

RAZVOJ KANADSKE METODE ZA OCENJEVANJE POŽARNE OGROŽENOSTI

Development of the Canadian Forest Fire Danger Rating System

Tomislav Dimitrov * UDK 614.84

Povzetek

V članku je predstavljen razvoj kanadske metode ocenjevanja požarne ogroženosti v naravnem okolju (CFFDRS) od leta 1925 do danes. Dosežek kanadskih gozdarskih strokovnjakov pri ocenjevanju požarne ogroženosti bo v pomoč organom, pristojnim za varstvo pred požarom, pri preprečevanju in gašenju požarov v naravnem okolju. Nekaterе države, med njimi tudi Hrvaška, so že sprejele modele kanadske metode kot podlago za ocenjevanje požarne ogroženosti.

Abstract

This contribution briefly presents the development of the Canadian system of rating forest fire danger (CFFDRS) from 1925 to the present. Our intention is to present the achievements of Canada's forest experts in assessing forest fire dangers, which may be of assistance to firefighters in the prevention and extinction of forest fires. Besides Canada, some other countries, including Croatia, have adopted the models and research philosophy of the Canadian method as a basis for the assessment of fire danger.

Na požare v naravnem okolju najbolj vpliva vreme. Znana strokovnjaka Kanadske gozdarske službe (Canadian Forestry Service - CFS) v Ontariu, Flanningan in Harrington, sta v svoji študiji o vplivu vremena in nastanku požarov v naravnem okolju ugotovila: "Vreme vpliva na nastanek požara v naravi, in ko požar že nastane, vreme vpliva na njegovo nadaljnje širjenje." Znanstvenik in raziskovalec s tega inštituta van Wagner pa poudarja: "Kanadska zvezna vlada je začela ocenjevanje požarne ogroženosti v naravnem okolju leta 1925. Ko se vračamo v preteklost, zakaj se vračamo samo za 70 let? Obvladovanje ognja je bil vendar prvi korak v razvoju človeške kulture." Temeljna načela obnašanja ognja so bila zgodaj odkrita:

- suho gorivo se hitreje vžge, ogenj pa se tudi hitreje širi kot v mokrem gorivu
- droben gorljiv material je zelo vnetljiv in dobro gorljiv, debelejši pa gori dlje časa
- pri določeni razporeditvi drobnega in debelega gorljivega materiala ogenj najbolj gori.

To, kar bi lahko imenovali požarna znanost, je pravzaprav ovrednotenje precejšnje količine znanja, ki si ga človeški rod pridobiva že od nekdaj.

Zaščita življenja, lastnine in naravnih virov pred požari je že v preteklosti zahtevala vse večjo učinkovitost pri njihovem obvladovanju. Sprejetje dejavnih odločitev zahteva zanesljivo ocenjevanje in vključitev posameznih in kombiniranih dejavnikov, ki opozarjajo na požarno ogroženost, to pa so metode za ocenjevanje požarne ogroženosti.

V zadnjih 70 letih so po svetu razvili več metod, najbolj znane so kanadska - Canadian Forest Fire Danger Rating System (CFFDRS), ameriška - National Fire Danger

Rating System (NFDRS), nekdanja vzhodnonemška - WaldBrand-KennZiffern (WBKZ), francoska - CARREGA in DROUET itn.

Kanadska metoda

Od leta 1925 do danes so v Kanadi razvili pet različnih metod. Vsaka je upoštevala ugotovitve prejšnjih ter nova spoznanja, pridobljena pri poskusih in empiričnih analizah. Splošno sprejeto kanadsko metodo ocenjevanja požarne ogroženosti so razvili v poznih 60. letih v Kanadski gozdarski službi (slika 1). Sedanja metoda ocenjevanja požarne ogroženosti je sestavljena iz dveh delov, in sicer: indeksa požarne ogroženosti (FWI) in napovedi možnega širjenja požara (FBP).



