

# Znanstvenoistraživački rad šumarskih stručnjaka na problematici šumskih požara

## *Scientific research of forestry professionals on problem of forest fires*

Cikličko ponavljanje godina s uspjelom i manje uspjelom zaštitom šuma od požara, nastavit će se sve dok ne bude znanstvena pristupa u uspostavi suvremene organizacije, koja će slijediti svjetske trendove požarne znanosti i koja će uključivati povezivanje Hrvatske u globalnu požarnu zajednicu.

*(Dimitrov, 2007)*

Tekst: prof.dr.sc. Željko Španjol  
dr.sc. Roman Rosavec,  
doc.dr.sc. Damir Barčić,  
Tomislav Dimitrov, dipl.ing.šum.

Foto: dr.sc. Roman Rosavec  
doc. dr.sc. Damir Barčić

---

### SAŽETAK

Požari u znatnoj mjeri ugrožavaju i narušavaju stabilnost šumskog ekosustava na mediteranskom području koji je u uskoj vezi s biološkom raznolikošću i trajno održivim razvojem. Poznavati čimbenike koji uvjetuju nastanak šumskih požara kao i čimbenike koji uzrokuju početno širenje vatre, bitno je zbog smanjenja izgorene površine te pripreme i vođenja preventivnih aktivnosti. Jedan od najvažnijih faktora jest poznavanje obilježja šumskih goriva.

Početak znanstvenoistraživačkog pristupa šumskim požarima od strane šumarskih stručnjaka vezan je uz doajena požarne znanosti u Republici Hrvatskoj gospodina Tomislava Dimitrova, dipl.ing. i njegova nastojanja da se problematici šumskih požara pristupi znanstvenoistraživačkim metodama.

Novi pristup problematici šumskih požara s aspekta znanstvenoistraživačkog rada u našoj zemlji ostvaruje se Projektom Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa pod nazivom „Biotehničke mjere u zaštiti i obnovi šuma od požara“.

Kao produkt znanstvenoistraživačkog rada, pored objavljenih više desetaka znanstvenih radova na Šumarskom fakultetu, obranjeno je nekoliko disertacija, magistrskih radova i diplomskih radova.

Problematika šumskih požara implementirana je u nastavni plan i program za studente u okviru kojih se izvodi i terenska nastava. Sav znanstvenoistraživački rad treba usmjeriti izradi integralnog modela zaštite šuma od požara koji bi imao praktičnu primjenu. Izrada takvog kompleksnog integralnog modela temelj je uspješne borbe sa šumskim požarima koji može polučiti dobre rezultate u cilju očuvanja materijalnih dobara, prirodnih vrijednosti i napose ljudskih života.

Ključne riječi: šumski požari, šumarstvo, znanstvenoistraživački rad

## Summary

*Fires in significantly threaten and undermine the stability of forest ecosystems in the Mediterranean region, which is closely related to biodiversity and permanently sustainable development. Knowing the factors that condition the occurrence of forest fires as well as the factors that caused the initial fire spread is important in reducing burned area and the preparation and conduct of preventive activities. One of the most important factor is the knowledge of the characteristics of forest fuels.*

*Beginning of the scientific approach to forest fires by forestry professionals associated with the doyen of fire science in the Republic of Croatia Mr. Tomislav Dimitrov, B.Sc. and his efforts to the issue of forest fire approaches scientific research methods.*

*A new approach to forest fires in terms of scientific research in our country realizes the Ministry of Science, Education and Sports under the name " Biotechnical measures in forest fire protection and regeneration."*

*As a product of scientific research in addition to published several scientific papers on the Faculty of Forestry defended several dissertations, master papers and theses. The issue of forest fires was implemented in the curriculum for students within which runs the fieldwork. All scientific research should be directed preparation of an integrated model of forest fire that had practical application. Making such a complex integrated model is the foundation of a successful fight with forest fires that can achieve good results in order to preserve the material goods, natural resources and especially of human life.*

*Keywords: forest fires, forestry, scientific research*

## UVOD Introduction

Tijekom posljednja dva desetljeća zabilježen je porast broja šumskih požara i izgorene površine na širem području Sredozemlja, pa tako i u našoj zemlji. Osim ogromnih materijalnih (društveno-ekonomskih) posljedica, šumski požari primarno predstavljaju snažan ekološki destabilizator u prirodi, stoga je njihovo poznavanje bitno i s aspekta zaštite prirode i okoliša te krajobrazne raznolikosti. Požari u znatnoj mjeri ugrožavaju i narušavaju stabilnost šumskog ekosustava na mediteranskom području koji je u uskoj vezi s biološkom raznolikošću i trajno održivim razvojem. Poznavati čimbenike koji uvjetuju nastanak šumskih požara, kao i čimbenike koji uzrokuju početno širenje vatre, bitno je zbog smanjenja izgorenih površina

te pripreme i vođenja preventivnih aktivnosti. Jedan od najvažnijih faktora jest poznavanje obilježja šumskih goriva. U prvom redu to su njegova zapaljivost, gorivost i sadržaj vlage jer brzina širenja šumskog požara ovisi o količini gorivog materijala, njegovim karakteristikama i klimatskim prilikama, a obrnuto je proporcijalna prema sadržaju vlage gorivog materijala.

## DOSADAŠNJI POKUŠAJI The attempts

Početak znanstvenoistraživačkog pristupa šumskim požarima od strane šumarskih stručnjaka vezan je uz doajena požarne znanosti u Republici Hrvatskoj gospodina Tomislava Dimitrova, dipl.ing. i njegova nastojanja da se problematici šumskih požara pristupi znanstvenoistraživačkim metodama.

