

KRATAK PRIKAZ RAZVOJA KANADSKOGA SUSTAVA OCJENE OPASNOSTI OD ŠUMSKOG POŽARA (CFFDRS) I MOGUĆNOSTI PRIMJENE U NAŠOJ ZEMLJI

Tomislav DIMITROV*

SAŽETAK: Kanadski sustav ocjenjivanja požarne opasnosti, *Fire Weather Index (FWI)*, sastavni je dio novog sustava pretkazivanja vladanja šumskog požara, *Fire Behavior Prediction (FBP)*, radi planiranja suzbijanja požara. U institutu požarnih znanosti u *Riversidu, CA. (SAD)*, razvija se matematički model druge generacije. Zadaća je tog projekta stvaranje integriranog sustava protupožarne zaštite, u kojem će se davati obavijesti meteorološkog indeksa opasnosti (*FWI*), pretkazivanje vladanja požara (*FBP*) i njihovo planiranje uporabom računalne tehnologije. To znači da će protupožarne snage na temelju računalnog sustava u jednom ili nekoliko središta odlučivanja dobiti upute, počevši od potrebnog broja ljudi, opreme i protupožarnih zrakoplova do mjesta požara, kako bi se šumski požar suzbio djelotvorno i ekonomično.

Sustav ocjenjivanja opasnosti od požara *FWI*, neće izgubiti identitet, iako će biti nevidljiv nakon što se ugradi u spomenute sustave.

Ključne riječi: Kanadski sustav ocjene opasnosti od šumskog požara (*CFFDRS*), Meteorološki indeks šumskog požara (*FWI*), pretkazivanje vladanja šumskog požara (*FBP*).

UVOD

Iz iskustva drugih zemalja u kojima je šumski fond nacionalno bogatstvo, preventivna zaštita šuma od požara veoma je važna u sustavu integralne zaštite, u koju spada i ekološki dio.

Preventivna upozorenja o vremenskim uvjetima što pogoduju nastanku i širenju šumskih požara golema su ušteda zemlji i društvu jer na određenom području zračne snage i snage na zemlji organizirane za borbu protiv šumskih požara nisu u neprestanoj napetosti, već ih preventivni sustav upozorava gdje trebaju biti pripravnije. Time sustav za prevenciju šumskih požara pridonosi postizanju osnovnog cilja: sve raspoložive snage i opremu uporabiti za što djelotvorniju i ekonomičniju zaštitu šuma od požara.

Osnovna načela i metode koje se u svijetu primjenjuju u prevenciji, odnosno, **procjene opasnosti i pretkazivanja vladanja** šumskih požara temelje se na gru-

piranju živih i mrtvih šumskih goriva i procjeni vlage u njima. Na osnovi tih podataka i određenih sustava izračunavanja, dobivaju se parametri procjene opasnosti za nastanak šumskog požara, a pretkazuje se i njegovo vladanje. Oni služe prije svega ovim preventivnim djelotvornostima:

a) da dadu operativne obavijesti protupožarnim i drugim službama što sudjeluju u suzbijanju šumskih požara, koje će potom odrediti odgovarajući slijed aktivnosti ljudstva i opreme za borbu protiv šumskog požara,

b) da upozore najširu javnost na dnevnu opasnost od pojava šumskih požara, radi povećanja opreza (ili zabrane) u djelovanju otvorenom vatrom zbog moguće štete na imovini te ugrožavanja ljudskih života.

Kao zagovornik primjene kanadskog sustava, *CFFDRS*, za zaštitu požara u našoj zemlji, za našu stručnu javnost dajem skraćeni prikaz razvoja spomenutog sustava u Kanadi, uz preporuku za uvođenje najsustav-

* Tomislav Dimitrov, 10000 Zagreb,
Aleja Vladimira Ruždjaka 9c

ranije varijante sustava FBP u zaštiti šuma od požara. Poboljšanje i modernizacija mreže meteoroloških postaja rizičnih područja u našoj zemlji, te izrada vlastite klasifikacije tipova goriva, preduvjeti su za sažimanje sustava FBP sa sustavom FWI, koji u prevenciji šumskih požara primjenjujemo već desetljeće i pol.