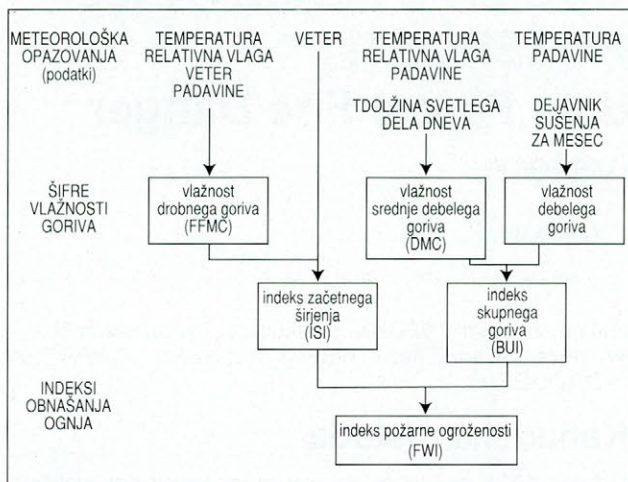
Slika 1. Kanadska metoda ocenjevanja požarne ogroženosti (CFFDRS)

Figure 1. Canadian Forest Danger Rating System (CFFDRS)

Vpliv vremena

Prva faza pri razvoju kanadske metode ocenjevanja požarne ogroženosti, na podlagi katere se izračuna indeks požarne ogroženosti naravnega okolju, je omogočila oceno možnosti nastanka požara. Temeljila je izključno na meteoroloških podatkih. Uporabljali so jo 25 let. Indeks požarne ogroženosti je sestavljen iz šestih delov, na podlagi katerih se izračuna vpliv meteoroloških parametrov na vlažnost gorljivega materiala v naravi in s tem na možnost vžiga ter nadaljnji potek požara. Gorljivi material so razdelili po velikosti na tri dele: na drobni material (Fine Fuel Moisture Code, FPMC) - prizemna vegetacija in drug

* Vladimira Ruždjaka 9c, Zagreb, Hrvaška



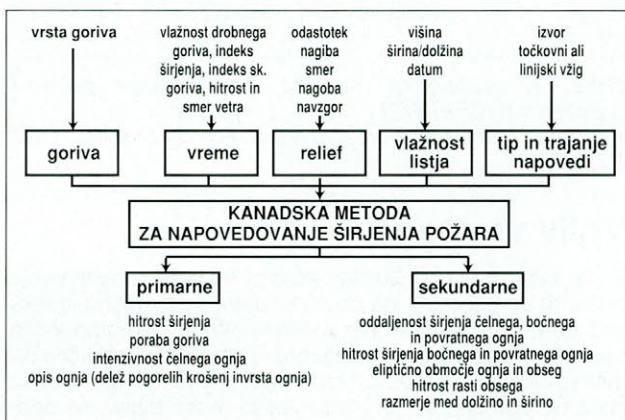
Slika 2. Struktura kanadske metode požarne ogroženosti v naravnem okolju

Figure 2. Scheme of the Canadian method of assessing forest fire danger (FWI)

odpadli material z debelino do 3 cm, srednje debel (Duff Moisture Code, DMC) in debel gorljiv material (Drouhgt Code, DC). Na podlagi meteoroloških podatkov se izračuna vlažnost vseh treh različno debelih goriv. Vlažnost vsakega goriva se glede na vremenske razmere spreminja, ob padavinah se povečuje, ob suši pa zmanjšuje.

Iz vlažnosti drobnega gorljivega materiala in hitrosti vetra se nato izračuna indeks začetnega širjenja požara (ISI), iz vlažnosti srednje debelega in debelega gorljivega materiala (DC) pa indeks skupnega goriva (BUI). Indeks začetnega širjenja (ISI) nam pove, kolikšna je možnost vžiga in hitrost širjenja požara ne glede na količino goriva, indeks (BUI) pa skupno količino gorljivega materiala v naravi in na ta način tudi možen obseg požara. Na podlagi indeksa začetnega širjenja in indeksa skupnega goriva se izračuna končni indeks požarne ogroženosti, ki nam glede na vremenske razmere pove, kolikšna je možnost tako vžiga in hitrost širjenja požara kot tudi razsežnost požara.

Za izračun indeksa požarne ogroženosti se uporabi meteorološke podatke, izmerjene opoldne po lokalnem času, in sicer: temperature, relativne vlage, hitrosti vetra na višini 10 m in količine padavin v zadnjih 24 urah. Glede na indeks požarne ogroženosti in vremenske napovedi za prihodnje dni se tako lahko napove požarna ogroženost tudi za naprej.



