



Hrvatsko agrometeorološko društvo

ZBORNIK RADOVA

**4. agrometeorološka radionica
AGROMETEOROLOGIJA
U SLUŽBI KORISNIKA**

**Zaštita prirode,
požari raslinja i
poljoprivreda**

Opuzen, 6. ožujka 2015.

Hrvatsko agrometeorološko društvo

ZBORNIK RADOVA
4. agrometeorološka radionica
AGROMETEOROLOGIJA U SLUŽBI KORISNIKA
Zaštita prirode, požari raslinja i poljoprivreda



Opuzen, 2015.

Pokrovitelj

Ministarstvo zaštite okoliša i prirode

Organizatori

Hrvatsko agrometeorološko društvo
Dubrovačko-neretvanska županija

Suorganizatori

Državni hidrometeorološki zavod
Javna ustanova za upravljanje zaštićenim prirodnim vrijednostima na području DNŽ
Hrvatska vatrogasna zajednica
Vatrogasna zajednica Dubrovačko-neretvanske županije
Hrvatske šume d.o.o. Uprava šuma Podružnica Split
Savjetodavna služba
Grad Opuzen
Srednja poljoprivredna i tehnička škola Opuzen
Neretvanska udruga voćara mandarina Opuzen
Lokalna akcijska grupa Neretva
Turistička zajednica Metković
Ornitološko društvo „Brkata sjenica“, Metković

Novčana potpora – Natječaj zaštita okoliša i prirode



Dubrovačko-neretvanska županija

Glavna urednica

dr. sc. Višnja Vučetić

Tehnička urednica

Vesna Đuričić, dipl. ing. fiz.

Predsjednica Organizacijskog odbora

Marijana Miljas, mag. ing. silv.

Zamjenica predsjednice Organizacijskog odbora

Vesna Đuričić, dipl. ing. fiz.

Članovi Organizacijskog odbora

Mato Tomljanović, univ. spec. admin. pub.
Jelena Ferina, dipl. ing. fiz.
Ivana Tomašević, dipl. ing. fiz.
Petra Sviličić, mag. phys. - geophys.
Ivana Gašparović, mag. ing. prosp. arch.
Ivanka Čelar, dipl. ing. agr.
Ivo Đuračić, mag. ing. silv.

PROSLOV

Hrvatsko agrometeorološko društvo je znanstvenostručna udruga meteorologa, agronoma i šumara koja potiče i promovira sve grane agrometeorološke znanosti predavanjima na agrometeorološkim seminarima i radionicama. Aktivnost hrvatskih agrometeoroloških znanstvenika i stručnjaka u popularizaciji agrometeorologije prepoznala je i Svjetska meteorološka organizacija (WMO). Inicirala je i donirala Agrometeorološku radionicu za poljoprivrednike „Vrijeme i klima“ u Osijeku 5. prosinca 2015. Državni hidrometeorološki zavod je bio organizator, a Hrvatsko agrometeorološko društvo glavni suorganizator.

Svjedoci smo sve bržih izmjena ekstremnih vremenskih događaja, kao što su suše i poplave, koje uzrokuju velike gospodarske štete, a posljedica su sve prisutnijih klimatskih promjena i na našem području. Stoga je osobito važno objektivno informirati javnost o regionalnim klimatskim promjenama i elementarnim nepogodama i ukazati na njihov utjecaj na proizvodnju hrane i potencijalnu opasnost od požara raslinja.

Šire neretvansko područje pripada u vrlo osjetljivo područje s obzirom na klimatske promjene pa ga je nužno zaštititi. Danas su na tom kultiviranom području očuvani tek rascjepkani ostaci nekoć jedinstvene sredozemne močvare. Sa stanovišta biološke i krajobrazne raznolikosti, delta Neretve nije samo jedno od najvrijednijih područja u Hrvatskoj, nego i na međunarodnoj razini. Međutim, svake godine u jesen i na proljeće nastaju požari u kojima gore cijeli veliki tršćaci i ugrožavaju ptice i njihovo gniježđenje. Potaknuto svime time Hrvatsko agrometeorološko društvo je u okviru projekta *Agrometeorologija u službi korisnika* i u suradnji s Dubrovačko-neretvanskom županijom organiziralo 4. agrometeorološku radionicu *Zaštita prirode, požari raslinja i poljoprivreda*, u Opuzenu 6. ožujka 2015.

Ministarstvo zaštite okoliša i prirode je pokrovitelj, a najveću novčanu podršku dala je Dubrovačko-neretvanska županija u okviru natječaja zaštita okoliša i prirode, te njihovog projekta *IPA Adriatic HOLISTIC* na čemu smo im posebno zahvalni. Bez vrijednih suorganizatora i donatora ne bismo bili u mogućnosti organizirati radionicu.

Svrha radionice je pružanje agrometeoroloških informacija što većem broju neposrednih korisnika, s ciljem da se očuva i zaštiti okoliš, mikroklima, bioraznolikost i sredozemno raslinje, te potakne ruralni razvoj što bi lokalnom stanovništvu omogućilo poboljšanje kvalitete življenja. Predavanja su usmjerena na učenike poljoprivredne struke, agronome, poljodjelce, voćare, vinogradare, pčelare, vatrogasce, lovce i šumare, ali i na donositelje političkih odluka, s ciljem da im se pomogne u izradi strateških planova održivog razvoja. Rezultati agrometeoroloških istraživanja iz zaštite raslinja od požara, koje će korisnici čuti na predavanjima u okviru radionice, pomoći će u poboljšanju i unapređenju metoda prevencije kako bi se očuvala šuma i drugo raslinje, a time i bioraznolikost, na širem neretvanskom području. Agrometeorološki stručnjaci će u svojim predavanjima pokazati egzaktne rezultate opaženih klimatskih promjena kod nas, što nas očekuje u izmijenjenim klimatskim uvjetima, kako se prilagoditi na novonastale klimatske uvjete ili kako ublažiti posljedice klimatskih promjena. Svako ublažavanje posljedica klimatskih promjena, elementarnih nepogoda i požara raslinja, koji inače uzrokuju velike gospodarske gubitke, u konačnici dovodi do ušteda u gradskom, županijskom i državnom proračunu.

dr. sc. Višnja Vučetić
predsjednica HAgrMD

4. AGROMETEOROLOŠKA RADIONICA AGROMETEOROLOGIJA U SLUŽBI KORISNIKA

„Zaštita prirode, požari raslinja i poljoprivreda“

Opuzen, 6. ožujka 2015.

Sati	Teme predavanja	Predavači	Ustanova u kojoj radi predavač
8.30	Registracija sudionika		
9.00	Otvaranje – voditeljica Ivana Tomašević, dipl. ing. fiz.		
9.30	Vrijeme, klima, poljoprivreda i požari raslinja	dr. sc. Višnja Vučetić	Državni hidrometeorološki zavod
10.00	Zajedničko fotografiranje i pauza za kavu		
10.30	Agrometeorološka mjerenja i prognoza za potrebe poljoprivrede i zaštite raslinja od požara	Marko Vučetić, dipl.ing.fiz.	Državni hidrometeorološki zavod
10.50	Analiza vertikalne strukture atmosfere tijekom katastrofalnih šumskih požara	Ivana Tomašević, dipl.ing.fiz.	Državni hidrometeorološki zavod
11.10	Analiza temperature tla	Petra Sviličić, mag. phys.	Državni hidrometeorološki zavod
11.30	Požari raslinja u dolini Neretve: ugroženost vrsta i staništa	Marijana Miljas, mag. silv.	Javna ustanova za upravljanje zaštićenim prirodnim vrijednostima na području DNŽ
11.50	Rasprava – voditeljica dr. sc. Višnja Vučetić		
12.10	Pauza za ručak		
13.10	Dinamika vegetacije u delti Neretve	prof. dr. sc. Oleg Antonić dr. sc. Vladimir Kušan	Odjel za biologiju, Sveučilišta J. J. Strossmayer u Osijeku OIKON d.o.o. Institut za primijenjenu ekologiju
13.30	Analize šteta od šumskih požara na području UŠP Split od 2005. do 2014.	Irena Šipušić, dipl. ing. šum.	Hrvatske šume d.o.o. Uprava šuma Podružnica Split
13.50	Šumsko poljodjelstvo na kršu	prof. dr. sc. Željko Španjol	Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
14.10	Vinogradarstvo doline Neretve	Ivanka Čelar, dipl. ing. agr.	Zavod za mediteranske kulture Sveučilišta u Dubrovniku u mirovini
14.30	Navodnjavanje vinograda realnost ili zabluda	prof. dr. sc. Davor Romić	Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
14.50	Projekt HOLISTIC	Mato Tomljanović, univ. spec. admin. pub.	Dubrovačko-neretvanska županija
15.00	Rasprava – voditelj prof. dr. sc. Željko Španjol		
15.20	Zaključne napomene – voditeljica dr. sc. Višnja Vučetić i Petra Sviličić, mag. phys.-geophys.		
15.30	Zatvaranje		

Vrijeme, klima, poljoprivreda i požari raslinja

Višnja Vučetić

Državni hidrometeorološki zavod, Grič 3, 10000 Zagreb, visnja.vucetic@cirus.dhz.hr

1. UVOD

U svakodnevnom životu susrećemo se s problematikom klimatskih promjena vezanih uz globalno zatopljenje. Znanstvenici diljem svijeta istražuju s različitih aspekata utjecaj klimatskih promjena i ekstremnih događaja na pojedine grane gospodarstva. Istraživanja u svijetu pokazuju da utjecaj budućih klimatskih promjena neće biti ujednačen za sve poljoprivredne kulture. Tako će se pojaviti neka nova područja s optimalnim uvjetima za uzgoj nekih sorata, koja to do sada nisu bila. Na drugim područjima, gdje su se tradicionalno uzgajale neke sorte, klimatski uvjeti neće više biti tako povoljni. Stoga je praćenje razvojnih (fenoloških) faza pojedinih biljaka najbolji pokazatelj klimatskih promjena.

Sustavno praćenje klimatskih promjena i vremenskih uvjeta potrebno je i u požarnoj problematici. Požarna razaranja često puta znaju poprimiti katastrofalne razmjere, te osim šuma stradavaju i poljoprivredne kulture, naseljena mjesta i ljudski životi. Poznavanje učestalosti i ponašanja požara važno je u poduzimanju što djelotvornijih preventivnih mjera u sprječavanju nastanka šumskih požara i požara raslinja (Vučetić, 1987, 1992, 2001). Zbog toga se u Državnom hidrometeorološkom zavodu već 34 godine izrađuju procjene opasnosti od izbijanja i širenja šumskih požara za jadransko područje, a posljednje tri požarne sezone i za cijelu Hrvatsku. Cilj ovoga rada je ustanoviti postoje li značajnije promjene u nastupu fenoloških faza nekih višegodišnjih biljaka i u potencijalnoj opasnosti od šumskih požara posljednjih desetljeća.

2. PODACI I METODE

U radu su korišteni meteorološki i fenološki podaci za odabrane postaje u Hrvatskoj najčešće u razdoblju 1961–2010. Za utjecaj klimatskih promjena razmatrani su linearni trendovi razvojnih faza jabuke, vinove loze i masline. Posebno su istraženi nepovoljni učinci klimatskih promjena na duljinu vegetacijskog razdoblja dozrijevanja grožđa od početka zrenja do berbe.

