

Izvorni znanstveni članak  
*Original scientific paper*

Prispjelo - *Received*: 17.07.2000.  
Prihvaćeno - *Accepted*: 12.09.2000.

UDK: 630\*111.8 + 181.8 (001)

**Juraj Medvedović \***  
**Janja Milković \*\***

## JESENSKA FENOFAZA ŠUMSKE VEGETACIJE NA MEDVEDNICI I VREMENSKE PRILIKE U 1999. GODINI

### *AUTUMN PHENOPHASE OF FOREST VEGETATION ON MEDVEDNICA AND WEATHER CONDITIONS IN 1999*

#### SAŽETAK

Jesenska fenofaza šumske vegetacije u 1999. godini je prema zapažanjima šumarskih stručnjaka nastupila kasnije nego prijašnjih godina. Stoga je 18. listopada 1999. godine obavljeno aerosnimanje dijela Medvednice iz zrakoplova..

Cilj snimanja bio je fotografski zabilježiti jesensku fenofazu šuma na Medvednici. Izrađene su aerofotosnimke na kojima se vidi kako je na dan snimanja (18. 10. 1999.) bila dominantna zelena boja lišća.

Kako bi se istražio uzrok toj izvanrednoj pojavi, analizirani su meteorološki podaci 1999. godine, za meteorološke postaje Zagreb-Grič i Puntijarka. Podaci su uspoređeni s podacima 30-godišnjih vrijednosti (1961.-1990.).

Utvrđeno je kako su srednje mjesečne temperature u 1999. godini bile više od 30-godišnjeg prosjeka. Na postaji Zagreb-Grič te razlike se kreću od 1°C (u kolovozu) do 2,7°C (u rujnu) dok je na Puntijarki taj raspon od 0,7°C (lipanj, srpanj, listopad) do 2,3°C (rujan). Cijelo razdoblje vegetacije bilo je toplije od višegodišnjeg prosjeka za 1,1°C (Puntijarka), odnosno 1,4°C (Zagreb-Grič).

Apsolutne maksimalne temperature zraka u svim su mjesecima bile niže od onih izmjerenih u dugogodišnjem nizu. Apsolutno najniže temperature zraka i u podnožju (Zagreb-Grič) i pri vrhu Medvednice (Puntijarka) bile su više u svim mjesecima, kao i za cijelu sezonu, od višegodišnjih apsolutnih minimalnih temperatura.

Oborine je bilo više od 30-godišnjeg srednjaka, a relativna vlažnost zraka bila je podjednaka onoj u višegodišnjem prosjeku.

Trajanje insolacije bilo je manje, a najveći manjak zabilježen je u ljetnim mjesecima pri vrhu Medvednice. Nedostatak sijanja Sunca baš u tim mjesecima, kad su dani dugi, nije nepovoljan za šumsku vegetaciju.

\* Dr. sc. Juraj Medvedović, Šumarski institut, Jastrebarsko

\*\* Mr. sc. Janja Milković, Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb

Zaključuje se kako su vremenske prilike u 1999. godini, a osobito temperatura u rujnu, bile glavni činitelj produženog razdoblja aktivnosti vegetacije.

**Ključne riječi:** šumske zajednice, aerofotosnimanje, fenofaza, klima, izvanredne vremenske prilike.

## UVOD

### INTRODUCTION

Šumska vegetacija je 1999. godine zadržala zelenu boju duže nego u prijašnjim godinama. U mjesecu rujnu, kad inače nastupa fenofaza promjene boje, tj. prirodno žućenje lišća, 1999. godine nastupa kasnije pa da je u drugoj polovici listopada još uvijek bila dominantna zelena boja šume. Pažnja je usmjerena na ovu izvanrednu pojavu.

18. listopada 1999. godine obavljeno je aerofotosnimanje šuma južnih obronaka Medvednice. Izrađen je niz od 31 fotografije s ciljem fotodokumentiranja fenofaze na dan snimanja.

Klima i vrijeme dugoročno i kratkoročno, ali bitno, utječu na opstanak, rast i razvoj vegetacije nekog kraja. Ako su klimatski uvjeti nepovoljni, vegetacija se bez čovjekove pomoći, a često niti uz nju, ne može duže održati. Vrijeme, odnosno pojedini meteorološki elementi, također mogu povoljno i nepovoljno, iako kratkoročno, utjecati na rast i razvoj vegetacije (PENZAR i PENZAR 1989). U danima bez sunca, uz prenisku ili previsoku temperaturu zraka i tla te kad je suša, odnosno kad nema oborina, uvjeti za fotosintezu su loši pa se izgradnja tvari usporava ili sasvim prekida. U takvim slučajevima proces razgradnje zaustavlja rast i razvoj vegetacije, a može nastati i prisilna zrioba pa i potpuno sušenje vegetacije. Kad ima dovoljno svjetlosti, topline i vode, fotosinteza se odvija nesmetano, a izgradnja tvari teče brzo.

Kako bi se vidjelo jesu li vremenske prilike tijekom vegetacijskog razdoblja u 1999. utjecale na kasniju promjenu boje šumske vegetacije na južnoj strani Medvednice, analizirani su meteorološki podaci s raspoloživih postaja (Puntijarka, pri vrhu i Zagreb-Grič u podnožju Medvednice). Kad se žele ocijeniti vrijednosti meteoroloških elemenata u pojedinim mjesecima ili godini, na nekom mjestu ili području, uobičajeno je te vrijednosti usporediti s 30-godišnjim srednjacima koji karakteriziraju prosječno stanje, odnosno klimu. To je učinjeno i u ovom slučaju.

Fenološka motrenja, tj. motrenja sezonskih promjena vegetacije na Medvednici provedena su sedam uzastopnih godina, od 1972. do 1978. godine (ILIJANIĆ, ŠUGAR, TOPIĆ, ŠEGULJA 1974, 1979, 1983). Istraživači su posebnu pažnju posvetili fenofezi listanja i njezinu odnosu prema temperaturi tla, trajanju vegetacijske sezone od listanja do promjene boje listova, te skraćivanju vegetacijske sezone porastom nadmorske visine.