Povijest razvoja sustava za prevenciju šumskih požara

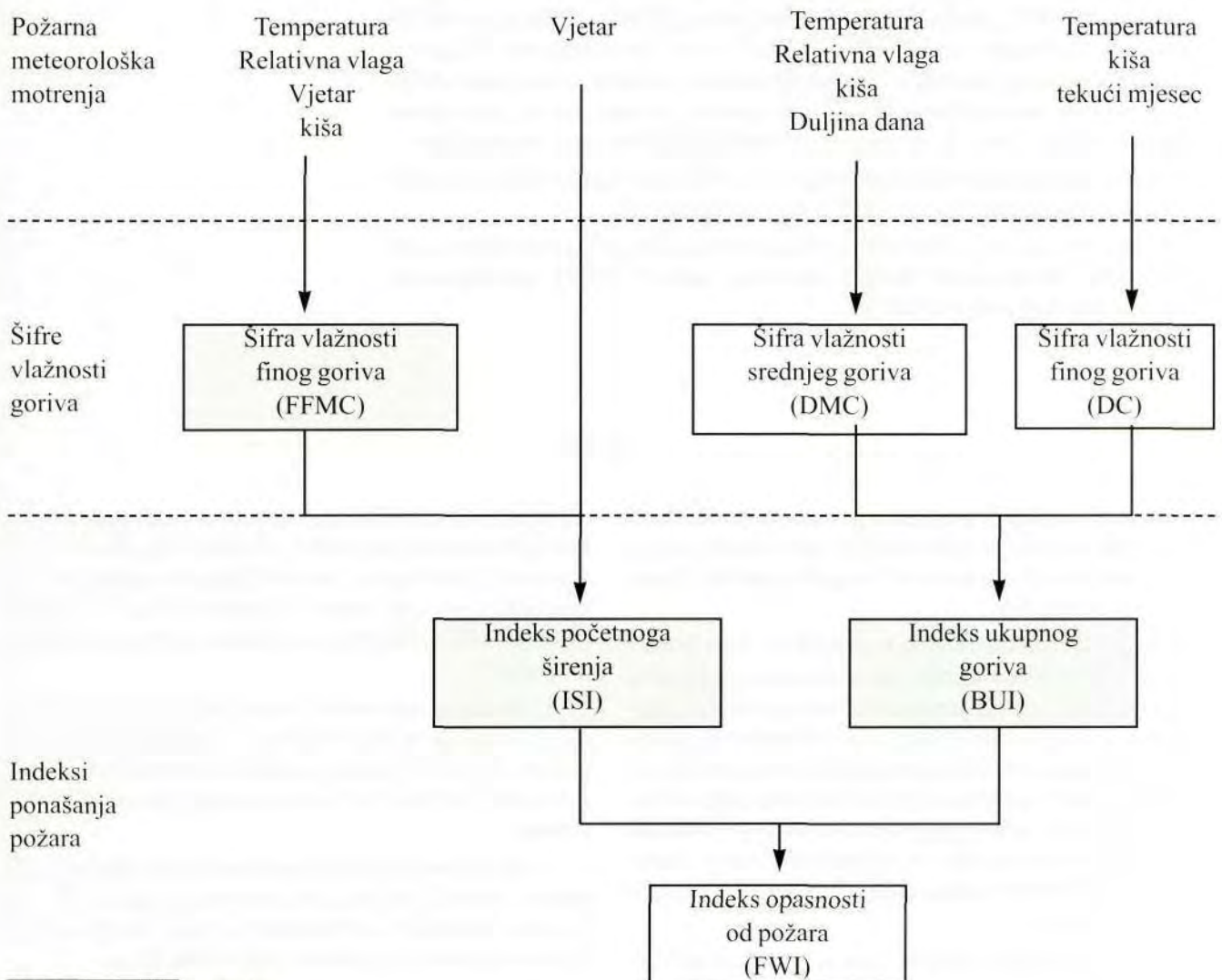
Razvoj sustava za procjenjivanje dnevne opasnosti od požara bio je neprekidna aktivnost kanadskog šumarstva i njegovih agencija od sredine dvadesetih godina ovog stoljeća. U četiri iduća desetljeća pojavila su se četiri posebna sustava ocjene opasnosti od požara koji su se upotrebljavali širom Kanade. Sadašnji kanadski

sustav ocjene opasnosti od šumskog požara, CFFDRS, počeo se uobličavati 1968. godine, prihvaćanjem opsežna modularna pristupa Muraro 1969. Time su se različiti dijelovi cijelog sustava razvijali i poboljšavali neovisno jedan o drugom. Svi dijelovi kanadskog sustava, CFFDRS, kakvi su bili 1987, pojavili su se zajedno u izdanju Službe kanadskog šumarstva 1987. (Canadian Forestry Service 1987).