Za istraživanje utjecaja klimatskih promjena na potencijalnu opasnost od šumskih požara korišteni su podaci od 1951–2010. kao i dugi nizovi podataka odabranih postaja od 1901. godine. Procjena potencijalne opasnosti od šumskih požara zasnovana je na kanadskoj metodi određivanja meteorološkog indeksa opasnosti od šumskih požara (*Fire Weather Index, FWI*; Van Wagner i Pickett, 1985). Općenito, meteorološki indeks opasnosti od šumskih požara je način procjene zapaljivosti goriva koji uvažava učinke prošlih i trenutnih vremenskih prilika na tri vrste mrtvog šumskog gorivog materijala na tlu: fino, srednje i krupno gorivo. Konačni produkt je meteorološki indeks opasnosti od požara (*FWI*) iz kojeg se izračunava dnevna procjena žestine (ocjena potencijalne opasnosti) prema relaciji:

$$DSR = 0.0272 (FWI)^{1.77}$$

DSR je dnevna procjena žestine (*Daily Severity Rating*) iz koje se izračunava srednja mjesečna *MSR* (*Monthly Severity Rating*) ili srednja sezonska *SSR* (*Seasonal Severity Rating*) procjena žestine u požarnoj sezoni od lipnja do rujna na Jadranu. Općenito, vrijednosti *SSR* iznad 7 znače vrlo veliku potencijalnu opasnost, vrijednosti između 3 i 7 veliku, između 1 i 3 čine umjerenu, a vrijednosti manje od 1 znače malu potencijalnu opasnost (Dimitrov, 1998). Kako procjene žestine (*DSR*, *MSR* i *SSR*) u sebi sadrže meteorološke uvjete preko vremenskih elemenata temperature i vlažnosti zraka, brzine vjetra i količine oborine te stanja vlažnosti mrtvog šumskog gorivnog materijala, možemo reći da *MSR* i *SSR* predstavljaju klimatološko-požarni prikaz prosječnog stanja na nekom području.

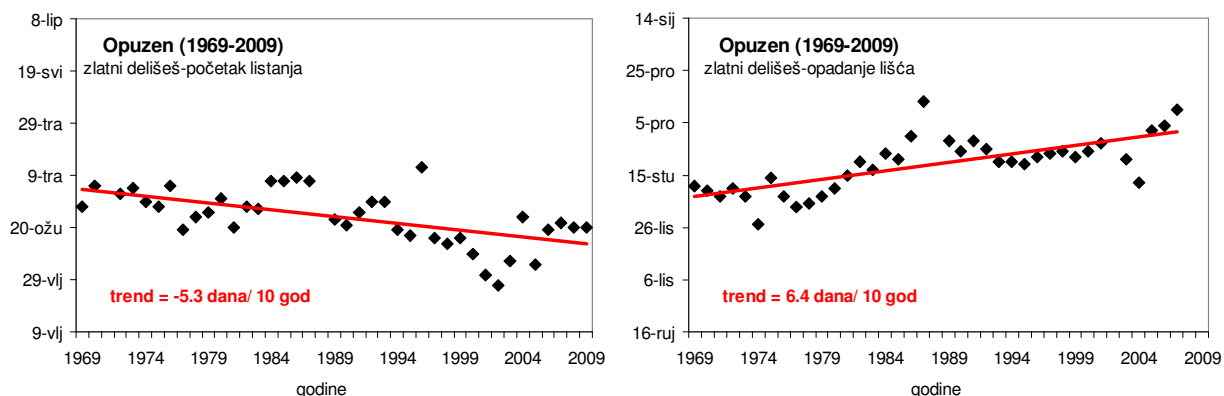
3. REZULTATI I ZAKLJUČNE NAPOMENE

3.1 Fenološka istraživanja

Da bi se uz pomoć fenoloških opažanja utvrdile klimatske promjene na nekom području, pogodno je promatrati one biljke za koje postoje dugogodišnja fenološka motrenja jednog te istog feno objekta. Stoga su analizirane voćarske kulture i to one koje se kod nas tradicionalno uzgajaju: jabuka, vinova loza i

maslina. Analiza utjecaja klimatskih promjena na različite sorte jabuka pokazala je u svim klimatskim zonama raniji početak listanja i cvjetanja jabuka za 2–6 dana/10 god. što je posljedica toplije zime i proljeća (Krulić i Vučetić, 2011, slika 1). U jesen se ne uočava tako jednoznačno kašnjenje žućenja i opadanja lišća u svim klimatskim zonama. Jesenske novije sorte jabuke (jonatan i zlatni delišes) osjetljivije su na klimatske varijacije nego starinske sorte, te je opaženo njihovo skraćivanje vegetacijskog razdoblja u unutrašnjosti Hrvatske i produljenje u gorskoj Hrvatskoj. Tendencija produljenja ukazuje na mogućnost sve povoljnijeg uzgoja jabuka u gorskoj Hrvatskoj.

Slično se događa i s ranijim početkom proljetnih fenofaza vinove loze za 2–3 dana/10 god. u unutrašnjosti Hrvatske (graševina) i Istri (malvazija, Čiček, 2011). U Dalmaciji se ne opaža tako ujednačen raniji početak vegetacije plavca malog. Puno zrenje i berba pokazuju signifikantno raniji početak u kontinentalnoj Hrvatskoj i Istri od onog na srednjem Jadranu. U prosjeku je došlo do skraćivanja razdoblja od početka zrenja do punog zrenja za oko tjedan dana u Dalmaciji i oko dva tjedna u kontinentalnoj Hrvatskoj (tablica 1). To potvrđuju iskustva vinogradara da se izraženije promjene u ranijem nastupu fenofaza vinove loze događaju u unutrašnjosti Hrvatske nego u Dalmaciji. Tako primjerice u ekstremno toplim godinama početkom 21. st. rane i kasne sorte dozorile su gotovo istovremeno. Posljedica toga je bila prevelika koncentracija šećera u grožđu, a time i preveliki postotak alkohola u vinu. Dakle, očekuje se da će se na postojećim vinorodnim područjima uzgajati i širi sortiment vinove loze čime bi se izgubio regionalni karakter vina.



Slika 1. Vremenski niz nastupa početka listanja jabuke (zlatni delišes, lijevo) i opadanja lišća (desno) s pripadnim linearnim trendovima (crvena crta) za Opuzen u razdoblju 1969–2009.

Tablica 1. Srednja duljina trajanja (dani) zrenja sorata vinove loze od početka do punog zrenja na postajama Daruvar i Orebić u razdobljima 1961–1990, 1971–2000. i 1981–2010. te Opuzen u razdobljima 1971–2000. i 1981–2010.

Sorta	Postaje	Duljina trajanja zrenja grožđa (dani)		
		1961–1990.	1971–2000.	1981–2010.
Graševina	Daruvar	35	30	22
Plavac mali	Orebić	38	36	27
Kraljica vinograda	Opuzen	–	18	14

Cvjetanje masline je ranije 2 dana/10 god. na sjevernom Jadranu, a u Dalmaciji 3 dana/10 god. Ranije zrenje plodova masline opaža se u Dalmaciji 2 dana/10 god, ali ranija berba nije samo utjecaj vremenskih prilika već ovisi i o raspoloživim postrojenjima za preradu maslinova ulja, količini uroda koja se može u danom trenutku preraditi, te o potražnji tržišta za određenom kakvoćom ulja (Vučetić i Vučetić, 2005). Dakle, fenološka analiza na promatranim voćarskim kulturama je pokazala raniji početak vegetacije u proljeće, ali i ne jednoznačno produljenje vegetacijskog razdoblja u jesen. Ti rezultati su u skladu i s opaženim izraženijim porastom srednje temperature zraka u proljeće nego u jesen.

Međutim, sve dulja sušna razdoblja kao i sve veća ugroženost od toplinskog stresa, posebice u Dalmaciji, koji se zapaža posljednjih desetljeća upozorava maslinare i vinogadare da će nužno biti uvođenje navodnavanja u maslinike i vinograde kako bi se ublažile posljedice ekstremnih vremenskih pojava.

3.2 Istraživanje potencijalne opasnosti od požara raslinja

Općenito se može reći da u ljetnom razdoblju broj požara i spaljena površina raste od sjevera prema jugu i od unutrašnjosti prema obali i otocima. To je u skladu sa smanjenjem količine oborine od sjevera prema jugu. U prosjeku se godišnje u Hrvatskoj javlja 450 požara sa spaljenom površinom oko 9000 ha. U posljednjih 10-ak godina najveći broj šumskih požara, njih 730, zabilježeno je 2000. godine kada je izgorjelo 27400 ha. I u ekstremno toplim i suhim godinama 1998, 2003. i 2007. zabilježen je iznadprosječan broj šumskih požara na jadranskom području.

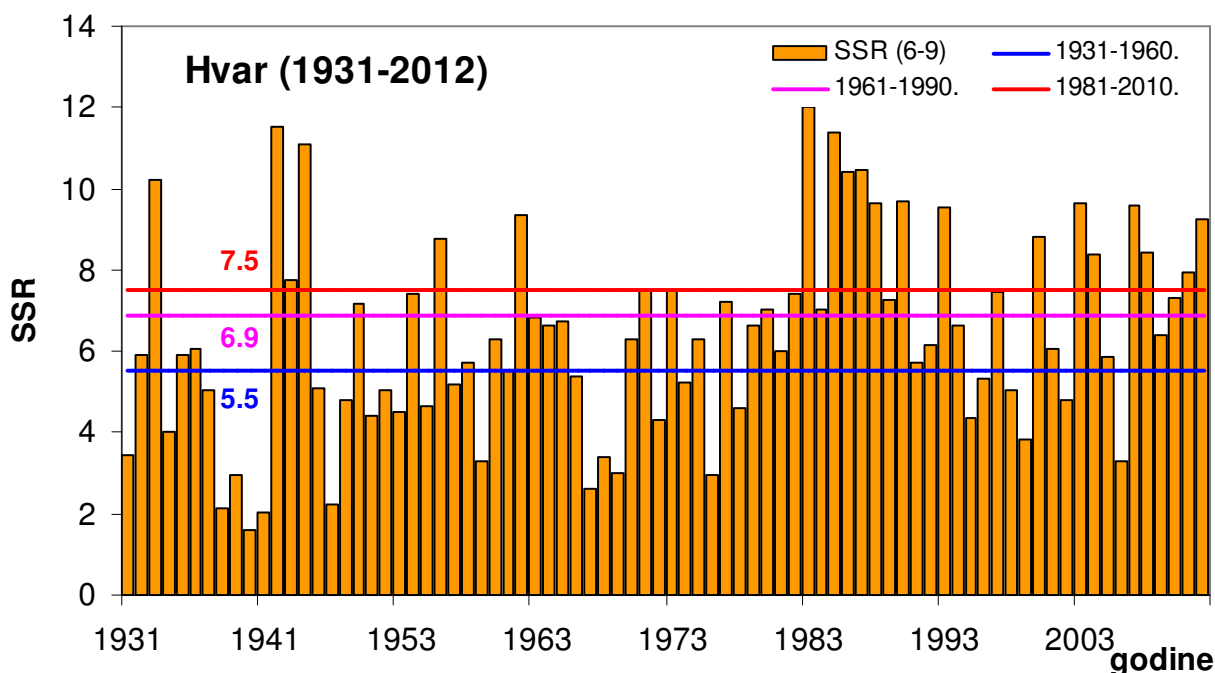
Da bi se utvrdilo moguće povećanje opasnosti od šumskih požara na Jadranu, analizirani su linearni trendovi za *MSR* i *SSR* za Crikvenicu i Hvar u sezoni od svibnja do listopada u razdoblju 1901–2010. (tablica 2). Signifikantno povećanje potencijalne opasnosti zamijećeno je u Crikvenici u svim mjesecima požarne sezone, osim u rujnu, a u Hvaru u svibnju, srpnju i listopadu. To ukazuje na raniji početak požarne sezone s početkom u svibnju i produljenje do listopada. Progresivni test (Sneyers, 1990) pokazuje početak povećanja *MSR* u ranim 1980-tim, a trendovi postaju signifikantni početkom 21. stoljeća (Vučetić, 2002). Pozitivni linearni trend sezonske žestine *SSR* u Crikvenici u požarnoj sezoni (lipanj–rujan) ukazuje na širenje područja s povećanom potencijalnom opasnošću od srednjeg prema sjevernom Jadranu prema podacima posljednjih 110 godina (Barešić, 2011).

