

УТИЦАЈ ПАДАВИНА НА УГРОЖЕНОСТ ШУМА ОД ПОЖАРА НА ПОДРУЧЈУ НЕГОТИНА

СТАНИМИР ЖИВАНОВИЋ¹
ДЕСИМИР ЈОВАНОВИЋ²
ДУШИЦА ПЕШИЋ²
ДАРКО ЗИГАР²

Извод: На настанак и развој шумских пожара, поред осталих параметара, велики утицај имају климатски услови и влажност горивог материјала. Тренд дефицита и суфицита дневних, месечних и годишњих атмосферских падавина утиче на влажност горивог материјала а тиме и на могућност настанка пожара. У раду је извршена упоредна анализа времена појављивања пожара и тренда дефицита и суфицита падавина. Анализе су извршене на основу података метеоролошких мерења количине падавина и статистичких података о регистрованим шумским пожарима у региону Неготина за период 1991-2008. године. Доказано је да се периоди са дефицитом падавина, одређени помоћу метода дефицита и суфицита падавина, поклапају са периодима настанка шумских пожара.

Кључне речи: дефицит падавина, шумски пожар, Negotin

THE INFLUENCE OF PRECIPITATION ON VULNERABILITY OF FOREST FIRES
IN THE REGION OF NEGOTIN

Abstract: Forest fire incidence and development, among other conditions, are under great influence of climate conditions and fuel moisture. The trend of daily, monthly and annual deficit and surplus of atmospheric precipitation affects the fuel moisture and thus the possibility of fire occurrence. This paper presents the comparative analysis of the time of fire occurrence and the trend of precipitation deficit and surplus. The analyses are based on the meteorological measurement of precipitation and statistical data on registered forest fires in the area of Negotin over the period between 1991 and 2008. It was proved that the periods with precipitation deficit, determined by the method of precipitation deficit and surplus, coincided with the periods of occurrence of forest fires.

Key words: deficit of precipitation, forest fire, Negotin.

1. УВОД

Температурни режим даје основно обележје клими неког подручја, те посредно или непосредно делује и на вредности осталих метеоролошких параметара (релативну влажност ваздуха, количину падавина...). Температура ваздуха утиче на стање вегетације (садржај воде и сушење биљног покривача), као и на стварање услова за појаву и развој пожара (Ж и в а н о в и ћ, С. *et al.*, 2011). Међутим, са аспекта заштите животне средине количина падавина се може сматрати најваж-

1 мр Станимир Живановић, МУП Србије, Сектор за ванредне ситуације, Неготин

2 др Десимир Јовановић, ред.проф.; др Душица Пешић, доцент; мр Дарко Зигар, асистент; Факултет заштите на раду у Нишу Универзитета у Нишу

нијим климатским параметром. Како је већ утврђено, периоди са великим количинама падавина, као и сушни периоди, утичу на количину воде у природним водотоковима, влажност тла, принос усева, као и на вегетацију неког подручја (WMO, 1975; Lloyd - Hughes, B. *et al.*, 2002). Атмосферске падавине на одређеном подручју директно утичу на влажност ваздуха, а тиме и на процесе у биљкама (Алексић, B. *et al.*, 2004). Уколико је влажност већа, биљке узимају влагу из ваздуха и обрнуто, код ниског садржаја влажности ваздуха биљке су принуђене да одају своју влажност. Дужи временски периоди без падавина утичу на сушење вегетације, што погодује стварању услова за појаву пожара.

Шумски пожар представља неконтролисано сагоревање које се стихијски шири на отвореном простору под шумом. Шумски пожари већег или мањег обима директно и индиректно утичу на значајне материјалне штете и изазивају низ других нежељених ефеката, као што је трајно нарушавање животне средине.

Падавине утичу на влажност шумског горивог материјала, а тиме и на могућност његовог паљења и ширење пожара. Уколико је сушни период дужи, ризик од настанка пожара је већи. Периоди од 5 или више узастопних дана са падавинама $\leq 0,3$ mm сматрају се сушним периодима. Периоди без падавина, дужи од 10-15 дана сматрају се изузетно сушним периодима, што је честа појава на нашим просторима. Карактеристични су и вишемесечни периоди са веома мало падавина, нарочито у другом делу вегетационог периода (Спасова, Д. *et al.*, 1999). Дефицит влаге у земљишту, који је за наше климатске услове нарочито изражен у летњим месецима, јавља се не само у сушним, већ и у умерено влажним годинама.