Prvi veći podsustav CFFDRS-a bio je kanadski sustav meteorološkog indeksa šumskog požara FWI. Sustav FWI prvo je uveden širom Knade 1971. i prošao je nekoliko preinaka. On daje relativne mjere vlage goriva i potencijala vladanja vatre. Sadašnja je inačica iz 1984. godine (Van Wagner 1987; Van Wagner and Pickett 1985) i uključuje najbolje osobitosti prijašnjih sustava (Slika 1).

Struktura sustava meteorološkog indeksa požara (FWI)

Slika 1.



FFMC (Fine Fuel Moisture Code)
DMC (Duff Moisture Code)
DC (Drought Code)
ISI (Initial Spread Index)
BUI (Buildup Index)
FWI (Fire Weather Index)

Drugi veći podsustav CFFDRS-a bio je začet u modularnu pristupu istraživanja stvarnih obilježja vladanja vatre u specifičnim tipovima goriva od lokalne važnosti. Specifični je tip goriva kompleks goriva dovoljne homogenosti i prostiranje na nekom području dovoljne veličine, na kome se može održati ravnotežno vladanje vatre tijekom duljeg razdoblja (Merrill and Alexander 1987). Razvijeni "indeksi gorenja" (Kil 1971, Lawson 1972, Van Wagner 1974) ili "indeksi vladanja vatre" Lawson 1977; Stocks 1977; Quintilio 1978) tijekom sedamdesetih, izdani su kao regionalni dodaci sustavu FWI. Revidiran pristup za pretkazivanje obilježja vladanja požara u kompleksima specifična goriva uveden je ranih osamdesetih (Van Wagner i dr. 1982, neobjavljeno). Koncept je poznat kao kanadski

