Thomas i dr. 2017).

Ozljede uzrokovane požarom kod ljudi mogu nastati na tri načina: 1) udisanjem otrovnih plinova koji dovode do poremećaja bioloških funkcija 2) udisanjem vrućih plinova koji uzrokuju oticanje tkiva do točke u kojoj dolazi do ometanja izmjene zraka u plućima 3) toplinske ozljede kože konvektivnim ili radijacijskim grijanjem (Butler 2014). Vatrogasci doživljavaju najveći dio njih zbog opasnosti svoje profesije, civili također mogu biti ozlijeđeni. To može biti rezultat pokušaja bijega s mjesta požara, prometnih nesreća tijekom evakuacije, poskliznuća, spoticanja, padova i akutnog udisanja dima itd. Izloženost šumskom požaru može imati traumatizirajući učinak na civile i vatrogasce. Svjedočenje fizičkom uništenju u šumskom požaru može predstavljati emocionalne i mentalne poteškoće koje se mogu manifestirati u psihičkim poremećajima. Studije o šumskim požarima otkrile su da su depresija, posttraumatski stresni poremećaj (PTSP) i drugi anksiozni poremećaji rezultat izloženosti požarima (Thomas i dr. 2017).

Šumski požari često se uz sve napore prošire do urbanih sredina, dolaze do zapaljenja građevinskih objekata i infrastrukture. Šteta na tim strukturama prati se u različitim stupnjevima, ali ne postoji baza podataka koja sveobuhvatno prati te informacije, odnosno postoji poznata baza podataka koja prati utjecaj na infrastrukturu, kao što su dalekovodi, ceste i cjevovodi (Thomas i dr. 2017).

Šumski požari prirodno se javljaju i igraju važnu ulogu u šumskom okolišu. Zbog toga se mnogi čimbenici okoliš prirodno obnavljaju kako bi se šumsko područje vratilo u stanje prije požara. Poznato je da je pokušaj potpunog sprječavanja šumskih požara imao negativan

učinak, budući da je bez kontroliranih požari pojedinih šumskih područja, šikara narasla do te mjere da je previse gorivog materijala koji je rezultirao daleko štetnijim požarima. Najuočljivija posljedica požara je gubitak vegetacije, koja se prirodno obnavlja sama od sebe, no u mnogi parkovima unutar SAD-a aktivno se radi na sjetvi ili sadnji biljaka kako bi se spriječila buduća erozija (Thomas i dr. 2017).

Promjena klime i učestalosti požara kao i njihovog opsega i jačine, utječe na procese regeneracije šuma, samim time i na strukturne i sastavne komponente šumskih ekosustava. Kao prvo, smatra se da klimatske promjene utječu na regeneraciju šuma kroz povećanu učestalost požara. Kako se intervali bez požara skraćuju, vrijeme dostupno biljkama za sazrijevanje i stvaranje sjemena prije sljedećeg požara bit će ograničeno. Takve promjene u intervalima bez požara mogu imati značajan učinak na regeneraciju nakon požara, jer različite biljke imaju različite prilagodbe na požar. Vrste koje ponovno niču nakon požara mogu se smanjiti u gustoći, ali vrste koje su stradale u požaru i stoga zahtijevaju reprodukciju iz sjemena mogu biti lokalno eliminirane. Drugo, klimatske promjene mogu rezultirati povećanom žestinom požara. Ako se veličina žarišta požara visoke ozbiljnosti poveća, izvori sjemena za regeneraciju tih žarišta bit će ograničeni. Regeneracija nepirofilnih vrsta zahtijevat će raspršivanje sjemena na velike udaljenosti i može biti sporija u područjima izloženim požaru. Treće, klimatske promjene vjerojatno će rezultirati povećanim stresom od suše u šumama. Više temperature, niži snježni pokrivač i povećana evapotranspiracija povećat će ljetni stres od suše. Topliji i sušniji uvjeti nakon požara mogu uzrokovati neuspjeh u regrutaciji, osobito u fazi klijanja. Na taj način vatra može ubrzati izmjenu vrsta kada su klimatski uvjeti nepovoljni za uspostavu dominantnih vrsta, a izvori sjemena su dostupni za alternativne vrste (Halofsky i dr. 2020).

