

POŽARNA OGROŽENOST IN NAPOVEDOVANJE POJAVLJANJA GOZDNIH POŽAROV

**3. seminar in delavnica iz varstva
gozdov**

TOMAŽ ŠTURM

Zavod za gozdove Slovenije

VSEBINA

- 1. Pregled pretekle požarne aktivnosti**
- 2. Napovedovanje pojavljanja požarov v času in prostoru**
- 3. Napovedovanje širjenja gozdnih požarov**

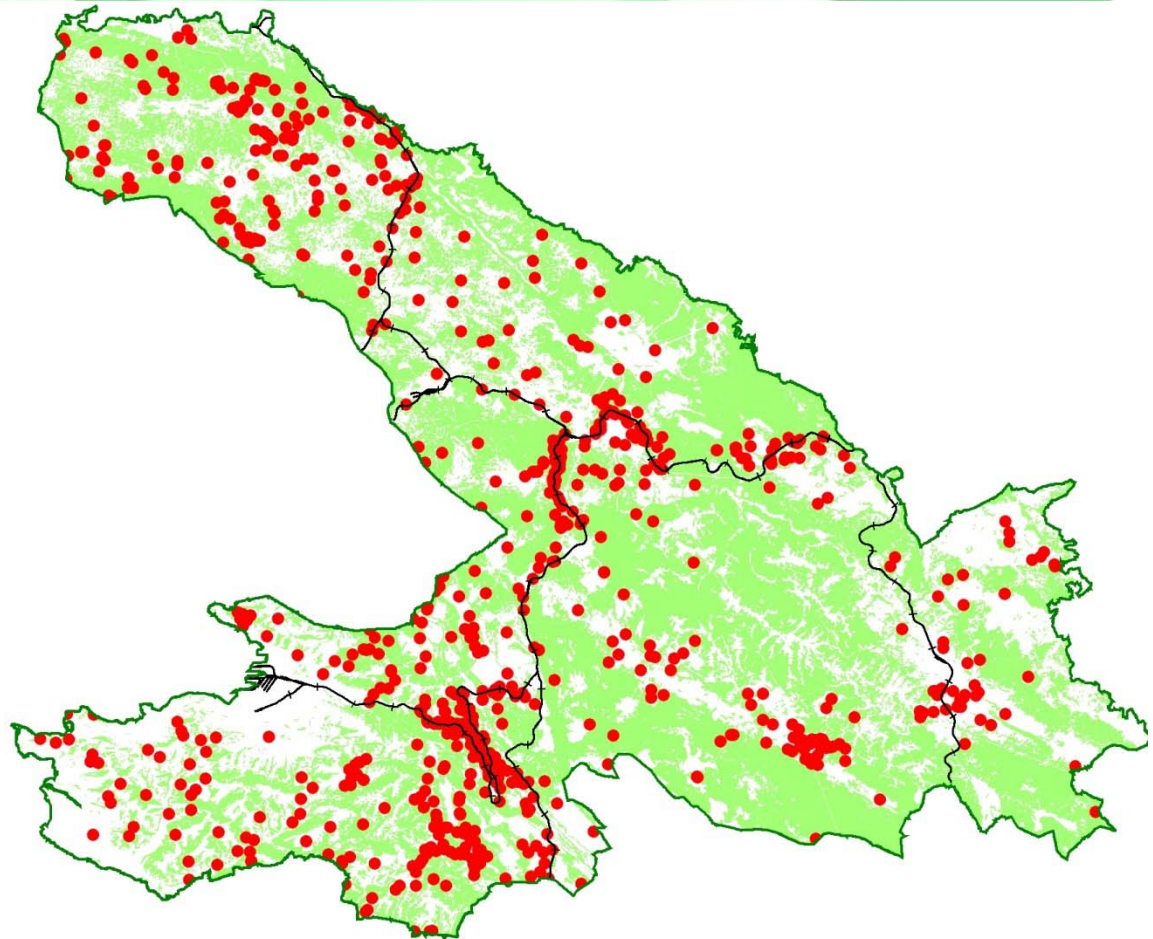
PRETEKLA POŽARNA AKTIVNOST

Kraško gozdnogospodarsko območje

Obdobje
1.01.1995 – 31.12.2009

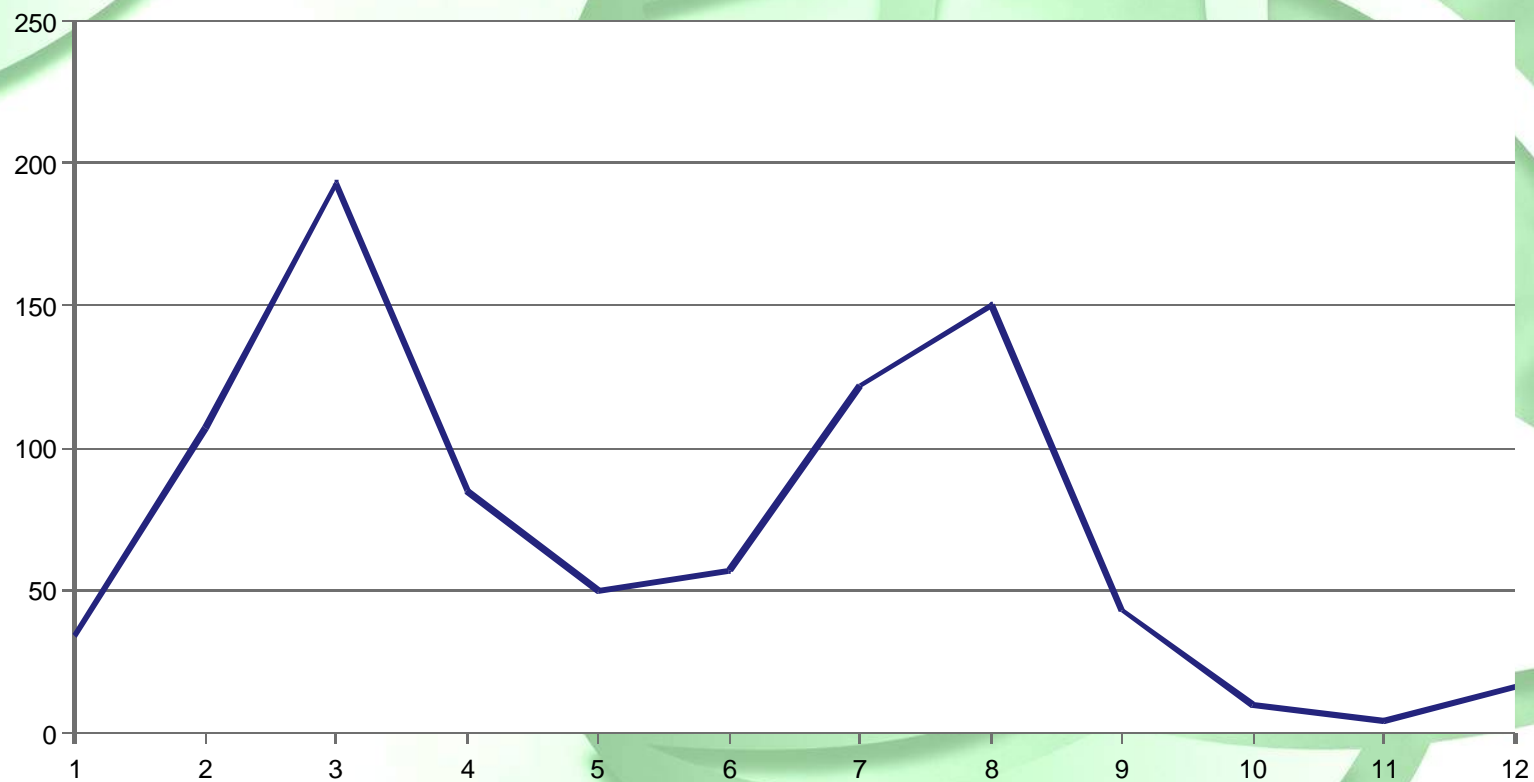
871 gozdnih požarov

6046,9 ha pogorelih površin



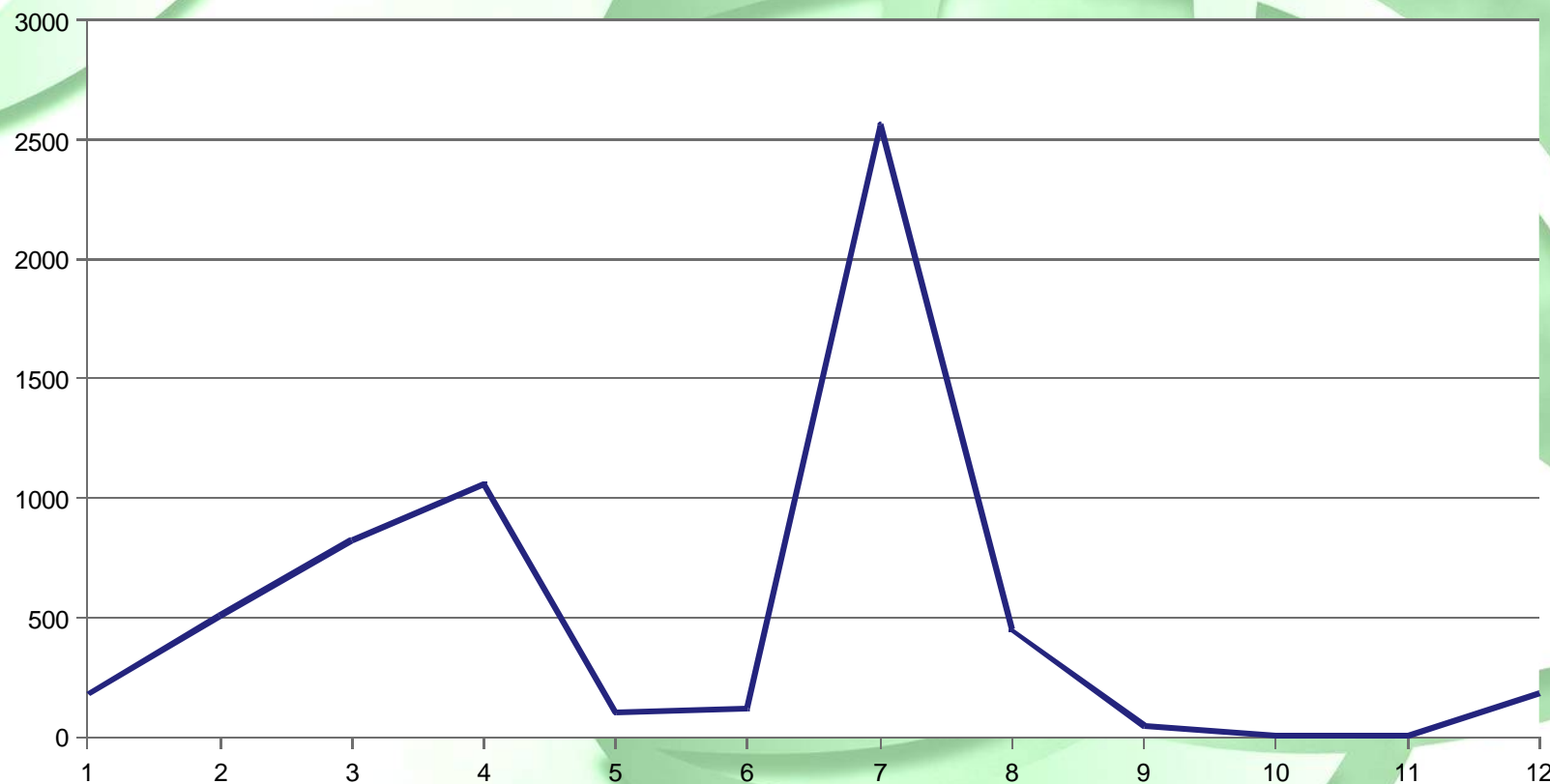
PRETEKLA POŽARNA AKTIVNOST

Število požarov po mesecih



PRETEKLA POŽARNA AKTIVNOST

Pogorele površine (ha) po mesecih



PRETEKLA POŽARNA AKTIVNOST

- požar se največkrat pojavi v gozdovih, kjer je delež listavcev v lesni zalogi 90% in več. Najpogostejša drevesna vrsta je puhasti hrast (47%). Na drugem mestu je črni gaber (22%)
- sledijo jim gozdovi, kjer je delež iglavcev v lesni zalogi 90% in več. Najpogostejša drevesna vrsta je črni bor (89%)