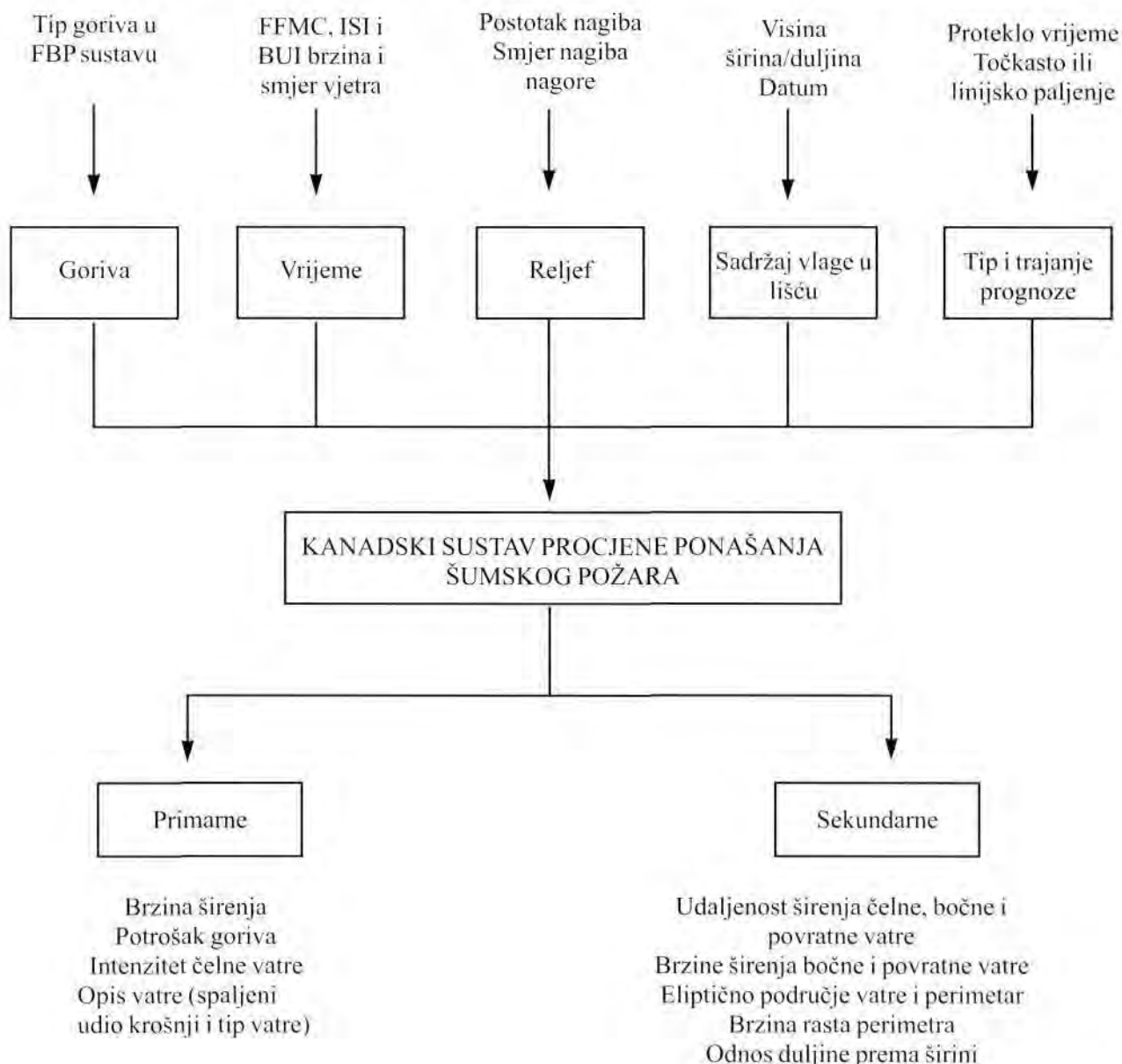
sustav pretkazivanja vladanja šumskog požara, FBP, i kao privremeno izdanje u 1984. godini dan je korisnicima za terenske pokuse (Lawson i dr. 1985.). U privremenu izdanju dana je samo komponenta brzine širenja vatre za 14 glavnih kanadskih tipova goriva, a istraživanja su nastavljena na preostalim komponentama. Sadašnja inačica iz 1991. godine povećava broj tipova goriva na 16, sadržava procjene utroška goriva i jačine vatre, daje opsežne modele za vatru u krošnjama, te rast perimetra vatre.

Struktura sustava FBP

Ulazi sustava FBP čine tri veće skupine varijabli koje djeluju na vladanje vatre; gorivo, vrijeme i topografija (Slika 2).

Struktura sustava za pretkazivanje ponašanja šumskog požara (FBP)

Slika 2.



Drugi ulazi, kao što su geografske duljine i širine te godišnje doba (datum), radi određivanja sadržaja vlage u lišću, kao i protekla vremena paljenja (razdoblje od početka namjerna paljenja ili početka divljeg požara, do njihova gašenja), uključeni su radi procjene stanja goriva kao i udaljenosti eliptičkog širenja vatre. Sustav FBP sada pretkazuje:

- učinak različite potrošnje goriva na brzinu širenja,
- potrošnju goriva radi izračunavanja jačine,
- početak paljenja krošnj,
- prijelaz s površinske vatre u vatru u krošnjama, i
- vladanje vatre u krošnjama.

Strukturalni sustav FBP sastoji se od četiri komponente vladanja vatre kao primarnih izlaznih veličina: brzine širenja, potrošnje goriva, jačine čelne vatre i opisa vatre (površinska vatra ili vatra u krošnjama).

Sekundarne izlazne komponente sastoje se od udaljenosti širenja čelne vatre, eliptična požarna područja i perimetra, brzine širenja bočnih i stražnjih vatri i brzine rasta perimetra.