Kroz sustav zaštite od požara često se moraju predvidjeti ozljede i odumiranje drveća prilikom planiranja kontroliranog požara ili kada razmatraju mogućnosti upravljanja šumskim požarima, trenutno statistički modeli koji se temelje na promatranjima nakon požara jedini su dostupni alati za tu svrhu. U izvođenju statističkih modela implicitna je pretpostavka da su oni striktno primjenjivi samo za vrste ili uvjete za koje su razvijeni. Rezultat je obilje zasebnih modela neizvjesne općenitosti. Paralelni istraživački napor, procesni pristup, usmjeren je na izravno modeliranje ozljeda i smrtnosti stabala simulacija procesa prijenosa energije iz vatre na vanjsku površinu postrojenja, a odatle u korijenje, stabljike i lišće. Modeli procesa trenutno mogu predvidjeti stabljiku ili smrt stabla ako se dosegnu određeni pragovi ozljeda (Butler i dr. 2010).

U mnogim slučajevima, nakon požara dolaze do ispiranja tla koje završava u vodotoku. To može dovesti do negativnih posljedica na vodeni ekosustav, kao i na probleme u postrojenjima za pročišćavanje vode. Nedostatak vegetacije u blizini sliva može dovesti do povećanog protoka vode u kanale, potencijalno dovodeći do većih nizvodnih poplava. Ne postoji nacionalna baza podataka o tome je li poplava pogoršana šumskim požarom. Šumski požar može utjecati na svojstva tla na različite načine, odnosno na potrošnju površinskog organskog sloja, izlaganje mineralnih tla i pretvaranje hranjivih tvari, nakupljanje pepela itd. Iako je požar prirodan šumski proces, nepravilno gospodarenje šumama može povećati rizik od nastanka požara (Thomas i dr. 2017).

Indirektne štete

Uz direktne štete od šumskih požara, postoje i indirektne štete. Katastrofe imaju dalekosežne ekonomske posljedice osim početnih šteta. Poduzeća mogu biti izgubljena ili zatvorena na duže vrijeme, vitalna infrastruktura može biti izgubljena, katastrofa može otjerati bazu kupaca ili potpuno promijeniti gospodarstvo regije, radnici mogu biti dislocirani itd. (Thomas i dr. 2017).

Ekonomski učinci prekida poslovanja zbog šumskih požara nisu dobro dokumentirani, čak ni za specifične požare. Dok je direktna šteta kategorizirana kao izravni gubitak, postoje naknadni utjecaji koji su rezultat šteta na infrastrukturi. Prekid poslovanja jedan je primjer, no izgubljena infrastruktura također može oštetiti tranzit, struju, vodu, zdravstvenu i javnu sigurnost te telekomunikacije (sve se obično pretvara u neizravne gubitke). S njima su povezani stvarni ljudski i ekonomski troškovi. Nažalost, ne postoje nacionalne procjene za troškove neispravne infrastrukture tijekom katastrofa, a kamoli za šumske požare (Thomas i dr. 2017).

Katastrofa može imati dugotrajan utjecaj na regiju, koji se može osjetiti godinama nakon događaja. Primjetno je da bi se broj stanovnika mogao smanjiti s obzirom na migraciju stanovništva na mjesta gdje se osjećaju sigurnije (Thomas i dr. 2017).

Prirodne katastrofe često prijete opskrbnim lancima i mogu zaustaviti proizvodnju u tvornicama koje nisu izravno pogođene katastrofom. Šumski požari mogu predstavljati isti rizik za opskrbe lance. Ako je tvornica zahvaćena požarom, a u drugim tvornicama nema viška kapaciteta za popunjavanje praznine, proizvodnja se može zaustaviti u cijelom opskrbnom lancu (Thomas i dr. 2017).