- gozdni požari so se v dveh tretjinah primerov (66%) pojavili na rastišču gozdne združbe *Seslerio – Ostryetum*. Sledi ji gozdna združba *Melampyro Vulgati Quercetum* (20%)
- 87% vseh požarov je izključno talnih
- več je poškodovane lesne mase iglavcev (58%) kot listavcev (42%)
- točka vžiga požarov je za 394 gozdnih požarov (45% vseh požarov) v gozdu glede na sestojne karte

PRETEKLA POŽARNA AKTIVNOST

<u>Vzrok nastanka požara</u>	<u>Število</u>	<u>Delež (%)</u>
namerni požig	87	10
kmetijska dejavnost	57	7
industrijska dejavnost	3	0
komunikacije (vlaki, el. vodi ...)	227	26
obiskovalci gozda (turisti, otroci ipd.)	8	1
drugo (vojska ipd.)	5	1
naravni vzroki (strela)	47	5
neznani vzroki	437	50
Skupaj	871	100

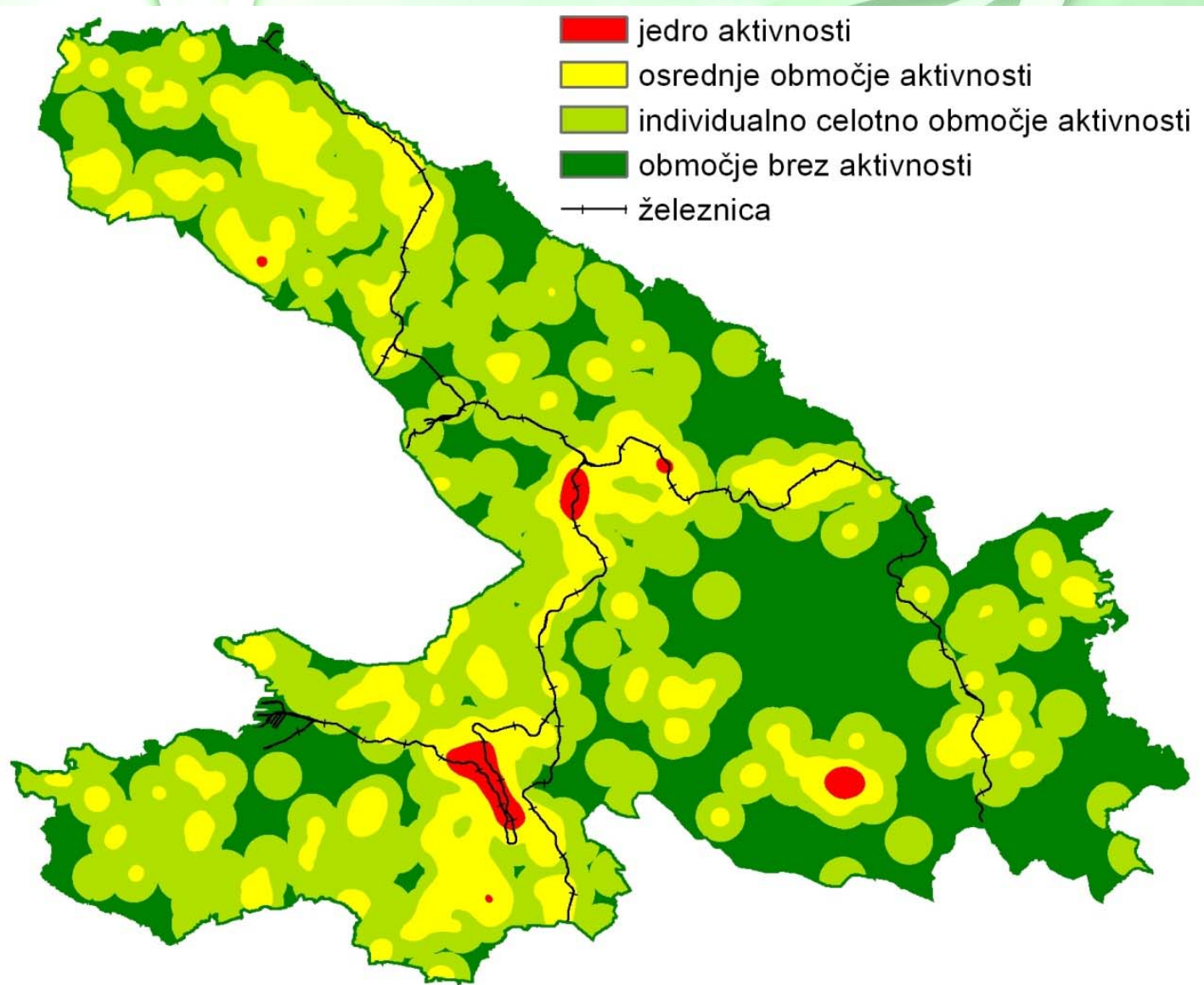
Pojavljanje vseh gozdnih požarov

GOSTOTA GOZDNIH POŽAROV

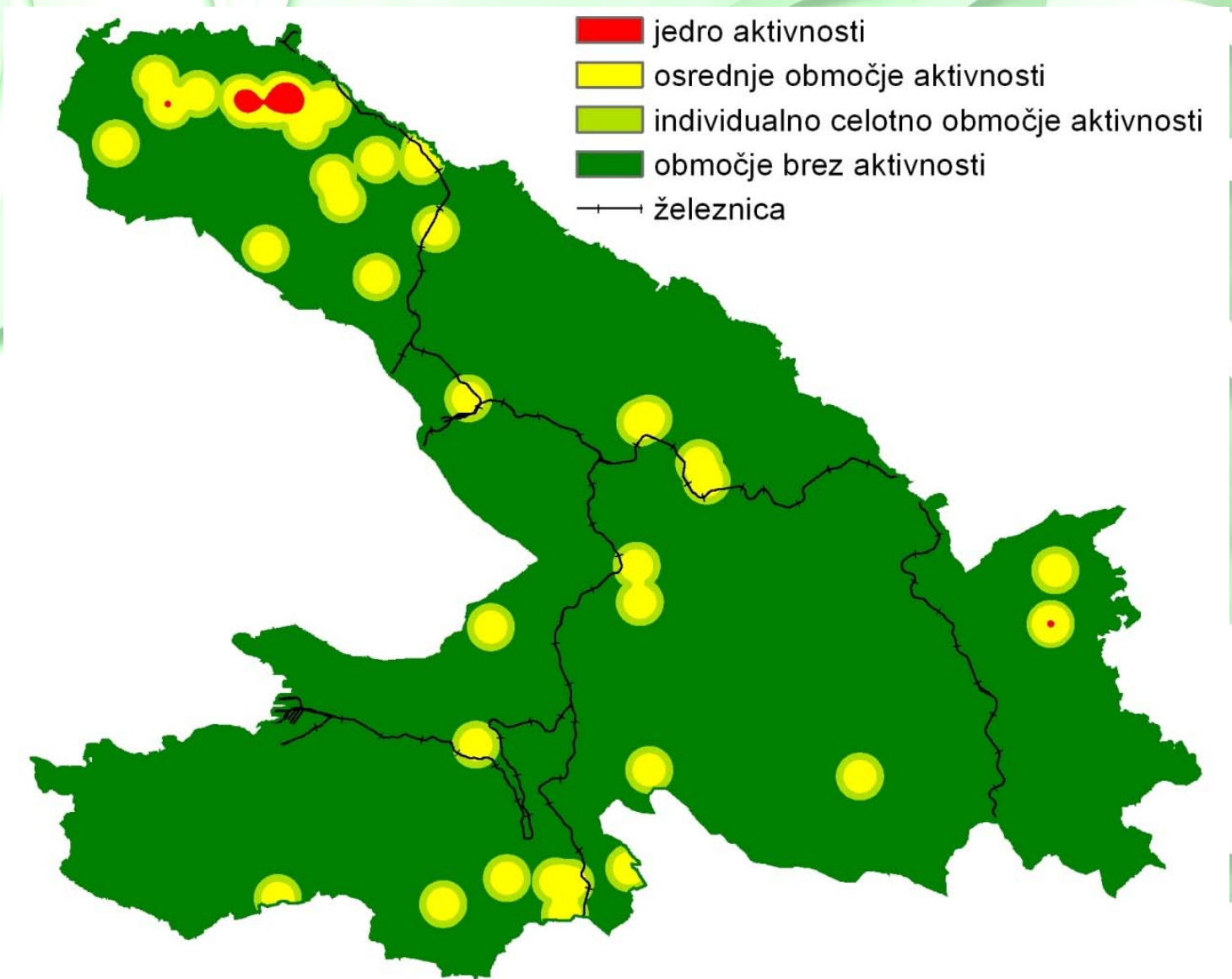
Analiza gostote obravnava izbrane lastnosti prostorskih pojavov (točkovnih ali linijskih) in določi njihov vpliv na obravnavanem področju.