Kako bi se vidjelo koliko su dobiveni rezultati s dvije jadranske postaje reprezentativni za pojedina područja, analizirani su linearni trendovi *MSR* i *SSR* za još pet postaja za koje postoje meteorološki podaci u kraćem razdoblju 1951–2010. Postaje Lastovo i Knin, koje se nalaze u Dalmaciji, pokazuju daleko najviše vrijednosti linearnih trendova *MSR* i *SSR* koje su uglavnom i statistički signifikantne. Tako Lastovo ima najveći porast *SSR* od promatranih postaja (2.0/10 god), a Knin 1.0/10 god. Na postaji Lastovo su ostvareni i najveći trendovi *MSR* (u srpnju 3.0/10 god i kolovozu 2.3/10 god). Tako visoke vrijednosti spomenutih veličina na tim postajama potvrđuju činjenicu do koje smo već došli prilikom analize postaje Hvar. Naime, dalmatinsko područje u proteklih 60-ak godina pokazuje i vrlo visok porast opasnosti od požara raslinja i produljenje požarne sezone.

Tablica 2. Linearni trendovi mjesečne (*MSR*) i sezonske (*SSR*) žestine za odabrane postaje u Hrvatskoj u razdobljima 1901–2010. i 1951–2010. Signifikantni linearni trendovi na razini ≤ 0.05 su podebljani.

Mjeseci	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	Listopad	SSR lip–ruj
1901–2010.	MSR						
Crikvenica	0.14	0.18	0.38	0.34	0.06	0.07	0.24
Hvar	0.10	0.14	0.42	0.28	0.09	0.14	0.23
1951–2010.							
Rovinj	0.32	0.55	1.02	0.87	0.46	0.15	0.67
Rijeka	0.19	0.30	0.66	0.67	-0.17	-0.18	0.36
Crikvenica	0.08	0.25	0.41	0.24	-0.55	-0.21	0.09
Šibenik	-0.03	0.26	1.06	0.56	-0.25	-0.36	0.41
Knin	0.35	0.72	1.73	1.44	0.09	-0.08	0.99
Hvar	0.00	0.24	0.72	0.21	0.20	-0.02	0.41
Lastovo	0.74	1.43	2.95	2.29	1.42	0.44	2.02

Povoljni vremenski uvjeti za nastanak velikih požara su ako je *SSR* veći od 7. Srednja sezonska žestina u Hvaru iz razdoblja 1981–2010. je za 2 veća u odnosu na srednjak iz 1931–1960. i za 0.6 veća prema razdoblju 1961–1990. (slika 2). To ukazuje na povećanje potencijalne opasnosti od požara raslinja posljednja tri desetljeća. *SSR* veći od 7 pojavio se u 19 požarnih sezona u posljednje 32 godine u odnosu na 12 sezona prethodnih 50 godina. Dalmatinsko područje pokazuje visok porast opasnosti od požara raslinja, ali i produljenje požarne sezone. Međutim, posljednjih 60 godina primijećen je statistički signifikantan trend u unutrašnjosti Hrvatske (Lika i istočna Hrvatska). S time požarna problematika nije više vezana isključivo za jadransku obalu i otoke nego i za druge dijelove Hrvatske. Istaknimo da se rezultati istraživanja na području Hrvatske uvelike podudaraju s onima drugih zemalja. Tako se požarni režim u našoj zemlji dobro uklapa u širu sliku povećanja područja velike ugroženosti od šumskih požara na Sredozemlju i u istočnoj Europi u ljetnim mjesecima (Camia i dr., 2008).



Slika 2. Sezonska žestina (SSR) za požarne sezone od lipnja do rujna za Hvar u razdoblju 1931–2012.

4. LITERATURA

- Barešić, D, 2011: Utjecaj klimatskih promjena na opasnost od požara raslinja u Hrvatskoj. Geofizički odsjek PMF, Sveučilište u Zagrebu, 56 str.
- Camia, A, G. Amatulli and J. San-Miguel-Ayanz, 2008: Past and future trends of forest fire danger in Europe. *JRC Scientific and Technical Reports*, 6 pp.
- Čiček, P, 2011: Utjecaj klimatskih promjena na fenološke faze vinove loze i Huglinov indeks u Hrvatskoj. Geofizički odsjek PMF, Sveučilište u Zagrebu, 64 str.
- Dimitrov, T, 1998: Gorenje globalne biomase. *Šumarski list*, **9-10**, Hrvatsko šumarsko društvo, Zagreb, 443–455.
- Krulić, B. i V. Vučetić, 2011: Razvojne faze i zimsko mirovanje jabuke u Hrvatskoj. *Hrvatski meteorološki časopis*, **46**, 35–43.
- Sneyers, R, 1990: On the Statistical analysis of series of observations. *WMO Tech. Note*, **143**, 1–15.
- Van Wagner C.E. and T.L. Pickett, 1985: Equations and Fortran Program for the Canadian Forest Fire Weather Index Sistem. *Forestry Technical Report*, **33**, Canadian Forestry Service, Government of Canada pp 18.
- Vučetić, M, 1987: Meteorološka analiza katastrofalnog šumskog požara na Korčuli 1985. *Rasprave-Papers*, **22**, 67–72.
- Vučetić, M, 1992: Vremenske prilike tijekom šumskog požara na otoku Hvaru od 13. do 31.7.1990. *Hrvatski meteorološki časopis*, **27**, 69–76.
- Vučetić, M, 2001: Vremenske prilike i šumski požari na hrvatskom priobalju tijekom 2000. *Šumarski list*, **7-8/2001**, 367–378.
- Vučetić, M, 2002: Vremenske prilike i usporedba sezone zaštite šuma od požara 2001. u odnosu na višegodišnji prosjek. *Šumarski list*, **11-12/2002**, 563–574.
- Vučetić, V. and M. Vučetić, 2005: Variations of phenological stages of olive-trees along the Adriatic coast. *Periodicum Biologorum*, **107**, 335–340.

Agrometeorološka mjerenja i prognoza za potrebe poljoprivrede i zaštite raslinja od požara

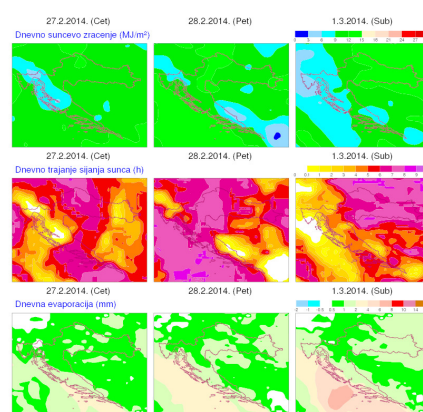
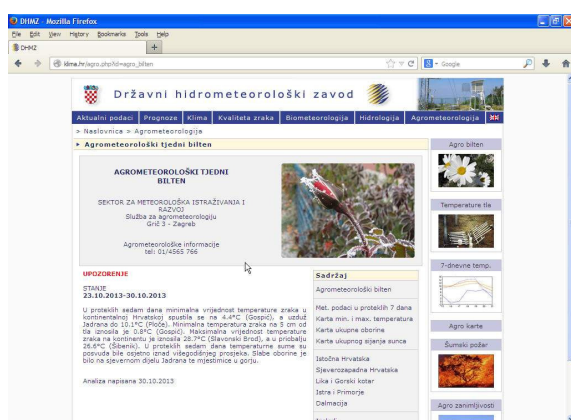
Marko Vučetić

Državni hidrometeorološki zavod, Grič 3, 10000 Zagreb, mvucetic@cirius.dhz.hr

1. UVOD

Tijekom prve polovice 19. st. u Hrvatskoj se meteorološka mjerenja nastoje povezati s vegetacijom određenog područja, osobito u funkciji razvoja turizma odnosno lječilišnog turizma. Već od sredine 19. stoljeća, na znanstvenim temeljima, meteorološka mjerenja pronalaze uporabu i u poljoprivredi. Ubrzo započinje podizanje agrometeoroloških postaja postavljenih namjenski na odabranoj lokaciji sa svrhom mjerenja meteoroloških čimbenika kao pokazatelja vremena i klime mikropodručja. Osim klasičnih meteoroloških mjerenja na takvim postajama se obavljaju posebna mjerenja s određenom namjenom. Primjerice, mjerila se temperatura tla na raznim dubinama, temperatura zraka na raznim visinama (temperaturni gradijent). Na nekada Glavnoj agrometeorološkoj postaji u Križevcima obavljala su se i mjerenja pojedine komponente vodne bilance, isparavanje po isparitelju razreda A, transpiracija po Pich e-u, izravno i stvarno isparavanje vode iz tla po Popovu i potencijalno ili maksimalno moguće isparavanje iz tla po Garnier-u. Također obavljala su se mjerenja zalihe vode u tlu na raznim dubinama izravnim uzimanjem uzoraka tla (gravimetrijska metoda). Za potrebe raznih istraživanja obavljala su se i posebna mjerenja unutar neke biljne zajednice ili su se istraživali uvjeti pod kojim uspijevaju pojedini endemi ili rijetke biljne ili životinjske vrste. Na žalost, do danas se zadržao tek neznatan dio ovih mjerenja.

Prognoza vremena za potrebe poljoprivrede ili preciznije agrometeorološka prognoza, u Hrvatskoj se za širu javnost pojavljuje 1988. godine prvenstveno u periodičkim časopisima ili specijaliziranim dodacima pojedinih dnevnih novina. Istina, i prije te godine bilo je pokušaja prognoziranja vremenskih situacija nepovoljnih za poljoprivrednu proizvodnju kao što je pojava mraza (pad temperature zraka ispod točke smrzavanja) ili razvoj biljnih bolesti ili štetnika s obzirom na vremenske uvjete (temperatura zraka, količina oborine, relativna vlažnost zraka i sl.). Međutim, svi su ti pokušaji bili na razini inicijative pojedinaca prvenstveno voćara, a time i kratkoga vijeka. U početku, agrometeorološke prognoze više su bile klimatološkog karaktera i oslanjale su se na upute Svjetske meteorološke organizacije (WMO, 1981). Naime, više su se oslanjale na klimu pojedinog kraja, a manje na prognoziranje meteorološke vrijednosti. Kako je prognoza vremena bivala sve pouzdanija i sve dugoročnija tako se i agrometeorološka prognoza sve više oslanjala na prognoziranje vrijednosti. Ujedno su se iz prognoziranih osnovnih meteoroloških vrijednosti postupno mogle dobiti i izvedene vrijednosti kao isparavanje s površine tla, te je time agrometeorološka prognoza dobila na još većoj važnosti i postala potreba koju se uvažava kod planiranja obavljanja radova u poljoprivredi.



Slika 1. Naslovnica agrometeorološkog biltena na mrežnoj stranici DHMZ-a (lijevo), prognozirane dnevne vrijednosti Sunčevog zračenja, trajanja sijanja Sunca i evaporacije (izvor: ECMWF), (desno).