Baza podataka sustava FBP

Jednadžbe primarne brzine širenja, kao i jednadžbe primarne potrošnje goriva za većinu tipova goriva u sustavu FBP razvijene su pomoću velike baze podataka o vladanju požara. Ta baza podataka sakupljena je iz dobro dokumentiranih eksperimentalnih požara koje su provodili istraživači kanadske šumarije u suradnji s kanadskim agencijama za gospodarenje požarima, zatim dopunskim podacima iz namjernih spaljivanja, te velikih divljih požara. Ta se baza podataka trenutačno sastoji od opažanja iz više od 300 požara iz kanadski izvora i nekih odabranih požara u SAD blizu kanadske granice

Ulazne grupe varijabli sustava FBP

– goriva

Najnovija varijanta sustava FBP daje cjelovitu terminologiju klasifikacije tipa goriva. Tip goriva određen je kao: "identifikabilna asocijacija gorivih elemenata posebnih vrsta, oblika, veličina, rasporeda i kontinuiteta, koja će iskazivati karakteristično vladanje požara pod određenim uvjetima spaljivanja" (Merrill i Aleksander 1987).

Sustav FBP ustrojio je tipove goriva u pet većih grupa sa 16 izabranih tipova goriva (tablica 1). Od korisnika tog sustava zahtijeva se da odabere tip goriva koji najbolje odgovara stvarnim prilikama na njegovu području. Popis goriva opseg je uvjeta u kanadskim tipovima goriva, s obzirom na postojeću bazu podataka o vladanju šumskog požara. Poboljšanja najnovije varijante i dodavanja, ovisit će o pritecanju podataka.

Tipovi goriva u FBS sustavu

FBS System fuel types

Tab. 1.

Grupa/ identifikator	Opisno ime
Četinjače	
C-1	Šumski teren sa smrekom i lišajima
C-2	Sjeverna smreka
C-3	Zreo Banksov ili kalifornijski bor
C-4	Nezreo Banksov ili kalifornijski bor
C-5	Crveni ili bijeli bor
C-6	Nasad crnogorice
C-7	Ponderosa bor i dulgazija
Listače	
D-1	Bezlisna topola
Miješana šuma	
M-1	Sjeverna miješana šuma, bez lišća
M-2	Sjeverna miješana šuma, zelena
M-3	Miješana šuma mrtve balzamske jele, bez lišća
M-4	Miješana šuma balzamske jele, zelena
Drveni otpaci	
S-1	Otpaci Banksova ili kalifornijskog bora
S-2	Otpaci bijele smreke i balzamove jele
S-3	Otpaci obalnog cedra, kukute i dulgazije
Otvoreno	
O-1	Trava

Tipovi goriva u sustavu FBP opisuju se kvalitativno, a izrazi opisuju strukturu sastojine i sastav, površinska živa goriva i ona u krošnjama, te mrtvi organski sloj. Opisi goriva ne slijede kvantitativno obrasce šumskog inventara i dopuštaju korisnicima sustava FBP pripisivanje gorivih materijala vlastita terena (De Groot 1988).

– vrijeme

Grupa ulaznih varijabli za vrijeme zahtijeva brzinu i smjer vjetera, te komponente sadržaja vlage u finom gorivu (FFMC), indeks početna širenja vatre (ISI) i indeks gomilanja goriva (BUI) iz sustava FWI. Za razliku od prijašnje inačice FBP-a, novi je tehnološki razvoj u elektronskom skupljanju meteoroloških podataka i mogućnosti prijenosa u stvarnom vremenu pridonio tomu da tablice s prilagođenim FFMC iz privremena izdanja 1984. postanu suvišna.

– topografija

Učinak nagiba važan je za širenje vatre, a postotak se nagiba primjenjuje za izračunavanje brzine širenja

vatre. Prihvaćen je novi pristup koji uzima u obzir dodatne učinke brzine vjetra i nagiba na širenje vatre u nižu situaciju. Za najnoviju inačicu sustava FBP odabran je pristup koji upotrebljava vektore kako bi se odredila brzina širenja vatre i smjer širenja. Utjecaj vjetra i nagiba na brzinu širenja zbrajaju se. Da bismo zbrojili podjednako utjecaje, nagib se pretvara u "brzinu ekvivalentnog vjetra". Koncept je iscrpnije obrađen u McAlpine i dr. (1991).