Ciljevi su istraživanja u 1999. godini bili izrada fotodokumentacije jesenske fenofaze šumske vegetacije i utvrđivanje mogućih uzroka produžene aktivnosti vegetacije. Znanstvena primjena istraživanja prilog je poznavanju utjecaja klime na

šumsku vegetaciju, a praktična je primjena dopuna evidencije ekoloških prilika staništa pri izradi šumsko-gospodarskih osnova.

Aerofotosnimanje je omogućila Uprava šuma Zagreb, na čemu se autori zahvaljuju.

## **METODA RADA I PODACI**

### *WORK METHOD AND DATA*

Aerosnimanje je obavljeno iz zrakoplova CESSNA C 150, visina leta bila je oko 100m iznad tla (QFE) i upotrebljen je fotoaparati NIKON F 50 s teleobjektivom 28-200mm. Snimani su južni obronci Medvednice zato što je na toj strani bila povoljnija rasvjeta. Inače u listopadu ima malo dana kada je moguće uspješno aerosnimanje. Snimke su pohranjene u Šumarskom institutu i u Upravi šuma Zagreb, a za objavljivanje su izabrane samo 3 jer su dovoljno informativne. Sve snimke ne objavljuju se radi nedostatka prostora.

Karta šumskih zajednica izrađena je na temelju kartografskog materijala Šumarskog instituta, Jastrebarsko. Opis šumskih tala preuzet je iz "Osnovne pedološke karte Hrvatske".

Za svaku ozbiljniju analizu klime i vremena trebaju dugogodišnji i pouzdani meteorološki podaci. Počeci meteoroloških mjerenja na postaji Zagreb-Grič, kao i na Medvednici, sežu u prošlo stoljeće (KIRIGIN 1963; PENZAR i PENZAR 1978; PENZAR i sur. 1996). Zbog povijesnih i drugih okolnosti došlo je do prekida meteoroloških mjerenja i opažanja na Medvednici pa danas ne raspolažemo neprekinutim dugim nizovima motrenja s tog područja. Unatoč tome, danas raspolažemo s tridesetogodišnjim neprekinutim nizom meteoroloških podataka na meteorološkoj postaji Puntijarka, smještenoj na vrhu Medvednice.

Analizirani su najvažniji meteorološki elementi za vrijeme vegetacijske sezone (od travnja do listopada) 1999. i uspoređeni sa srednjim tridesetogodišnjim vrijednostima iz razdoblja 1961. - 1990., za meteorološke postaje Zagreb-Grič (157m) i Puntijarka (988m). Analizirani su slijedeći meteorološki elementi: temperatura zraka (srednje mjesečne, apsolutno najviše i najniže), oborine (mjesečne količine, najveće dnevne količine i broj dana s oborinom većom ili jednakom 1,0 mm), relativna vlažnost zraka, trajanje sijanja Sunca, naoblaka te broj vedrih i oblačnih dana.

## **REZULTATI ISTRAŽIVANJA**

### *RESEARCH RESULTS*

#### **Aerosnimke**

#### *Aerial photographs*

Izrađen je niz aerosnimaka na kojima se vidi, kako je 18. listopada 1999. god. još uvijek dominantna zelena boja u šumama Medvednice. Početak fenofaze žućenja lišća primjećuje se samo na grebenima na kojima dominira hrast kitnjak.



*Aerofotografija 1. - Aerial photograph 1.*  
Krajnji jugozapadni dio Medvednice (snimio I. Mrvinac, student šumarstva)  
*Far south-western part of Medvednica (taken by I. Mrvinac, forestry undergraduate)*



*Aerofotografija 2. - Aerial photograph 2.*  
Središnji dio južnih obronaka Medvednice (snimio I. Mrvinac, student šumarstva)  
*Central part of the southern slopes of Medvednica (taken by I. Mrvinac, forestry undergraduate)*



Aerofotografija 3. - *Aerial photograph 3.*  
Jugoistočni dio Medvednice (snimio I. Mravinac, student šumarstva)  
*South-eastern part of Medvednica (taken by I. Mravinac, forestry undergraduate)*

### Šumske zajednice *Forest communities*

Rasprostranjenost šumskih zajednica na središnjem i jugozapadnom dijelu Medvednice prikazana je na karti mjerila 1:10.000 (Karta 1.). Zajednice su označene bojama i brojevima koji nisu u kontinuitetu jer je karta isječak iz karte šumskih zajednica Hrvatske, s jedinstvenom nomenklaturom za sve sekcije.

Na najvišem vrhu Medvednice (Sljeme-1035m) i fragmentarno na glavnom grebenu nalazi se šuma gorskog javora i običnoga jasena (*Aceri-Fraxinetum excelsioris* Ht. 1938). Šumsko tlo je distrični kambisol, nastalo trošenjem metamorfnih stijena, uglavnom glinenih škriljaca paleozoičke starosti.

Šuma bukve i jele (*Abieti-Fagetum pannonicum* Rauš 1969) raste u gornjim položajima Medvednice, od nadmorskih visina oko 800m (Brestovac-846m) na južnim padinama, preko grebena na sjevernoj strani do najnižih obronaka, na visinama od oko 300m (kod mjesta G. Bistra i G. Pila). Pojedinačno, u drugim zajednicama jela pridolazi na južnoj strani od 300m (Pusti dol iznad Gračana), a na sjevernoj se spušta do 200m (D. Pila). Tla su distrični kambisol tipični ili ilimerizirani te luvisol i koluvij.

Brdska bukova šuma s mrtvom koprivom (*Lamio orvale-Fagetum sylvaticae* Ht. 1938) zauzima središnji visinski pojas Medvednice. Pretežno se nalazi na kam-

Karta 1. - Map 1.

