

Izvorni znanstveni članak
Original scientific paper

Prispjelo - *Received*: 23.11.2000.
Prihvaćeno - *Accepted*: 29.12.2000.

UDK: 630*111.8+181.8 (001)

Juraj Medvedović *
Janja Milković **
Jasnica Medak *

UTJECAJ IZVANREDNIH VREMENSKIH PRILIKA U 2000. GODINI NA ŠUME MEDVEDNICE

THE EFFECT OF EXCEPTIONAL WEATHER CONDITIONS ON THE MEDVEDNICA FORESTS DURING THE YEAR 2000

SAŽETAK

U 2000. godini vremenske su prilike bile bitno različite od prilika u nizu ranijih godina. Analizom podataka Državnog hidrometeorološkog zavoda u Zagrebu, utvrđeno je kako su u doba aktivnosti vegetacije temperature zraka na postajama Zagreb-Grič i Puntijarka bile više za 2,3°C (Grič) odnosno 2,2 °C (Puntijarka), u usporedbi s višegodišnjim prosjekom, za razdoblje od 1961. do 1990. god. Apsolutni maksimumi i minimumi temperatura također su bili viši od zabilježenih. Oborina je bilo manje, i to za 29,3% u podnožju Medvednice (Grič) i 34,3% manje na njenom vrhu (Puntijarka). U kolovozu 2000. godine palo je kiše manje nego ikada ranije, 0,9 mm na Griču i samo 0,3 mm na Puntijarki. Relativna je vlažnost zraka bila manja nego ikada. Od srednjaka je bila niža za 17% u podnožju, a 27 % na vrhu Medvednice. Trajanje sijanja Sunca tijekom vegetacijskog razdoblja je bilo na Griču 272 sata, a na Puntijarki 135 sati više od srednjaka. Mikroklimatskim su istraživanjima utvrđene značajke u 2000. godini i u usporedbi sa značajkama u 1998. god. utvrđeno je kako su temperature zraka, tla i debla više u 2000. god., ali i to da su dnevni maksimumi pomaknuti u ranije sate (u 17 sati), kako je vlažnost zraka niža za 31%, a da je isparavanje vode veće za 311%.

Usporedbom podataka iz 2000. godine, s podacima iz ranijih godina istraživanja, utvrđeno je kako se promijenio florni sastav tako što je u 2000. god. brojnost biljnih vrsta manja nego u ranijim godinama, a abundacija veća za oko 125% (preračunato iz brojčanih iznosa abundacija u 1998. i 2000. god.). Biljna masa grmlja i prizemnog rašća iznosi 3.644,14 kg/ha, što je više za oko 100% nego u ranijim godinama.

* Dr. sc. Juraj Medvedović i Jasnica Medak, dipl.ing.šum., Šumarski institut, Jastrebarsko

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

Izvanredne vremenske prilike u 2000. god., kao i u 1999., imale su bitno različit odraz na vegetaciju. U 1999. godini, koja je bila toplija od ranijih godina, vegetacija je bila duže aktivna, što se vidjelo po zelenom lišću u mjesecu listopadu, a u 2000. god. također toplijoj, u kolovozu je djelomično požutjelo i otpalo lišće. Uzrok tome je povoljna razdioba oborina u 1999., a nepovoljna u 2000. godini.

U kolovozu 2000. godine na šumskom drveću Medvednice djelomično je požutjelo i otpalo čak i zeleno lišće. Procijenjeno je, kako su bukove šume na južnim padinama do 700 m.n. visine požutjele u prosjeku 50%, mjestimično 80%, a ponegdje je potpuno otpalo lišće. I na drugim je vrstama požutjelo lišće i to na običnom grabu, javoru, brezi i trešnji. Na sjevernoj je strani bilo manje žućenje lišća, oko 30%, a najviše je bilo izraženo na sjeverozapadnom dijelu Medvednice. Zelenu boju zadržale su šume hrasta kitnjaka i pitomog kestena, što potvrđuje njihovu kserotermnost prema drugim vrstama.