METODA JEDRNE GOSTOTE (*kernel density*) ponazarja, kje so lokacije preteklih požarov zgoščene

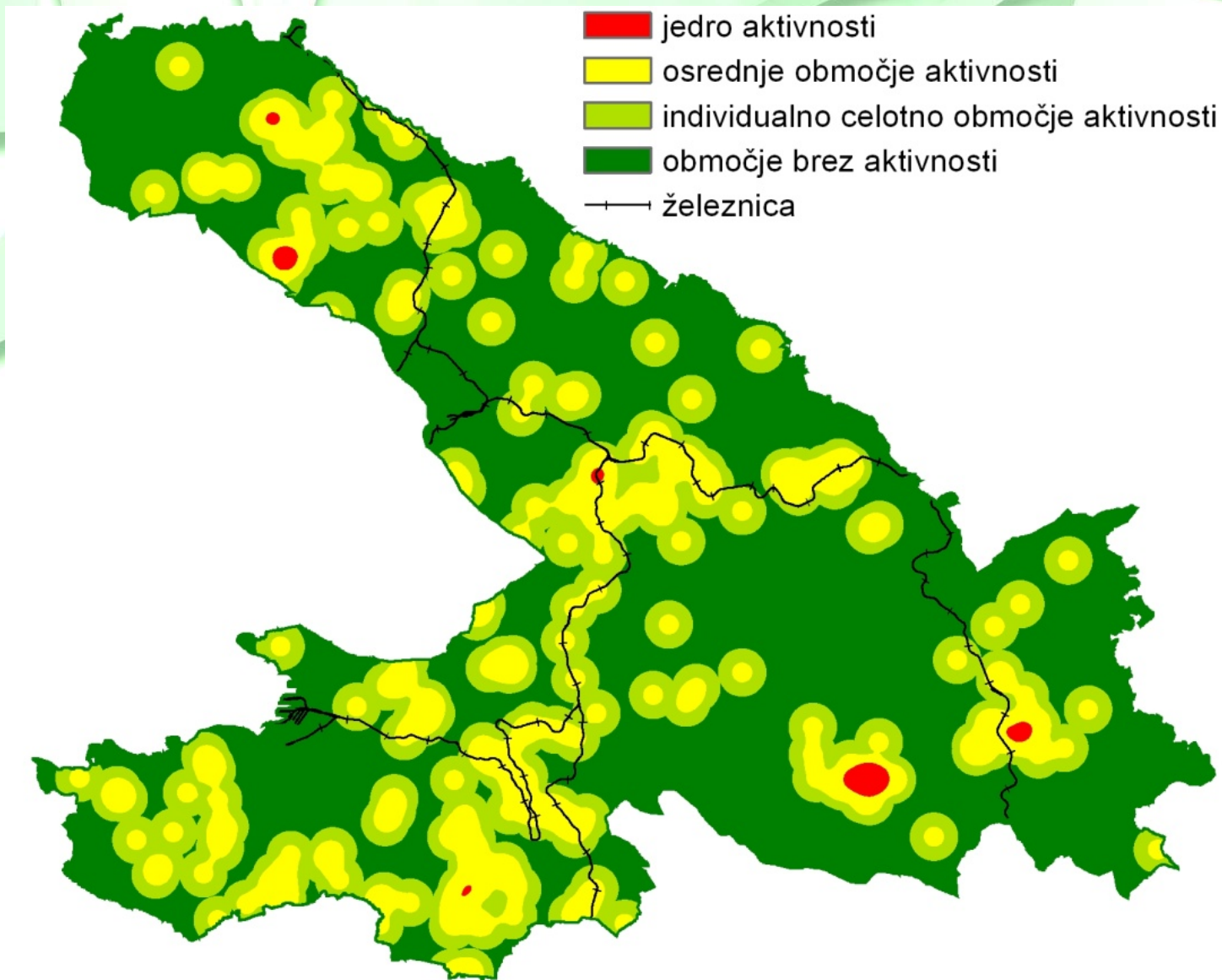
Pojavljanje vseh gozdnih požarov



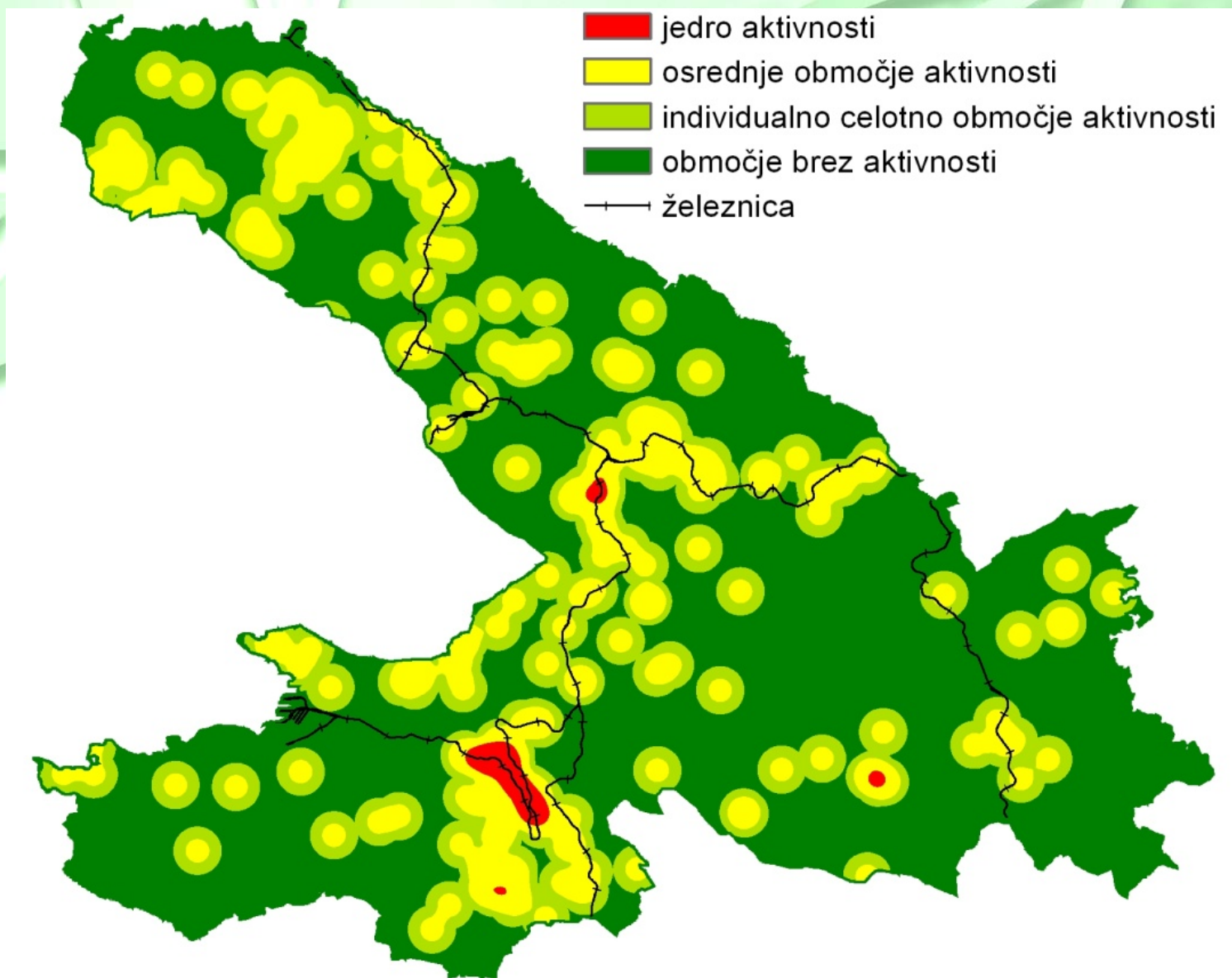
Pojavljanje gozdnih požarov naravnega nastanka