Појава и трајање сушних периода су важан елемент у оцени ризика шума од пожара. Сушни периоди значајно повећавају могућност настанка пожара на отвореном простору. На основу анализе статистичких података о регистрованим шумским пожарима и количинама падавина током одређеног временског периода може се одредити вероватноћа и учесталост настанка пожара у зависности од количине падавина на одређеном подручју. На примеру региона Неготина утврђена је повезаност појављивања шумских пожара са количином падавина у истом временском периоду.

2. МЕТОД ЗА ОДРЕЂИВАЊЕ ДЕФИЦИТА И СУФИЦИТА ПАДАВИНА

За праћење количине падавина постоји неколико различитих индекса који одређују у којој мери је количина падавина у посматраном периоду одступила од дугогодишњег утврђеног просека. Један од њих је Палмеров индекс јачине суше (Palmer, W.C., 1965; Guttmann, N.B., 1998) који је био веома коришћен у свету. Овај индекс је прилично сложен, јер користи неколико параметара и претпоставки за различите временске скале.

Одређивање процента падавина је најједноставнија метода за одређивање количине падавина на одређеној локацији. Због тога је најподесније користити метод за израчунавање дефицита и суфицита падавина (ДСП) као непрекидну функцију времена (Радиновић, Д. 1979; Радиновић, Д. *et al.*, 2009).

Коришћењем метода дефицита и суфицита падавина може се одредити време трајања сушног или влажног периода. Метод се базира на сагледавању и упоређивању разматраних стварних количина падавина и средње очекиваних количина падавина за одређени временски период. Разлика $(R)_i$ између посматране и потенцијално очекиване количине падавина је непрекидна функција времена, тј.

$$(R)_i = (P - \bar{P})_i \quad (1)$$

где је P посматрана количина падавина, \bar{P} потенцијално очекивана количина падавина.

Дневни дефицит или суфицит падавина се може одредити на основу израза

$$(D_d)_i = T_d + \sum_{i=1}^n (P_d - \bar{P}_d)_i \quad (2)$$

где $i = 1, 2, \dots, n$ представља дане у месецу, n је укупан број дана у месецу, T_d представља дневни дефицит или суфицит падавина пренет из претходног месеца на месец који се разматра.

У складу са методом, месечни дефицит или суфицит падавина се може одредити на основу израза

$$(D_m)_j = T_m + \sum_{i=1}^m (P_m - \bar{P}_m)_j \quad (3)$$

где $j = 1, 2, \dots, m$, ($m=12$) представља месеце у години, T_d представља месечни дефицит или суфицит падавина пренет из претходног месеца.

За одређивање годишњег дефицита или суфицита падавина користи се израз

$$(D_g)_k = T_g + \sum_{i=1}^p (P_g - \bar{P}_g)_k \quad (4)$$

где је $k=1, 2, \dots, p$, p је број година.

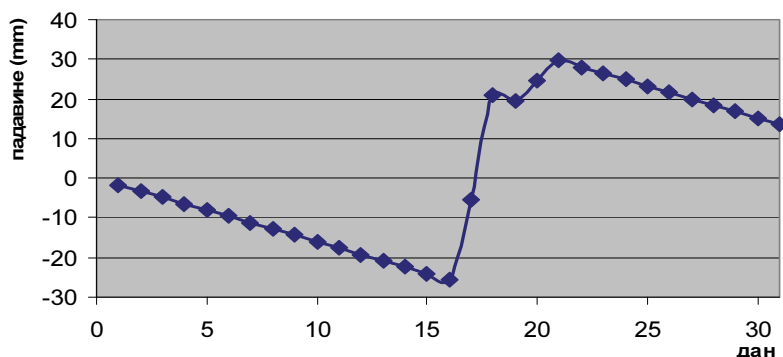
Одређене количине падавина могу значајно да промене њихов дефицит или суфицит за одређени временски период.