Slika 3. Struktura metode za napovedovanje širjenja požara

Figure 3. Scheme of the method for predicting fire build-up (FBP)

Napovedovanje širjenja požara

Vlažnost različno debelega gorljivega materiala (FFMC, DMC, DC), indeks začetnega širjenja (ISI), indeks skupnega goriva (BUI) in končni indeks požarne ogroženosti (FWI) so odvisni od vrste gorljivega materiala, saj je bila metoda razvita za ocenjevanje možnosti nastanka požara za splošno standardno vrsto goriva na relativni podlagi v nasprotju z absolutnim razumevanjem. Različno širjenje požara glede na vrsto goriva je zajeto v količinskih pojmih pri napovedovanju širjenja požara.

Nepopolna začasna izdaja publikacije o napovedovanju širjenja požara je bila objavljena šele leta 1984, čeprav so bile informacije o eksperimentalnih projektih zanetenja in raziskovanju dejanskih požarov objavljene takoj, ko so bile na voljo. Formalno je bila publikacija končana leta 1992 in pomeni zadnji dosežek Kanadske gozdarske službe pri praktični uporabi znanja o širjenju požara in raziskovalnih izkušnjah splošno izboljšanje obvladovanja gozdnih požarov v Kanadi (slika 3).

Napovedovanje širjenja požara tehnično temelji na znanstveni podlagi, ki upošteva opazovanja in merjenja eksperimentalnih požarov, povezanih z dobro dokumentiranimi pravimi požari, in namernim netenjem glede na vremenske razmere ali na meteorološke parametre za posebne vrste goriv. Posebno napovedovanja širjenja požara je, da vključuje najbolj razširjene in povsod uporabne podatke o požarih v krošnjah.

Napovedovanje širjenja požara omogoča uporabniku, da napove hitrost širjenja (m/min), porabo goriva (kg/m²) in jakost (kW/m) čelnega, začelnega in bočnega dela požara, ki se neprestano povečujejo glede na sežiganje ali pa so se stabilizirale glede na svojo okolico. Te značilnosti se določajo glede na stopnjo požarne ogroženosti naravnega okolja (upoštevajo hitrost vetra in druge vrednosti, izračunane po kanadski metodi ocenjevanja požarne ogroženosti), vrsto goriva, strmino nagiba, geografsko lego, višino in koledarski datum. Opisana je tudi vrsta požara (npr. površinski požar, požar v krošnjah, pretrgan ali nepretrgan). Preprost eliptični model širjenja požara se uporablja pri ocenjevanju velikosti in oblike požara, ki nastane iz enega izvora vžiga v nasprotju z vzpostavljeno ognjeno črto.

Napovedovanje širjenja požara temelji na majhnem številu že znanih podatkov. Za zdaj se lahko uporablja 16 vrst goriva, ki so v Kanadi; to so empirični podatki o širjenju požara.

Napovedovanje širjenja požara vključuje najboljše informacije o širjenju požarov v naravnem okolju v Kanadi. Kanadski požarni upravljalci imajo zaradi tega možnosti, da z veliko zanesljivostjo napovedo potek in širjenje požara v zelo različnih pogojih gorenja. Na ta način so dosegli izredne rezultate.

Po poročilih in pregledih, ki jih je v letih 1992 in 1994 po državi opravil Kanadski odbor za požarno gospodarjenje (državno telo, pristojno za svetovanje zvezni vladi glede potreb po raziskovanju požarov v naravnem okolju), je bil splošen odziv na napovedovanje širjenja požarov zelo pozitiven.

Razlage

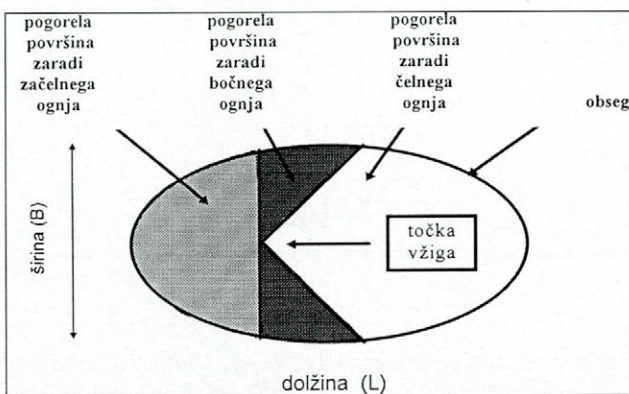
Indeks skupnega goriva (Buildup Index) označuje skupno količino goriva v naravi. Izračuna se na podlagi vlažnosti srednje debelega (DMC) in debelega gorljivega materiala (DC). Uporablja se pri osnovnih enačbah pri napovedovanju širjenja požara, ki temeljijo na indeksu širjenja (ISI), in pomeni učinek povečanja porabe goriva na hitrost širjenja. Določa se s pomočjo preglednic.