Pojavljanje gozdnih požarov v februarju in marcu



Pojavljanje gozdnih požarov v juliju in avgustu



METEOROLOŠKI INDEKS POŽARNE OGROŽENOSTI GOZDOV - CFFWIS

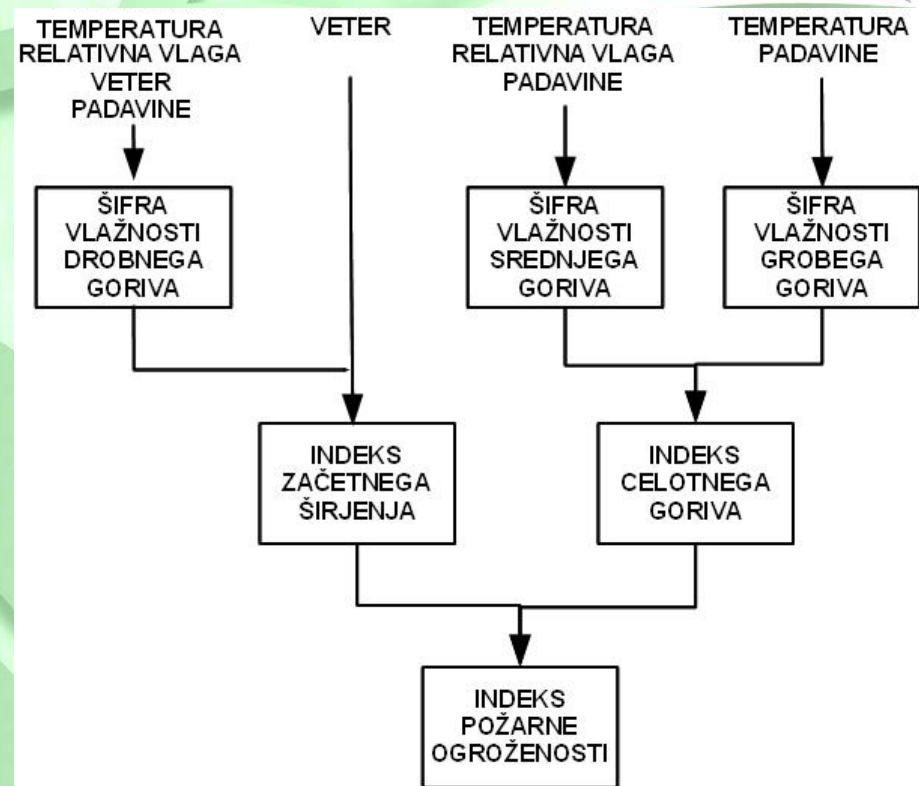
Meteorološke spremenljivke

- temperatura
- relativna vlažnost
- padavine
- veter

vplivajo na enostavnost vžiga, stopnjo širjenja in težavnost gašenja požarov.

Potrebne so za izračun šestih komponent vlažnosti goriva in širjenja požara:

- šifra vlažnosti drobnega goriva
- šifra vlažnosti srednjega goriva
- šifra vlažnosti grobega goriva
- indeks celotnega goriva
- indeks začetnega širjenja
- indeks požarne ogroženosti gozdov



Sistem zagotavlja številčno oceno verjetnosti nastanka gozdnega požara

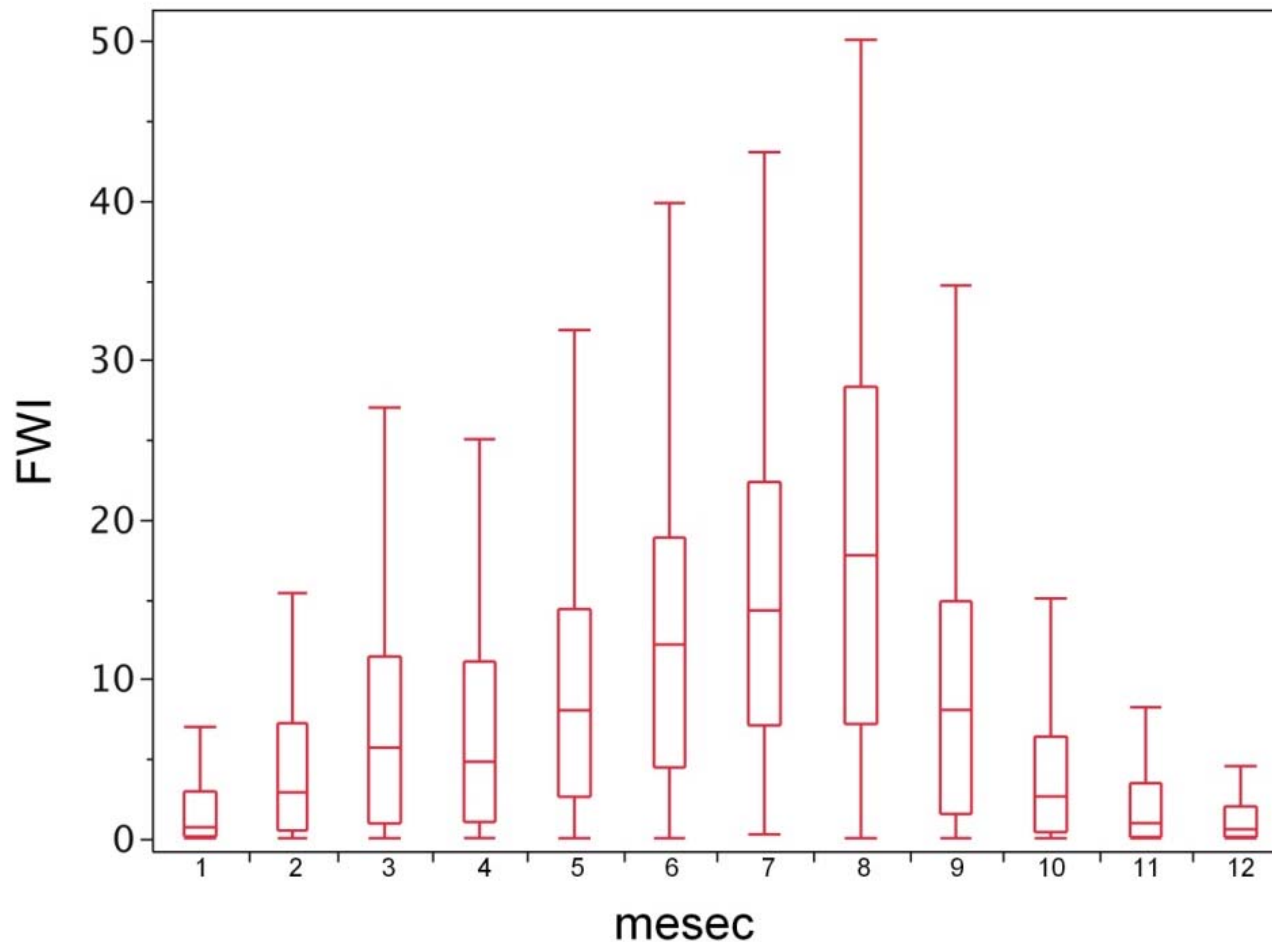
METEOROLOŠKI INDEKS POŽARNE OGROŽENOSTI GOZDOV - CFFWIS

- CFFWIS se navadno računa iz opazovanj merjenih ob 12. uri, vendar teh podatkov nismo imeli na voljo. Za izračun smo zato uporabili podatke meteoroloških meritev ob 14. uri (T, RH, P,W)
- Za izračun smo uporabili meteorološke podatke vremenskih postaj Bilje, Godnje, Postojna in Portorož - letališče
- Izračunali smo njihove povprečne vrednosti in iz njih izračunali komponente CFFWIS
- Vrednosti komponent CFFWIS smo izračunali za vsak dan od 1.01.1995 do 31.12.2009
- Na podlagi metode percentilov smo za indeks FWI določili pet stopenj požarne ogroženosti (Uredba o varstvu pred požarom v naravnem okolju)

<i>Stopnja požarne ogroženosti</i>	<i>Požarna ogroženost</i>	<i>Razred (percentili)</i>
5	zelo velika	97,5
4	velika	90
3	srednja	½ od 90
2	majhna	¼ od 90
1	zelo majhna	0

METEOROLOŠKI INDEKS POŽARNE OGROŽENOSTI GOZDOV - CFFWIS

Maksimalne, 75 percentil, mediana, 25 percentil in minimalne vrednosti indeksa FWI



METEOROLOŠKI INDEKS POŽARNE OGROŽENOSTI GOZDOV - CFFWIS

Delež dni s požarno aktivnostjo se povečuje v povezavi s povečano požarno ogroženostjo. Povprečno dnevno število požarov se povečuje s stopnjo požarne ogroženosti. Zelo velika požarna ogroženost je prav tako povezana z največjimi dnevnimi pogorelimi površinami in največjimi požari.

<i>Stopnja požarne ogroženosti</i>	<i>Spodnja meja razreda FWI</i>	<i>% dni s požarno aktivnostjo</i>	<i>Število požarov dan⁻¹</i>	<i>Pogorele površine (ha dan⁻¹)</i>	<i>Povprečna velikost požara (ha)</i>
Zelo velika	31,5	53,6	1,04	19,12	18,31
Velika	21,5	33,7	0,49	1,32	2,68
Srednja	10,7	14,7	0,21	1,65	7,80
Majhna	5,4	13,5	0,19	0,84	4,40
Zelo majhna	0	3,7	0,05	0,16	3,43

Stopnje požarne ogroženosti in požarna aktivnost na študijskem območju

METEOROLOŠKI INDEKS POŽARNE OGROŽENOSTI GOZDOV - CFFWIS

Z uporabo logistične regresije smo ugotovili:

- s pojavljanjem požarov je najbolj povezan indeks ISI, ki združuje vpliv vlažnosti drobnega odmrlega goriva in hitrost vetra. To nakazuje, da je pojavljanje požarov bolj odvisno od trenutnega vremena (relativna vlaga, temperatura zraka in veter) kot od pojava suše.
- dneva, v katerem se bo zgodil požar ne moremo napovedati, ker je premajhno število požarov

Z uporabo klasifikacijskega drevesa smo določili vpliv trenutnih vremenskih razmer (izražene skozi indeks ISI) in pogojev za nastanek suše (izražene skozi indeks BUI) na pojavljanje požarov. Pokazala se je prevladujoča vloga trenutnih vremenskih razmer na pojavljanje požarov, saj je indeks ISI pojasnil 78,5% vseh variacij.