2. PODATCI I METODE

Osnovne informacije koje nudi danas dostupna agrometeorološka prognoza jesu podatci o očekivanim najvišim i najnižim vrijednostima temperature zraka, količini oborine i srednjoj dnevnoj temperaturi tla obično na 10 cm dubine (ponekad i do 100 cm dubine). Osim ovih podataka objavljuju se i podatci o očekivanoj insolaciji (osunčavanju) odnosno očekivanom broju sati sijanja Sunca, količini isparene vode sa slobodne površine tla, relativnoj vlažnosti zraka, temperaturnim sumama i dr. Uz individualnu procjenu potreba u pojedinim klimatskim regijama, za odabir prognoziranih vrijednosti i oblik agrometeorološke prognoze, korištene su i upute Svjetske meteorološke organizacije (WMO, 2012). Kod prognoziranja pojedinih vrijednosti veće poteškoće nastaju kod prognoziranja količine oborine. Međutim, već sama prognoza da li će oborine u nekom razdoblju biti ili ne i te kako je korisna informacija prema kojoj se može planirati košnja livada, žetva ratarskih kultura, obavljanje zaštite od bolesti i štetnika, gnojidba i sl. Kod prognoze gubitka (isparavanjem) vode sa slobodne površine tla poteškoća nastaje jer mjerenja pomoću isparitelja razreda A, u mreži meteoroloških postaja DHMZ-a, nisu dostupna kao dnevni podatak nego kao mjesečno izvješće te se prognozirane vrijednosti ne mogu usporediti s izmjerjenima. Tako su vrijedni podatci o isparavanju bilo prognozirani bilo izmjereni neupotrebljivi za agrometeorološku prognozu, a time i za poljoprivredu napose u slučaju potrebe navodnjavanja.

Podatci o temperaturnim sumama su također slabo iskorišteni. Temperaturne sume računate su za temperaturne pragove 5 °C, 7 °C i 12 °C, (Penzar i Penzar, 2000, Dadaček i Peremin Volf, 2008) pa su tako prikazane i u agrometeorološkoj prognozi, čime se uvažavao početak vegetacije kod šumskog drveća i grmlja (5 °C), kod voćaka (7 °C) i iznad praga od 12 °C kao pokazatelj mogućeg temperaturnog stresa kod biljaka. Međutim, ovakav pristup i prikaz temperaturnih suma pokazao se nerazumljiv za veći broj korisnika i time neiskoristiv u praksi što ukazuje na nedovoljno poznavanje korisnosti temperaturnih suma u praksi ali i na potrebu mijenjanja ovakvog oblika prezentacije i time poboljšanja agrometeorološke prognoze. Također, zbog toplih zima, ukazala se potreba računanja temperaturnih suma ispod određenog temperaturnog praga (za voćke ispod 7 °C).

Za potrebe zaštite šuma (raslinja) od požara u DHMZ-u se od 1980. koristi Canadian Forest Fire Weather Index System uz pomoć kojega se izrađuju procjene opasnosti od izbijanja i širenja šumskih požara. Da bi se proračun procjene opasnosti od požara mogao obaviti, potrebna su svakodnevna meteorološka motrenja i mjerenja u 13 sati SEV (ljetno vrijeme 14 sati). Svakodnevno se za ove potrebe obavljaju mjerenja temperature i vlažnosti zraka, brzine vjetra i količine oborine. Ova se mjerenja obavljaju na glavnim meteorološkim postajama (slika 2.) iz mreže postaja Državnog hidrometeorološkog zavoda, a manji broj postaja je nižeg ranga, klimatološke postaje, s neprofesionalnim motriteljima. Sam smještaj postaja, napose s obzirom na nadmorsku visinu, u većini slučajeva ne odgovara potrebama proračuna indeksa opasnosti od požara. Jedan dio postaja ostao je „zarobljen“ unutar gradskih područja i pod izravnim je utjecajem antropogenih čimbenika. Na jednom broju postaja, uglavnom klimatološkim, kvaliteta mjerenja i motrenja je upitna. Većina postaja je izvan neposrednog područja u kojima nastaje većina požara raslinja i svojim meteorološkim podacima ne reprezentiraju šumsko područje (gusto raslinje, makiju, poljoprivredno područje) (Vučetić, 2002).



Slika 2. Meteorološki krug (motrilište) Glavnih meteoroloških postaja Dubrovnik (lijevo) i Hvar (desno).

3. REZULTATI I ZAKLJUČNE NAPOMENE

Poboljšanje agrometeorološke prognoze moguće je postići i korištenjem sve većeg broja prognostičkog materijala i dakako, poboljšanjem klasične prognoze vremena. Međutim, to nije dovoljno. Obim prognostičkog materijala koji stoji na raspolaganju DHMZ-u dovoljno je velik da bi agrometeorološka prognoza bila daleko korisnija nego li je to slučaj danas. Pored standardnog prognostičkog materijala za agrometeorološku prognozu bi se mogli koristiti i specifični produkti Europskog centra za srednjoročnu prognozu vremena (ECMWF) kao što su prognozirane vrijednosti temperature tla, sadržaj vlage u tlu na raznim dubinama, ili dnevno Sunčevo zračenje i dnevno isparavanje s površine tla (slika 1.). Međutim, zbog nedostatka ili nedostupnosti tih izmjerenih vrijednosti na meteorološkim postajama nije moguće verificirati prognostičke vrijednosti sa stvarnim stanjem pa se prognozirane vrijednosti niti ne daju za javnost kroz agrometeorološku prognozu.

Veliki nedostatak dosadašnjih agrometeoroloških prognoza je potpuni izostanak prognoze pada temperature zraka ispod točke smrzavanja napose one na 5 cm od tla (mraz) tijekom proljeća i jeseni kada takva nagla hlađenja prizemnog sloja zraka izazivaju velike štete u voćarstvu i povrćarstvu. Među nedostatke možemo ubrojiti i izostanak prognoze vlažnosti lista odnosno zaliha vode u tlu. Uz već spomenuti nedostatak vezan uz isparavanje vode sa slobodne površine tla, ovo čini agrometeorološku prognozu nepotpunom a raspoloživi prognostički materijal neiskorištenim.

Posebno u agrometeorološkoj prognozi izostaje čvršća veza između vremenskih uvjeta i nastupa pojedinih fenoloških faza biljaka, barem onih važnijih u pojedinom uzgojnom području, kao i divljih biljaka čije je medenje važno za pčelare. Ovim nedostacima svakako treba pribrojiti i nepostojanje sustavnog upozorenja kojim bi se upozorilo na vremenske prilike koje izazivaju štete u poljoprivredi kao što su mraz, tuča, obilna oborina (kiša, snijeg), kiša koja se ledi u dodiru s podlogom, jak i olujan vjetar, suša, poplava itd. Postoji *Meteoalarm* ali je preopćenit.

Što se tiče meteoroloških mjerenja za potrebe zaštite šuma od požara ona su uglavnom neadekvatna, u jednom dijelu nekvalitetna i ne reprezentiraju šumsko područje (makija, i sl.) kojemu prijete požari. Zbog neodgovarajućeg smještaja postaja, proračun suhoće/vlažnosti mrtvog šumskog gorivog materijala ne prati stvarno stanje na terenu. Osim toga, meteorološki podatci s postaja nisu ni pokazatelji vremenskih uvjeta na nekom području za vrijeme požara i poduzimanja operacije gašenja, što je velika otežavajuća okolnost za vatrogasce. Potrebe zaštite šuma od požara zahtijevaju posvemašnu automatizaciju što podrazumijeva postavljanje automatskih meteoroloških postaja na reprezentativna mjesta za ove potrebe. Time bi se u svakom trenu mogli proračunati indeks opasnosti od požara i relevantni vremenski pokazatelji neophodni za donošenje odluka pri gašenju požara.

Meteorološka mjerenja sama ili kroz agrometeorološku prognozu ili indeks opasnosti od požara nude iznimno korisne informacije uz pomoć kojih se mogu spriječiti ili barem ublažiti štete u poljoprivredi i šumarstvu izazvane nepovoljnim vremenskim uvjetima. Za takvim informacijama postoji „potražnja“ korisnika koju ne prati adekvatna ponuda. Da bi se povećala korisnost agrometeorološke prognoze trebalo bi sve informacije više usmjeriti na određeno godišnje doba, na određene kulture i njihove osjetljive fenološke faze te na specifične radove koji se obavljaju u danom trenutku. Uz to agrometeorološka prognoza mora povezati vremenske uvjete i nastupe fenoloških faza kod važnih kultura i divljih biljaka čije je medenje važno za pčelare. Za zaštitu šuma od požara neophodna je automatizacija meteoroloških mjerenja na pomno odabranim područjima i napuštanje meteoroloških postaja čija je prvenstvena namjena praćenje općih klimatskih odlika pojedinog kraja. Poželjno bi bilo uvesti sustav upozorenja na nepovoljne vremenske prilike koje mogu izazvati velike štete u poljoprivredi i šumarstvu, a nisu obuhvaćeni *Meteoalarmom* (DHMZ).

Danas se agrometeorološka prognoza može čuti na HR-1 (emisija Za selo i poljoprivredu) gdje se redovito emitira od 1990, na HTV-1 (emisija Plodovi zemlje) od 1999, te u raznim specijaliziranim časopisima od 2004. (Maslina, Mljekarstvo, Maslinar itd.). Na mrežnim stranicama Državnog hidrometeorološkog zavoda (meteo.hr) od 2004. izrađuje se Agrometeorološki bilten za pet hrvatskih regija (slika 1.) i tablica s prikazom Indeksa opasnosti od šumskih požara.

4. LITERATURA

Dadaček, N, T. Peremin Volf, 2008: Agroklimatologija. Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Križevci, 141 str.

Penzar, I, B. Penzar, 2000: Agrometeorologija. Školska knjiga, Zagreb, 228 str.

Vučetić, M, 2002: Vremenske prilike i usporedba sezone zaštite šuma od požara 2001. u odnosu na višegodišnji prosjek. *Šumarski list*, br. 11-12, **CXXVI** (2002), 563–574.

WMO, 1981: Priručnik za agrometeorološku praksu. No **134**, Svjetska meteorološka organizacija, Ženeva, 374 str.

WMO, 2012: Guide to Agricultural Meteorological Practices, No **134**, (2010 edition), World Meteorological Organization, Ženeva, 796 pp.