Delež pogorelih krošenj (Crown Fraction Burned) je odstotek drevesnih krošenj, vključenih v požar na določenem območju. Pri napovedovanju širjenja požara so razredi opisani takole:

delež pogorelih krošenj	vrsta požarov
manj kot 10 %	površinski požar
10 do 89 %	prekinjeni požar v krošnjah
več kot 90 %	neprekinjeni požar v krošnjah

Višina podlage krošnje (Crown Base Height) je višina nad tlemi, kjer se začnejo živa krošnja iglavcev. Dane so vrednosti za vsako od 16 vrst goriva.

Efektivna hitrost vetra (Effective Wind Speed) je vsota vektorjev zaznane hitrosti vetra in ekvivalentne hitrosti vetra glede na nagib.



Slika 4. Eliptični model rasti ognja iz točkovega izvora (FFMC)

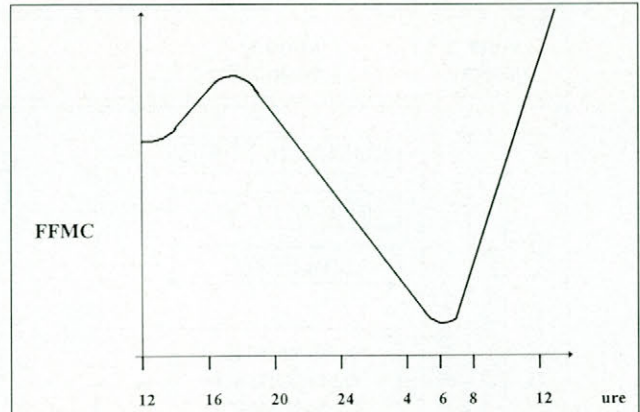
Figure 4. Elliptical Fire Growth Model from a point source

Ekvivalentna hitrost vetra glede na nagib (Slope Equivalent Wind Speed) se ugotovi iz preglednic na podlagi ocene nagiba za določeno vrsto goriva. Če veter piha navzgor po pobočju, se ekvivalentna hitrost vetra prišteje izmerjeni hitrosti vetra, če pa piha navzdol po pobočju, se ekvivalentna hitrost vetra odšteje od izmerjene hitrosti vetra. V obeh primerih je rezultat efektivna hitrost vetra.

Eliptični model širjenja požara (Elliptical Fire Growth Model) - Kadar je gorivo enolično in nepretrgano, topografija homogena, hitrost vetra stalna in iz ene smeri, ogenj pa se ne poskuša pogasiti, se ogenj točkovega izvora, ki prosto gori, širi v obliki elipse (slika 4). Dolžina elipse je vsota razdalje od čelnega ognja in razdalje od začetnega ognja. Oblika ognja je razmerje med dolžino in širino (L/B) in je odvisna od efektivne hitrosti vetra. Območje ognja in dolžina obsega se računata iz celotne oddaljenosti od točke vžiga in razmerja L/B s pomočjo preglednic.

Vlažnost drobnega goriva (Fine Fuel Moisture Code, FFMC) - Vlažnost drobnega gorljivega materiala (prizemna vegetacija in drug material - odpadlo listje, vejice) nam pove, kakšna je vnetljivost in gorljivost drobnega goriva v naravi. Vlažnost se spreminja glede na vremenske razmere, ravno tako pa tudi čez dan. Vlažnost drobnega goriva se izračuna na podlagi meteoroloških podatkov ob 13. uri po lokalnem času in je približek vlažnosti drobnega goriva ob 16. uri, ko je ponavadi dosežen ali pa je vsaj blizu dnevni minimum. Dnevna vlažnost drobnega goriva je približek vlažnosti za določeno uro in temelji na tipičnem dnevnem gibanju vrednosti temperature in relativne vlage ob odsotnosti padavin. Urna vrednost vlažnosti se lahko izračuna iz dejanskih meteoroloških podatkov (slika 5).