3. РЕЗУЛТАТИ

Користећи метод дефицита и суфицита падавина анализирани су количине атмосферских падавина у региону Неготина. Анализе су вршене на основу података хидрометеоролошке станице у Неготину за период од 1991. до 2008. године. С обзиром на чињеницу да на појаву шумских пожара у великој мери утичу и климатски услови, упоређивана је повезаност динамике појаве шумских пожара са количином падавина у посматраном периоду. За утврђивање повезаности појаве шумских пожара са дефицитом падавина коришћени су статистички подаци о броју регистрованих шумских пожара на подручју Неготина за исти временски период.

3.1. Дефицит и суфицит падавина

Динамика дневних вредности дефицита или суфицита атмосферских падавина за месец јул 2000. године приказана је на графикону 1.



Графикон 1. Падавине током јула 2000. године
Diagram 1. Precipitation during July 2000

На основу података приказаних на графикону 1, могу се уочити два периода. Први временски период је од 1. до 17. дана са мањком атмосферских падавина, док други период обухвата преосталих 14 дана у месецу јулу, када се бележи вишак падавина.

Табела 1. Месечни дефицит и суфицит падавина у Неготину током 2000. године
Table 1. Monthly deficit and surplus of precipitation in Negotin during 2000

Месец (j) Month (j)	$(P_m)_i$	$(\bar{P}_m)_j$	$(R_m)_j$	$(D_m)_j$
Јануар	34.2	44.6	-10.4	-10.4
Фебруар	14.1	31.2	-17.1	-27.5
Март	5.6	36.2	-30.6	-58.1
Април	62.1	51.8	10.3	-47.8
Мај	37.3	49.7	-12.4	-60.2
Јун	9.8	61.9	-52.1	-112.3
Јул	63.2	56.4	6.8	-105.5
Август	3.2	54.9	-51.7	-157.2
Септембар	75.7	53.6	22.1	-135.1
Октобар	2.9	50.2	-47.3	-182.4
Новембар	21.1	53.7	-32.6	-215.0
Децембар	21.4	66.5	-45.1	-260.1
Σ	350.6	610.7	-286.3	

Подаци о месечном дефициту и суфициту падавина у 2000. години за подручје Неготина, добијени на основу једначине (3), приказани су у табели 1. Вредности очекиваних месечних падавина у табели 1 су усвојене на основу просечних вредности месечних падавина за целокупни посматрани временски период од 1991. до 2008. године.

На основу података из табеле 1 види је да су током 2000. године, 9 месеци било са малом количином падавина, док је само током кратког периода од 3 месеца било више падавина. Током целе године, због чињенице да недостатак падавина у 9 месеци није могао да буде надокнађен вишком падавина током 3 месеца, исказан је мањак падавина $D_m < 0$. Исказани мањак падавина на крају године је еквивалентан

тан разлици између очекиваних годишњих количина и стварних количина падавина у тој години.

Резултати годишњих дефицита и суфицита падавина за истраживани период од 18 година приказани су у табели 2. Очекиване годишње количине падавина су усвојене на основу просечних годишњих количина падавина за посматрани период од 1991. године до 2008. године.

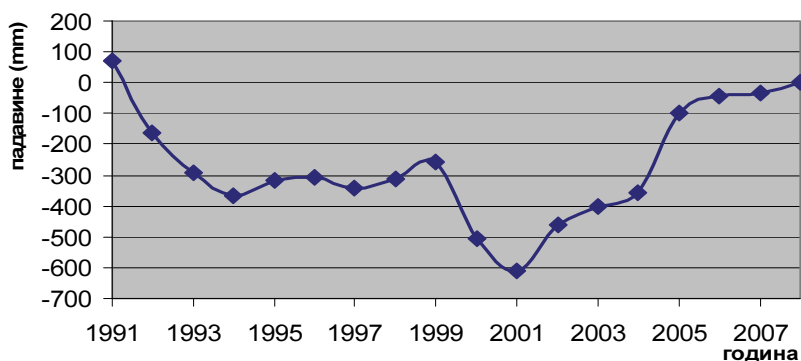
Табела 2. Падавине у Неготину на годишњем нивоу
Table 2. Annual precipitations in Negotin