Karta šumskih zajednica središnjeg i jugozapadnog dijela Medvednice  
*Map of forest communities of the central and south-western part of Medvednica*

19	Šuma bukve i jele	38	Šuma hrasta kitnjaka i pitomoga kestena
28	Brdska bukova šuma	39	Šuma hrasta kitnjaka s crnim grahorom
a	na silikatnom supstratu	40	Šuma hrasta medunca i crnog graba
b	na karbonatnom supstratu	42	Šuma johe s drhtavim šašem
32	Šuma gorskog javora i jasena	43	Šuma hrasta lužnjaka i običnoga graba
33	Šuma hrasta kitnjaka i običnoga graba		Kulture četinjača
33	Šuma hrasta kitnjaka s bekicom		Nešumske površine
34	Šuma hrasta kitnjaka i običnoga graba s bukvom		



bisol i luvisol tipovima tala (oznaka 28a u legendi), a manjim dijelom na ilovasto-glinovitom, skeletnom eutričnom kambisolu i luvisolu, nastalom trošenjem neutralnih i bazičnih eruptivnih stijena (28b- predjel Kaptolska šuma na dva odvojena lokaliteta).

Šuma hrasta kitnjaka i običnoga graba (*Epimedio-Carpinetum betuli* Borh. 1963) zauzima niže položaje Medvednice na dubokim, distričnim, koluvijalnim tlima. Na krajnjem jugozapadnom dijelu Medvednice, na vapnenim i dolomitnim stjenama, na kalkokambisol tipu tla, na velikim je površinama zastupljena varijanta s bukvom ( var. *Fagus sylvatica*).

Šuma hrasta kitnjaka s bekicom (*Luzulo-Quercetum petraeae* Pass. 1963) raste na južnim padinama i grebenima unutar bukove šume, na plitkim i erodiranim distričnim kambisol tlima.

Šuma hrasta kitnjaka i pitomog kestena (*Quercu-Castanetum sativae* Ht. 1938) zauzima najniže položaje na južnim obroncima Medvednice, podno bukavih i kitnjakovih šuma, također na plitkim, erodiranim tlima.

Šuma hrasta kitnjaka s crnim grahorom (*Lathyro-Quercetum petraeae* Ht. 1958) raste samo na uskim, dugim i strmim grebenima jugozapadne Medvednice, unutar bukavih šuma, od podnožja pa do 570m n.v.

Šuma hrasta medunca i crnoga graba (*Ostryo-Quercetum pubescentis* Ht. 1938) zauzima južne i zapadne obronke unutar kitnjakovih šuma i to redovito na nižim položajima.

Šuma crne johe s drhtavim šašem (*Carici brizoides-Alnetum glutinosae* Ht. 1938) nalazi se samo fragmentarno u uvalama na podnožju Medvednice.

Šuma hrasta lužnjaka i običnoga graba (*Carpino betuli-Quercetum roboris* Rauš 1969) ne raste na Medvednici, već u prostranoj dolini rijeke Save, a ovdje se navodi samo zato što je prikazana na karti Medvednice (Karta 1.).

Florni sastav šumskih zajednica ne navodi se radi nedostatka prostora, a i zbog toga što je već objavljivan u znanstvenim člancima i knjigama (RAUŠ i dr. 1992; VUKELIĆ, RAUŠ 1998; MEDVEDOVIĆ i dr. 1998).

Naglašen je prostorni raspored šumskih zajednica s ciljem da se pomoću karte te opisa rasporeda i visinskog položaja, zajednice lakše prepoznaju na aerofotografijama (Aerofotografija 1., 2. i 3.) na kojima su vidljive fenofaze početka promjene boje lišća.

Aerofotografija 1. prikazuje krajnje jugozapadne predjele Medvednice (Gospodarska jedinica "Sljeme-Medvedgradske šume"), odjele 53 i 54 te privatne šume (lijevi dio fotografije). Dominantna šumska zajednica je šuma hrasta kitnjaka i običnoga graba s bukvom (broj u legendi: 34).

Aerofotografija 2. prikazuje južne obronke središnjeg dijela Medvednice (G.j. "Sljeme-Medvedgradske šume", odjeli 4 do 11 (gornji lijevi dio) i G.j. "Markuševačka gora", odjeli 2 do 6 (donji desni dio). Dominantne šumske zajednice su šume javora i jasena te bukve i jele u gornjem dijelu, bukve u središnjem, a kitnjakove i kestenove šume u donjem dijelu.

Aerofotografija 3. prikazuje jugoistočni dio Medvednice (G.j. “Markuševačka gora”, odjele 23 do 33) gdje su bukove, kitnjakove i medunčeve šumske zajednice (u legendi: 28a, 28b, 33, 38 i 40).

### Povoljnost klime

#### *Stability of climate*

Povoljnost klime za šumsku vegetaciju Medvednice označena je indeksom povoljnosti **KL-7** za vršni dio i **KL-8** za niže (od 800m n. v.) položaje što predstavlja dobru povoljnost klime u rasponu indeksa od **KL-1** do **KL-19**, gdje je **KL-10** indeks najveće povoljnosti (MEDVEDOVIĆ 1992).

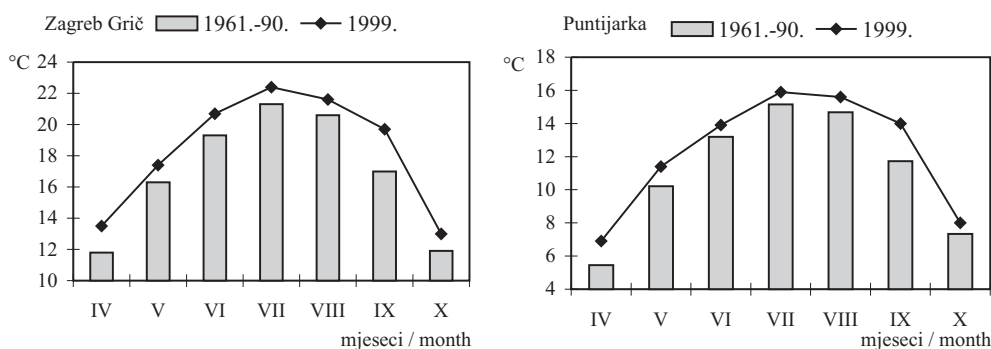
### Vremenske prilike na Medvednici tijekom vegetacijskog razdoblja u 1999. godini