Još u prosincu 1981. godine radna skupina određenih republičkih organa i organizacija tadašnje SRH u svom "Programu mjera za korištenje specijalnih aviona za gašenje šumskih i drugih požara" uvrstila je posebno poglavlje o znanstveno-istraživačkom radu u zaštiti šuma od požara. Time je tadašnjem Republičkom hidrometeorološkom zavodu (RHMZ-u) dana podloga za izradu projekta "Program hidrometeoroloških aktivnosti u zaštiti šuma od požara u SRH" koji je, uz ostalo, sadržavao i uspostavu eksperimentalnog poligona u Makarskoj (sastoji se od glavne meteorološke postaje i eksperimentalnog laboratorija) te ga u veljači 1986. godine dostavilo na prihvatanje tadašnjem Izvršnom vijeću Sabora SRH. U lipnju 1990. Izvršno vijeće Sabora prihvatilo je Program i kao trajno rješenje donijelo Zaključak o financiranju Programa hidrometeorološke aktivnosti u zaštiti šuma od požara u SRH. Na temelju tog zaključka, i toga što je Makarska u središtu primarnog klima-požarnog područja u Dalmaciji, postignut je dogovor između RHMZ-a i Skupštine općine Makarska o uspostavi eksperimentalnog poligona na Osejavi.



Slika 1. Eksperimentalni laboratorij na Osejavi

Figure 1. Experimental laboratory on Osejavi

Općina Makarska svojim je sredstvima sagradila dio objekta u kojemu je glavna meteorološka postaja koja djeluje od 1994. godine. Međutim, zbog rata, ali i zbog nenamjenskog trošenja dijela proračunskih sredstava namijenjenih financiranju hidro-meteoroloških aktivnosti u zaštiti šuma od požara u RHMZ-u, kao i zbog popunjavanja odobrenih radnih mjesta u Zavodu u Zagrebu umjesto u Makarskoj, nastao je potpun zastoj u uspostavi i radu eksperimentalnog laboratorija. Kako poslije deset godina od prihvaćanja Programa aktivnosti nikakva pomaka u Makarskoj nije bilo, stručna skupina Hrvatske vatrogasne zajednice tijekom 2000. godine izradila je Prijedlog programa preventivne zaštite šuma od požara u RH, koji je sadržavao i početak rada eksperimentalnog laboratorija po uzoru na Nacionalni institut za šumarska istraživanja INRA u Francuskoj. Hrvatska vatrogasna zajednica svojim je dopisom od 23. studenog 2000. poslala Prijedlog programa Vladi RH, odnosno Goranu Graniću (tadašnjem dopredsjedniku Vlade), te presliku Šimi Lučinu (tadašnjem ministru unutarnjih poslova RH). Međutim, mišljenje koje je MUP RH prosljedio 28. siječnja 2002. godine Vladi RH, odnosno Goranu Graniću, uopće se ne podudara ni s pismom HVZ-a, niti sa sadržajem Prijedloga programa. Ne prepoznajući bit, i krivom interpretacijom preventivne zaštite šuma od požara u pismu Vladi RH, MUP je kao resorno tijelo za zaštitu od požara stopirao uspostavu eksperimentalne postaje u Makarskoj. U toj su se postaji trebala obavljati temeljna istraživanja zapaljivosti i gorivosti submediteranskog raslinja radi poboljšanja indeksa opasnosti od šumskog požara. To bi omogućilo postupno uvođenje modela u procjenama ponašanja šumskih požara (FBP) koji daje odgovore kako će se u određenim meteorološkim uvjetima i na određenoj vrsti goriva nastali šumski požar ponašati, kolika je jakost vatrene fronte po dužnom metru, kao i kolika je brzina širenja perimetra vatrene fronte. U početku su tu trebali raditi meteorolozi i šumari, a poslije bi, nakon postupna prerastanja u institut požarnog istraživanja, radili biolozi, ekolozi, informatičari, vatrogasci s dugogodišnjim iskustvom i stručnjaci iz drugih znanstvenih disciplina koje graniče s požarnom znanosti.

Situacija je bila nepromijenjena do 2007. godine i aktivnosti započelih od strane prof.dr.sc. Željka Španjola i dr.sc. Romana Rosavca sa Šumarskog fakulteta i Marka Vučetića, dipl.ing. sa Državnog hidrometeorološkog zavoda, o čemu će biti više riječi u narednom poglavlju.

## **NOVIJA ISTRAŽIVANJA Recent research**

Novi pristup problematici šumskih požara s aspekta znanstveno-istraživačkog rada u našoj zemlji ostvaruje se Projektom Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa pod nazivom „Biotehničke mjere u zaštiti i obnovi šuma od požara“. Navedeni Projekt postoji neprestano od kolovoza 2002. godine sve do danas. Voditelj projekta je prof.dr.sc. Željko Španjol sa Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, a suradnici na projektu su dr.sc. Roman Rosavec, doc.dr.sc. Damir Barčić sa Šumarskog fakulteta, dr.sc. Tomislav

Dubravac s Hrvatskog šumarskog instituta, Katica Biljaković s Instituta za fiziku i prof.dr.sc. Ante Tomašević, u mirovini.