Година (k) Year (k)	$(P_g)_k$	$(\bar{P}_g)_k$	$(R_g)_k$	$(D_g)_k$
1991	673.9	602.7	71.2	71.2
1992	367.7	602.7	-235.0	-163.8
1993	473.6	602.7	-129.1	-292.9
1994	528.8	602.7	-73.9	-366.8
1995	654.0	602.7	51.3	-315.5
1996	609.0	602.7	6.3	-309.2
1997	571.8	602.7	-30.9	-340.1
1998	630.5	602.7	27.8	-312.3
1999	658.9	602.7	56.2	-256.1
2000	350.6	602.7	-252.1	-508.2
2001	501.4	602.7	-101.3	-609.5
2002	748.6	602.7	145.9	-463.6
2003	665.8	602.7	63.1	-400.5
2004	644.0	602.7	41.3	-359.2
2005	863.4	602.7	260.7	-98.5
2006	657.0	602.7	54.3	-44.2
2007	613.5	602.7	10.8	-33.4
2008	636.8	602.7	34.1	0.7

Резултати приказани у табели 2 показују да је током временског периода од 1992. до 2007. године на подручју Неготина било дефицита падавина на годишњем нивоу ($D_g < 0$). Само током 1991. и 2008. године исказан је суфицит падавина ($D_g > 0$).

На основу података о измереним годишњим нивоима падавина, коришћењем методе дефицита и суфицита падавина добијени су резултати који указују на знатан суфицит у 1991. години и значајан дефицит падавина током 2001. године. Дефицит падавина за истраживани временски период износи од 31 до 252 mm годишње. Вишак падавина се креће од 6 до 261 mm по години.

На графикону 2 је приказан годишњи дефицит и суфицит атмосферских падавина за временски период од 1991. до 2008. године.

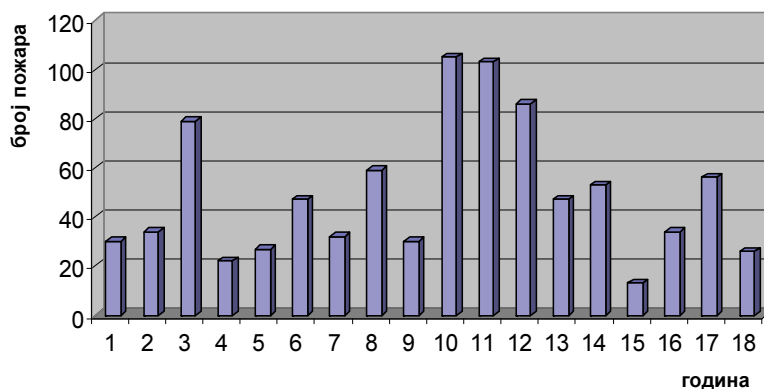


Графикон 2. Годишње падавине за период 1991-2008. године
Diagram 2. Annual precipitation in the period 1991-2008

3.2. Шумски пожари

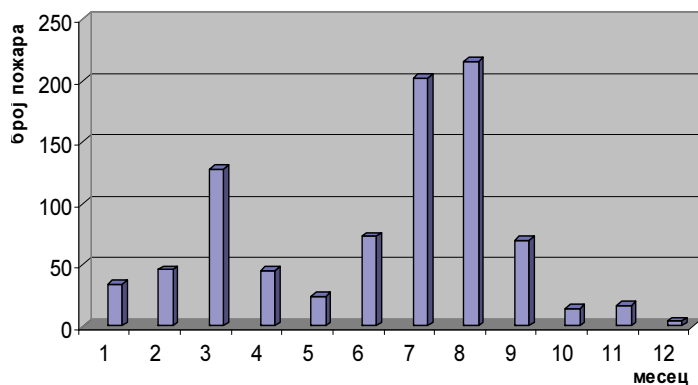
Статистички подаци о броју одиграних пожара указују на обим опасности и штета изазваних пожарима. Број регистрованих пожара у шумама и на шумском земљишту варира од године до године.

На графикону 3 су приказани подаци о регистрованим шумским пожарима у региону Неготина за период од 1991. до 2008. године. На основу приказаних података може се видети да се највећи број шумских пожара десио 2000. и 2001. године.