U literaturi o požarima još uvijek nedostaje procjena troškova evakuacije, a posebno se ističe nedostatak podataka o požarima urbanih područja. Morton i dr (2003). pružili su nekoliko procjena troškova korištenjem BAER (engl. *Burned-Area Emergency Response*) izvješća, uključujući troškove evakuacije koji su bili dostupni:

- Požar Carlton, Florida (2011.); 40 domova, 1 dan
- Požar Cerro Grande: 18 000 ljudi, otprilike 1 tjedan;
- Double Trouble Fire: 100 domova, 1-2 dana;
- Hayman Fire: 38 000 ljudi (bez trajanja)

Na primjer, ukupni trošak evakuacije po požaru može se približno izračunati kao: Ukupni trošak = (Izravni dnevni trošak + Neizravni dnevni trošak) x (Dužina evakuacije) x (Broj evakuiranih osoba). Varijacije u broju evakuiranih zbog požara i broj godišnjih požara otežava uspostavljanje odnosa između broja požara i broja evakuiranih. Koristeći ovaj pristup, prosječno 3,0 milijarde dolara troškova nastaje zbog evakuacije (Morton i dr. 2003).

Katastrofa često može rezultirati općim ekonomskim padom u razdoblju nakon toga. Mnoge zajednice doživljavaju smanjenje ekonomske proizvodnje i pad broja stanovnika. Odvajanje utjecaja katastrofe od mnoštva drugih uzročnih čimbenika koji utječu na ekonomski pad zajednice u najboljem je slučaju izazovno (Thomas i dr. 2017).

Postoje brojni slučajevi u kojima su šumski požari prekinuli razne usluge. Na primjer, u kolovozu 2015. požari u Oregonu i Kaliforniji ostavili su tisuće ljudi bez struje. U svibnju 2014. zbog šumskog požara prekinuto je opskrbu strujom u nekoliko zajednica u Kaliforniji. Ceste su često pogođene, kao što je bio srebrni požar 2013. u Novom Meksiku. Izvješća

timova za hitne slučajeve u opožarenom području često uključuju informacije o zatvaranju cesta i nekim prekidima usluga. Ta se izvješća uglavnom fokusiraju na pojedinačne požare i ne daju nacionalne godišnje procjene niti pokrivaju sve prekide usluge (Thomas i dr. 2017).

Učinci gubitka prirodnih resursa nisu ograničeni samo na gubitak drveća, grmlja ili divljih životinja, već utječu i na ljude emocionalno i mentalno. Drugi resursi, kao što je čista voda ili široko rasprostranjeni oprašivači, više se uklapaju u usluge ekosustava, te su njihovi utjecaji manje opipljivi i iznimno ih je teško kvantificirati (Thomas i dr. 2017).

Rizik od katastrofe obično utječe na vrijednost stambenog prostora u rizičnom području. Pojava požar smanjuje cijene kuća za oko 10 %, dok učestalost požara smanjuje cijene kuća za gotovo 23 %. Međutim, druga su istraživanja pokazala da kupci kuća uglavnom nisu svjesni rizika od požara (Thomas i dr. 2017).

Usluge ekosustava općenito se definiraju kao pozitivne dobrobit koje divlje životinje ili ekosustavi pružaju ljudima. Primjeri uključuju usluge čiste prirodne vode, oprašivanje pomoću insekata ili ptica i prirodno ponovno zasijavanje područja. Šumski požari uništavaju staništa, vitalne ekološke značajke i ubijaju ili raseljavaju lokalne divlje životinje na potencijalno duža vremenska razdoblja. Općenito govoreći, usluge ekosustava teško je kvantificirati u smislu novčane vrijednosti. Postoje posebne studije za lokalne regije, od kojih ne spadaju sve u Sjedinjene Države (Thomas i dr. 2017).

Nakon požara povećavaju se rizici od poplava, nanosa, klizišta, invazivnih vrsta, erozije i promjene kvalitete vode. Rizik od poplava i nanosa povećava se zbog izloženosti golog tla. Spaljeni ostaci i kemikalije utječu na kvalitetu vode. Timovi za hitnu rehabilitaciju opožarenog područja (BAER) razvijeni su kako bi se pozabavili ovim rizicima nakon požara. Osim izrade plana djelovanja, ovi timovi također razvijaju izvješća o uvjetima koje je stvorio šumski požar. Ne postoji nacionalna agregirana baza podataka koja prati pojavu incidenata nakon požara niti postoje nacionalni podaci o troškovima povezani s tim incidentima (Thomas i dr. 2017).