Opći cilj Projekta jest primijeniti nove mjere i metode u cilju smanjenja broja požara, smanjivanja izgorenih površina i uspješne obnove vegetacije stradale u šumskim požarima. Od Projekta se očekuje formiranje kvalitetne baze podataka u svezi sa šumskim požarima (vegetacijskim, pedološkim, klimatološkim i dr.) u svrhu izrade integralnog modela zaštite šuma od požara za obalno i priobalno područje kao i određivanje stupnjeva ugroženosti od požara s obzirom na vegetacijska (autohtone vrste, kulture unešenih vrsta), klimatološka, pedološka i geološka obilježja. Bitno je istaknuti i odabir vrsta za sanaciju opožarenih površina s obzirom na njihovu meliorativnu, gospodarsku, zaštitnu i estetsku ulogu. Temeljem dobivenih podataka i GIS sustava moguće je primijeniti rezultate u cilju učinkovitije zaštite šuma od požara. Rezultati Projekta su izravno primjenjivi kako u stvaranju optimalne strategije revitalizacije krškog područja, tako i u namjeni zemljišta te u prostornom planiranju za konkretne površine.

U okviru navedenog Projekta u prvoj polovici 2007. godine eksperimentalna postaja, odnosno laboratorij, opremljen je nužnom opremom potrebnom za početak rada. S radom u laboratoriju je započeto 8. svibnja 2007.godine. Tada su obavljena prva kontrolirana spaljivanja u svrhu istraživanja zapaljivosti (vrijeme zapaljenja) i gorenja (vrijeme gorenja) odabranih deset vrsta biljaka sredozemnog podneblja: hrasta crnike (*Quercus ilex L.*), alepskog bora (*Pinus halepensis Mill.*), primorskog bora (*Pinus pinaster Ait.*), planike (*Arbutus unedo L.*), širokolisne zelenike (*Phillyrea latifolia L.*), mirte (*Myrtus communis L.*), lemprike (*Viburnum tinus L.*), tršlje (*Pistacia lentiscus L.*), velikog vrijesa (*Erica arborea L.*) i šmrike (*Juniperus oxycedrus L.*). Praćenje zapaljivosti izvedeno je prema metodologiji propisanoj prema Valette (1990) i Dimitrov (1994) za biljnu biomasu.



Slika 2. Testiranje zapaljivosti i gorivosti

Figure 2. Testing the flammability and combustibility



Uz to se za iste vrste obavljaju, pomoću etalonskih štapića, mjerenja dnevne promjene sadržaja vlage mrtvog finog šumskog goriva. Ova se mjerenja, osim u Makarskoj, obavljaju i na glavnoj meteorološkoj postaji Rab od 5. travnja 2007. godine. Praćenje se obavlja po metodologiji Schroeder, J.M. & Buck, C.C. (1970); Fischer, W.C., Hardy, C.E. (1972), odnosno metodologiji štapića.

Slika 3. Etalonski štapići u Makarskoj

Figure 3. The standard sticks in Makarska

### Znanstveni radovi šumarskih stručnjaka - *Scientific papers of forestry professionals*

#### DOSADAŠNJI REZULTATI Present results

Kako su šumski požari snažan ekološki destabilizator ekosustava, te u znatoj mjeri ugrožavaju biološku raznolikost koja je u uskoj vezi s trajno održivim razvojem, biološko-ekološke posljedice šumskih požara kao i obnova opožarenih površina te statistika šumskih požara i zakonodavno-organizacijska problematika, temelj su dosadašnjih znanstvenih istraživanja u Hrvatskoj, a koja su proveli sljedeći istraživači: Španjol (1996, 1996a, 1997, 1997a), Španjol et al. (1997, 2000, 2001, 2001a, 2003, 2006, 2008, 2009, 2009a.), Barčić et al. (2000, 2001, 2005), Glavaš (1996, 2003), Glavaš et al. (1999), Margaletić et al. (2003), Trinajstić (1993, 1996) te Dubravac (2000) i Dubravac et al. (2005, 2006). Problematikom odnosa klimatskih prilika i šumskih požara bavio se Dimitrov (1987, 1989, 1990, 1991, 1993, 1994, 1996, 1996a, 1997, 1998, 1999, 2000, 2002, 2007). Naglasak na važnost čimbenika koji uvjetuju nastanak šumskih požara kao i čimbenika koji uzrokuju početno širenje, odnosno šumsko gorivo, dali su u svojim radovima Bilandžija (1988, 1992, 1995), Bilandžija et al. (1993), Rosavec (2010), Rosavec et al. (2009, 2010, 2010a), te Španjol et al. (2011).

#### Disertacije - *Disertations*

Prvi veći znanstveno-istraživački rad na šumskim požarima u našoj zemlji obavio je mr.sc. Željko Španjol koji je objavljen u njegovoj disertaciji vođenoj pod mentorstvom prof.dr.sc. Đure Rauša. Disertacija je obranjena 1. listopada 1996. godine pod naslovom „Biološko-ekološke i vegetacijske posljedice požara u borovim sastojinama i njihova obnova“. U radu je po prvi puta sustavno istraživana problematika šumskih požara s aspekta vegetacijskih,

pedoloških i klimatoloških čimbenika. Istraživanja su obuhvatila alohtone i autohtone sastojine naših borova, tj. alepski bor (*Pinus halepensis* Mill.), crni bor (*Pinus nigra* J.F. Arnold) i piniya (*Pinus pinea* L.) od Istre do srednjedalmatinskih otoka. Osim analiziranja pedoloških promjena koje nastaju uslijed požara, posebno su značajna istraživanja po pitanju sanacije izgorene površine. Ona obuhvaćaju prirodnu sukcesiju vegetacije (regresija) i umjetnu obnovu (pošumljavanje sadnicama, sjetva sjemena te kombinaciju istih).