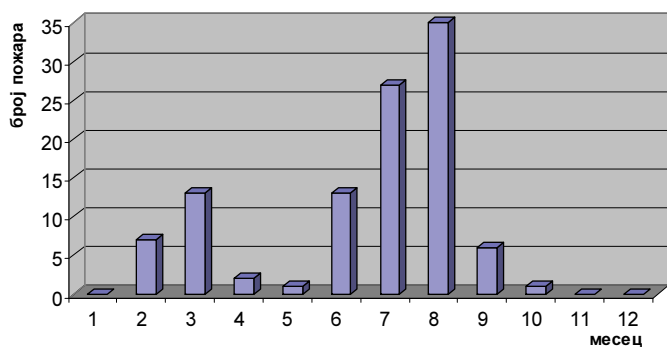
Графикон 3. Број шумских пожара по годинама за период 1991-2008.
Diagram 3. Number of forest fires per year in the period 1991-2008

Укупан број шумских пожара на подручју Неготина, по месецима појаве за временски период од 1991. до 2008. године, приказан је на графикону 4. Као што се може видети највећи број пожара се десио у августу, а потом у јулу и марту.

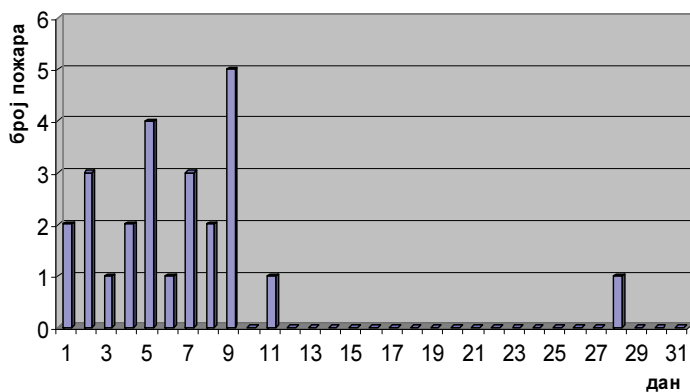


Графикон 4. Број шумских пожара по месецима за период 1991-2008. године
Diagram 4. Number of forest fires per months in the period 1991-2008

Број шумских пожара на подручју Неготина у 2000. години приказан је на графикону 5. На основу приказаних података види се да се највећи број пожара десио у јулу и августу.



Графикон 5. Број шумских пожара по месецима у 2000. години
Diagram 5. Number of forest fires per months in 2000



Графикон 6. Број шумских пожара по данима у јулу 2000. године
Diagram 6. Number of forest fires per days in July 2000

Шумски пожари по данима дешавања током јула 2000. године приказани су на графикаону 6. Као што се може видети, у првој половини месеца су се десили сви пожари, изузев једног пожара који се десио 28. јула.

4. ДИСКУСИЈА

Анализа података о количинама падавина на подручју Неготина, за период од 1991. до 2008. године показује опадајући тренд.

На основу података о стварним количинама падавина и података добијених коришћењем метода дефицита и суфицита падавина, као и статистичких података о броју регистрованих шумских пожара за разматране периоде, утврђена је повезаност појаве пожара са количинама падавина у истим временским периодима.

Највећи број шумских пожара на подручју Неготина регистрован је током 2000. и 2001. године (графикон 3), што је у потпуној корелацији са годишњим дефицитом падавина (графикон 2). Наиме, током 2000. године период највећег броја (105) регистрованих пожара поклапа се са периодом са најмањом количином падавина (350,6 mm). Са друге стране, најмањи број (13) регистрованих пожара десио се током 2005. године, када је измерена највећа количина падавина на годишњем нивоу (863,4 mm).

Посматрано на месечном нивоу, највећи број пожара у 2000. години је регистрован у августу и јулу (графикон 5), што се поклапа са недостатком влаге у земљишту у тим месецима проузрокованим дефицитом падавина (табела 1).

Анализа дневних вредности дефицита и суфицита падавина за јул 2000. године (графикон 1) показује два периода. Први период је између 1. и 17. јула са мањком падавина, а други између 17. и 31. јула са вишком падавина. На основу података о регистрованим шумским пожарима (графикон 6) уочава се појава пожара у првој половини јула 2000. године када је исказан дефицит падавина. Један пожар је регистрован крајем месеца, што указује на смањење влажности горивог материјала, јер од 21. јула није било падавина.