#### *Weather conditions on Medvednica during vegetation period in 1999.*

### Temperatura zraka

#### *Air temperature*

U 1999. godini kao što se vidi iz Tablica (1. i 2.), kao i na Slici 1., na objema meteorološkim postajama, srednje mjesečne vrijednosti temperature zraka bile su više od tridesetogodišnjeg srednjaka. Na postaji Zagreb-Grič te razlike se kreću od 1 C (u kolovozu) do 2,7 C (u rujnu) dok je na Puntijarki taj raspon od 0,7 C (lipanj, srpanj, listopad) do 2,3 C (rujan). Cijelo razdoblje vegetacije bilo je u 1999. toplije od višegodišnjeg prosjeka za 1,1 C (Puntijarka), odnosno 1,4 C (Zagreb-Grič).



Slika 1. - Fig. 1.  
Srednje mjesečne temperature zraka  
*Mean monthly air temperatures*

Apsolutne maksimalne temperature zraka na Puntijarki bile su u svim mjesecima niže od onih izmjerenih u dugogodišnjem nizu. Samo je u svibnju apsolutna maksimalna temperatura bila blizu apsolutnom ekstremu iz 30-godišnjeg niza (Sli-



Tablica 1. - Table 1.

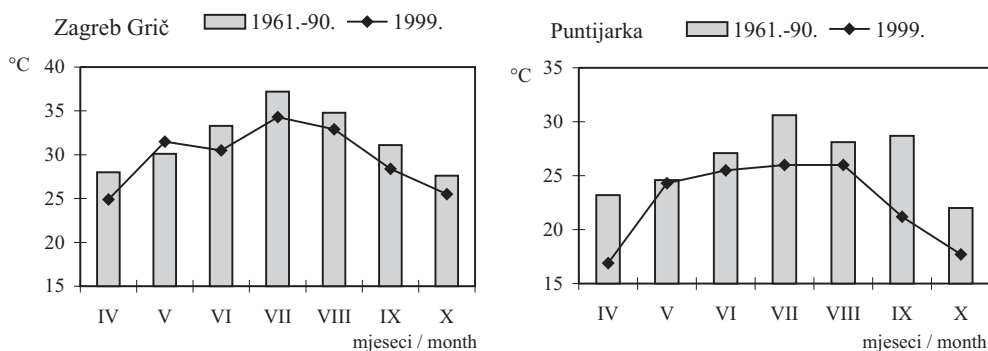
**Meteorološki podaci postaje Zagreb Grič**  
*Meteorological data at the station Zagreb Grič*

	Mjeseci - Months							Sezona
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
<b>Srednje mjesečne temperature zraka</b>								
1961.-90.	11.8	16.3	19.3	21.3	20.6	17.0	11.9	16.9
1999.	13.5	17.4	20.7	22.4	21.6	19.7	13.0	18.3
99.-(61.-90.)	1.7	1.1	1.4	1.1	1.0	2.7	1.1	1.4
<b>Apsolutna maksimalna temperatura zraka</b>								
1961.-90.	28.0	30.1	33.3	37.2	34.8	31.1	27.6	37.2
1999.	24.9	31.5	30.5	34.3	32.9	28.4	25.5	34.3
99.-(61.-90.)	-3.1	1.4	-2.8	-2.9	-1.9	-2.7	-2.1	-2.9
<b>Apsolutna minimalna temperatura zraka</b>								
1961.-90.	-0.5	1.6	5.7	7.8	7.6	3.4	-1.2	-1.2
1999.	3.9	9.0	11.5	14.5	13.5	12.2	4.4	3.9
99.-(61.-90.)	4.4	7.4	5.8	6.7	5.9	8.8	5.6	5.1
<b>Kolicina oborine (mm)</b>								
1961.-90.	64.7	82.9	100.9	87.4	91.4	81.2	69.5	578.0
1999.	58.3	146.2	64.9	146.7	80.6	64.8	108.0	669.5
99./((61.-90.)%)	90.1	176.4	64.3	167.8	88.2	79.8	155.4	115.8
<b>Najveće dnevne količine oborine (mm)</b>								
1961.-90.	31.4	49.1	57.5	95.8	66.0	81.6	52.3	95.8
1999.	17.2	40.3	33.2	41.2	35.4	22.1	82.6	82.6
<b>Broj dana s količinom oborine <math>\geq</math> 1.0 mm</b>								
1961.-90.	8.9	9.7	10.7	8.1	8.3	7.2	6.7	8.5
1999.	11.0	11.0	7.0	8.0	8.0	8.0	4.0	8.1
99.-(61.-90.)	2.1	1.3	-3.7	-0.1	-0.3	0.8	-2.7	-0.4
<b>Srednja mjesečna valažnost zraka (%)</b>								
1961.-90.	61.0	64.0	67.0	65.0	68.0	73.0	76.0	67.7
1999.	63.0	69.0	64.0	66.0	67.0	72.0	73.0	67.7
99.-(61.-90.)	2.0	5.0	-3.0	1.0	-1.0	-1.0	-3.0	0.0
<b>Trajanje sijanja Sunca (sati)</b>								
1961.-90.	163.4	213.1	222.2	266.5	243.4	184.1	133.1	1425.8
1999.	146.4	215.6	222.4	240.2	221.4	191.1	139.8	1376.9
99.-(61.-90.)	-17.0	2.5	0.2	-26.3	-22.0	7.0	6.7	-48.9
<b>Mjesečna naoblaka (u desetinama - 1/10)</b>								
1961.-90.	6.4	6.1	5.8	4.7	4.7	4.9	5.8	5.5
1999.	7.0	6.3	5.6	5.3	5.6	5.1	7.2	6.0
99.-(61.-90.)	0.6	0.2	-0.2	0.6	0.9	0.2	1.4	0.5
<b>Broj vedrih dana (srednja dnevna naoblaka <math>&lt;</math> 2/10)</b>								
1961.-90.	3.7	3.7	3.8	7.1	8.0	7.4	6.3	5.7
1999.	1.0	1.0	5.0	5.0	1.0	7.0	3.0	3.3
99.-(61.-90.)	-2.7	-2.7	1.2	-2.1	-7.0	-0.4	-3.3	-2.4
<b>Broj oblačnih dana (srednja dnevna naoblaka <math>&gt;</math> 8/10)</b>								
1961.-90.	11.2	9.3	8.3	5.4	6.5	6.7	10.6	8.3
1999.	10.0	9.0	7.0	8.0	6.0	6.0	10.0	8.0
99.-(61.-90.)	-1.2	-0.3	-1.3	2.6	-0.5	-0.7	-0.6	-0.3