Naknadni učinak smanjenja vrijednosti stambenog prostora je smanjenje porezne osnovice. Prema Poreznoj zakladi, državne prosječne stope poreza na imovinu kreću se između 0,28% i 2,38%. Primjenom ovih stopa na smanjenje cijene o kojima se govorilo, dolazi se između 79,2 i 673,2 milijuna dolara smanjenog poreza na imovinu. Ne postoji dobro razumijevanje utjecaja šumskih požara na porezne osnovice. Osim toga, ne postoji baza podataka koja prati ovu vrstu informacija. Na cijene stanova mogu utjecati šumski požari; međutim, nije jasno u kojoj mjeri to utječe na procjene stambenih objekata i poreze (Thomas i dr. 2017).

Utjecaj usporivača vatre na zdravlje i okoliš koji se koriste u borbi protiv požara dobro je poznat. Kemikalije koje usporavaju vatru kod šumskih požara dosljedno su pokazale da su toksične za vodene ekosustave. Iako je toksičnost usporivača požara na vodene ekosustave utvrđena, sveukupni učinci, ekonomski i praktični, nisu dobro dokumentirani. Sve su studije bile usmjerene na kratkoročne učinke, bez spominjanja dugoročnih učinaka izloženosti (Thomas i dr. 2017).

4. ZAKLJUČAK

Šumski su požari, ne samo danas oduvijek, jedan od najdestruktivnijih činitelja koji može zadesiti šumski ekosustav. Pod pojmom šumski požar podrazumijevamo svako nekontrolirano, stihijsko kretanje vatre po šumskoj površini te ga smatramo prirodnom katastrofom. Ova nepogoda je karakteristična za podneblje Mediterana, gdje se svake godine bilježi tisuću intervencija zbog požara.

Klimatske promjene povećale su rizik od šumskih požara diljem Europe. Unatoč tome, opožarene površine mediteranske regije neznatno su se smanjile tijekom zadnjih trideset godina, što je jasni pokazatelj da su naponi za kontrolu požara bili učinkoviti. Međutim, posljednjih godina šumski požari zbog rekordnih suša i toplinskih valova, zahvatili su regije u srednjoj i sjevernoj Europi koje obično nisu sklone požarima. U većini europskih regija predviđa se proširenje požarnih područja i duže požarne sezone, posebno za scenarije visokih emisija, pa su potrebne dodatne mjere prilagodbe.

Kako bi se smanjile štete od požara i spriječilo njihovo širenje i nastajanje, potrebne su adekvatne protupožarne mjere. Protupožarne mjere moraju se fokusirati na sinergiju tehnologije, znanja i informacija, te analiza o prethodnim požarima uz adekvatnu edukaciju stručnog osoblja kao i volontera, te turista i ljudi općenito. To se postiže kroz različite projekte i protupožarne kampanje. Napredni automatski protupožarni nadzor, pomoću napredne tehnologije, senzora i video kamera omogućava rano detektiranje požara, te uz brzu intervenciju uspješno gašenje i sprječavanje njegova širenja bez ljudskih žrtava i štete.

Troškovi gašenja požara te obnove šuma i šumskog zemljišta nakon požara su veliki, stoga je potrebno ulagati sredstva u prevenciju nastanka požara. Prevencija nastanka požara odnosi se na pobuđivanje ljudske svijest i edukaciju ljudi o šumskim požarima i svim štetama koje oni uzrokuju. Nažalost u Hrvatskoj se većina sredstava ulaže u operativne kapacitete koji predstavljaju odgovor na katastrofu, a jako mali dio se ulaže u prevenciju tih katastrofa. Stoga je neophodno da RH u budućnosti prepozna važnost pomicanja fokusa sa suzbijanja požara na prevenciju i oporavak od požara kroz suradnju sa ostalim mediteranskim zemljama.