MODEL POJAVLJANJA GOZDNIH POŽAROV

Model potencialnega (dolgoročnega) pojavljanja gozdnih požarov smo izdelali na podlagi značilnosti gozdnih sestojev z uporabo prostorskih statističnih metod (metoda najmanjših kvadratov – Ordinary Least Squares - OLS, geografsko utežena regresija – *Geographically Weighted Regression - GWR*).

Za vsak gozdni sestoj smo določili značilnosti oz. neodvisne spremenljivke:

- razvojna faza,
- sestojni sklep,
- vodilna drevesna vrsta glede na lesno zalogo,
- lesna zaloga na hektar (m^3/ha),
- delež listavcev glede na lesno zalogo (%),
- vrstna pestrost po Shannon-Wienerjevi funkciji,
- debelinska pestrost po Shannon-Wienerjevi funkciji,
- nadmorska višina sestoja (m).

Vsakemu sestoju smo glede na lokacijo gozdnega požara pripisali podatek o gozdnem požaru (1/0), ki je odvisna spremenljivka.

MODEL POJAVLJANJA GOZDNIH POŽAROV

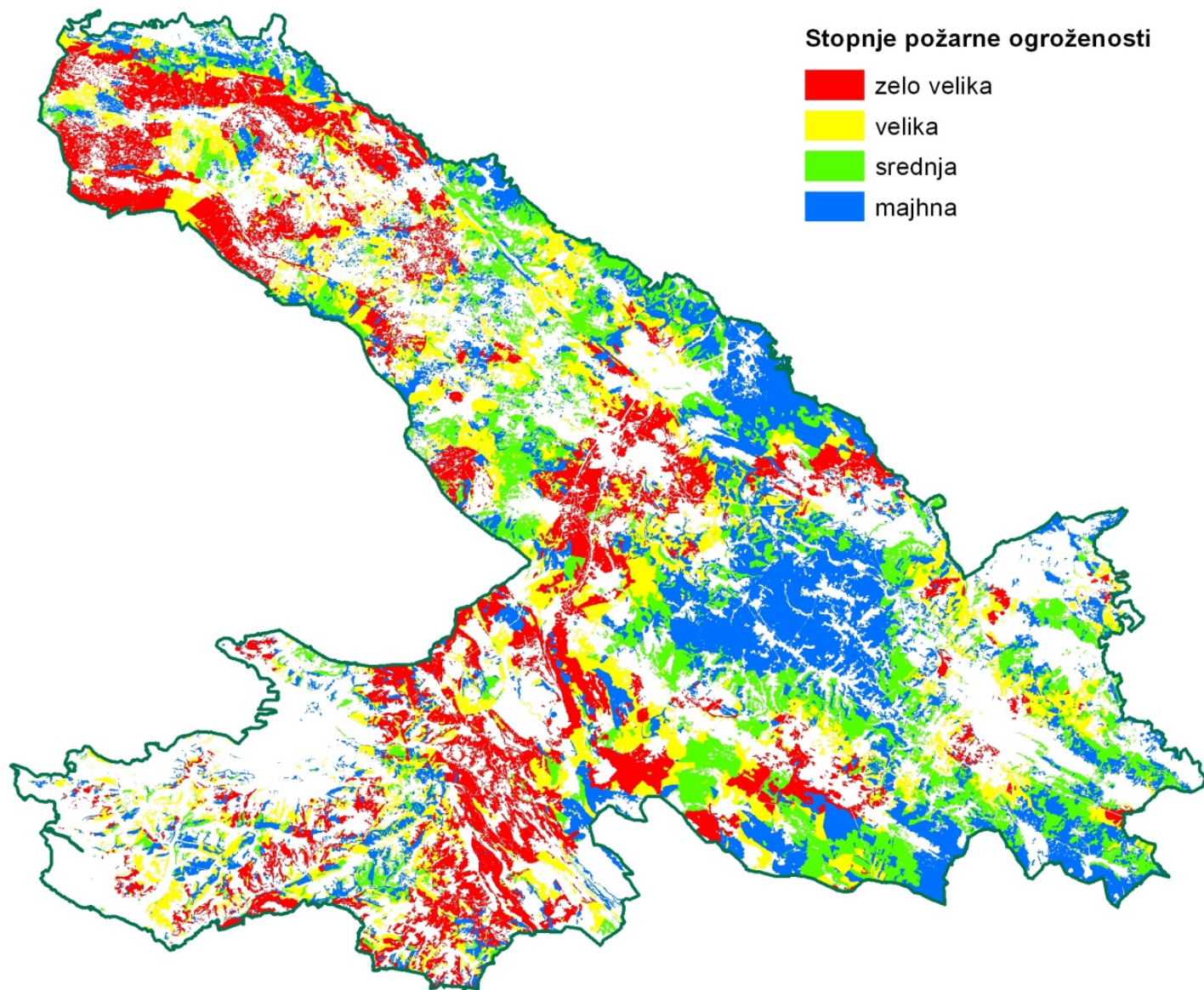
Najprej smo zgradili model pojavljanja gozdnih požarov z metodo najmanjših kvadratov (OLS). Izbranih osem neodvisnih spremenljivk je pojasnilo 1,30% spremenljivosti odvisne spremenljivke.

Med njimi so najpomembnejše spremenljivke, ki temeljijo na merilu statistične značilnosti koeficientov modela:

- *vodilna drevesna vrsta glede na lesno zalogo,*
- *lesna zaloga na hektar (m^3/ha),*
- *delež listavcev glede na lesno zalogo (%),*
- *vrstna pestrost po Shannon-Wienerjevi funkciji,*
- *nadmorska višina sestoja (m).*

Izbrane neodvisne spremenljivke smo uporabili pri izgradnji modela z geografsko uteženo regresijo. Najprej smo uporabili metodo GWR s fiksno kernelsko metodo. V tem primeru so neodvisne spremenljivke pojasnile 21,09% spremenljivosti odvisne spremenljivke.

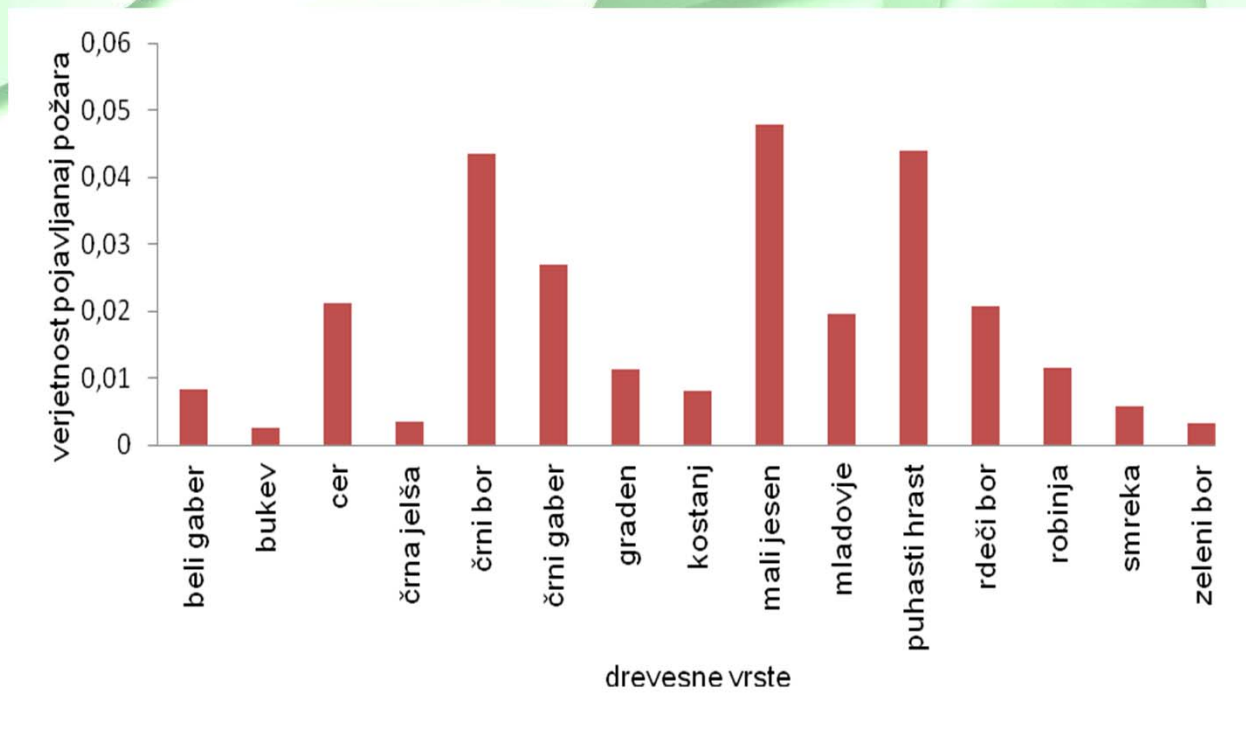
Stopnje pojavljanja gozdnih požarov GWR metode s fiksno kernelsko metodo



Površina gozdov z zelo veliko in veliko stopnjo požarne ogroženosti je 41.795 ha (49% vseh gozdov) od tega je gozdov z zelo veliko stopnjo požarne ogroženosti 23.085 ha (27% vseh gozdov).