– sadržaj vlage u lišću

Sadržaj vlage u lišću crnogorice uvelike utječe na dvije osobitosti vladanja vatre u crnogoričnim šumama, i to u započinjanju vatre i brzine širenja vatre u krošnjama (Van Wagner 1977b). Sadržaj vlage u lišću varira od minimum 85% do maksimum 120%, ovisno o godišnjem dobu. Razdoblje relativno niskih vrijednosti u proljeće i rano ljeto, uzima se kao proljetni minimum. Taj minimum uglavnom je fiziološki, i prije je posljedica privremena porasta u suhoj težini nego stvarna opadanja stanične vode (Little 1970b; Gary 1971).

Razvijena je metoda radi procjene sadržaja vlage u lišću iz jednostavnih ulaza poput nadnevka, geografske lokacije i nadmorska visine. Modeli vlage živog goriva u budućnosti će svakako biti poboljšani, a bit će tako i s modelima vlage mrtva goriva. Prema tomu, očekuje se bolje razumijevanje i modeliranje učinaka živih biljaka na vladanje šumskog požara.

Primjena sustava FBP u prevenciji šumskih požara u našoj zemlji

U proteklih je 14 godina u našoj zemlji indeks opasnosti od šumskih požara, izračunavan na temelju kanadskog sustava FWI, prilagođen podneblju priobalnog dijela krša (Dimitrov 1987). Klase opasnosti izračunavale su se mjerenjem određenih meteoroloških elemenata dobivenih iz klasične mreže meteoroloških postaja priobalnog dijela krša, koja u cijelosti ne odgovara specifičnoj namjeni požarna gospodarenja, a pokrivenost je rizičnih područja nedovoljna.

Za uvođenje sustava FBP za pretkazivanje vladanja šumskog požara, a time i djelotvorno planiranje njegova suzbijanja, potrebna je u prvom redu uspostava automatskih meteoroloških postaja, radi neprestana mjerenja relevantnih meteoroloških elemenata. Potrebno je ovako prilagoditi ulazne grupe varijabli u sustavu FBP:

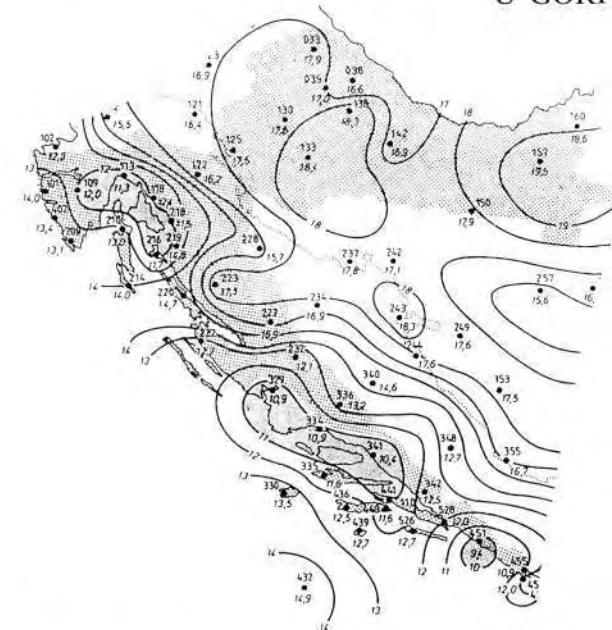
– **goriva:** potrebno je sistematizirati skupove goriva na priobalnu dijelu Jadrana s otocima i prilagodbe zbog razlika s gorivim tipovima sustava FBP,

– **vrijeme:** potrebna je brzina i smjer vjetra, te komponente FFMC, ISI i BUI iz sustava FWI u stvarnu vremenu (slika 1). Intenzivna opažačka mreža automatskih meteoroloških postaja treba biti u prvom redu na utvrđenim klima-požarnim područjima naše zemlje (Dimitrov 1987), a to su dalmacija i Istra (slike 3 i 4).

Slika 3.

IZOLINIJE SREDNJEGA NAJNIŽEGA SADRŽAJA VLAGE U GORIVU (%) ZA SIJEČANJ (RAZDOBLJE 1956-1975.)