Периоди настанка шумских пожара се у потпуности подударују са сушним периодима. Вероватноћа настанка и развоја пожара је сведена на минимум у периоду суфицита падавина јер је изражена већа влажност земљишта, као и садржај влаге у горивом материјалу.

5. ЗАКЉУЧАК

Прорачун дефицита и суфицита падавина, према методологији непрекидне функције по времену, дефинише временске периоде када дефицит падавина обезбеђује услове за појаву и развој пожара.

Према овом методу, када је изражен недостатак падавина, могућност појаве шумских пожара је велика. Суфицит падавина изазива већу влажност земљишта и горивог материјала, тако да је вероватноћа настанка и развоја пожара сведена на минимум.

Климатски параметри обезбеђују почетне и граничне услове предикције могућности настанка и развоја шумских пожара, чиме се може дефинисати сезонска динамика појављивања пожара. Редовно праћење, проучавање и анализа климатских параметара омогућава сагледавање угрожености шумске вегетације од пожа-

ра. Очекиване глобалне климатске промене изискују потребу израде одговарајуће стратегије прилагођавања на измењене климатске услове, што ће допринети даљем развоју система заштите шума од пожара. Овом проблему се мора посветити довољно пажње и активности те, на тај начин, присутну опасност од шумских пожара смањити на прихватљив ризик.

ЛИТЕРАТУРА

- A л е к с и ћ, В., М и л у т и н о в и ћ, С., М а р и ћ, М., Ђ о р ђ е в и ћ, Н. (2004): Суша у Тимочкој крајини и њен утицај на биљну производњу. стр. 224-228, Зборник радова научно-стручног скупа са међународним учешћем Еколошка истина, Борско језеро.
- G u t t m a n, N.B. (1998): Comparing the Palmer drought index and the standardized precipitation index. *Journal of the American Water Resources Association*, Vol. 34:113–121, John Wiley & Sons.
- L o y d - H u g h e s, B., S a u n d e r s, M.A. (2002): A drought climatology for Europe. *International Journal of Climatology*, Vol. 22:1571–1592, John Wiley & Sons.
- P a l m e r, W.C. (1965): Meteorological drought. Research Paper No 45. US Department of Commerce Weather Bureau, Washington.
- R a d i n o v i ć, D. (1979): Vremenska prognoza. str. 266, University Press, Beograd.
- R a d i n o v i ć, D., Ћ u r i ć, M. (2009): Deficit and surplus of precipitation as a continuous function of time. *Theoretical and Applied Climatology*, Vol. 98, No. 1-2: 197-200, Springer.
- S p a s o v a, D., S p a s o v, P., M a k s i m o v i ć, S., J o v a n o v i ć, O. (1999): Characteristics of the Yugoslav Climate. pp. 155-170, Proceedings of Balkan Drought Workshop, Зајечар.
- Ž i v a n o v i ć, S., P e š i ć, D., Z i g a r, D. (2011): Influence of climate on vulnerability of forest fires in Northeast Serbia. pp. 123-127, Proceedings of Sixth scientific conference with international participation and exposition "The Civil Protection 2011", Sofia.
- WMO (1975): Drought and agriculture. Techn Note No 138
- МУП Србије, интерни документи
- Хидрометеоролошка станица у Неготину-интерни документи, Неготин

THE INFLUENCE OF PRECIPITATION ON VULNERABILITY OF FOREST FIRES IN THE
REGION OF NEGOTIN

Stanimir Živanović
Desimir Jovanović
Dušica Pešić
Darko Žigar

S u m m a r y

Precipitation in the region of Negotin was analysed by the method of precipitation deficit and surplus. Precipitation amounts were analysed for the period 1991-2008. The results show that there were long periods of precipitation deficit.

Taking into account that the precipitation deficit causes the lack of vegetation moisture content and affects its dying, the possibility of forest fire occurrence increases. The longer the dry period, the higher the fire risk. The analysis of data on the number of registered fires in the study area showed that the occurrence of fires coincided with the lack of precipitation.

The presented methodology for determining the dependence of fire frequency on the amount of precipitation can be applied to any geographic area.