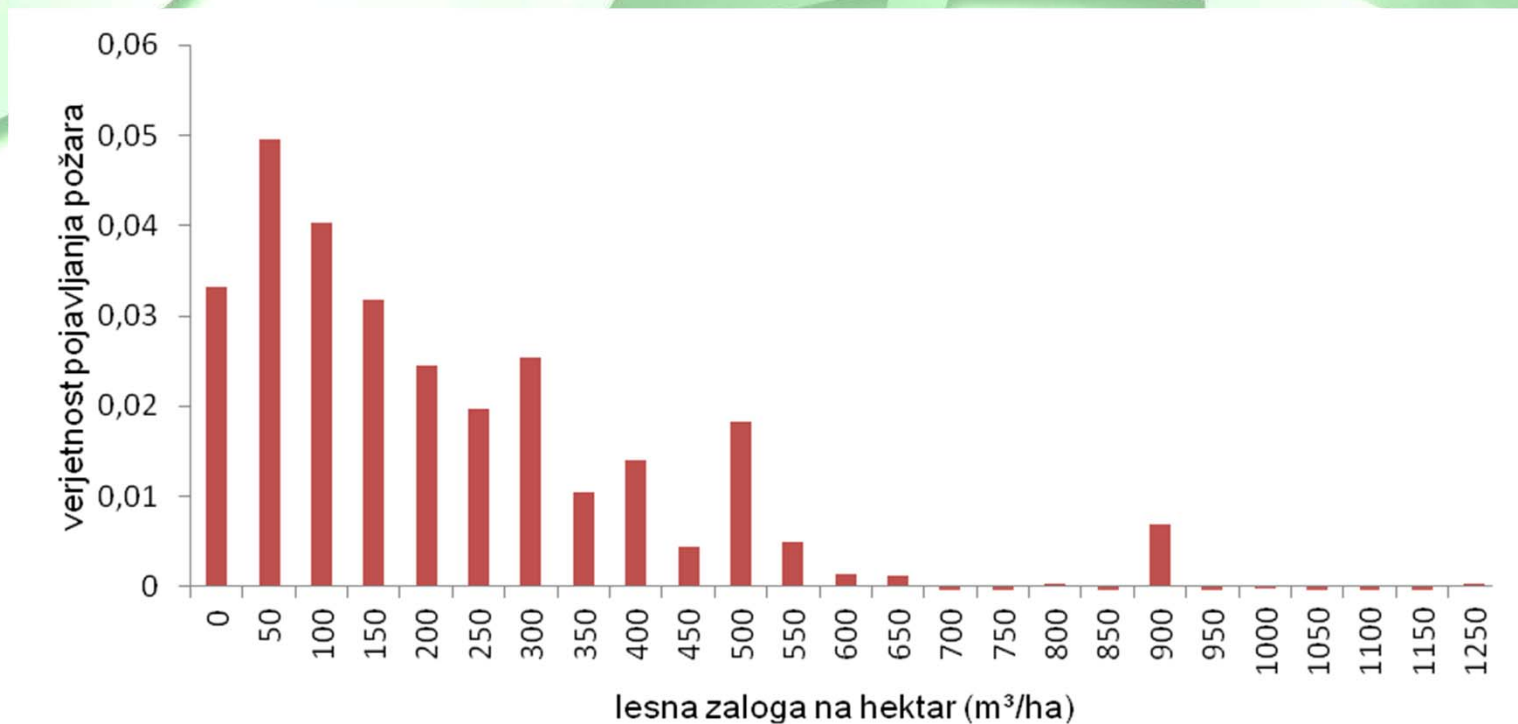
MODEL POJAVLJANJA GOZDNIH POŽAROV

Verjetnost pojavljanja požarov v gozdnem sestoju glede na model



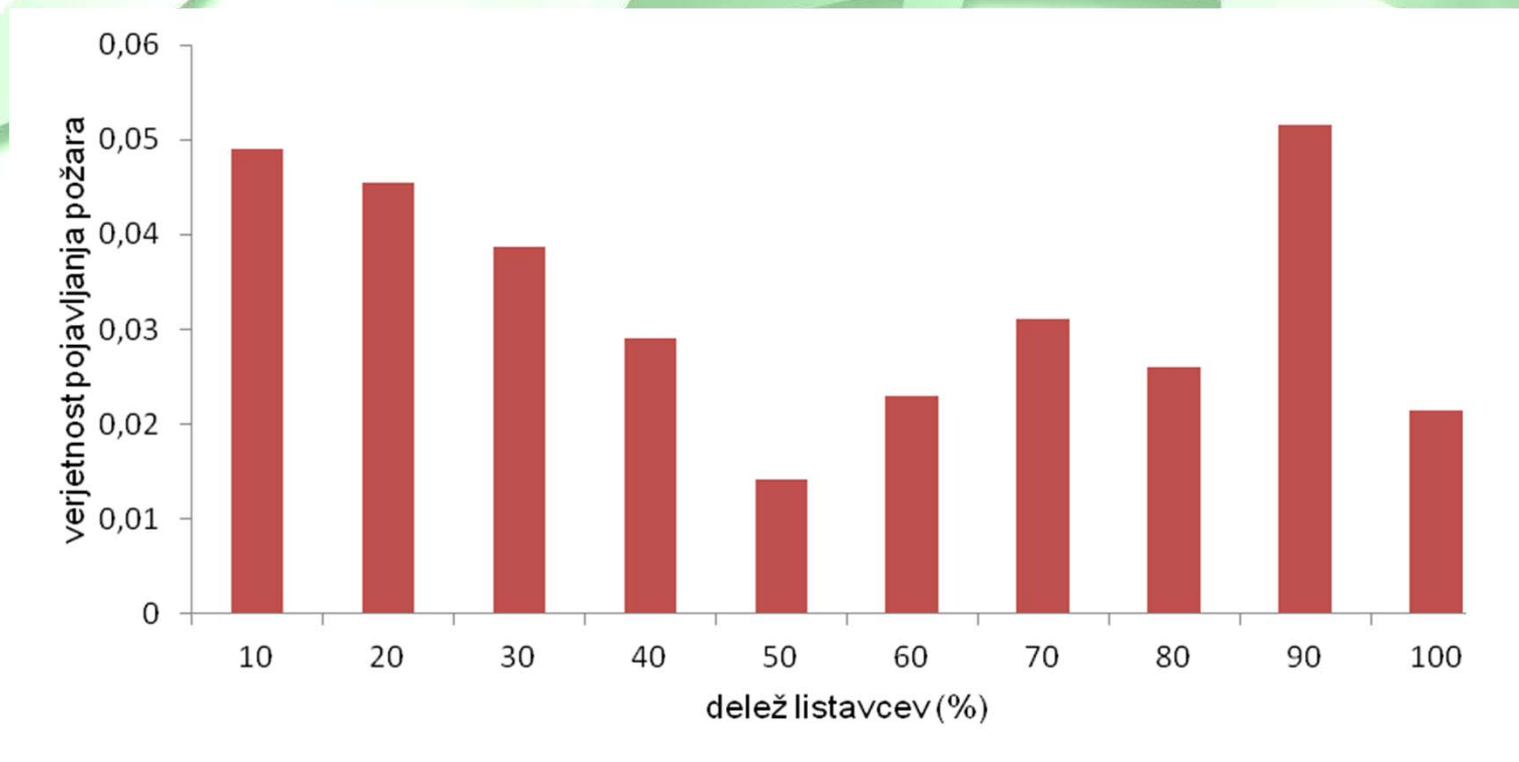
MODEL POJAVLJANJA GOZDNIH POŽAROV

Verjetnost pojavljanja požarov v gozdnem sestoju glede na model



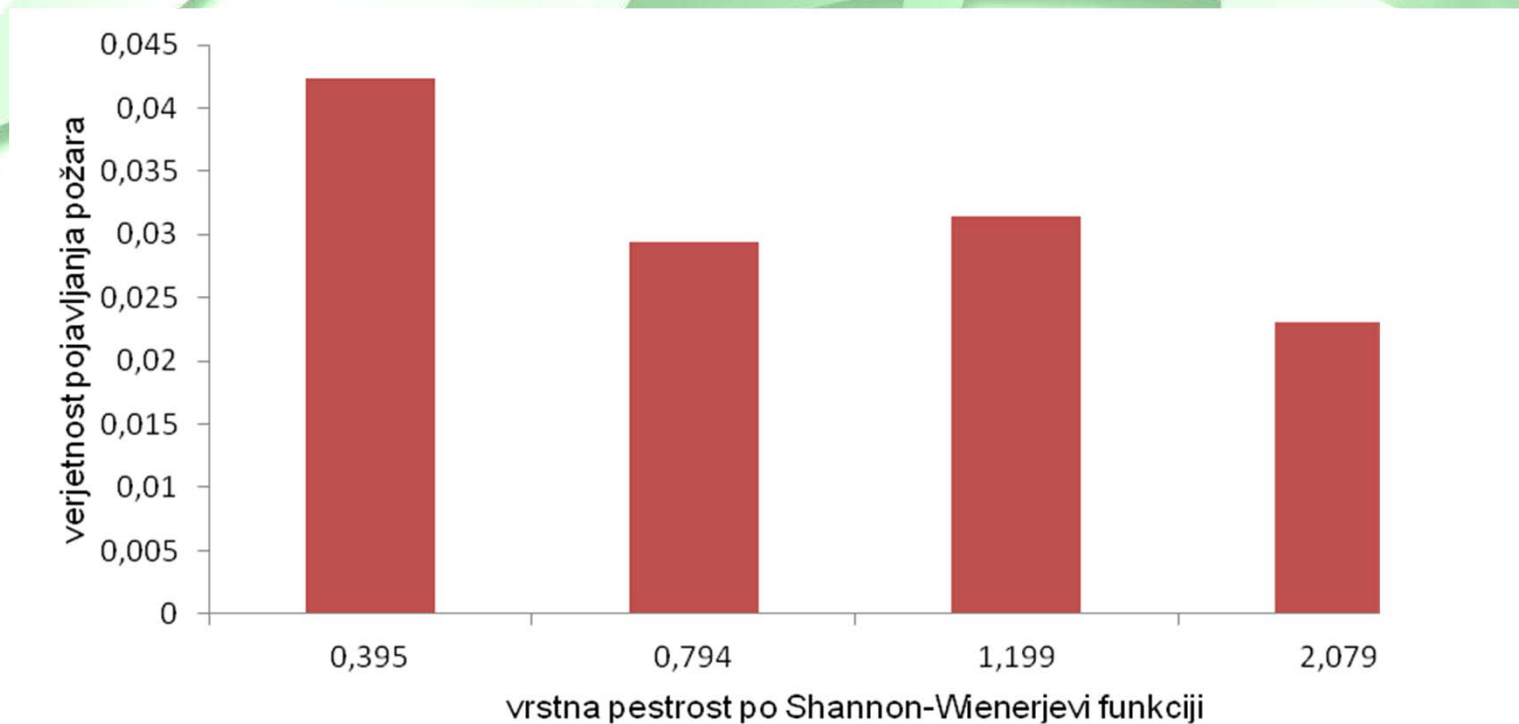
MODEL POJAVLJANJA GOZDNIH POŽAROV

Verjetnost pojavljanja požarov v gozdnem sestoju glede na model



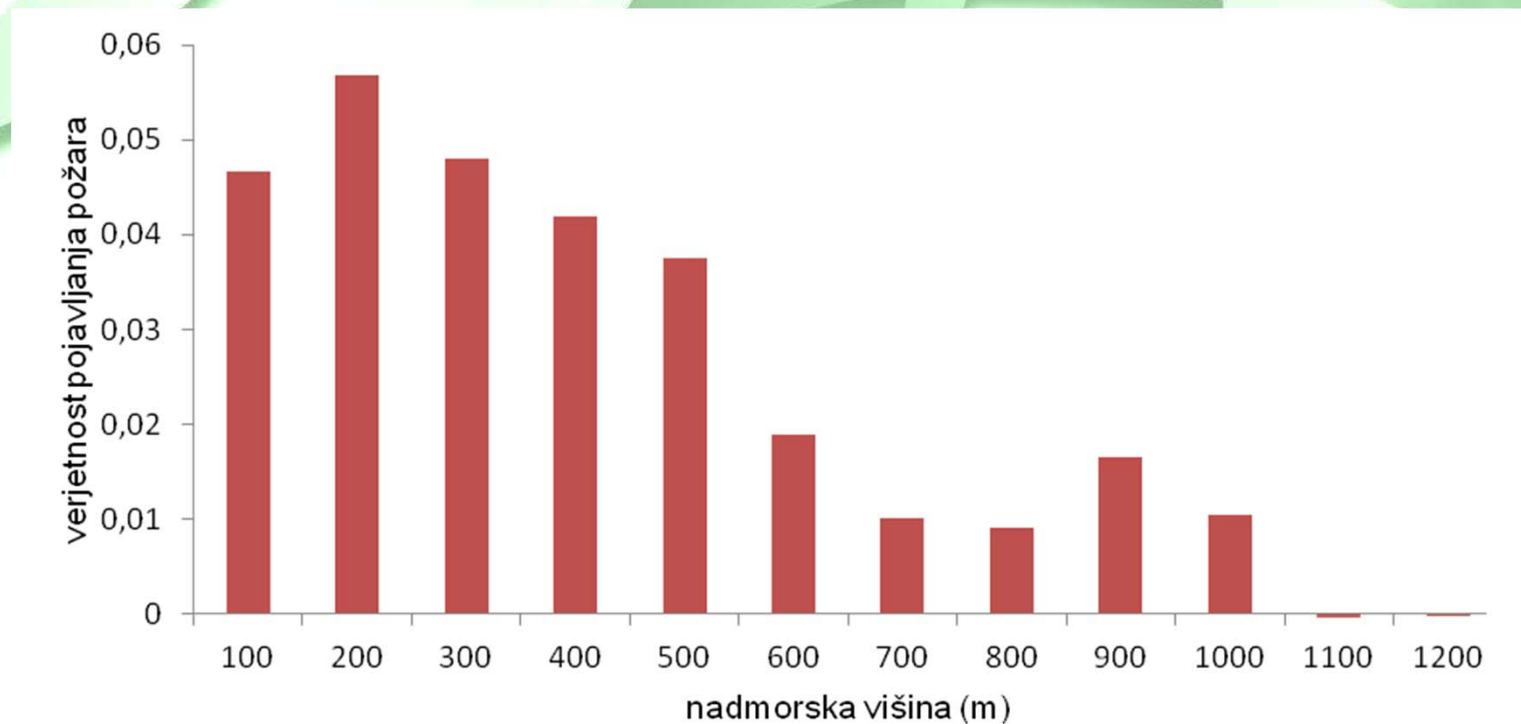