Autor T. DIMITROV



9,4 – 19,5	Vrijednosti ravnotežnoga sadržaja vlage u gorivu (%)
015 – 598	Oznaka meteorološke stanice
.....	Granica krša

0 100 km

– Prikaz primarnog (središnja i dio južne Dalmacije) i sekundarnog (dio Istre i Hrvatskog primorja) klima-požarnog područja.

– Lokacija eksperimentalnoga laboratorija Makarska (341) u primarnom klima-požarnom području.

Slika 4.

IZOLINJE SREDNJEGA NAJNIŽEGA SADRŽAJA VLAGE U GORIVU (%) ZA SRPANJ (RAZDOBLJE 1956-1975)

Autor T. DIMITROV



7,5 – 11,8 Vrijednosti ravnotežnoga sadržaja vlage u gorivu (%)
 015 – 598 Oznaka meteorološke stanice
 Granica krša

0 100 km

– **topografija:** potrebna je izrada programa s topografijom priobalna dijela Jadrana s otocima,

– **sadržaj vlage u lišću:** potreban je studij živih i mrtvih šumskih goriva, mjerenja zapaljivosti i gorivosti, te sadržaj vlage u lišću vegetacije na priobalnu dijelu Jadrana s otocima. Za to treba pustiti u rad sagrađeni

– Prikaz primarnog (Dalmacija i južni dio Bosne i Hercegovine) i sekundarnog (dio Istre i Hrvatskog primorja) klima-požarnog područja.

– Lokacija eksperimentalnoga laboratorija Makarska (341) u primarnom klima-požarnom području.

eksperimentalni laboratorij u Makarskoj.

– peta komponenta sustava FBP, koja omogućuje održavanje šumske zajednice redovitim namjernim spaljivanjem organske leževine, zasad se neće primjenjivati u našoj zemlji, jer tu metodu gospodarenja požari-
 ma još nisu prihvatili naši stručnjaci u šumarstvu.

ZAKLJUČAK – Conclusions

Ova inačica sustava FBP iz 1991. godine daje najbolje raspoložive informacije o vladanju vatre u Kanadi. To je rezultat 25-godišnjih istraživanja stručnjaka kanadskog šumarstva i agencija za gospodarenje požarima. Njihovo praćenje i dokumentacija šumskih požara kritična je provjera postojećeg stanja i daje ključne obavijesti za razvoj modela.

Radi razvoja i primjene novih sustava za zaštitu naših šuma od požara, Hrvatska se treba služiti i svojim iskustvima u razvoju znanosti o požarima sredozemnih zemalja, jer imamo sličnu klimu i vegetaciju.

Za uvođenje sustava FBP, nužna je uspostava automatskih meteoroloških postaja uz centraliziranu protupožarnu službu, koja bi se oslanjala na računalni sustav. Kako je u našoj zemlji šumskim požarima ugroženo područje dinarskog krša s otocima veoma razvučeno, potrebna je podrška i raspršenih središta za odluke na spomenutom području.

Takva je organizacija potrebna zbog mogućnosti reagiranja u stvarnu vremenu kada su životi i imovina neposredno ugroženi šumskim požarom, te zbog djelotvornog suzbijanja požara.

LITERATURA – References

Canadian Forestry Service. 1987. Canadian Forest Fire Danger Rating System-user's guide. Agric. Can., Can. For. Serv. Fire Danger Group. Ottawa, Ont. Three-ring binder (unnumbered publication).

Dimitrov, T. i drugi 1987: Osnove zaštite šuma od požara, CiP, Zagreb, str. 209-216.

Dimitrov, T. i drugi 1987: Osnove zaštite šuma od požara, CiP, Zagreb, str. 241-256.