Dana 2. veljače 2010. godine Roman Rosavec, dipl.ing.šum. obranio je disertaciju pod nazivom „Odnos čimbenika klime i zapaljivosti nekih mediteranskih vrsta kod šumskih požara“. Disertacija je izrađena pod mentorstvom prof.dr.sc. Željka Španjola. Cilj istraživanja u ovom radu je utvrditi odgodu zapaljivosti, trajanje gorenja i sadržaj vlage živog goriva sljedećih mediteranskih vrsta drveća i grmlja: hrasta crnike (*Quercus ilex* L.), lemprike (*Viburnum tinus* L.), obične planike (*Arbutus unedo* L.), obične mirte (*Myrtus communis* L.), tršlje (*Pistacia lentiscus* L.), širokolisne zelenike (*Phillyrea latifolia* L.), šmrike (*Juniperus oxycedrus* L.), velikog vrijesa (*Erica arborea* L.), primorskog bora (*Pinus pinaster* Aiton) i alepskog bora (*Pinus halepensis* Mill.). Osim toga, cilj je bio utvrditi razlike u odgodi zapaljivosti, trajanju gorenja i sadržaju vlage živog goriva vrsta unutar lokacije istraživanja i između lokacija istraživanja. Zatim, bilo je potrebno istražiti utjecaj klimatskih čimbenika (temperatura, zračne vlage i količine oborina) na odgodu zapaljivosti, trajanje gorenja i sadržaj vlage živog goriva prethodno spomenutih vrsta, kao i utvrditi dnevne promjene sadržaja vlage mrtvog goriva vrsta koje su korištene za utvrđivanje odgode zapaljivosti, trajanja gorenja i sadržaja vlage živog goriva. Također je istražen utjecaj klimatskih čimbenika (temperature, zračne vlage i količine oborina) prema dnevnom otpuštanju odnosno prihvaćanju vlage mrtvog goriva prethodno spomenutih vrsta te su utvrđene razlike promjena sadržaja vlage mrtvog goriva testiranih vrsta unutar lokacije istraživanja i između lokacija istraživanja. Dobivanjem ovih rezultata i spoznaja o zapaljivosti i gorivosti te promjeni sadržaja vlage otvara se mogućnost poboljšanja trenutno korištenog sustava FWI (Fire Weather Index), kao i mogućnost korištenja sustava FBP (Fire Behaviour System) koji u Hrvatskoj još nema primjenu.

U fazi izrade je i disertacija mr.sc. Gorana Rubina pod mentorstvom prof.dr.sc. Milana Glavaša, a uz znanstveno-stručnu pomoć prof.dr.sc. Željka Španjola, dr.sc. Romana Rosavca, doc.dr.sc. Damira Barčića te Marka Vučetića, dipl.ing. s Državnog hidrometeorološkog zavoda. Naslov disertacije je „Istraživanja ovisnosti značajki šumskog goriva na pojavu požara na području Mediterana“. Cilj ovih istraživanja jest utvrditi odnos temeljnih obilježja šumskog goriva (zapaljivost, gorivost, sadržaj vlage) vrsta drveća i grmlja iz područja submediterana. U tu svrhu za istraživanja su korištene vrste koje izgrađuju makiju i šikaru u spomenutom području, kao i crni bor (*Pinus nigra* J.F. Arnold), primorski bor (*Pinus pinaster* Aiton), te alepski bor (*Pinus halepensis* Mill.).

Na Šumarskom fakultetu je dio svojih istraživanja pod vodstvom prof.dr.sc. Željka Španjola i dr.sc. Romana Rosavca obavila Zorica

Kauf, dipl.ing.agr. u sklopu izrade svoje disertacije pod nazivom „Zapaljivost šest mediteranskih biljnih vrsta i njihova prilagodljivost na očekivane klimatske promjene“. Disertacija se izrađuje na Universitat Hohenheim - Institut für landschafts und pflanzenökologie s kojim je Šumarski fakultet sklopio Ugovor o znanstvenoj suradnji po pitanju istraživanja na problematici šumskih požara u Hrvatskoj.

### **Magistarski radovi - *Master thesis***

Iz problematike šumskih požara na Šumarskom fakultetu značajan je i stručni magistarski rad Gabrijele Marijić, dipl.ing.šum. pod nazivom „Strukturne i stanišne prilike park-šume Marjan i mjere zaštite od požara“ koji je pod mentorstvom doc.dr.sc. Željka Španjola obranjen 13. travnja 2007. godine.

Također je, pod mentorstvom izv.prof.dr.sc. Željka Španjola na Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, obranjen znanstveni magistarski rad Mislava Maršića, dipl.ing.šum. pod nazivom „Požari kao čimbenik promjena u mediteranskim šumama“.

### **Diplomski radovi - *Graduate work***

Intenzivan znanstveno-stručni rad na Šumarskom fakultetu iz ove problematike uočljiv je i u nizu izrađenih i obranjenih diplomskih radova. Tako je pod mentorstvom prof.dr.sc. Željka Španjola obranjeno preko 80 radova čija se problematika uglavnom odnosi na vegetacijska i pedološka istraživanja, gorivi biljni materijal te sanaciju požarišta. Također je pod vodstvom prof.dr.sc. Milana Glavaša izrađeno i obranjeno desetak diplomskih radova. Zanimanje njegovih istraživanja je statistika šumskih požara i zakonodavno-organizacijska problematika.

### **Rektorova nagrada - *Rector's Award***

Tijekom studiranja dr.sc. Roman Rosavec je zajedno s kolegicom Marijom Plodinec, dipl.ing. s Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, smjer Fizika, dobio Rektorovu nagradu za rad pod naslovom „Možemo li predvidjeti širenje šumskih požara“. Rad je rađen pod mentorstvom prof.dr.sc. Željka Španjola sa Šumarskog fakulteta te dr.sc. Katice Biljaković s Instituta za fiziku.