MODEL POJAVLJANJA GOZDNIH POŽAROV

Verjetnost pojavljanja požarov v gozdnem sestoju glede na model

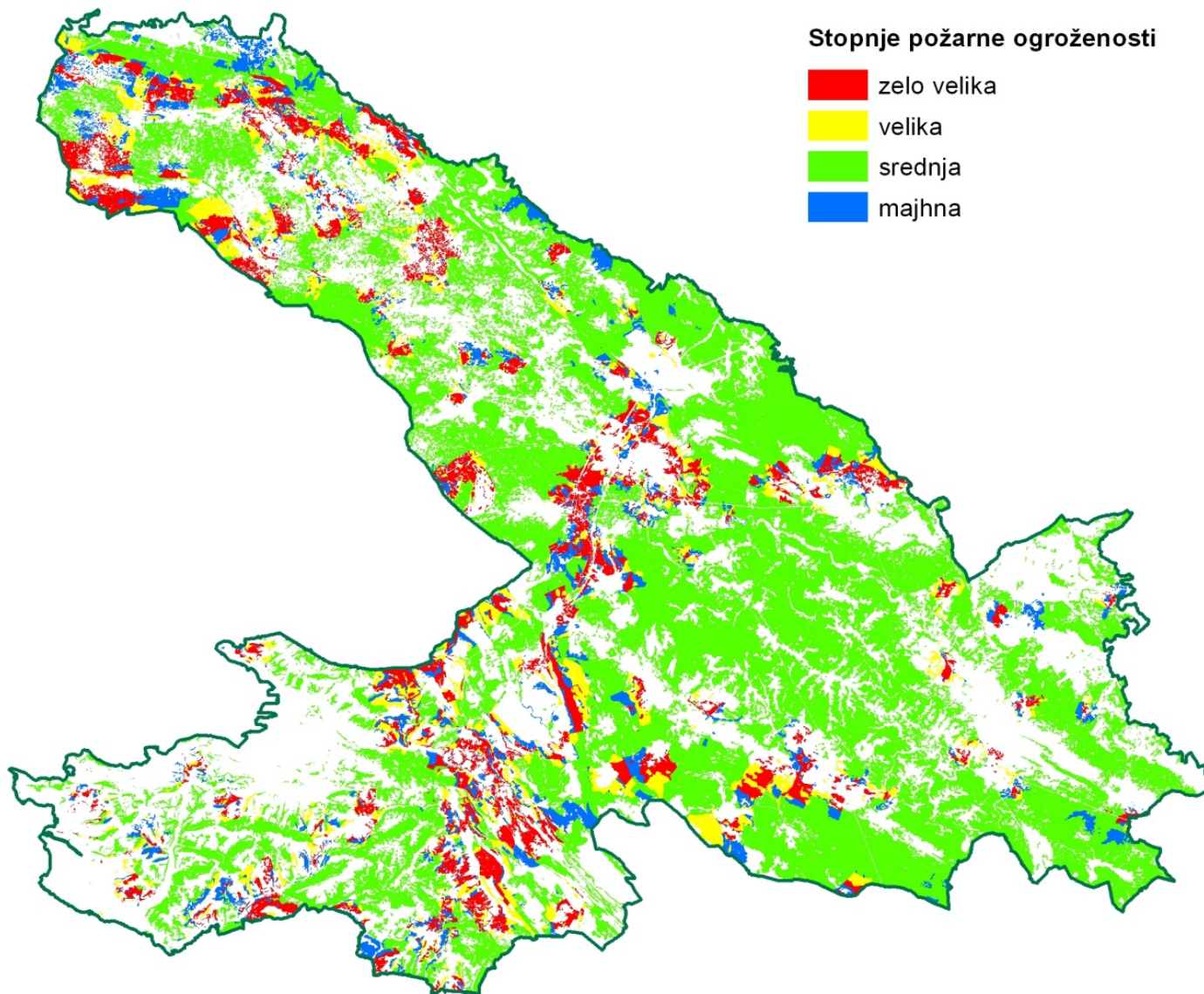


MODEL POJAVLJANJA GOZDNIH POŽAROV

Verjetnost pojavljanja požarov v gozdnem sestoju glede na model



Stopnje pojavljanja gozdnih požarov GWR modela s prilagodljivo kernelsko metodo



Zelo velika stopnja požarne ogroženosti je izračunana za 991 gozdnih sestojev, ki pokrivajo 9887,44 ha (12%) gozdov.