Analiza vertikalne strukture atmosfere za vrijeme katastrofalnih šumskih požara

Ivana Tomašević

Državni hidrometeorološki zavod, Grič 3, 10000 Zagreb, ivana.tomasevic@cirrus.dhz.hr

1. UVOD

Požari na jadranskoj obali ponekad mogu biti katastrofalni te nerijetko iznenaditi svojom žestinom i brzim širenjem. Vremenske prilike i požari raslinja su usko povezani kao uzročno-posljedična veza vremena, ljudske aktivnosti i stanja gorivog materijala u kraćem vremenskom razdoblju (npr. Vučetić, 2009). Vrlo važan meteorološki element, koji utječe na nastanak i širenje požara raslinja, je vjetar. Osim što odnosi vlažan zrak i ubrzava sušenje šumskog goriva, on potpomaže sagorijevanju dovodenjem kisika (npr. Vučetić, 2002). Vjetar utječe i na širenje vatre noseći toplinu i goreće čestice na nova goriva, a njegov smjer određuje i smjer širenja vatrene fronte. Zbog toga plan kontrole gašenja požara treba temeljiti na prognozi brzine i smjera vjetra. Prema već ranije određenim kriterijima, ukoliko maksimum brzine vjetra u donjoj troposferi prijeđe 12 ms^{-1} , klasificira se kao niska mlazna struja (Bonner, 1968). Ona može imati važan utjecaj na dinamičke procese u atmosferi i često prethodi prolasku hladne fronte, a između ostalog, može znatno utjecati i na početak, te širenje požara raslinja (Barad, 1961). U ranijim istraživanjima u SAD-u uočeno je da se ponekad neposredno prije prolaska hladne fronte može razviti požar s turbulentnim ponašanjem, tj. s kratkotrajnim zračnim vrtlozima i jakim uzlaznim strujanjem (Byram, 1954). U Hrvatskoj je tek analizom kornatskog požara iz 2007. po prvi puta ukazano na ova dva vremenska pokazatelja koji bi mogli upozoriti na izvanredno ponašanje požara (Vučetić i dr, 2007; Vučetić i Vučetić, 2011). Dobro prognozirano vrijeme prolaska hladne fronte preko Jadrana i simuliranje vertikalnih profila moglo bi biti od velike pomoći pri procjeni opasnosti nastanka velikih i katastrofalnih šumskih požara. Stoga je cilj ovog rada bio istražiti povezanost hladne fronte, u sinoptičkim razmjerima, i niske mlazne struje, u mezorazmjerima, s početkom nastanka i širenja požara raslinja u situacijama s velikim šumskim požarima na Jadranu.

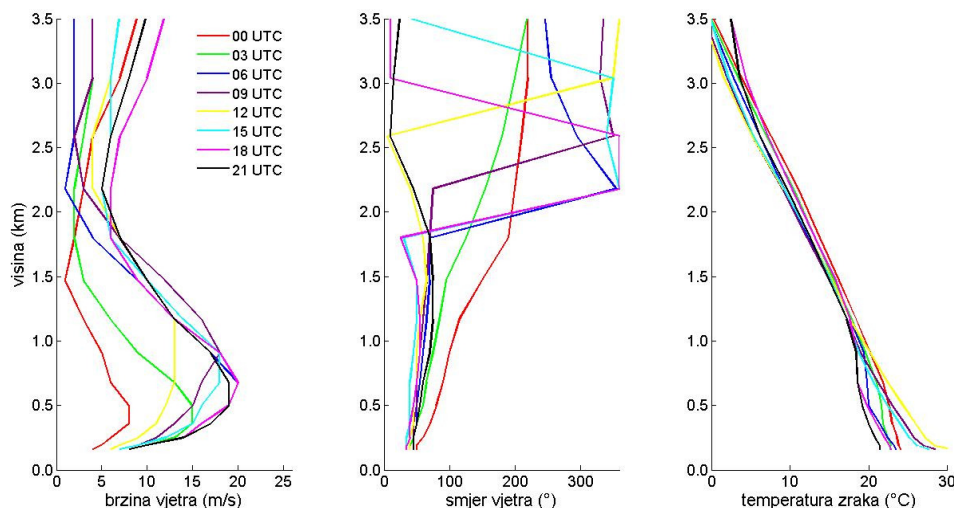
2. PODACI I METODE

U radu su korištene sinoptičke karte Njemačke meteorološke službe (DWD), a za analizu vertikalne strukture atmosfere modelirani vertikalni profili osnovnih meteoroloških veličina i parametara. Za svako su područje požara raslinja simulirani vertikalni profili atmosfere numeričkim modelom ALADIN/HR, koji se nazivaju pseudotempovi, za svaka tri sata. Odabrane su one točke mreže koje su bile najbliže lokaciji velikog šumskog požara. Niska mlazna struja je definirana kao signifikantni maksimum brzine vjetra $\geq 12 \text{ ms}^{-1}$ u nižoj troposferi (Blackadar, 1957). Nižim slojem troposfere se smatra prvih 1500 m, ali su zbog preglednosti vertikalni profili vjetra rađeni do visine od 3500 m. Za povezivanje određenih vertikalnih profila s početkom požara, odabrani su veliki požari raslinja na području Jadrana u razdoblju 2001–2010. iz Vatrogasnih vjesnika. Kriterij za odabir požara raslinja je bila spaljena površina veća od 500 ha i da je vatra istodobno gorjela na više lokacija. To je ukazivalo da su postojali povoljni vremenski uvjeti za nastanak te izvanredno širenje požara. U konačnici je izabrano pet vremenskih situacija tijekom kojih je bilo aktivno osam velikih šumskih požara.

3. REZULTATI I ZAKLJUČNE NAPOMENE

U pregledu broja požara i izgorene površine tijekom požarnih sezona 2001–2010. ističe se 2003. koja je bila ekstremno topla i sušna godina. Osim toga, može se istaknuti veliki broj požara zabilježen i u kolovozu 2001. Tada je od 10902 ha opožarene površine čak 5700 ha izgorjelo u velikim požarima pokraj Omiša, u Dubrovačkom primorju te na otoku Braču, koji su se odvijali istodobno. Najteži dan za gasitelje je prema evidencijama bio 11. kolovoza 2001, a požari su se brzo širili potpomognuti vjetrom (Grum, 2001). Posebna pozornost je usmjerena na analizu sinoptičke situacije i vertikalnih profila na južnom i srednjem Jadranu u razdoblju od 11. do 13. kolovoza 2001. Analizom sinoptičke situacije utvrđeno je da je zbog velikog gradijenta tlaka između grebena visokog tlaka i doline niskog tlaka koja je prolazila srednjim Jadranom, 11. kolovoza 2001. zapuhala jaka bura na sjevernom i dijelu srednjeg Jadrana, a do kraja dana se proširila i na ostatak obale. Frontalni sustav se prostirao od juga Apeninskog poluotoka do krajnjeg sjeveroistoka kontinenta, a

njemu pripadajuća hladna fronta prošla je preko Jadrana 11/12. kolovoza 2001. Umjerena do jaka bura, mjestimice i s olujnim udarima, na Jadranu je puhala do 13. kolovoza 2001. Požar je na dubrovačkom primorju započeo u ranim jutarnjim satima 12. kolovoza 2001. Točka mreže modela najbliža lokaciji požara je Dubrovnik-aerodrom, a modelirani su vertikalni profili određenih meteoroloških elemenata (slika 1).



Slika 1. Vertikalni profili brzine vjetra (ms^{-1}), smjera vjetra ($^{\circ}$) i temperature zraka ($^{\circ}\text{C}$), za sve termine 12. kolovoza 2001. za Dubrovnik, određeno pomoću numeričkog modela ALADIN/HR.

Na vertikalnom profilu brzine vjetra može se uočiti da nakon ponoći 12. kolovoza 2001. vjetar naglo jača te već u 3 UTC postiže brzinu od 15 ms^{-1} u sloju između 360 i 500 m. Time je zadovoljen kriterij niske mlazne struje i pri tome smjer vjetra iz E–ENE prelazi u NE smjer, odnosno buru. Tog dana maksimum brzine vjetra iznosio je 20 ms^{-1} , a nalazio se na 680 m visine u terminima 6 i 18 UTC. Slični rezultati su dobiveni i za područje Split-Marjana i Sutivana, gdje je maksimalna brzina do čak 25 ms^{-1} postignuta u ranim jutarnjim satima 12. kolovoza 2001, točnije u 6 UTC.

Analiza velikih šumskih požara na Jadranu u razdoblju od 2001–2010. ukazala je na vremenske pokazatelje koji bi mogli upozoriti na mogućnost izvanrednog ponašanja požara, a to su približavanje hladne fronte i pojava niske mlazne struje. Dakle, za ekstremno ponašanje požara na priobalju uglavnom je odgovorna niska mlazna struja odnosno jaka turbulencija ispod nje. Ovakav oblik vertikalnih profila brzine vjetra u donjoj troposferi prethode pojavi brzog požara s jakim uzlaznim i silaznim gibanjima u blizini čeonog dijela fronte požara. Može se zaključiti da su veliki požari na priobalju i otocima posljedica posebnog vjetrovnog režima. Oni su povezani s jakom turbulencijom ispod niske mlazne struje, a njihov početak je uoči prolaza hladne fronte. Stoga, u situacijama kada postoji vrlo velika opasnost za požare raslinja na Jadranu, dodatni kriterij za upozorenje bilo bi dobro prognozirano vrijeme prolaza hladne fronte, te niska mlazna struja, odnosno maksimum brzine u atmosferskom graničnom sloju pomoću modeliranih vertikalnih profila brzine vjetra. Sigurno da bi prepoznavanje ovih dodatnih kritičnih vremenskih uvjeta za požare raslinja bili od velike pomoći pri upozoravanju vatrogasnih službi na pripravnost. Time bi bilo moguće smanjiti štete od požara raslinja, zaštititi prirodna i materijalna bogatstva, a ponajviše spasiti ljudske živote.

4. LITERATURA

- Barad, M.L, 1961: Low-Altitude Jet Streams. *Scientific American*, **205**, 120–131.
- Blackadar, A.K, 1957: Boundary Layer Wind Maxima and Their Significance for the Growth of Nocturnal Inversions. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **38**, 283–290.
- Bonner, W.D, 1968: Climatology of the Low Level Jet. *Monthly Weather Review*, **96**, 833–850.
- Byram, G.M, 1954: Atmospheric conditions related to blowup fires. A Publication of the National Wildlife Coordinating Group, 1–30.

Grum, Đ, 2001: Požari i intervencije. *Vatrogasni vjesnik*, **7–8/2001**, str. 9.

Vučetić, M, 2002: Meteorologija i šumski požari. *Vatrogasni vjesnik*, **4/2002**, 25–26.

Vučetić, M, 2009: Meteorološke spoznaje o požarima raslinja (1). *Vatrogasni vjesnik*, **5/2009**, 10–12.

Vučetić, M. i V. Vučetić, 2011: Analiza opasnosti od požara za vrijeme kornatskog požara 30. kolovoza 2007. *Vatrogastvo i upravljanje požarima*, **1**, 12–25.

Vučetić, V, S. Ivatek-Šahdan, M. Tudor, L. Kraljević, B. Ivančan-Picek i N. Strelec Mahović, 2007: Analiza vremenske situacije tijekom kornatskog požara 30. kolovoza 2007. *Hrvatski meteorološki časopis*, **42**, 41–66.

Analiza temperatura tla

Petra Sviličić

Državni hidrometeorološki zavod, Grič 3, 10000 Zagreb, petra.svilicic@cirrus.dhz.hr

1. UVOD

Iako se smatra jednim od ključnih čimbenika klimatskog sustava, temperatura tla nije toliko analizirana u literaturi kao neki češći elementi, poput temperature zraka, oborine, tlaka zraka ili vlage u tlu. Temperatura tla određuje intenzitet fizičkih, kemijskih i bioloških procesa u tlu te je stoga važna u procesima razvojnih faza biljaka, razvoju mikroorganizama u tlu, utječe na vlažnost i prozračivanje tla. Novije analize trendova srednje temperature tla do 100 cm dubine za razdoblje 1961–2009. pokazuju signifikantne pozitivne trendove u gornjem sloju od 0.2–0.7 °C/dekadi te u donjem sloju od 0.3–0.6 °C/dekadi (Derežić i Vučetić, 2011). Također, primijećen je porast godišnje srednje temperature tla zadnjih 30 godina na gotovo svim dubinama za 0.4 do 0.9 °C u odnosu na standardno klimatsko razdoblje, a najveći porast zabilježen je u Dubrovniku i to za 1.3 °C u cijelom promatranom sloju. U prvom desetljeću 21. stoljeća godišnja vrijednost srednje temperature tla ponegdje je veća i za 2 °C, a u Dubrovniku čak za 3.5 °C u odnosu na standardno razdoblje. Analizom broja uzastopnih dana s kritičnom maksimalnom temperaturom tla na različitim dubinama na području Hrvatske za razdoblja 1961–1990. i 1981–2010, utvrđena je velika ugroženost od visokih temperatura tla u gornjem sloju za cijelu Hrvatsku u novijem razdoblju, a posebno je izražena ekstremna ugroženost od temperatura većih od 35 °C u priobalnom pojasu, ponajviše šireg dubrovačkog područja (Filić, 2013). Usporedba ugroženosti područja od maksimalne temperature zraka (Feist, 2011) i ugroženosti područja od maksimalne temperature tla, pokazuje da s povećanjem kritične temperature do 35 °C područje ugroženosti s obzirom na temperaturu zraka se smanjuje i slabi, dok s obzirom na temperaturu tla ono ostaje vrlo do ekstremno ugroženo uzduž Jadrana. Slijedom toga, svrha ovog rada je nadopuniti dosadašnje rezultate u Hrvatskoj analizom godišnjih i sezonskih trendova maksimalne i minimalne temperature tla na 2 cm, 5 cm, 10 cm, 20 cm, 30 cm, 50 cm i 100 cm dubine za razdoblja 1961–2010. i 1981–2010.