Moč ognja (Fire Intensity) je sproščena toplotna energija



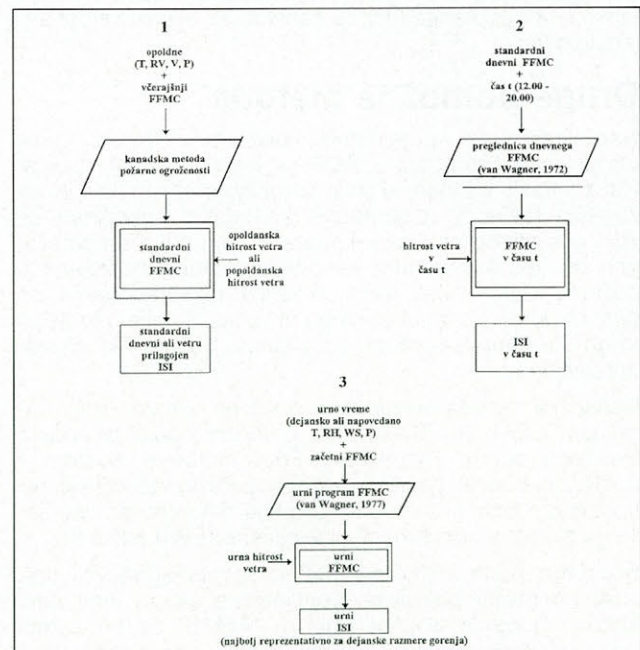
Slika 5. Značilni dnevni potek vlažnosti drobnega goriva
Figure 5. Characteristic fine fuel moisture curve (FFMC)

na časovno enoto, na enoto oddaljenosti dolžine ognjene fronte. Moč frontalnega ognja je večja determinanta za določenimi požarnimi učinki, ki jo je težko nadzorovati in je enaka produktu toplotne energije, nastale pri zgorevanju, količine porabljenega goriva in linearne hitrosti širjenja. Moč ognja je v preglednicah razvrščena v šest razredov kot produkt ravnotežnega ROS (m/min) in indeksa skupnega goriva (BUI) za vseh 16 vrst goriva, uporabljenih pri napovedovanju širjenja požara.

Obseg ognja (Fire Perimeter) je ves zunanji rob ali meja požara. S pomočjo preglednic se lahko iz ROS (m/min) in efektivne hitrosti vetra določi hitrost povečevanja obsega.

Vlažnost listja (Foliar Moisture Content) se določa v odstotkih po teži živih iglic iglavcev, starih najmanj eno leto.

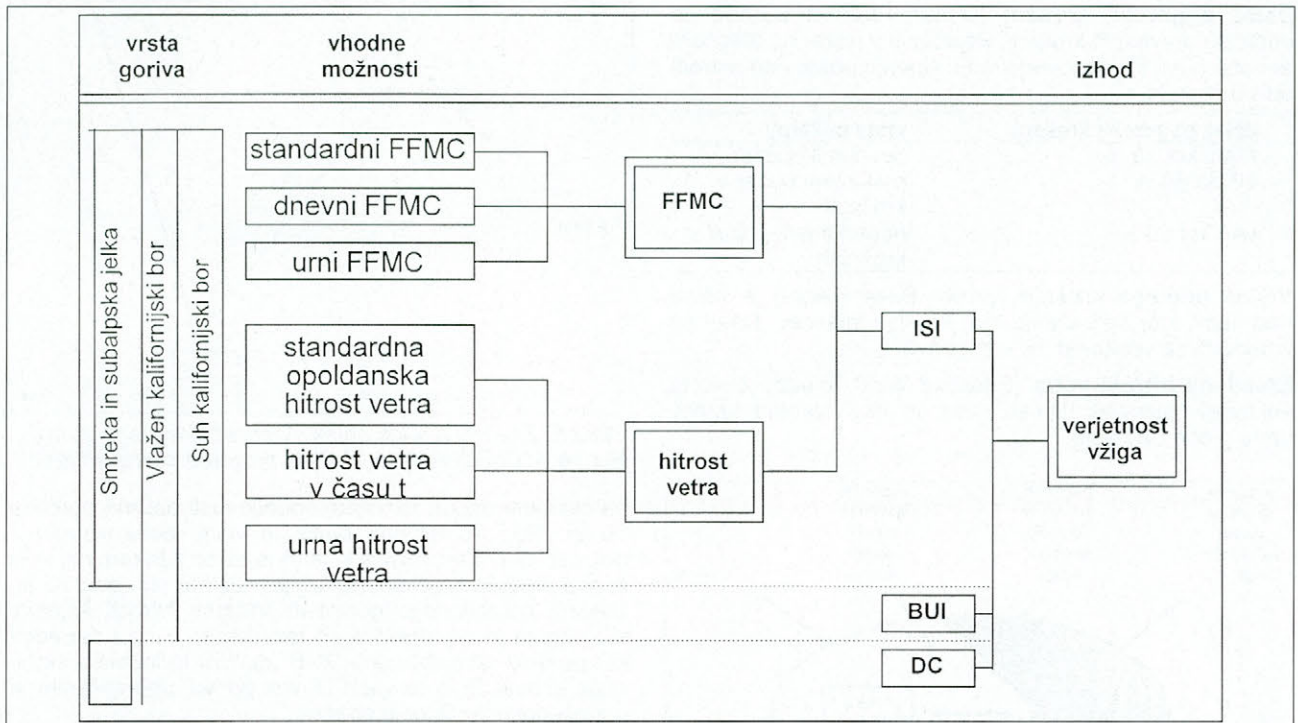
Indeks začetnega širjenja (Initial Spread Index) je ocena pričakovane hitrosti širjenja požara. Upoštevan je učinek