Tablica 2. - Table 2.

Meteorološki podaci postaje Puntijarka  
 Meteorological data at the station Puntijarka

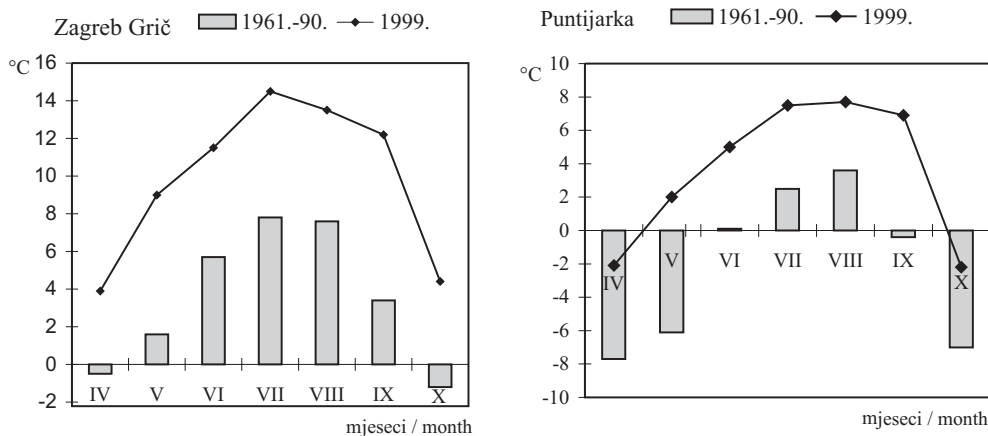
	Mjeseci - Months							
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Sezona
Srednje mjesečne temperature zraka								
1961.-90.	5.5	10.2	13.2	15.2	14.7	11.7	7.3	11.1
1999.	6.9	11.4	13.9	15.9	15.6	14.0	8.0	12.2
99.-(61.-90.)	1.5	1.2	0.7	0.7	0.9	2.3	0.7	1.1
Apsolutna maksimalna temperatura zraka								
1961.-90.	23.2	24.6	27.1	30.6	28.1	28.7	22.0	30.6
1999.	16.9	24.3	25.5	26.0	26.0	21.2	17.7	26.0
99.-(61.-90.)	-6.3	-0.3	-1.6	-4.6	-2.1	-7.5	-4.3	-4.6
Apsolutna minimalna temperatura zraka								
1961.-90.	-7.7	-6.1	0.1	2.5	3.6	-0.4	-7.0	-7.7
1999.	-2.1	2.0	5.0	7.5	7.7	6.9	-2.2	-2.2
99.-(61.-90.)	5.6	8.1	4.9	5.0	4.1	7.3	4.8	5.5
Kolicina oborine (mm)								
1961.-90.	105.4	111.9	137.5	120.3	118.8	105.7	96.4	796.0
1999.	102.9	152.9	111.4	139.6	93.2	98.2	122.3	820.5
99.-(61.-90.)%	97.6	136.6	81.0	116.0	78.5	92.9	126.9	103.1
Najveće dnevne količine oborine (mm)								
1961.-90.	58.8	83.2	70.1	133.7	89.6	73.4	78.7	133.7
1999.	24.7	54.0	42.1	33.8	26.3	25.1	67.8	67.8
Broj dana s količinom oborine $\geq 1.0$ mm								
1961.-90.	11.4	11.6	11.8	9.2	9.1	8.3	7.8	9.9
1999.	14.0	13.0	9.0	14.0	10.0	9.0	4.0	10.4
99.-(61.-90.)	2.6	1.4	-2.8	4.8	0.9	0.7	-3.8	0.5
Srednja mjesečna valažnost zraka (%)								
1961.-90.	74.9	75.9	79.3	76.7	80.2	83.1	83.6	79.1
1999.	78.0	80.0	79.0	80.0	78.0	84.0	81.0	80.0
99.-(61.-90.)	3.1	4.1	-0.3	3.3	-2.2	0.9	-2.6	0.9
Trajanje sijanja Sunca (sati)								
1961.-90.	165.0	203.8	213.2	260.8	230.0	189.8	156.1	1418.6
1999.	144.5	198.3	184.2	205.3	189.3	190.2	134.8	1246.6
99.-(61.-90.)	-20.5	-5.5	-29.0	-55.5	-40.7	0.4	-21.3	-172.0
Mjesečna naoblaka (u desetinama - 1/10)								
1961.-90.	6.3	6.0	5.7	4.6	4.6	4.8	5.3	5.3
1999.	6.1	5.5	5.4	5.0	5.2	4.7	5.0	5.3
99.-(61.-90.)	-0.2	-0.5	-0.3	0.4	0.6	-0.1	-0.3	-0.0
Broj vedrih dana (srednja dnevna naoblaka $< 2/10$ )								
1961.-90.	4.2	3.6	4.8	7.6	8.4	7.8	7.6	6.3
1999.	3.0	6.0	6.0	7.0	5.0	8.0	5.0	5.7
99.-(61.-90.)	-1.2	2.4	1.2	-0.6	-3.4	0.2	-2.6	-0.6
Broj oblačnih dana (srednja dnevna naoblaka $> 8/10$ )								
1961.-90.	11.0	8.6	8.1	5.1	5.8	6.7	9.2	7.8
1999.	10.0	4.0	9.0	8.0	7.0	6.0	6.0	7.1
99.-(61.-90.)	-1.0	-4.6	0.9	2.9	1.2	-0.7	-3.2	-0.7