- De Groot, W. J. 1988. Forest ecosystems in mixed-wood section of Saskatchewan and standard fuels for predicting fire behavior. For. Can., Can. For. Serv. Dist. Off., Prince Albert, Sask. Technol. Transfer Note S-003. 4 p.
- Kiil, A. D. 1971. Forest-habitat inventory requirements for fire danger rating. Pages 61-66 in Proc. Symp. Forest Land Inventory Manage. (Feb. 12-13, Edmonton, Alta.). Dep. Fish. For., Can. For. Serv., North. For. Res. Cent., Edmonton, Alta.
- Lawson, B. D. 1972. An interpretive guide to the Canadian Forest Fire Behavior System. Environ. Can., Can. For. Serv., Pac. For. Res. Cent., Victoria, B. C. Rep. BCP-3-73. 19 p.
- Lawson, B. D. 1977. Fire Weather Index - the basic for fire danger rating in British Columbia. Fish. Environ. Can., Can. For. Serv., Pac. Res. Cent., Victoria, B. C. Rep. BC-P-17. 24 p.
- Lawson, B. D.; Stocks, B. J.; Alexander, M. E.; Van Wagner, C. E. 1985. A system for predicting fire behavior in Canadian forests. Pages 6-16 in Proc. 8th Conf. Fire For. Meteorol. (Apr. 29-May 2, Detroit, Mich.). Soc. Am. For., Bethesda, Md.
- SAF. publ. 85-04. Little, C. H. A. 1970b. Seasonal changes in carbohydrate and moisture content in needles of balsam fir (*Abies Balsamea*). Can. J. Bot. 48:2021-28.
- Gary, H. L. 1971. Seasonal and diurnal changes in moisture contents and water deficits in Engelmann spruce needles. Bot. Gaz. 132(4):327-32.
- McAlpine, R. S.; Lawson, B. D.; Taylor, E. 1991. Fire spread across a slope. Pages 218-25 in Proc. 11th Conf. Fire For., Meteorol. (Apr. 16-19, Missoula, Mont.). Soc. Am. For., Bethesda, Md. SAF Publ.
- Merrill, D. F.; Alexander, M. E., eds. 1987. Glossary of forest fire management terms. 4th ed. Natl. Res. Counc. Can. Comm. For. Fire Manage., Ottawa, Ont. Publ. NRCC 26516. 91 p.
- Muraro, S. J. 1969. A modular approach to a revised national fire danger rating system. In Contributions on the development of National Fire Danger Rating System. Can. Fish. For., Can. For. Serv., For. Res. Lab., Victoria, B. C. Inf. Rep. BC-X37. 18 p.
- Quantilio, D. 1978. Fire behavior in natural forest stands. Pages 14-16 in Proc. Fire Ecol. Resour. Manage. Workshop (Dec. 6-7, 1977, Edmonton Alta.). Environ. Can., Can. For. Serv., North. For. Res. Cen., Edmonton, Alta. Inf. Rep. NOR-X-210.
- Stocks, B. J. 1977. Fire behavior research in Ontario. USDA For. Serv., Washington, D. C. Fire Manage. Notes 38 (2): 9-11, 19.
- Van Wagner, C. E. 1974a. Structure of the Canadian Forest Fire Weather Index. Environ. Can., Can. For. Serv., Ottawa, Ont. Publ. No. 1333. 44 p.
- Van Wagner, C. E. 1977b. Conditions for the start and spread of crown fire. Can. J. For. Res. 7 (1): 23-24.
- Van Wagner, C. E.; Pickett, T. L. 1985. Equations and FORTRAN program for the Canadian Forest Fire Weather Index System. Agric. Can., Can. For. Serv., Ottawa, Ont. For. Tech. Rep. 33. 18 p.
- Van Wagner, C. E. 1987. Development and structure of Canadian Forest Fire Weather Index System. Agric. Can., Can. For. Serv., Ottawa, Ont. For. Tech. Rep. 35. 37 p.

SUMMARY: Canadian preventive fire danger rating system Fire Weather Index (FWI) is integrated into the new system Forest Fire Behavior Prediction (FBP) for fire planning. At the Forest Fire Institute in Riverside, CA. (USA) a second generation mathematical model is being developed. In this project the task of producing an integrated fire protection system was given, which is to include fire weather index (FWI) information, fire behavior predicting (FBP) and fire planning by the use of electronic and computer technology. It means that fire suppressing crews in dislocated decision making in one or more centers will obtain, based on the computer systems, all directions beginning with the necessary manpower, equipment and fire suppressing aircraft to the location to suppress the forest fire efficiently and economically.

The fire weather index system (FWI) will not lose in the future its identity, although it will be invisible due to its integration into the mentioned systems.

Key words: Canadian Forest Fire Danger Rating System (CFFDRS), Canadian Forest Fire Weather Index (FWI), Canadian Forest Fire Behavior Prediction (FBP).