Slika 6. Trije možni izračuni vlažnosti drobnega goriva (FFMC) v dopolnilnem sistemu vlažnosti goriva za CFFDRS

(T = temperatura, RV = relativna vlažnost, V = hitrost vetra, P = padavine, t = določen čas dneva - izbrani čas od 12. ure do 20. ure
Figure 6. Three possible modes of calculating fine fuel moisture curve (FFMC) for CFFDRS

T = temperature, RV = relative humidity, V = wind speed, P = precipitation, t = specific time of day - selected time from 12 p.m. until 8 p.m.



Slika 7. Napoved verjetnosti nastanka požara
 Figure 7. Forest Fire Occurrence Prediction - FOP

vetra, nagiba in vlažnosti drobnega goriva na hitrost širjenja, ne upošteva pa se vpliv različnih količin goriva.

Hitrost širjenja (Rate of Spread) je hitrost širjenja horizontalnih razsežnosti požara, izražena s pomočjo oddaljenosti na časovno enoto. Na splošno je to gibanje ognja naprej, to je čelna hitrost širjenja požara, prav tako pa se lahko izraz uporablja tudi za začetno ali bočno hitrost širjenja požara.

Druge pomožne metode

Napovedovanje pojavljanja požarov (Forest Fire Occurrence Prediction - FOP) v Kanadi se še razvija. Požare delijo na tiste, ki jih povzročajo strele in tiste, ki jih zanetijo ljudje. V posameznih kanadskih pokrajinah se zdaj operativno ali eksperimentalno uporablja s pomočjo ene ali več komponent kanadske metode ocenjevanja požarne ogroženosti nekaj načinov napovedovanja pri požarih, ki jih povzročajo strele in ljudje. Studije o temeljnih vžiga in napovedovanja pojavljanja požara so skoraj pripravljene.

Kanadska metoda ocenjevanja požarne ogroženosti v naravnem okolju (CFFDRS) ima pomožni način računanja vlažnosti goriva (Accessory Fuel moisture System - AFMS), ki dopolni posebne zahteve pri treh večjih delih ter upošteva vlažnost posebnih goriv, ki navadno pri ocenjevanju požarne ogroženosti ni vključeno (FWI) (slika 6).

Sčasoma bodo vključene tudi druge prilagoditve, npr. značilna oblika pokrajine, zemljepisna širina, letni čas. Način računanja vlažnosti goriva (AFMS) se bo zaradi vrste različnih goriv in različnih zahtev za ocenjevanje požarne ogroženosti v Kanadi razvijal še naprej.

Napoved verjetnosti nastanka požara

Pri predstavitvi kanadske metode ocenjevanja požarne ogroženosti (FWI) je poudarjeno, da temelji na uporabi meteoroloških parametrov, izmerjenih enkrat v 24 urah, ponavadi opoldne. Raziskovalci požarov Kanadske goz-

darske službe so povezali dve ločeni ugotovitvi požarnega raziskovanja v računalniški program, imenovan Wildfire Ignition Probability Predictor (WIPP), ki omogoča organom, pristojnim za varstvo pred požarom, da na urni ali dnevni podlagi napovedo verjetnost nastanka požara iz tipičnih virov, ki so jih povzročili ljudje z vžigalicami ali tabornimi ognji, na treh različnih vrstah goriva, ki je značilen za večino gozdov v notranosti kanadske pokrajine Britanska Kolumbija.