LITERATURA

- Barčić D. 2018/2019.: Šumske melioracije krša, Interna skripta, ak.god. 2018/2019., Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
- Barčić, D., Došlić, A., Rosavec, R., & Ančić, M. (2020). Klasifikacija i ponašanje šumskih požara u protupožarnoj zaštiti. *Vatrogastvo i upravljanje požarima*, 10(1-2), 25-45.
- Butler, B. W., & Dickinson, M. B. (2010). Tree injury and mortality in fires: developing process-based models. *Fire Ecology*, 6(1), 55-79.
- Butler, B. W. (2014). Wildland firefighter safety zones: a review of past science and summary of future needs. *International journal of wildland fire*, 23(3), 295-308.
- Camia, A. i sur. (2013): Harmonized Classification Scheme of Fire Causes in the EU Adopted for the European Fire Database of EFFISIES, Publications Office of the European Union (2013), 10.2788/86859 ISBN 978-92-79-29385-6, ISSN 1831-9424
- Cindrić, A. (2019). Prikaz dostupnosti protupožarne tehnike obzirom na postojeću šumsku protupožarnu infrastrukturu (Doctoral dissertation, University of Zagreb. Faculty of Forestry. Department of Forest Engineering)
- Dimitrov, T. (1987): Šumski požari i sustavi procjene opasnosti od požara. *Osnove zaštite šuma od požara*, 181–256, CIP, Zagreb
- Dimitrov, T. i V. Juriec, (1984): Utjecaj vremenskih prilika na pojavu šumskih-požara na području priobalnog krša tijekom 1983 godine. *Šumarski list*, 108, 427-445
- Dubravac, T., Hrvoj, B., & Oradini, A. (2015). Brošura o obnovi vegetacije i staništa. Hrvatski šumarski institut, Jastrebarsko.
- Halofsky, J. E., Peterson, D. L., & Harvey, B. J. (2020). Changing wildfire, changing forests: the effects of climate change on fire regimes and vegetation in the Pacific Northwest, USA. *Fire Ecology*, 16(1), 1-26.
- JRC Technical Report, Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa, 2020.
- Jurjević, P., Vuletić, D., Gračan, J., & Seletković, G. (2009). Šumski požari u Republici Hrvatskoj (1992-2007). *Šumarski list*, 133(1-2), 63-72
- Keating, E.G. et al.: Air Attack Against Wildfires, RAND Corp., RADN_MG1234, 2012.
- Kovačić, S. (2008), Flora jadranske obale i otoka: 250 najčešćih vrsta, Školska knjiga.
- Meštrović, Š., S. Matić, and V. Topić. "Zakoni, propisi, uredbe i karte u povijesti šuma hrvatskoga Sredozemlja." U: Matić, S.(ur.) *Šume hrvatskoga Sredozemlja*, Zagreb (2011): 25-40.
- Morton, Douglas C., Megan E. Roessing, Ann E. Camp, and Mary L. Tyrrell. (2003.) *Assessing the Environmental, Social, and Economic Impacts of Wildfire*. GISF Research Paper 001
- Mustapić, M. (2011), Model organizacije operative protupožarnog zrakoplovstva u Republici Hrvatskoj, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti
- NN 92 / 2010 (24.7.2010), Zakon o zaštiti od požara
- NN 33 / 2014 (14.3.2014.), Pravilnik o zaštiti šuma od požara
- NN 37 / 2015 (1.4.2015.), Šumsko – odštetni cjenik
- NN 74 / 2021 (1.7.2021.), Cjenik vatrogasnih intervencija

Pernar, N. (2017). Tlo; nastanak, značajke, gospodarenje. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb.

Pičman, D. (2007). Šumske prometnice. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1-460

Radetić-Tomić, V.: Sezonu obilježio tek jedan veliki požar, Vatrogasni vjesnik, 8/2016., p. 28.

Regent, A., Szabo, N., Vinković, M.: O ekonomiji gašenja požara raslinja iz zraka na primjeru CANADAIR CL-415. Sigurnost, 60 (1) 49 – 56

Rosavec, R., Španjol, Ž., & Bakšić, N. (2012). Šumski požari kao ekološki i krajobrazni čimbenik u području Dalmatinske zagore. Vatrogastvo i upravljanje požarima, 2(1.), 51-64.

Stipaničev, D. (2021). Centar za istraživanje požara otvorenog prostora Split. *Annual of the Croatian Academy of Engineering*, 2021(1), 321-337.

Šabić, I. (2018). Preventivne mjere zaštite od šumskih požara u Hrvatskoj (Doctoral dissertation, University of Zagreb. Faculty of Forestry. Department of Forest Protection and Wildlife Management).

Španjol, Ž. (1996). Biološko-ekološke i vegetacijske posljedice požara u borovim sastojinama i njihova obnova (Doctoral dissertation, Disertacija, Šumarski fakultet Zagreb).