Slika 2. - Fig. 2.  
 Apsolutne maksimalne temperature zraka  
 Absolute maximal air temperatures

ka 2.). Slična je situacija i na postaji Zagreb-Grič. Osim u svibnju, u svim ostalim mjesecima, apsolutne maksimalne temperature zraka bile su niže od dugogodišnjih ekstrema (Slika 2.).

Istovremeno, apsolutno najniže temperature zraka i u podnožju (Zagreb-Grič) i pri vrhu Medvednice (Puntijarka) bile su više u svim mjesecima, kao i za cijelu sezonu od višegodišnjih apsolutnih minimalnih temperatura (Slika 3.).



Slika 3. - Fig. 3.  
 Apsolutne minimalne temperature zraka  
 Absolute minimal air temperatures

Dakle, što se tiče temperature zraka vladali su povoljni uvjeti za rast i razvoj vegetacije. Svi su mjeseci bili topliji od prosjeka, naročito rujna, a istovremeno apsolutne ekstremne temperature (kako maksimalne, tako i minimalne) nisu poprimile veće vrijednosti od onih iz višegodišnjeg razdoblja.

## **Oborina**

### *Precipitation*

Gledajući vegetacijsku sezonu u cjelini, oborine je bilo više od tridesetogodišnjeg srednjaka, od 3,1% pri vrhu do 15,8% u podnožju Medvednice (Tablice 1. i 2.). No, razdioba po mjesecima (Slika 4.a) razlikuje se od one za tridesetogodišnje razdoblje. U svibnju, srpnju i listopadu, na objema postajama, oborine je bilo više, a u ostalim mjesecima manje od višegodišnjeg srednjaka.

Ovakva razdioba oborine pogodovala je vegetaciji. U svibnju je vrlo intenzivna aktivnost vegetacije pa dovoljno topline i vode može samo povoljno utjecati na cijeli proces. Veća količina oborine u srpnju, inače prosječno najtoplijem mjesecu u godini, može pomoći da se lakše prebrode srpanjske vrućine. U rujnu je u podnožju Medvednice bilo 20%, a pri vrhu oko 8% oborine manje od prosjeka.

Slika 4. - Fig. 4.  
Oborinski podaci  
*Precipitation data*

Odmah početkom listopada (4. 10. Zagreb-Grič 82,6mm; 4. i 5. 10. Puntijarka, ukupno 93,7mm ) u dan-dva palo je oko 77% mjesečne količine oborine za ci-

jeli listopad. Ovo se lijepo vidi iz Slike 4.b (broj dana s količinom oborine  $\geq 1,0$  mm) jer iako je mjesečna količina veća od prosječne, broj dana s oborinama manji je od prosjeka.

Najveće dnevne količine oborine, osim listopada na postaji Zagreb-Grič, bile su znatno manje od onih izmjerenih u tridesetogodišnjem nizu. Upravo je količina oborine izmjerena 4. 10. 1999. na Zagreb-Griču veća od svih maksimalnih dnevnih oborina izmjerenih u razdoblju 1961. – 1990.

Iz izloženog slijedi kako je i razdioba oborine tijekom vegetacijske sezone pogodovala razvoju šumske vegetacije.

### Relativna vlažnost zraka (%)

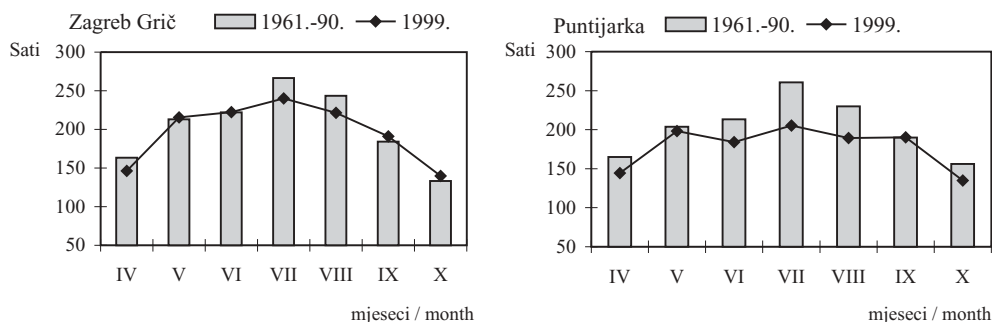
*Relative air humidity (%)*

Gledajući vegetacijsku sezonu u cjelini (Tablice 1. i 2.) relativna vlažnost u 1999. razlikuje se vrlo malo (Puntijarka) ili nimalo (Zagreb-Grič) od one iz tridesetogodišnjeg razdoblja. No, razdioba po mjesecima drukčija je od one prosječne. Na objema postajama povećana je u travnju, svibnju i srpnju, a smanjena u lipnju, kolovozu i listopadu, s tim što su razlike veće na Puntijarki. U rujnu je relativna vlažnost zraka u podnožju Medvednice (Zagreb-Grič) manja od prosječne (1%), a na vrhu (Puntijarka) je veća za oko 1%.

### Trajanje sisanja Sunca (sati)

*Duration of sunshine (hours)*

Trajanje sisanja Sunca (insolacija) na objema postajama u vegetacijskom razdoblju (Tablice 1. i 2.) bilo je manje od prosjeka, od 48,9 sati u podnožju, do čak 172 sata pri vrhu Medvednice.