### **Sudjelovanje na Programu aktivnosti - *Participation in the activity plan***

Vlada Republike Hrvatske unazad nekoliko godina donosila je Program aktivnosti u provedbi posebnih mjera za zaštitu od požara od interesa za Republiku Hrvatsku. To je temeljni dokument koordinacije godišnjih aktivnosti državnih tijela, javnih ustanova, jedinica lokalne i regionalne samouprave, udruga građana te drugih organizacija u provedbi mjera zaštite od požara. Za koordinaciju



svih aktivnosti zadužena je Državna uprava za zaštitu i spašavanje. Program aktivnosti podijeljen je na nekoliko osnovnih cjelina. Po prvi puta, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu bio je uvršten u Program aktivnosti za 2007. godinu u IV cjelinu (Razvoj i uvođenje novih sustava, tehnika i tehnologija u zaštitu od požara). Temeljem zaduženja iz točke 28. Šumarski fakultet je obavio potrebna istraživanja i rezultate istih u obliku Izvješća dostavio mjerodavnom nadležnom tijelu (Državna uprava za zaštitu i spašavanje). Naredne godine, 2008. Šumarski fakultet bio je ponovno zadužen IV cjelini, ali sad pod točkom 25. Također, rezultati obavljenih istraživanja prema zaduženju dostavljeni su mjerodavnom nadležnom tijelu. Godine 2009. Šumarski fakultet je, bez prethodne najave ili bilo kakvog objašnjenja, izostavljen iz Programa aktivnosti i od tada više ne sudjeluje u aktivnostima vezanim uz izradu predmetnog dokumenta.

### **Gostovanja stranih stručnjaka - *Visits of foreign experts***

Na području problematike šumskih požara postoji znanstvenoistraživačka suradnja s prof.dr.sc. Domingosom Xavierom Viegasom s Department of mechanical Engineering, University of Coimbra, Portugal te s prof.dr.sc. Nikolom Nikolovim, visokim predstavnikom i koordinatorom mreže šumskih požara za jugoistočnu Europu sa Šumarskog fakulteta u Skopju.

Kontakt s prof.dr.sc. Domingosom Xavierom Viegasom uspostavljen je 4. veljače 2008. u Splitu na Workshopu „Forest Fire Behavior and Kornati Fire Accident – Facts and Preliminary Research Results“ vezanom uz kornatski požar. Od tada traje suradnja u okviru koje je dr.sc. Roman Rosavec boravio u Portugalu u razdoblju od 11. listopada 2008. do 11. studenog 2008. godine u Institutu ADAI (Association for the Development of Industrial Aerodynamics) čiji je voditelj prof.dr.sc. Domingos Xavier Viegas. Temeljem zajedničkog znanstvenoistraživačkog rada prof.dr.sc. Domingos Xavier Viegas boravio je na Šumarskom fakultetu u razdoblju od 18. kolovoza 2009. do 23. kolovoza 2009. godine. Tom je prilikom obišao laboratorij na Šumarskom fakultetu, terenske plohe i inicijalni laboratorij na Rabu (gdje je posjetio i DVD Rač), laboratorij u Makarskoj te neka požarišta u priobalnom području. Danas postoji suradnja na zajedničkim znanstveno-istraživačkim radovima.

Kontakt s prof.dr.sc. Nikolom Nikolovim, visokim predstavnikom i koordinatorom mreže šumskih požara za jugoistočnu Europu, sa Šumarskog fakulteta u Skopju uspostavljen je 9. prosinca 2008. godine u Makarskoj na Međunarodnom savjetovanju „Suzbijanje požara otvorenog prostora“. Tom prilikom obavljani su preliminarni razgovori oko zajedničkih istraživanja. Konkretna predmetna problematika definirana je u ožujku 2009. godine kada je prof.dr.sc. Nikola Nikolov bio u radnom posjetu Šumarskom fakultetu gdje je 4. ožujka 2009. godine održao predavanje po naslovu „Povezanost klimatskih promjena sa šumskim požarima kao i njihov utjecaj na šume i šumarstvo“. Suradnja i danas traje.

## Znanstveni skupovi - *Conferences*

Pored niza nacionalnih znanstveno-stručnih skupova od kojih su neki bili sa međunarodnim sudjelovanjem, rezultati istraživanja i dostignuća šumarskih stručnjaka po pitanju problematike šumskih požara prezentirani su i na V. International Conference on Forest Fire Research održanom u razdoblju od 27. studenog do 30. studenog 2006. godine u Figueiri de Foz, u Portugalu, zatim na International Conference on Modelling, Monitoring and Management of FOREST FIRES 2008 održanom u razdoblju od 17. rujna do 19. rujna 2008. godine u Toledu, u Španjolskoj, te na VI. International Conference on Forest Fire Research održanom u razdoblju od 15. studenog do 18. studenog 2006. godine u Coimbri, u Portugalu.

## Terenska nastava studenata - *Field work students*

Studentske generacije na otok Rab dolaze neprekidno od 1924. godine (prekid 1941.-1945., te 1991. zbog ratnih događanja) kako bi se upoznale s kompleksnom šumarskom problematikom. S problematikom šumskih požara studenti Šumarskog fakulteta upoznaju se teorijski kroz izvođenje predavanja i vježbi prema nastavnom programu, ali najviše u razumijevanju ove problematike pridonosi praktično-teorijska terenska nastava s pokaznim vježbama vatrogasaca koja se održava na otoku Rabu. Stručno-teorijsko predavanje 2011. godine po 17. puta za 17 generaciju studenata održao je gospodin Josip Jaška, glavni zapovjednik. Nažalost, to je bilo njegovo posljednje predavanje budući da je ubrzo nakon nastave, nakon kratke bolesti, preminuo. Praktičnu kompleksnu vježbu izvode članovi DVD-a Rab i DVD-a Lopar, te tom prilikom ispite polažu rapski vatrogasci, dočasnici i časnici.