Ključne riječi : vremenske prilike u 2000. godini, mikroklima, šuma bukve i jele, florni sastav, biljna masa

UVOD

INTRODUCTION

U kolovozu 2000. godine djelomično je požutjelo lišće mnogih vrsta drveća na Medvednici. Stoga je procijenjen postotak žućenja lišća, analizirani su meteorološki podaci Državnog hidrometeorološkog zavoda, analiziran je florni sastav i mikroklima. Žućenje je lišća procijenjeno na dvama profilima u smjeru sjever-jug i općim terestičkim uvidom u šume Medvednice. Analizirani su meteorološki podaci za 2000., i uspoređeni s podacima za 1999. god. i za višegodišnje razdoblje. Mikroklima i florni sastav, te biljna masa istraživani su na trajnoj pokusnoj plohi "Sljeme", br. 103, u šumi bukve i jele (*Abieti-Fagetum pannonicum* Rauš 1969). Rezultati su uspoređeni s onima iz ranijih godina (MEDVEDOVIĆ i dr. 1998; MEDVEDOVIĆ, MILKOVIĆ 2000).

Cilj istraživanja je bio utvrditi utjecaj vremenskih prilika na florni sastav i biljnu masu u sloju grmlja i prizemnog rašća te nastaviti izradu višegodišnjeg niza mikroklimatskih podataka. Istraživanje utjecaja ne samo klime, već i onečišćenja iz atmosfere, procjenom promjene boje i opadanja lišća/iglica obavlja se na 87 bioindikacijskih točaka i 7 trajnih ploha intenzivnog motrenja stanja šuma u Hrvatskoj. Objavljeni su radovi o rezultatima procjene u Hrvatskoj i uspoređeni s rezultatima u Europi (POTOČIĆ, SELETKOVIĆ, 2000), zatim trendovi djelovanja onečišćenja zraka (GRAČAN 2000), a u ranijim su godinama objavljeni rezultati o propadanju šuma (PRPIĆ i dr. 1988).

METODE RADA

WORK METHODS

Za ocjenu vremenskih prilika u vegetacijskom razdoblju travanj-listopad, analizirani su najvažniji meteorološki elementi u 2000., i uspoređeni sa standardnim klimatološkim vrijednostima iz razdoblja 1961.-1990., za meteorološke postaje

Zagreb-Grič (157 m) i Puntijarka (988 m). Analizirana je temperatura zraka (srednje mjesečne i sezonske vrijednosti i apsolutni ekstremi), oborina (mjesečne i sezonske količine, najveće dnevne količine i broj dana s oborinom većom ili jednacom 1,0 mm), relativna vlažnost zraka, trajanje sijanja Sunca, naoblaka te broj vedrih i oblačnih dana.

Mikroklima je istraživana na tri mjerne postaje raspoređene unutar pokusne plohe, a rezultati su prikazani kao srednje vrijednosti triju mjerenja. Metoda mjerenja je detaljno opisana u ranijem radu (MEDVEDOVIĆ i dr. 1998). Florni je sastav utvrđen procjenom abundacije biljnih vrsta (VUKELIĆ, RAUŠ 1998), a brojnost biljaka i njihova masa prebrojavanjem na uzorcima i vaganjem u svježem stanju.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

RESEARCH RESULTS

Vremenske prilike u 2000. u vegetacijskom razdoblju travanj - listopad

Weather conditions in 2000 - in vegetation period April-October

Svi analizirani meteorološki podaci prikazani su u tablicama 1 i 2, i na grafikona 1 do 4.

Srednje mjesečne temperature zraka na postaji Zagreb Grič, bile su veće od višegodišnjih srednjaka, u svim promatranim mjesecima (Grafikon 1). Odstupanja se kreću od 0,2 C (srpanj) do 3,8 C (kolovoz).

Slično je bilo i na postaji Puntijarka (Grafikon 2), uz jedan izuzetak. Taj je izuzetak srednja mjesečna temperatura prosječno najtoplijeg mjeseca u godišnjem hodu (srpnja), koja je za 0,3°C bila niža od višegodišnjeg srednjaka.

Gledajući vegetacijski (sezonski) hod srednje mjesečne temperature zraka (Grafikoni 1. i 2), uočljivo je kako na objema postajama od vrha Medvednice (Puntijarka) do podnožja (Zagreb- Grič) južne strane, srednja mjesečna temperatura zraka u travnju, svibnju i lipnju, te kolovozu i listopadu bila znatno veća od višegodišnjeg srednjaka. U srpnju i rujnu razlike prema višegodišnjem srednjaku znatno su manje i bliske višegodišnjim srednjim vrijednostima. Srednja vrijednost temperature zraka za cijelo vegetacijsko razdoblje (travanj – listopad) 2000., veća je od višegodišnjeg prosjeka za 2,2 C (Puntijarka), odnosno 2,3 C (Zagreb-Grič).