Slika 5. - Fig. 5.  
Trajanje sisanja Sunca (sati)  
*Duration of sunshine (hours)*

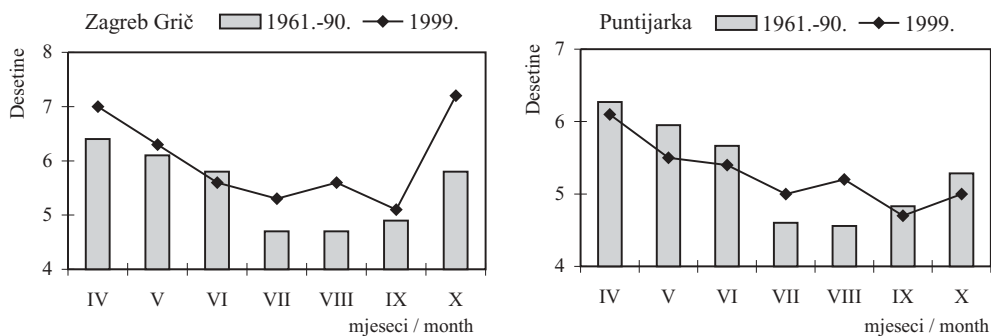
Razdioba trajanja sisanja Sunca po mjesecima (Slika 5.) razlikuje se u podnožju i na vrhu Medvednice. Na postaji Zagreb-Grič manje trajanje od višegodišnjeg

srednjaka bilo je u travnju, srpnju i kolovozu (od 17,0 do 26,3 sata), a u ostalim mjesecima više (od 0,2 do 7,0 sati). Na Puntijarki je, u svim mjesecima osim u rujnu, trajanje insolacije manje od tridesetogodišnjeg srednjaka (od 5,5 do 55,5 sati). Uočljivo je kako je najveći manjak insolacije pri vrhu Medvednice zabilježen u ljetnim mjesecima (VI.-VIII.). No, nedostatak sisanja Sunca upravo u tim mjesecima kad su i dani dugi, ne mora nužno predstavljati nedostatak energije za fotosintezu.

## Naoblaka

### Cloudiness

Vrijednosti srednje mjesečne naoblake (Tablice 1. i 2.), gledajući vegetacijsku sezonu u cjelini, bile su vrlo slične (Zagreb-Grič) ili jednake (Puntijarka) onima iz razdoblja 1961.-1990. Na postaji Zagreb-Grič (Slika 6.), osim u lipnju, u svim je ostalim mjesecima srednja mjesečna naoblaka bila veća od višegodišnjeg srednjaka. Na Puntijarki pak, povećanu naoblaku imali su srpanj i kolovoz dok je u ostalim mjesecima naoblaka bila manja od prosječnih tridesetogodišnjih vrijednosti.



Slika 6. - Fig. 6.  
Srednja mjesečna naoblaka  
Mean monthly cloudiness

Povezano s naoblakom obično se razmatraju i vedri i oblačni dani (Tablice 1. i 2.). Vedri su dani oni kad je srednja dnevna naoblaka manja od 2/10, a oblačni kad je srednja dnevna naoblaka veća od 8/10.

Na postaji Zagreb-Grič, osim u lipnju kad je i srednja mjesečna naoblaka bila manja od višegodišnjeg srednjaka, u svim ostalim mjesecima zabilježeno je manje vedrih dana od višegodišnjeg prosjeka. Naročito se ističe kolovoz u kojem je bio samo jedan vedar dan, dok je višegodišnji srednjak osam vedrih dana. Na Puntijarki je više vedrih dana bilo u svibnju, lipnju i rujnu.

Broj oblačnih dana na postaji Zagreb-Grič, osim u srpnju, bio je manji od dugogodišnjeg srednjaka. Pri vrhu Medvednice broj oblačnih dana bio je veći u lipnju, srpnju i kolovozu kad je zabilježeno i smanjeno trajanje insolacije, a veći u ostalim mjesecima.

## ZAKLJUČCI

### CONCLUSIONS

Na temelju aerofotosnimanja Medvednice i analize najvažnijih meteoroloških elemenata za vrijeme vegetacijske sezone u 1999. godini s meteoroloških postaja Zagreb-Grič smještene u podnožju i Puntjarke smještene pri vrhu te usporedbom s podacima 30-godišnjeg standardnog niza (1961.-1990.), zaključuje se:

1. Aerofotografije su fotodokument o jesenskoj fenofazi šumske vegetacije na Medvednici, na dan 18. listopada 1999. godine. Dominantna boja lišća još uvijek je bila zelena, a fenofaza žućenja lista zapaža se samo u kitnjakovim, kestenovim i međunčevim šumama na plitkim, erodiranim tlima, na grebenima i padinama južnih obronaka Medvednice.

2. Analiza za šumsku vegetaciju najvažnijih meteoroloških elemenata pokazala je kako je tijekom cijele vegetacijske sezone, ali i u ključnim mjesecima za tu vegetaciju, bilo dovoljno topline, oborine i svjetlosti. To se naročito odnosi na vrijeme u rujnu koji je bio najvažniji za produženu aktivnost vegetacije, sve do druge dekade u listopadu.

3. Prema tome, vrijeme je, odnosno za šumsku vegetaciju najvažniji meteorološki elementi u vegetacijskoj sezoni u 1999. godini, glavni činilac produženog razdoblja aktivnosti vegetacije u toj godini.