Na terenskoj nastavi studenata u travnju 2000. godine bili su prisutni predstavnici Hrvatske vatrogasne zajednice, Državnog hidrometeorološkog zavoda, Zelene akcije, Hrvatskih šuma d.o.o. i Šumarskog fakulteta. Tada se raspravljalo osim o koordinaciji u radu i znanstvenom istraživanju i o tome da se na otoku Rabu oformi znanstveno-istraživački centar budući da postoji infrastruktura Šumarskog fakulteta. Nažalost, ta ideja i dalje stoji i nije realizirana s obzirom da nema konkretnih složnih dogovora.



Slika 4. Pokazna vježba vatrogasaca

Figure 4. Demonstration of firefighters

## Pogled u budućnost - *Looking to the future*

Republika Hrvatska pripada krugu mediteranskih zemalja koje ugrožavaju česti šumski požari najviše u ljetnim mjesecima, ali u zadnje vrijeme i tijekom cijele godine. Na nastajanje i širenje šumskih požara utječu mnogi čimbenici: antropogeni, vegetacijski, klimatološki, pedološki, geološki i orografski. Cilj svih radova na zaštiti šuma od požara usmjeren je na ispravnu procjenu ugroženosti od požara, rano otkrivanje, te pravovremenost i dostupnost bitnih podataka gasiteljima o smjeru požara. Naime, koliko god napor polagali ili znanstvenoistraživačka dostignuća ostvarili, sigurno je da nećemo uspijeti zaustaviti pojavljivanje šumskih požara. Oni su prirodna pojava te će se bez obzira na sve okolnosti i dalje pojavljivati. Stoga, osnovi naš cilj mora bi orijentiran na smanjenje izgorene površine po jednom nastalom požaru. Time ćemo spriječiti narušavanje biološke i krajobrazne raznolikosti i podržati trajno održivi razvoj prirodnih ekosustava.

Postizanje prethodno istaknutog osnovnog cilja moguće je izradom integralnog modela zaštite šuma od požara koji je zamišljen kao sustav koji čine tri osnovna modula. Prvi modul se odnosi na sve relevantne pokazatelje i čimbenike nastanka i širenja požara. On se snabdjeva podacima iz dviju baza. Prvu bazu čine podaci o stanju potencijalnog šumskog goriva, a drugu bazu čine meteorološki podaci. Temeljem tih podataka potrebno je trenutno korišteni sustav FWI (Fire Weather Index) prilagoditi u potpunosti našem podneblju, započeti prilagođavati FBP (Fire Behavior Prediction) sustav. Osim toga, treba razmišljati o izradi mikrolokacijskih sustava na pojedina područja koja mogu biti na razini jedinica lokalne samouprave (županije, gradovi, općine), budući da postoje preliminarni rezultati koji pokazuju da postoje razlike u mikrolokacijama iako su pokazatelji vegetacije, geologije, pedologije i klimatologije gotovo isti.

Drugi modul čine prikupljeni podaci prilikom analize izgorjenih površina. Obaviti detaljnu analizu većih požara izuzetno je važno kako bi se utvrdile činjenice koje pripadaju skupini iskustvenih informacija, koje su itekako bitne, i potrebno ih je implementirati i isticati kako se u budućnosti ne bi događale. Prikupljanje ovih podataka traži interdisciplinarnost i multifunkcionalnost.

Treći modul čine podaci o izboru vrsta prikladnih za saniranje izgorjenih površina. Kako je već naglašeno, požari će se sigurno događati, a mi moramo maksimalno smanjiti izgorenu površinu. Te izgorene površine poslije požara je potrebno sanirati. Pruža nam se mogućnost sanacije navedenih površina vrstama koje su otpornije na požare u smislu teže zapaljivosti ili otežanog širenja požara zbog biološko-ekoloških i šumsko-uzgojnih osobina samih vrsta.

Međutim, kvalitetan integralni model moguće je izraditi integralnim, interdisciplinarnim znanstvenoistraživačkim radom svih onih kojima su šumski požari predmetom znanstvenog zanimanja.

Izrada takvog kompleksnog integralnog modela temelj je uspješne borbe sa šumskim požarima koji može polučiti dobre rezultate u cilju očuvanja materijalnih dobara, prirodnih vrijednosti i napose ljudskih života.