MODEL POJAVLJANJA GOZDNIH POŽAROV

Rezultate metode GWR s prilagodljivo kernelsko metodo (zelo velika stopnja požarne ogroženosti) smo primerjali s preteklo požarno aktivnostjo v letih 2010-2011 (lokacije požarov).

V letih 2010 in 2011 je bilo s strani ZGS zabeleženih 118 gozdnih požarov (31 v letu 2010 in 87 v letu 2011). Od tega se jih je, glede na njihovo lokacijo, 55 (47%) pojavilo v gozdnih sestojih. Izmed teh gozdnih požarov se jih je 34 (62%) pojavilo v gozdnih sestojih z izračunano zelo veliko stopnjo požarne ogroženosti.

Ugotovili smo, da se je v preteklih dveh letih 62% gozdnih požarov, ki imajo glede na sestojne karte, svoj začetek v gozdu, pojavilo v gozdnih sestojih, za katere smo z modelom izračunali zelo veliko stopnjo požarne ogroženosti. Ti gozdni sestoji pokrivajo 12% gozdnih površin na Kraškem GGO.

NAPOVEDOVANJE ŠIRJENJA GOZDNIH POŽAROV

Za napovedovanje širjenja gozdnih požarov potrebujemo podatke o:

- gorivih
- topografiji
- meteoroloških spremenljivkah

Goriva:

- predstavljajo osnovno komponento požarne ogroženosti
- potrebno je poznati njihovo horizontalno in vertikalno razporeditev
- opredeljena so glede na fizikalne značilnosti (npr. količina, globina, višina in gostota) vse žive in odmrle biomase, ki prispevajo k širjenju, intenzivnosti in obsegu gozdnih požarov.

Tip goriva je definiran kot "razpoznavna asociacija kurilnih elementov posebnih zvrsti, oblik, velikosti, porazdelitve in kontinuitete, ki kažejo značilno požarno širjenje ob definiranih pogojih vžiganja".

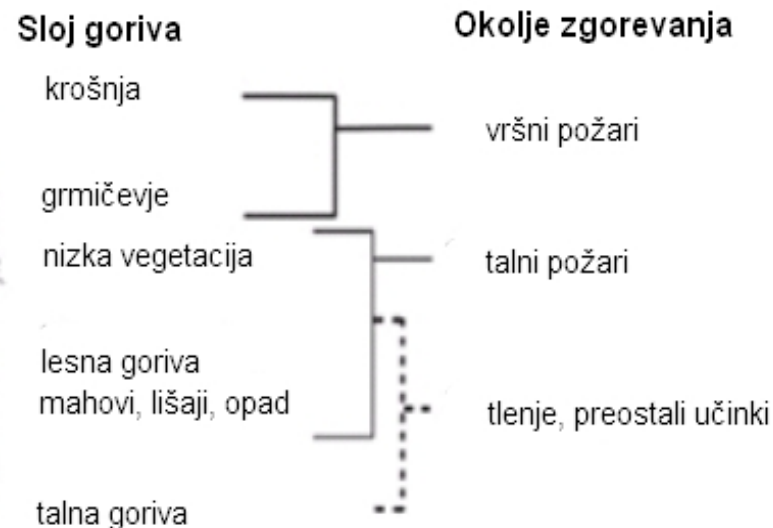
NAPOVEDOVANJE ŠIRJENJA GOZDNIH POŽAROV

Opisovanje lastnosti goriv je potrebno začeti s tistimi fizičnimi lastnostmi, ki vplivajo na način gorenja materiala: količina, oblika, strnjenost in razporeditev goriv. Povezane so z načinom rasti vegetacije in se tradicionalno razdelijo na tri vrste:

➤ goriva v krošnjah (zračna goriva): živ in odmrl material v drevesnih krošnjah,

➤ površinska goriva: trava, grmičevje, opad in odmrla lesna masa v stiku s tlemi,

➤ talna goriva: organski horizonti tal, korenine in gnijoči lesni ostanki v gozdnih tleh.



NAPOVEDOVANJE ŠIRJENJA GOZDNIH POŽAROV

Programi, ki simulirajo širjenje požara,

- BehavePlus
- FARSITE
- FlamMap
- Behave

zahtevajo kot vhodni podatek:

- karte tipov goriv, ki predstavljajo razporeditev, količino in stanje goriva, ki je na voljo za gorenje v požaru,
- topografijo,
- meteorološke spremenljivke.

Farsite (*Fire area simulator*) zagotavlja podatkovne sloje v geografskih informacijskih sistemih in podatke o vremenu za izdelavo kart širjenja ognja in njegove intenzivnosti.



NAPOVEDOVANJE ŠIRJENJA GOZDNIH POŽAROV

Izdelava natančne karte tipov goriv zahteva veliko terenskega dela, ki je podprto z metodami daljinskega zaznavanja in uporabo GIS tehnologije. Narejenih je bilo več modelov goriv, ki se uporabljajo v različnih službah za upravljanje gozdnih požarov.

Sistem klasifikacije goriv	Število tipov goriv	Požarni /odločitveni model	Država nastanka
NFDRS tipi goriv	20	NFDRS/Rothermel-ov model širjenja požarov	ZDA
NFFL tipi goriv	13	BEHAVE in FARSITE Rothermel-ov model širjenja požarov	ZDA
FCCS	216	Modeli širjenja požarov Modeli posledic požarov	ZDA
McArthur-jevi tipi goriv	3	McArthur-jev sistem napovedovanja požarne ogroženosti (za gozdove in travnike)	Astralija
FBP tipi goriv	16	Kanadski FBP sistem	Kanada
Prometheus tipi goriv	7	Rothermel-ov model širjenja požarov	Evropa – mediteranske države

NAPOVEDOVANJE ŠIRJENJA GOZDNIH POŽAROV

Posamezen tip goriva znotraj modela vsebuje naslednje parametre:

a) lastnosti delcev goriv:

- vsebnost toplote ali toplotni efekt (kJ/kg),
- vsebnost mineralnih snovi (%),
- gostota delcev goriva (kg/m³),

b) razporeditev goriv:

- količina goriva (t/ha):

 ⌘ za odmrlo lesno biomaso: glede na razrede časovnega zamika
 1-h, 10-h, 100-h, 1000-h,

 ⌘ za živo biomaso: za zelnato vegetacijo in grmičevje,

- oblika goriva (m⁻¹) za odmrlo lesno biomaso za razred časovnega zamika 1-h

ter za zelnato vegetacijo in grmičevje,

- globina goriva (cm),

c) parametri povezani z okoljem:

- hitrost vetra (m/s) ali faktor prilagoditve hitrosti vetra,

- vsebnost vlage v živem in odmrlem gorivu (%),

- naklon terena (°)

NAPOVEDOVANJE ŠIRJENJA GOZDNIH POŽAROV

Podatki, ki jih je potrebno izmeriti na terenu, so:

- odmrlo lesno gorivo: globina (cm) in količina po razredih časovnega zamika: 1-h, 10-h, 100-h, 1000-h,
- neolesenela vegetacija: količina v razredu časovnega zamika 1-h, višina (cm) in pokrovnost glavnih vrst (%),
- opad (iglice, storži, lubje, listje): količina po razredih časovnega zamika 1-h, 10-h, višina (cm) in pokrovnost (%),
- grmičevje: količina za razred časovnega zamika 1-h, višina (cm) in pokrovnost glavnih vrst (%),
- nadstojna in podstojna drevesa: premer drevesa (cm), višina (m), temeljna višina krošnje (m), zastornost krošenj (%),
- sušice: premer drevesa (cm), višina (m), stopnjo razkrojenosti.

Pregled gozdarskih podatkovnih zbirk je pokazal, da trenutno ne moremo zgraditi modela tipov goriv.

Ostale parametre, ki jih še potrebujemo v modelih tipov goriv so:

vsebnost mineralnih snovi,
oblika goriva,
vsebnost toplote,
vsebnost vlage v odmrlem gorivu,
vsebnost vlage v živem gorivu
naklon terena (°).

Te parametre lahko povzamemo tudi iz literature.

NAPOVEDOVANJE ŠIRJENJA GOZDNIH POŽAROV

V programih za napovedovanje širjenja gozdnih požarov se kot vhodni podatek zahteva tudi prostorski prikaz modela tipov goriv. Na karti so prikazana območja goriv in njim pripisan model tipov goriv.

Območje tipa goriva = gozdni sestoj

Pregled in primerjava pojmov gozdni sestoj in območje goriva je pokazal na njuno podobnost v razlikovanju vegetacije od okolice. Gozdni sestoji s svojimi značilnostmi vplivajo na količino zračnega, površinskega in talnega goriva. Te značilnosti so drevesna sestava, razvojna faza, sestojni sklep, število dreves (gostota), lesna zaloga in temeljnica.

ZAKLJUČEK

CFFWIS sistem za napovedovanje dejanske požarne ogroženosti iz vidika pojavljanja požarov je na Kraškem GGO uporaben. Predvsem za napovedovanje zelo velike požarne ogroženosti naravnega okolja.

Rezultati modelov pojavljanja gozdnih požarov na podlagi značilnosti gozdnih sestojev se lahko uporabijo za razvrščanje gozdov v štiri stopnje požarne ogroženosti (ZGS) in kot pomoč gasilcem, da se usmerijo na bolj požarno ogrožena območja.

Napovedovanje širjenja požarov je povezano z gozdnimi gorivi. Predlagamo pristop, da se uporabi obstoječe modele tipov goriv, ki se jih pripiše gozdnim sestojem. Ta pristop ne nudi najboljših rezultatov, potrebno se je zavedati njegove omejene uporabnosti, hkrati pa omogoča hitro in cenovno ugodno izdelavo ter spoznavanje lastnosti tipov goriv in sistemov napovedovanje širjenja požarov.



Hvala za vašo pozornost