2. PODACI I METODE

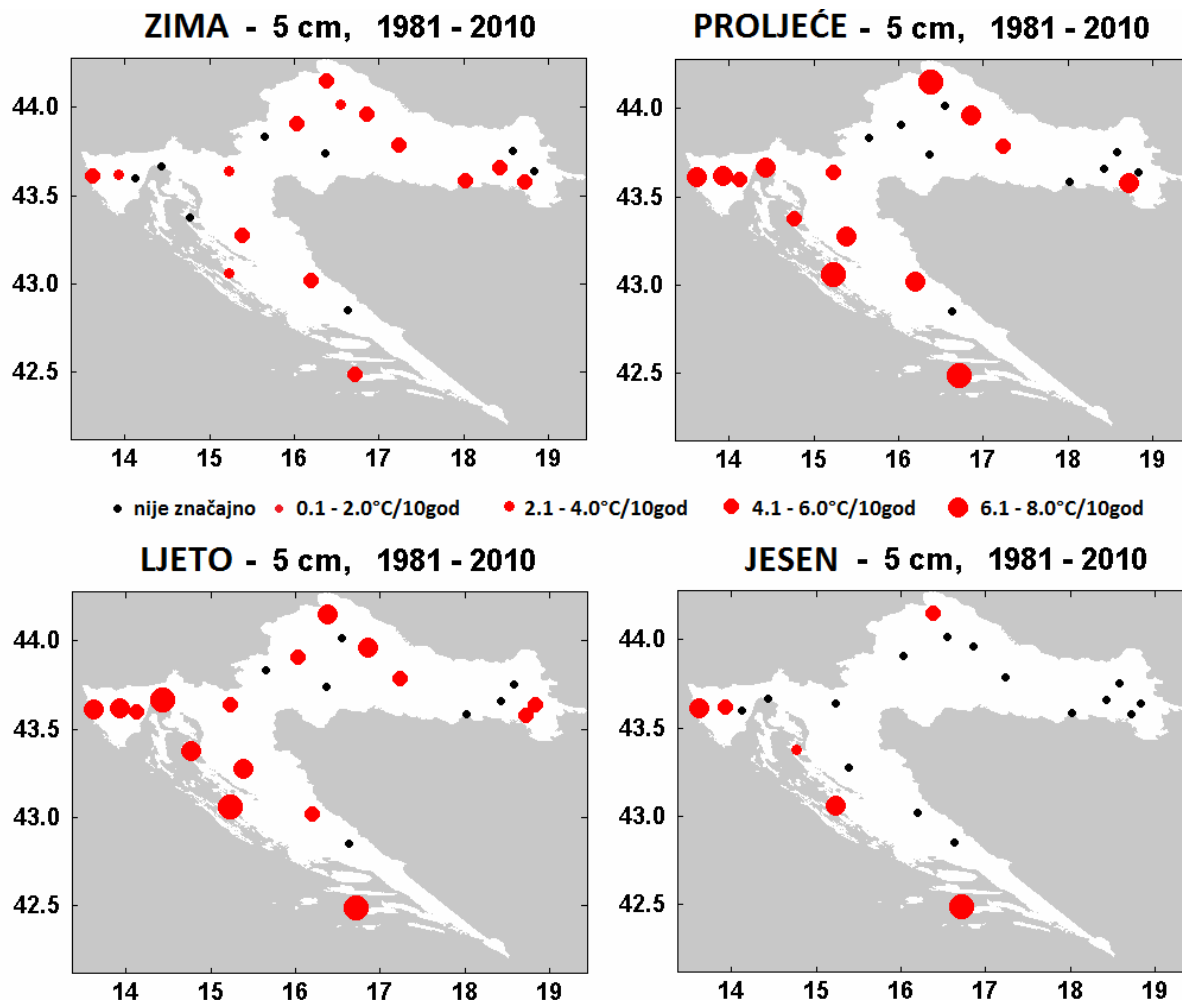
Podaci o ekstremnim temperaturama tla za različite dubine do 100 cm analizirani su za 23 postaje s dovoljno dugim vremenskim nizovima. Godišnji apsolutni ekstremi dobiveni su iz mjesečnih ekstrema, a oni na osnovi dnevnih mjerenja u standardno klimatološko vrijeme (7 h, 14 h i 21 h prema lokalnom vremenu). Sezonske vrijednosti dobivene su izvlačenjem ekstrema od prosinca do veljače za zimsku sezonu; ožujka do svibnja za proljetnu sezonu; lipnja do kolovoza za ljetnu sezonu; rujna do studenog za jesensku sezonu. Za zimsku sezonu uključen je prosinac prethodne godine te siječanj i veljača tekuće godine. Napravljena je statistička analiza s naglaskom na analizu trendova godišnjih i sezonskih vrijednosti Theil Sen metodom za dva razdoblja 1961–2010. i 1981–2010. Za provjeru statističke značajnosti trendova na 95 % razini značajnosti primijenjen je neparametarski Mann-Kendall-ov test (Gilbert, 1987).

3. REZULTATI I ZAKLJUČNE NAPOMENE

Najviše vrijednosti apsolutne maksimalne temperature tla nalaze se u vrlo plitkom površinskom sloju te se smanjuju prema većim dubinama u oba promatrana razdoblja. U površinskom sloju apsolutni maksimum temperature tla u novijem razdoblju nerijetko prelazi 50 °C, posebice u istočnoj Slavoniji i priobalnom dijelu, a vrijednosti su već na 5 cm i do desetak stupnjeva niže. Raspon između najveće i najmanje godišnje apsolutne maksimalne temperature tla u površinskom sloju puno je veći u novijem razdoblju. To bi značilo da su ekstremi puno izraženiji posljednjih 30 godina. Srednja godišnja maksimalna temperatura tla u novijem razdoblju izraženije je veća u odnosu na referentno razdoblje (1961–2010) u istočnoj Slavoniji i priobalnom dijelu, posebice u zaleđu Istre, srednjoj Dalmaciji te u dalmatinskom zaleđu. U dubljim slojevima razlike među srednjim maksimalnim temperaturama tla nisu toliko izražene kao pri površini. Najniže vrijednosti minimalne temperature tla nalaze se pri površini i s dubinom se povećavaju. Sjeverozapadna i gorska Hrvatska bilježe apsolutne minimume u oba razdoblja, a na krajnjem jugu vrijednosti rastu prema pozitivnom. U odnosu na maksimalne temperature tla, raspon između najviše i najniže apsolutne minimalne temperature tla nije toliko izražen i općenito se smanjuje s dubinom. Razlike

među srednjim minimalnim temperaturama tla promatranih razdoblja ne prelaze 1 °C te je na godišnjoj razini primijećeno ohlađivanje sloja do 30 cm dubine u sjeverozapadnoj Hrvatskoj te dijelu istarskog područja dok je u istočnoj Slavoniji primijećeno zagrijavanje sloja do 10 cm, a ponegdje i do 30 cm.

Na godišnjoj razini, rezultati analize trenda pokazuju da postoji pozitivan linearni trend maksimalnih temperatura tla na gotovo svim postajama i dubinama (nije prikazano u radu). Porast pozitivnog trenda temperature tla posljednjih 30 godina na dubini 2 cm gotovo svuda je dvostruko veći, a na istoku Slavonije i u priobalju ponegdje i trostruko veći. S povećanjem dubine iznos trenda se smanjuje i tek ponegdje na sjevernom i južnom Jadranu se ističe u odnosu na ostatak područja.



Slika 1. Prostorni prikaz trendova godišnjih maksimalnih temperatura tla na 5 cm dubine za razdoblja 1961–2010. i 1981–2010.

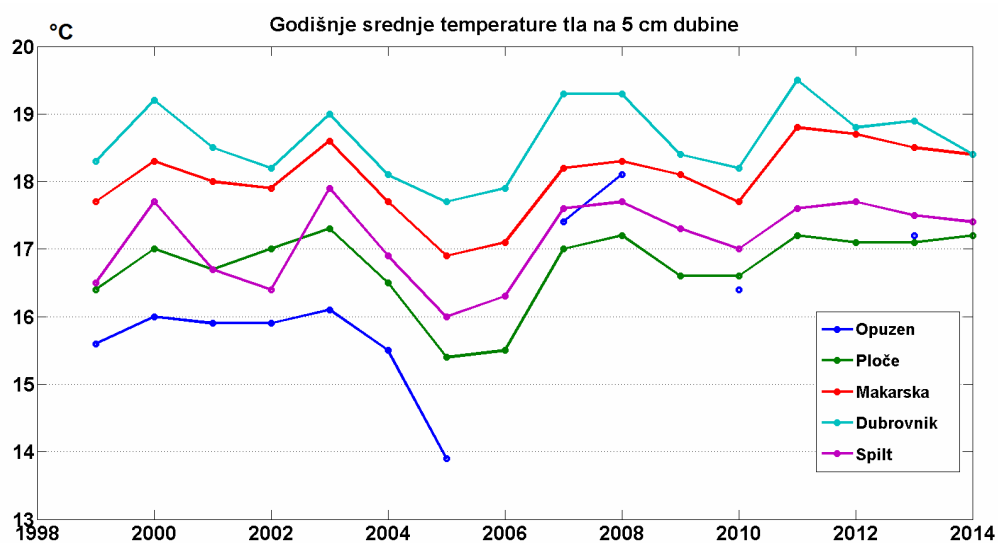
U svim sezonama zabilježen je porast trenda maksimalne temperature tla na gotovo cijelom području Hrvatske, osim u jeseni, u kojoj je tek u dijelu priobalja zamijećen porast pozitivnog trenda maksimalne temperature tla (slika 1). Značajan porast trenda u odnosu na referentno razdoblje, osim u ljetnoj sezoni, ima i proljetna sezona na sjevernom i južnom Jadranu te u sjeverozapadnoj Hrvatskoj gdje utjecaj zatopljenja prodire do dubine od 10 cm. S daljnjom dubinom vrijednost trenda se smanjuje. Za razliku od maksimalnih temperatura tla, broj statistički značajnih trendova je vrlo malen u slučaju minimalnih temperatura tla.