## LITERATURA References

1. Barčić, D., Ž. Španjol, L. Guić, 2000: Sanacija opožarenih površina u sastojinama crnog bora (*Pinus nigra* Arnold) na Vidovoj gori – otok Brač. Zbornik sažetaka sa znanstvenog skupa „Unapređenje poljoprivrede i šumarstva na kršu”, 96-97, HAZU, Zagreb.
2. Barčić, D., Ž. Španjol, 2001: Sukcesija vegetacije na požarištima kultura alepskog bora (*Pinus halepensis* Mill.) u šumariji Pula. Znanstveni skup „Znanost u potrajnom gospodarenju hrvatskim šumama“. 10-11.4.2002. Zagreb.
3. Barčić, D., M. Vučetić, Ž. Španjol, M. Ančić, R. Rosavec, 2005: Fire protection of pine cultures in Croatia. International Conference „Conservation, Regeneration and Restoration of Mediterranean Pines and their Ecosystems“. Medpine 3, Programme & Book of Abstracts, 59, Valezano (Bari), Italy
4. Bilandžija, J., 1988: Organizacija preventivnih mjera zaštite šuma od požara. Zbornik radova „Drugo savjetovanje o naučno-istraživačkom radu Šumarskog instituta Jastrebarsko“, XXIII (75), Jastrebarsko, 205-213.
5. Bilandžija, J., 1992: Prirodno opterećenje sastojina alepskog, primorskog i crnog bora šumskim gorivima. Radovi, vol. 27, br. 2, Jastrebarsko, 105-113.
6. Bilandžija, J., V. Lindić, 1993: Utjecaj strukture šumskog goriva na vjerojatnost pojave i razvoja požara u sastojinama alepskog bora. Radovi, vol. 28, br. 1-2, Jastrebarsko, 215-224.
7. Bilandžija, J., 1995: Struktura goriva, vjerojatnost pojave i razvoj požara u sastojinama primorskog i crnog bora na Biokovu. Prirodoslovna istraživanja Biokovskog područja, Ekološke monografije 4, HED, Zagreb, 293-297.
8. Dimitrov, T., 1987: Šumski požari i sistemi procjene opasnosti od požara. Osnove zaštite šuma od požara, 181-256, CIP, Zagreb.
9. Dimitrov, T., 1989: Sistemi ocjenjivanja opasnosti od šumskih požara s pogledom na slijedećih 20 godina. Vijesti Republičkog hidrometeorološkog zavoda SR Hrvatske, vol. 37, br. 4: 121-131.
10. Dimitrov, T., 1990: Sistemi ocjenjivanja opasnosti do šumskih požara – pogled u budućnost. Šum. list 114 (9-10): 394-404.
11. Dimitrov, T., 1991: Meteorological aspects of wildfires on the Yugoslav litoral. 10th World Forestry Congress, Nogent-sur-Marne, France. Revue Forestiere Francaise, Proceedings Actas 2: pp 612.
12. Dimitrov, T., 1993: Klima in sušenje lesa na prostem. LES, vol. 45, br. 5: 125-132.
13. Dimitrov, T., 1994: Biološki parametri prikladni za poboljšanje indeksa opasnosti od šumskih požara. Šum. list 118 (3-4): 105-113.
14. Dimitrov, T., 1996: Sistemi za oceno nevarnosti gozdnega požara in modeliranje obnašanja gozdnih požarov. Gozdarski vestnik, vol. 54, br. 4: 219-224.
15. Dimitrov, T., 1996a: Kratak prikaz razvoja kanadskog sustava ocjene opasnosti od šumskog požara (CFFDRS) i mogućnosti primjene u našoj zemlji. Šum. list 120 (5-6): 267-273.
16. Dimitrov, T., 1997: Povijest razvoja kanadskoga sustava ocjene opasnosti od šumskog požara i mogućnost njegove primjene u drugim zemljama. Šum. list 121 (11-12): 657-663.
17. Dimitrov, T., 1998: Gorenje globalne biomase - Utjecaji na atmosferu, klimu i biosferu. Šum. list 122 (9-10): 443-455.

18. Dimitrov, T., 1999: Šumski požari u Hrvatskoj - povod za razmišljanje. *Šum. list* 123 (9-10): 461-468.
19. Dimitrov, T., 2000: Budući šumski požari u odnosu na globalno zagrijavanje. *Šum. list* 124 (3-4): 203-209.
20. Dimitrov, 2002: Klima i prirodno sušenje drva, Zagreb, 132 str.
21. Dimitrov, T., 2007: Šumski požari i požarna znanost. *Šum. list* 131 (3-4): 159-163.
22. Dubravac, T., 2000: Utjecaj šumskih požara na izgled oštećenosti krošanja i mogućnost njihove obnove. (The impact of forest fires on crown damage and possibilities of their regeneration). 7. Hrvatski biološki kongres s međunarodnim sudjelovanjem, Postersko izlaganje, Zbornik sažetaka, 24.-29. rujna, 295-296, Hvar.
23. Dubravac, T., B. Vrbeč, V. Roth, Ž. Španjol, D. Barčić, 2005: Monitoring natural regeneration of burnt areas of Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) in Croatia». MEDPINE 3 – Conservation, Regeneration and Restoration of Mediterranean Pines and their Ecosystems. International Conference, Bari, September 26-30, 2005. Programme & Book of Abstracts p. 99.
24. Dubravac, T., D. Barčić, Ž. Španjol, B. Vrbeč, V. Roth, S. Dekanić, 2006: Natural reforestation of Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) stands after forest fire. Book of Abstracts Forest Ecology and Management Vol. 234, Suppl. 1, s206.
25. Glavaš, M., 1996: Zaštita šuma od požara na području Istre i Kvarnera. *Šum. list* 120 (5-6): 274.
26. Glavaš, M., 2003: Šumski požari i protupožarna zaštita na području Uprave šuma podružnice Senj od 1994-2003. *Šum. list, Supplement*: 79-91.
27. Glavaš, M., D. Pičman, 1999: Organizacij preventivnoga sistema varstva gozdov pred požari u Republici Hrvatski. *Gozdarski vestnik* 57 (7-8): 331-333.
28. Margaletić, J., M. Margaletić, 2003: Požari u šumi i na šumskom zemljištu kao čimbenici degradacije staništa, *Šumarski list*, 9-10: 475-482, Zagreb.
29. Rosavec, R., 2010: Odnos čimbenika klime i zapaljivosti nekih mediteranskih vrsta kod šumskih požara. Disertacija, *Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu*
30. Rosavec, R., N. Marković, M. Vučetić, Ž. Španjol, D. Barčić, 2010: Šumski požari kao ekološki i krajobrazni čimbenici u području Zagore. Znanstveni skup s međunarodnim sudjelovanjem. Zagora između stočarsko-ratarske tradicije te procesa litoralizacije i globalizacije. Knjiga sažetaka 19-20, Zadar – Dugopolje.
31. Rosavec, R., Ž. Španjol, M. Vučetić, D. Barčić, N. Marković, 2010: Temeljna obilježja nekih šumskih goriva. Zbornik radova 3. međunarodnog stručno-znanstvenog skupa „Zaštita na radu i zaštita zdravlja“, 367 – 372, Karlovac.
32. Rosavec, R., D. Dominko, D. Barčić, D. Starešinić, Ž. Španjol, K. Biljaković, M. Ožura, N. Marković, D. Bognolo, 2009: Analiza raspodjele površina zahvaćenih šumskim požarom na otocima Braču, Korčuli i Rabu. *Šumarski list* br. 5-6, CXXXIII, 3-6, Zagreb.
33. Španjol, Ž., 1996: Biološko-ekološke i vegetacijske posljedice požara u borovim sastojinama i njihova obnova, doktorska disertacija, *Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu*, 360 str.
34. Španjol, Ž., 1996a: "Prilog poznavanju šumskih požara u sastojinama alepskog bora (*Pinus halepensis* Mill.)". *Skrb za Hrvatske šume od 1846.*