Španjol, Ž., Biljaković, K., Rosavec, R., Dominko, D., Barčić, D., & Starešinić, D. (2008). Šumski požari i fizikalni modeli. Šumarski list, 132(5-6), 259-267.

Thomas, D., Butry, D., Gilbert, S., Webb, D., & Fung, J. (2017). The costs and losses of wildfires. *NIST Special Publication*, 1215(11).

Topić V., L. Butorac, 2011: Protuerozijska, hidrološka i vodozaštitna uloga sredozemnih šuma (Anti-erosion, hydrological and water-protection role of Mediterranean forests). U: Šume hrvatskoga Sredozemlja (ur. S. Matić), Akademija šumarskih znanosti

Trinajstić, I. (1998). Fitogeografsko raščlanjenje klimazonalne šumske vegetacije Hrvatske. Šumarski list, 122(9-10), 407-421.

URL: <https://www.hrsume.hr/index.php/hr/zastita-od-pozara-briga-je-cijelog-drustva?fbclid=IwAR3PBHLYBEOT3ZYd85l6EdWNvJY4am7nAjY6kKi-HYs5ACzetgHfxuOgd8I> (pristup 1.6.2022.)

URL: <http://www.fire.uni-freiburg.de/eurofire/EuroFire-Training-Materials-EF2-Techniques-BCMS.pdf> (pristup 1.6.2022.)

URL: <https://www.dreamstime.com/forest-fire-burned-trees-forest-fires-lots-smoke-coniferous-forest-fire-lonely-tree-fire-image136248495> (pristup 1.6.2022.)

URL: <https://skybrary.aero/articles/fire-triangle> (pristup 1.6.2022.)

URL: <https://direktno.hr/domovina/majka-svih-pozara-na-danasnji-dan-prije-dvije-godine-vatra-je-ugrozila-split-161755/> (pristup 1.6.2022.)

URL: <https://www.hrsume.hr/index.php/hr/mjere-u-zastiti-suma> (pristup 22.6.2022.)

URL: <https://hvz.gov.hr/program-aktivnosti/1788> (pristup 22.6.2022.)

URL: https://www.hrsume.hr/images/stories/godisnja-poslovna-izvjesca/godisnje_izvjesce_za_2018.pdf (pristup 22.6.2022.)

URL: <https://www.hrsume.hr/index.php/hr/75-news/latest-news/1193-protupozarna-kampanja-hrvatskih-suma-d-o-o> (pristup 22.6.2022.)

URL: https://meteo.hr/podaci.php?section=podaci_agro¶m=pozarind&el=karta (pristup 22.6.2022.)

URL: <https://oiv.hr/media/1743/oiv-fire-detect-ai-inteligrani-sustav-za-ranu-detekciju-pozara-0219.pdf> (pristup 22.6.2022.)

URL: <https://prilagodba-klimi.hr/holistic-holisticki-model-integralne-zastite-od-sumskih-pozara/> (pristup 22.6.2022.)

URL: <https://keep.eu/projects/15027/An-Integrated-European-Mode-EN/> (pristup 23.6.2022.)

URL: <https://www.italy-croatia.eu/web/readiness> (pristup 22.6.2022.)

URL: <https://prilagodba-klimi.hr/foresteye-zastita-prirode-i-okolisa-od-sumskih-pozara/> (pristup 22.6.2022.)

URL: <https://www.cost.eu/actions/CA18135/#tabs+Name:Description> (pristup 22.6.2022.)

URL: <http://www.foresterra.eu/> (pristup 23.6.2022.)

URL: <https://www.fesb.unist.hr/2021/04/15/sluzbeni-pocetak-h2020-eu-projekta-fireurisk/> (pristup 23.6.2022.)

URL: <https://fireurisk.eu/approach/> (pristup 23.6.2022.)

URL: <https://effis.jrc.ec.europa.eu/about-effis> (pristup 22.6.2020.)

URL: <https://adriadapt.eu/adaptation-options/adaptation-through-integrated-fire-management/> (24.6.2022.)

URL: <https://www.statista.com/statistics/1296404/restoration-expenditure-for-forests-damage-by-fire-in-italy/> (24.6.2022.)

Van Wagner, C. E., & Pickett, T. L. (1975). Equations and FORTRAN IV program for the 1976 metric version of the forest fire weather index. Inf Rep PS X Petawawa For Exp Stn