U tablici 1 prikazane su vrijednosti godišnjih ekstrema i srednje temperature tla za postaju Opuzen u dva razdoblja u kojima su dostupni podaci. Međutim, kako su vremenski nizovi prekratki, ova postaja je izuzeta iz analize trendova, te se obrađuju samo osnovni statistički parametri kako bi se dobila određena slika stanja. Iako su razdoblja kratka, može se uočiti da su temperature više u drugom razdoblju.

Također, raspon u kojemu se pojavljuju ekstremini je veći u novijem razdoblju. Vrijednosti apsolutno minimalnih temperatura u novijem razdoblju su dosta veće od onoga u ranijem razdoblju.

Tablica 1. Prikaz vrijednosti apsolutnih ekstrema temperatura tla i srednje temperature tla, raspona vrijednosti za pojedino razdoblje, srednjaka pojedinog razdoblja za postaju Opuzen i dubine od 2, 5 i 10 cm u razdobljima 1958–1977. i 1999–2014.

	1958–1977.			1999–2014.		
	2 cm	5 cm	30 cm	2 cm	5 cm	30 cm
MAKSIMALNA TEMPERATURA TLA (°C)						
Maksimalna vrijednost	51.0 1962	41.6 1965	28.6 1963	50.8 2007	46.3 2007	29.6 2007
Raspon vrijednosti	17.4	9.7	3.0	21.4	20.3	6.2
Srednja vrijednost	40.7	37.3	27.1	39.8	35.6	27.1
SREDNJA TEMPERATURA TLA (°C)						
Maksimalna vrijednost	16.7 1961	16.0 1961	15.9 1977	18.3 2008	18.1 2008	16.8 2013
Raspon vrijednosti	2.6	2.1	1.6	4.2	4.2	2.2
Srednja vrijednost	15.6	15.3	15.3	16.5	16.2	15.8
MINIMALNA TEMPERATURA TLA (°C)						
Maksimalna vrijednost	-5.6 1963	-3.8 1963	1.0 1963	-2.5 2008	-1.2 2008	3.0 2000
Raspon vrijednosti	6.0	4.5	4.2	5.9	3.6	5.4
Srednja vrijednost	-1.5	-0.9	3.2	-0.3	0.6	5.2



Slika 2. Vremenski nizovi temperature tla na 5 cm dubine za postaje Opuzen, Ploče, Makarska, Dubrovnik i Split za razdoblje 1999–2014.

Preliminarna analiza podataka za postaju Opuzen pokazuje kako treba obratiti posebnu pažnju na dobivene rezultate, što se može vidjeti prema slici 2, gdje je, unatoč nedostajućim podacima, vidljivo kako izmjerene vrijednosti nisu u skladu s okolnim postajama.

4. LITERATURA

Derežić D. i V. Vučetić, 2011: Tendencija povećanja srednje temperature tla u Hrvatskoj. *Hrvatski meteorološki časopis*, **46**, 85–96.

Filić, S, 2013: Uzastopni dani s kritičnim maksimalnim temperaturama tla na različitim dubinama u Hrvatskoj. Diplomski rad, Geofizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Sveučilište u Zagrebu, 90 str.

Feist, O, 2011: Analiza toplinskog stresa za potrebe poljodjelstva u Hrvatskoj u prošlim, sadašnjim i budućim klimatskim uvjetima. Diplomski rad, Geofizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Sveučilište u Zagrebu. 54 str.

Gilbert, R.O, 1987: Statistical methods for environmental pollution monitoring. Van Nostrand Reinhold, New York.

Analiza šteta od šumskih požara na području UŠP Split od 2005. do 2014.

Irena Šipušić

Hrvatske šume d.o.o.Zagreb, UŠP Split, Kralja Zvonimira 35, 21000 Split, irena.sipusic@hrsume.hr

1. UVOD

Vlada Republike Hrvatske za svaku tekuću godinu donosi Program aktivnosti u provedbi posebnih mjera zaštite šuma od požara od interesa za Republiku Hrvatsku. To je temeljni dokument koordinacije godišnjih aktivnosti državnih tijela, javnih ustanova, jedinica lokalne i regionalne samouprave, udruge građana i drugih organizacija.

Unatoč dobroj organizaciji i provedbi Programa, analizirajući požare posljednjih deset godina na području Dalmacije (Uprava šuma Podružnica Split), štete su ogromne.

Šumski požar je nekontrolirano, stihijsko kretanje vatre po šumskoj površini a u određenim okolnostima ugrožava ljudske živote i materijalna dobra. Razlikujemo ih po: vrsti, načinu postanka i štetama. Štete od požara su dvojake: direktne (troškovi gašenja i smanjene ili potpuno uništene općekorisne funkcije šume) i indirektne (troškovi neplaniranih uzgojnih radova, štete na ekosustavu, štete u turizmu – evakuacija ljudi i izgled okoliša). U slučaju požara velikih razmjera posljedica je poremećaj ekološke ravnoteže.

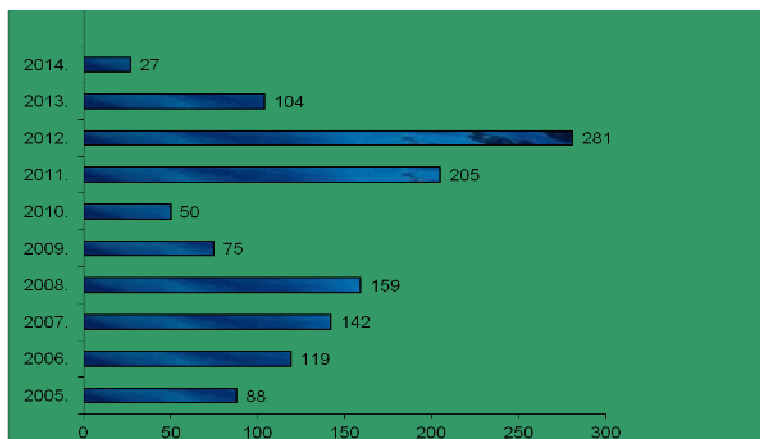
Izračun šteta kod šumskih požara definiran je Pravilnikom o načinu prikupljanja podataka, vođenju registra te uvjetima korištenja podataka o šumskim požarima koji je donijelo Ministarstvo poljoprivrede a u primjeni je od 1. srpnja 2013, Pravilnikom o izmjenama i dopunama Pravilnika o načinu prikupljanja podataka, vođenju registra te uvjetima korištenja podataka o šumskim požarima koji je donijelo Ministarstvo poljoprivrede a na snazi je od 27. prosinca 2014. godine i Šumsko-odštetnim cjenikom (NN 145/08).

2. PODACI I METODE

Obrađeni su podaci iz izvješća o šumskim požarima u razdoblju 2005–2014. Analiziran je broj i vrsta požara, opožarene površine, nastanak i štete.

3. REZULTATI I ZAKLJUČNE NAPOMENE

Prosječno godišnje, u promatranom razdoblju, pojavljivalo se 125 požara. U promatranom razdoblju nije zabilježena ni jedna godina u kojoj nije bilo šumskih požara. Ovim požarima u promatranom razdoblju opožareno je ukupno 50957 ha šuma i šumskog zemljišta. Iako je opožarena površina od 50957 ha dosta značajna, njezina struktura, gledajući je sa stanovišta opožarene površine vegetacije kojom su površine bile obrasle prije požara, daje manje zabrinjavajuću sliku. Sve su češće pojave šumskih požara na zapuštenim poljoprivrednim površinama (šumama) koji se nekontrolirano šire i na održavane državne šume.



Slika 1. Broj požara po godinama na području UŠP Split u razdoblju 1995–2014.

Tablica 1. Opožarena površina i štete od požara u razdoblju 2005–2014.

godine	površina (ha)			šteta (kn)		
	državne površine	privatne površine	ukupno	državno	privatno	ukupno
2005	390,00	272,00	662,00	25.381.221,50	4.208.855,00	29.590.076,50
2006	2.125,00	475,00	2.600,00	59.205.136,60	8.191.750,26	67.396.886,86
2007	11.085,00		11.085,00	720.782.861,10		720.782.861,10
2008	5.451,00		5.451,00	258.158.937,50		258.158.937,50
2009	1.275,00		1.275,00	101.720.956,30		101.720.956,30
2010	489,00		489,00	45.886.935,00		45.886.935,00
2011	7.825,00	4.629,00	12.454,00	506.182.947,40	164.787.018,80	670.969.966,20
2012	12.757,00	2.716,00	15.473,00	535.559.091,90	49.718.186,70	585.277.278,60
2013	1.179,00	178,00	1.357,00	59.474.422,30	14.376.364,10	73.850.786,40
2014	80,75	31,23	111,98	5.633.718,75	57.529,25	5.691.248,00
ukupno	42.656,75	8.301,23	50.957,98	2.317.986.228,35	241.339.704,11	2.559.325.932,46

4. LITERATURA

Obrađena izvješća o šumskim požarima u razdoblju 2005–2014.

Šumsko poljodjelstvo na kršu

Željko Španjol

Šumarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, spanjol@sumfak.hr

1. UVOD

Agrošumarstvo ili šumsko poljodjelstvo (eng. *agroforestry*) obuhvaća tehnologije koje se primjenjuju u šumarstvu i poljoprivredi s ciljem stvaranja veće proizvodnosti, ekonomske opravdanosti, ekološke prihvatljivosti i održivog korištenja zemljišta. Osnovni sustavi u agrošumarstvu prema Nairu i ICRAF-u (1991) su: agrosilvikultura (poljoprivredna kultura – ratarska + šumska kultura), podizanje šumskih kultura i plantaža uz stočarsku namjenu, agrosilvikultura uz stočarstvo (poljoprivredne kulture i pašnjačke površine ili osnivanje šumske kulture uz animalne vrste – stoka ili divljač). Cilj rada je ukazati ne samo na mogućnosti koje su prikazane prema Jarvis-u (1991) već i na dosadašnju primjenu agrošumarstva u Hrvatskoj (Vukelić, 2001).

2. PODACI I METODE

U radu su primijenjene metode analize i sinteze i metoda kompilacije.

3. REZULTATI I ZAKLJUČNE NAPOMENE

Agrošumarstvo u svijetu se primjenjuje na poljoprivrednom i šumskom zemljištu, uključujući područja s narušenim stanišnim uvjetima (erodibilna područja, ekonomski slabo vrednovana devastirana i degradirana područja).

Agrošumarski sustavi trebali bi zadovoljavati sljedeće uvjete:

- Postojanje cilja proizvodnje: upravljanje i osiguravanje zajedničke proizvodnosti šumskih drvenastih vrsta, poljoprivrednih kultura i/ili stočarstva kao jedinstvene gospodarske cjeline.
- Intenzivnost: potrebno je upravljanje s ciljem osiguranja proizvodne i zaštitne uloge, jer sustav obuhvaća radove kao što su kultivacija, gnojidba i dr.
- Interaktivnost: ostvarivanje učinkovitog međudjelovanja poljoprivrede i šumarstva s ciljem ekonomske isplativosti uz očuvanje staništa i zaštitne uloge.
- Integriranost: podizanje šumskih i poljoprivrednih kultura i/ili moguću primjenu stočarstva što predstavlja gospodarsku cjelinu. Na taj način iskorištava se u većoj mjeri proizvodna sposobnost zemljišta, ali istovremeno postiže i ravnoteža između ekonomske opravdanosti i zaštite staništa na temeljima trajnosti ili održivog razvoja.