Uporaba bo koristna za tiste, ki za ugotavljanje dnevne požarne ogroženosti uporabljajo kanadsko metodo (temelji na meteoroloških podatkih z reprezentativnih postaj za oceno požarne ogroženosti za določeno območje).

Verjetnost plamenskega vžiga v suhem in vlažnem kalifornijskem boru in v gozdovih zrele smreke ter predalpske jelke se lahko napove z vnosom reprezentativnih vrednosti specifičnih sestavin kanadskega indeksa požarne ogroženosti. Modeli verjetnosti vžiga so podrobno opisani pri Lawsonu in sod. 1994 a. Določene vrste goriva, uporabljene v modelih, so ponazorjene na stenskem plakatu (Lawson in sod. 1994 b).

Druga ugotovitev raziskovanja, ki se uporablja v tem računalniškem programu, je računanje dnevne vlažnosti drobnega goriva (Lawson in sod. 1996). To uporabniku omogoča, da oceni, ob kateri uri je verjeten vžig; ob tem morajo biti na voljo podatki o dnevni vlažnosti drobnega goriva in meritve ter ocena ali napoved hitrosti vetra na odprtem prostoru na višini 10 m.

Verjetnost vžiga je izhodna vrednost glede na najbližji odstotek, razdeljena v tri razrede, in sicer: do 50 % majhna, od 50 do 75 % srednja in od 75 do 100 % velika.

Izhodne rezultate programa WIPP bi lahko organi, pristojni za varstvo pred požarom uporabili za izboljšanje dnevne določitve posadke za začetni napad in urno pripravljenost. Največja pripravljenost je ponavadi sredi popoldneva, ko sta sušenje drobnega goriva in hitrost vetra največja. Program WIPP pokaže spreminjanje verjetnosti pojava požara iz ure v uro in počasno vsakodnevno spreminjanje goriva v gozdnih tleh.

Uporaba

Metoda ocenjevanja požarne ogroženosti se trenutno uporablja tudi za:

- usposabljanje
- načrtovanje preprečevanja, npr. obveščanje javnosti o požarni ogroženosti
- načrtovanje pripravljenosti (raven pripravljenosti in pre razporejanje sredstev za obvladovanje požara)
- načrtovanje odkrivanja, npr. pošiljanje ljudi v izvidnico, opazovanje iz letala
- hitri začetni napad
- določanje taktike in strategije obvladovanja aktivnih požarov
- analizo položaja, ko ogenj pobegne
- načrtovanje in izvajanje namernih vžigov.

Kanadsko metodo ocenjevanja požarne ogroženosti vse bolj uporabljajo drugi raziskovalci gozdnih požarov in ekologi, in sicer tako pri učinkovitem obvladovanju in modeliranju nadaljnega širjenja požara kot tudi pri analizi

požarnih režimov in možnih vplivov na spremembo podnebja.

Čeprav je metoda namenjena kanadskim potrebam, pa so tudi nekatere druge države (predvsem Nova Zelandija, Fidži in ameriška zvezna država Aljaska) sprejele kanadske modele kot podlago za razvoj svoje metode ocenjevanja požarne ogroženosti. V zadnjem času jo proučujejo tudi na Hrvaškem, v Kitajski, Rusiji in ameriški zvezni državi Michigan.

Sklep

Organizacije, ki se ukvarjajo s preprečevanjem in gašenjem požarov, bodo širile svoje programe uporabe in usposabljanja, ki temeljijo na ugotovitvah kanadske metode ocenjevanja požarne ogroženosti. Za razvoj skrbi Kanadska gozdarska služba, ki ima stike z vrsto organizacij, da bi tako pravočasno in na ustrezen način zagotovila nadaljnje raziskave, razvoj in uporabo metode. Učinkovita uporaba napovedi pojavljanja in širjenja požarov zahteva izboljšanje pri napovedovanju požarne ogroženosti, zbiranju podatkov in njihovi obdelavi. Računalniški programi bodo imeli zato tudi na tem področju vedno pomembnejšo vlogo.

Velika rana se težko zaceli.