## LITERATURA

### LITERATURE

- ILIJANIĆ, LJ., I. ŠUGAR, J. TOPIĆ, N. ŠEGULJA, 1974: Proučavanje sezonskih promjena u vegetaciji Zagrebačke gore u 1972. godini. *Ekologija*, Vol. 9, Br. 2, 107-132, Zagreb
- ILIJANIĆ, LJ., J. TOPIĆ, N. ŠEGULJA, 1979: Neke fenološke karakteristike najvažnijih vrsta drveća u Zagrebačkoj gori. Drugi kongres ekologa Jugoslavije, posebni otisak, 537-548, Zagreb.
- ILIJANIĆ, LJ., N. ŠEGULJA, J. TOPIĆ, 1983: Novi prilog fenologiji nekih vrsta drveća na Zagrebačkoj gori. Prilozi, IV 1-2, 85-92, Sekcija za biološke i medicinske znanosti, Makedonska akademija znanosti i umjetnosti, Skopje.
- KIRIGIN, B., 1963: Prikaz klimatskih prilika planine Medvednice. *Rasprave HMZ SRH*, br. 9, str. 1-71, Zagreb.
- MEDVEDOVIĆ, J., 1992: Pluviotermički indeksi povoljnosti klime za šumsku vegetaciju. *Rad.Šumar.inst.Jastrebarsko*, 27 (1):77-89, Zagreb
- MEDVEDOVIĆ, J., J. MILKOVIĆ, B. VRBEK, I. PILAŠ, I. SELETKOVIĆ, N. POTOČIĆ, D. NOVOSEL, 1998: Motrenje stanja šume bukve i jele na pokusnoj plohi "Sljeme". *Rad.Šumar.inst.* 33(2) : 31-49, Jastrebarsko.
- PENZAR B. i I. PENZAR, 1978: Razvoj mreže meteoroloških stanica u Hrvatskoj u 19. stoljeću. Republički hidrometeorološki zavod SR Hrvatske, Zagreb, 96.
- PENZAR I. i B. PENZAR, 1989: *Agroklimatologija*. Školska knjiga, Zagreb, 274.
- PENZAR B. i surad., 1996: *Meteorologija za korisnike*. Školska knjiga i Hrvatsko meteorološko društvo, Zagreb, 274.

Medvedović, J., Milković, J., 2000: Jesenska fenofaza šumske vegetacije na Medvednici ...  
Rad. Šumar. inst. 35 (1): 37-54, Jastrebarsko

---

- RAUŠ, Đ., I. TRINAJSTIĆ, J. VUKELIĆ, J. MEDVEDOVIĆ, 1992: Biljni svijet hrvatskih šuma. Monografija "Šume u Hrvatskoj", gl.ur. Đ.Rauš, str. 33-80, Šumarski fakultet i J.P. "Hrvatske šume", Zagreb.
- VUKELIĆ, J., Đ. RAUŠ, 1998 : Šumarska fitocenologija i šumske zajednice u Hrvatskoj. Udžbenik sveučilišta u Zagrebu, Šumarski fakultet Zagreb, 1-309.
- ŠUMARSKI INSTITUT, 1963-1991: Karte šumskih zajednica i tipova tala Hrvatske mjerila 1 : 100 000.



## AUTUMN PHENOPHASE OF FOREST VEGETATION ON MEDVEDNICA AND WEATHER CONDITIONS IN 1999

### Summary

*According to observations made by forestry experts, the autumn phenophase of forest vegetation in 1999 began later compared with previous years. For this reason aerial photography of a part of Medvednica was carried out from an aircraft on the 18<sup>th</sup> October 1999.*

*The aim was to photographically record the autumn phenophase of the forests on Medvednica. The aerial photographs show that on the day of photographing (18.10.1999) the dominant colour of the leaves was green. Spatial distribution of forest communities was emphasised in order to facilitate, by using a map and description of the spacing and height position, recognition of the communities in the aerial photographs (Aerial photographs 1, 2 and 3); in which the phenophases are visible showing the beginning of changes in the colour of the leaves. The leaf-yellowing phenophase was only observed in the forests of Sessile-flowered Oak, Chestnut and Pubescent Oak on shallow, eroded soils, ridges and slopes of the southern sloping terrain of Medvednica.*

*Climate and weather, in the long and short term have a significant influence on the existence, growth and development of vegetation in a particular region. If climatic conditions are unfavourable, without man's help, and even with his help, vegetation cannot continue to exist. Weather, namely particular meteorological elements, can also have a favourable or unfavourable effect, although for a short time, on the growth and development of vegetation (PENZAR and PENZAR, 1989).*

*In order to investigate the reasons for the prolonged period of vegetation activity in the Autumn of 1999, analysis was made of meteorological data from 1999 recorded at the meteorological stations Zagreb-Grič and Puntijarka. These data were compared with data readings from the thirty-year period (1961-1990).*

*Analysis of the most important meteorological elements for forest vegetation showed that during the entire vegetation season, particularly in the key months for that vegetation, there was sufficient warmth, precipitation and light.*

*It was determined that mean monthly temperatures in 1999 were higher than the average during the thirty-year period. At the Zagreb-Grič station the differences ranged from 1° C (in August) up to 2.7° C (in September), while at Puntijarka this range was 0.7° C (June, July, October) up to 2.3° C (September). The entire vegetation period was warmer than the average over many years for 1.1° C (Puntijarka), namely 1.4° (Zagreb-Grič).*

*Absolute maximal air temperatures in all months were lower than those measured over a period of many years. The absolute lowest air temperatures in the foothills (Zagreb-Grič) and close to the Medvednica peak (Puntijarka) were higher in all months, and for the whole season, than the absolute minimal temperatures measured over many years.*

*Precipitation was higher than the thirty-year mean, and its distribution favoured vegetation activity. A greater amount of precipitation in July moderated summer heat.*

*Relative air humidity was more or less equal to that of the average for many years.*

*At the Zagreb-Grič station in all months, with the exception of June, the mean monthly cloudiness was higher than the mean value for many years. At Puntijarka increased cloudiness was recorded in July and August, while in other months cloudiness was less than the average value for thirty-years.*

*Duration of insolation was less, and the greatest deficit was recorded in the summer months close to the Medvednica peak. Lack of sunshine in the months when the days are long, is not unfavourable for forest vegetation.*

*It can be concluded that weather conditions in 1999, particularly the temperature in September, was the main factor in the prolonged period of vegetation activity.*

**Key words:** forest communities, aerial photography, phenophase, climate, exceptional weather conditions.