Agrošumarstvo jest sustav koji uz svoje prednosti i nedostatke treba putem pokusa pokazati svoju primjenjivost u našim uvjetima s obzirom na različite oblike i podjele, ali i na različite potrebe. Bitno je istaknuti kako su neki elementi iz agrošumarstva zabilježeni kroz povijest na obalnom i priobalnom području naše zemlje. Prije svega obrada i kultiviranje zemljišta na terasama koje su korištene za podizanje višegodišnjih nasada; maslinika, vinograda, različitih voćaka i mogle su se ograničeno koristiti za stočarstvo. Drugi primjeri vezani su za krška polja (npr. Čepić polje, Sinjsko polje). U njima je potrebno koristiti vjetrozaštitne pojaseve s ciljem zaštite plodnih polja (Tomašević, 1996). Njihova je uloga mehanička i biološka. U prvom redu ublažavaju udare i brzinu vjetra, osobito bure koja često zna biti i olujne jačine te na taj način ublažavaju eolsku eroziju. Smanjuju opasnost od mehaničkih oštećenja, pozitivno utječu na temperaturu, relativnu vlažnost zraka što osobito dolazi do izražaja kod pojave kasnih proljetnih mrazova. Izvrstan primjer za suzbijanje erozijskih procesa putem bioloških i tehničkih melioracijskih radova je pokusna ploha Klačine u blizini Sinja (Topić, 1982). Fitomelioracijama, tj. sadnjom i sjetvom šumskih drvnastih vrsta uz sadnju voćaka na terasama i ispod konturnih rovova postignuti su značajni rezultati u osiguravanju plodnosti tla i proizvodne sposobnosti staništa.

Uz navedeno, u Hrvatskoj se može navesti primjer šumskih plantaža i intenzivnih kultura četinjača. Na prostoru krša nije ih mnogo podizano, ali izdvojen je primjer u Lici (predjeli Medak i Žitnik) gdje je u razdoblju od 1964. do 1968. godine podignuto 1217,14 ha plantaža i intenzivnih kultura četinjača (Vukelić, 2001). U plantažama su do 4. godine uzgajane poljoprivredne međukulture s ciljem meliorativnog utjecaja na tlo. Sađen je obični bor (*P. silvestris*) – 40 % i američki borovac (*P. strobus*)

60 %. Sadnice su bile starosti 4 godine (2+2) s minimalnom visinom od 40 cm. Kao poljoprivredna međukultura u plodoredu je sadena raž prve godine, zob druge godine, djetelina i travne smjese 3. i 4. godine. Ophodnja šumskih vrsta drveća bila je predviđena na 25 godina, a poljoprivredne međukulture samo u prve četiri godine. Na istom predjelu osnovane su i intenzivne kulture četinjača s razmakom sadnje 2.5 x 2.5 m (1600 sadnica/ha) i 2 x 2 m (2500 sadnica/ha) sljedećim vrstama: obična duglazija (*Pseudotsuga menziesii*), europski ariš (*Larix decidua*), američki borovac (*Pinus strobus*), obični bor (*Pinus silvestris*) i obična smreka (*Picea abies*).

Tablica 1. Osnovni sustavi u agrošumarstvu prema ICRAF-u (Međunarodno vijeće za agrošumarska istraživanja)

A – AGROSILVIKULTURA

1. Šumske plantaže	zasađena šumska plantaža i zatim se prelazi na sjetvu neke od žitarica između redova drveća
2. Taungya	istovremeno osnivanje šumske i poljoprivredne kulture; primjerice u Argentini se na površinama od 3 do 25 ha sadi <i>Pinus elliottii</i> ili <i>Araucaria angustifolia</i> u kratkim ophodnjama s malom gustoćom sadnica (1250 sadnica/ha), uz sjetvu u prve tri godine neke od poljoprivrednih kultura (soja, duhan, kukuruz, grah); nakon treće godine koristi se površina za pašnjačko-stočarsku proizvodnju
3. Međuredni usjevi	šumske drvenaste vrste imaju zaštitnu ulogu, odjeljuju u redove neke poljoprivredne kulture (najčešće žitarica); koristi se na bonitetno dobrim tlima (s obzirom na fizikalno-kemijska svojstva), ali i u pogoršanim stanišnim uvjetima, na tlima koja se lako degradiraju uslijed erozije
4. Mješovite kulture na manjim površinama	osnivaju se mješovite kulture različite gustoće na bonitetno dobrim staništima, ali u područjima s jakim antropogenim utjecajem
5. Višenamjenska uloga šumske kulture uz poljoprivredne kulture	brzorastuće vrste šumskih drvenastih vrsta uz kulture voćaka
6. Osnivanje mješovitih plantaža	svojestven način za tropska područja gdje se osnivaju plantaže kakaovca, kokosa, kave, agruma
7. Zaštitni vrtovi	moguća primjena u svim ekološkim zonama, osobito u područjima veće gustoće naseljenosti, prevladavaju drvenaste vrste, posebno voćke
8. Osnivanje kultura s ciljem zaštite tala	korištenje na degradiranim staništima, pjeskovitim terenima (s ciljem melioracije pijesaka); osnovane kulture su višenamjenske (npr. kulture voćaka) i podižu se s ciljem zaštite tala i očuvanja proizvodnosti
9. Vjetrozaštitni pojasevi i žive ograde	podižu se u područjima s jakim i učestalim vjetrovima, najčešće oko poljoprivrednih gospodarstava i plodnih polja
10. Proizvodnja ogrjevnog drva	sastoji se od podizanja šumskih pojaseva na ili oko poljoprivrednih površina (u obzir dolaze i panjače); koristi se u svim klimatskim područjima uz veći broj vrsta koje se koriste za ogrjev (potrebna kalorična vrijednost)

B – PODIZANJE ŠUMSKIH KULTURA I PLANTAŽA UZ STOČARSKU NAMJENU

1. Šumska kultura na pašnjacima	šumska kultura se podiže sadnjom po nekom pravilnom rasporedu (shemi) ili što je češće nepravilan raspored po površini, na taj način površina ima višenamjensku iskoristivost; šumska kultura četinjača ili listača uz stočarstvo (ili divljač ili pčelarstvo)
2. Šumske kulture za krmivo	intenzivna proizvodnja krmiva za stoku na pašnjacima (farmama) osnivanjem kultura listača
3. Podizanje plantaža na pašnjacima	taj način agrošumarstva primjenjuje se u jugoistočnoj Aziji gdje se ispod plantaža kokosa uzgaja stoka

C – AGROSILVIKULTURA UZ STOČARSTVO

1. Šumsko-poljoprivredna gospodarstva	primjenjivo u većini ekoloških zona, moguće je podizanje šumske ili poljoprivredne kulture (voćaka) i ratarske kulture uz stočarstvo
2. Višenamjenske živice	primjenjivo na brežuljkastim i strmim terenima, koriste se brzorastuće vrste grmlja i drveća s ciljem zaštite tla, a ograđene površine koriste se za stočarsku proizvodnju
3. Šumske kulture za pčelarstvo	podižu se kulture ovisno o klimatskoj zoni (bagrema, lipe, kestena, sofore ili mješovite kulture drugih vrsta) za proizvodnju meda
4. Šumske kulture višenamjenske uloge	postojanje gospodarske uloge kulture (pilansko drvo, celuloza, biomasa i dr.), zaštitne (u prvom redu zaštite i očuvanja proizvodne sposobnosti tla) i ograničena mogućnost za stočarstvo

Mogućnosti agrošumarstva u Hrvatskoj mogu se sažeti iz Tablice 1. i podjele osnovnih sustava.

Tablica 2. Izdvojeni sustavi za primjenu agrošumarstva u Hrvatskoj

A – AGROSILVIKULTURA

9. Vjetrozaštitni pojasevi i žive ograde	podižu se u područjima s jakim i učestalim vjetrom, najčešće oko poljoprivrednih gospodarstava i plodnih polja
10. Proizvodnja ogrjevnog drva	sastoji se od podizanja šumskih pojaseva na ili oko poljoprivrednih površina (u obzir dolaze i panjače); koristi se u svim klimatskim područjima uz veći broj vrsta koje se koriste za ogrjev (potrebna kalorična vrijednost)

B – PODIZANJE ŠUMSKIH KULTURA I PLANTAŽA UZ STOČARSKU NAMJENU

1. Šumska kultura na pašnjacima	šumska kultura se podiže sadnjom po nekom pravilnom rasporedu (shemi) ili što je češće nepravilan raspored po površini, na taj način površina ima višenamjensku iskoristivost; šumska kultura četinjača ili listača uz stočarstvo (ili divljač ili pčelarstvo)
---------------------------------	--

C – AGROSILVIKULTURA UZ STOČARSTVO

1. Šumsko-poljoprivredna gospodarstva	primjenjivo u većini ekoloških zona, moguće je podizanje šumske ili poljoprivredne kulture (voćaka) i ratarske kulture uz stočarstvo
3. Šumske kulture za pčelarstvo	podižu se kulture ovisno o klimatskoj zoni (bagrema, lipe, kestena, sofore ili mješovite kulture drugih vrsta) za proizvodnju meda
4. Šumske kulture višenamjenske uloge	postojanje gospodarske uloge kulture (pilansko drvo, celuloza, biomasa i dr.), zaštitne (u prvom redu zaštite i očuvanja proizvodne sposobnosti tla) i ograničena mogućnost za stočarstvo



Slika 1. Primjena agrošumarstva – šumska kultura na pašnjacima (Foto: R. Burdon)

Za naše uvjete potrebno je utvrditi prednosti i nedostatke izabranog sustava (oblika) putem pokusa na manjim površinama. Na taj način jasnim planiranjem radova i određivanjem cilja moguće je ispravno procijeniti gospodarski učinak (agrosilvikultura ili podizanje monokulture) uz uvažavanje zaštitne uloge. Stoga i Stevani (1988) navodi kako koristi ali i štete sustava mogu biti mnogostruke ukoliko se ne razradi (putem studija) ekološki i socijalni učinak te na taj način zaključi o vrijednosti primjene i mogućnosti konkurencije s drugim sustavima u kvalitativnom i kvantitativnom pogledu.

Prema Lauriću i dr. (2002) za hrvatske uvjete poljoprivrede i šumarstvo mogu značajnije pozitivno utjecati na gospodarski razvoj, ali istovremeno i temeljiti taj razvoj na načelima održivog razvoja ili potrajnog gospodarenja. Danas je takav pristup potreban, osobito na području kontinentalnog i mediteranskog krša Hrvatske uz ispunjavanje ekološke, socijalne i gospodarske uloge.

4. LITERATURA

- Jarvis, P.J, 1991: Forest Ecology and Management. **45**, Elsevier, Amsterdam, 1–3.
- Laurić, V, Ž. Španjol i D. Barčić, 2002: Integracija šumarske i poljoprivredne proizvodnje – iskustva Argentine i Hrvatske. *Ekoinženjerstvo* (knjiga sažetaka), Plitvička jezera.
- Nair, P.K.R, 1991: State of the art of agroforestry systems. *Forest Ecology and Management*, **45**, Elsevier, Amsterdam, 5–29.
- Stevani, R, 1988: Las necesidades de la organización y coordinación de la edición Agro-forestal en Argentina. (Potreba organizacije i koordinacije Agro-šumarskih tema u Argentini). **2**, 784–785.
- Tomašević, A, 1996: Vjetrozaštita Sinjskog polja. *Šumarski list*, br. 1-2, **CXX**, Zagreb, 19–34.
- Topić, V, 1982: Efekti biološko-tehničkih melioracijskih mjera na pokusnoj plohi Klačine. *Šumarski list*, br. 1–3, **CVI**, Zagreb, 11–19.
- Vukelić, M, 2001: Osvrt na intenzivne kulture crnogorice u Lici. *Šumarski list*, br. 3–4, **CXXV**, Zagreb, 185–196.