do 1996.. Znanstvena knjiga "Unapređenje proizvodnje biomase šumskih ekosustava", knj. 1, 391-412, HŠD, Zagreb.

35. Španjol, Ž., 1997: Forest fires in the aleppo pine stands (*Pinus halepensis* Mill.) in Croatia. International Scientific Conference "Forest-Wood-Enviroment" '97. Working group No 2: Growth Processes and Silviculture in Present Ecological Conditions. Zbornik 173-184, Zvolen.

36. Španjol, Ž., 1997a: Amelioration of the burnt allepo pine (*Pinus halepensis* Mill.) forest area in the Makarska coastline region. Glas. Šum. pokuse 34: 67-93.

37. Španjol, Ž., V. Topić, 1997: Sanacija izgorjele površine kulture crnog bora (*Pinus nigra* Arnold) – šumski predjel Jazmina, Šumarija Crikvenica. Zbornik sažetaka priopćenja VI. Kongresa biologa Hrvatske (s međunarodnim sudjelovanjem), 269-270, Zagreb.

38. Španjol, Ž., V. Laurić, V., D. Barčić, 2000: Prilog poznavanju sukcesije alepskog bora (*Pinus halepensis* Mill.) na požarištima u Hrvatskoj i Argentini. Zbornik sažetaka priopćenja sedmog Hrvatskog biološkog kongresa. Hrvatsko biološko društvo, 211-212, Zagreb.

39. Španjol, Ž., D. Barčić, M. Vučetić, 2001: Ekološki čimbenici nastanka i sanacije šumskih požara. Zbornik radova međunarodnog, znanstvenog i stručnog savjetovanja „Vatrozaštita, protuprovala i videonadzor“, 22-24.3.2001. Šibenik

40. Španjol, Ž., D. Barčić, 2001a: Biološka sanacija šumskih požara u sastojinama crnog bora (*Pinus nigra* Arnold) – šumarija Senj. U: Matić, S., A.P.B. Krpan, J. Gračan (ur.): Znanost u potrajnom gospodarenju hrvatskim šumama, 1. 141-151.

41. Španjol, Ž., K. Šegotić, A. Jazbec, V. Hitrec, 2003: Some factors concerning the issue of forest fires in the mediterranean part of the Republic of Croatia. *Ekologia*, Vol. 22, No. 3, 284 – 291, Bratislava.

42. Španjol, Ž., D. Barčić, R. Rosavec, A. Mandić, M. Vučetić, 2006: Procjena ugroženosti mediteranskih šuma od požara uporabom tehnologije GIS. Glas. šum. pokuse, pos. izd. 5, 179-189, Zagreb

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

44. Španjol, Ž., D. Barčić, R. Rosavec, N. Marković, M. Maršić, I. Galić, 2009: «Regeneration of burned stands of pubescent oak (*Quercus pubescens* Wild.) and holm oak (*Quercus ilex* L.) in the Zadar area». *Periodicum Biologorum*, vol. 111, No 4, 505-514, Hrvatsko prirodoslovno društvo, Zagreb.

45. Španjol, Ž., V. Hršak, D. Barčić, M. Ančić, T. Dubravac, R. Rosavec, M. Oršanić, 2009a: Pine reforestation of degraded sites on the island of Rab, Croatia. *Plant Biosystems*, vol. 143, No. 3, pp. 482-495, Taylor & Francis, London.

46. Španjol, Ž., R. Rosavec, D. Barčić, I. Galić, 2011: Zapaljivost i gorivost sastojina alepskog bora (*Pinus halepensis* Mill.). *Croatian journal of forest engineering*, vol 32, 121-139

47. Trinajstić, I., 1993: Problem sukcesije vegetacije na požarištima alepskog bora (*Pinus halepensis* Mill.) u Hrvatskom primorju. *Šum. list* 117 (3-5): 131-137.

48. Trinajstić, I., 1996: Sukcesija vegetacije na požarištima šuma crnike i crnog jasena as. Orno-*Quercetum ilicis* u Hrvatskoj. *Šum. list* 120 (1-2): 3-7.