Apsolutno najviše dnevne temperature zraka na objema postajama u lipnju i kolovozu premašile su dugogodišnje apsolutne maksimume. U ostalim mjesecima bile su niže ili slične višegodišnjim vrijednostima iz razdoblja 1961.- 1990.

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 zraka.

Gledajući vegetacijsku sezonu u cjelini, oborine je bilo manje od tridesetogodišnjeg srednjaka i to 34,3% pri vrhu i 29,3% u podnožju Medvednice (Tablice 1. i 2.).

Tablica 1. - Table 1

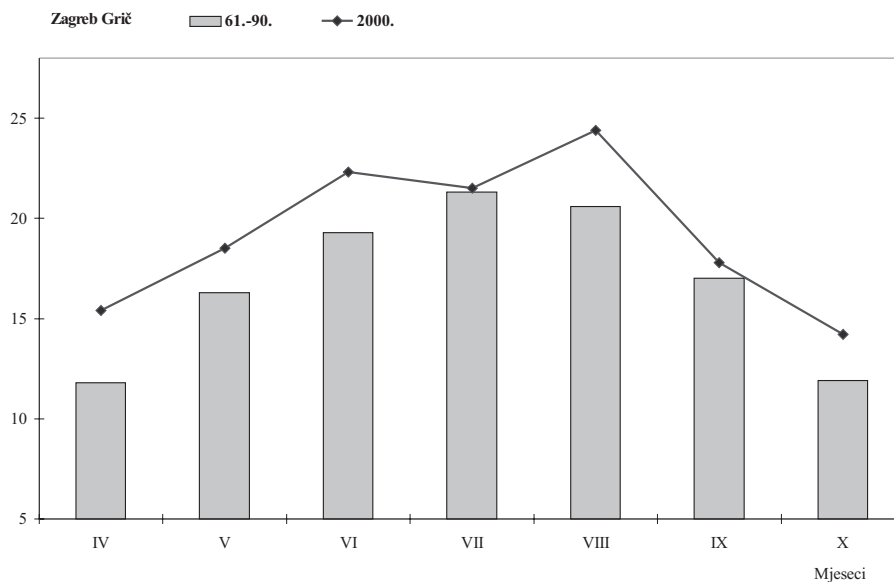
Meteorološki podaci postaje Zagreb Grič
Meteorological data at the station Zagreb Grič

	Mjeseci - Months							
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Sezona
Srednje mjesečne temperature zraka								
1961.-90.	11,8	16,3	19,3	21,3	20,6	17,0	11,9	16,9
2000.	15,4	18,5	22,3	21,5	24,4	17,8	14,2	19,2
00.- (61.-90.)	3,6	2,2	3,0	0,2	3,8	0,8	2,3	2,3
Apsolutna maksimalna temperatura zraka								
1961.-90.	28,0	30,1	33,3	37,2	34,8	31,1	27,6	37,2
2000.	28,0	29,8	35,8	34,5	37,1	28,1	24,5	37,1
00.- (61.-90.)	0,0	-0,3	2,5	-2,7	2,3	-3,0	-3,1	-0,1
Apsolutna minimalna temperatura zraka								
1961.-90.	-0,5	1,6	5,7	7,8	7,6	3,4	-1,2	-1,2
2000.	5,0	6,5	10,9	10,7	15,2	10,6	1,9	1,9
00.- (61.-90.)	5,5	4,9	5,2	2,9	7,6	7,2	3,1	3,1
Količina oborine (mm)								
1961.-90.	64,7	82,9	100,9	87,4	91,4	81,2	69,5	578,0
2000.	59,6	45,5	44,2	84,2	0,9	82,1	91,9	408,4
00.- (61.-90.)	92,1	54,9	43,8	96,3	1,0	101,1	132,2	70,7
Najveće dnevne količine oborine (mm)								
1961.-90.	31,4	49,1	57,5	95,8	66,0	81,6	52,3	95,8
2000.	29,2	12,7	28,0	16,1	0,9	29,7	31,5	31,5
Broj dana s količinom oborine ≥ 1.0 mm								
1961.-90.	8,9	9,7	10,7	8,1	8,3	7,2	6,7	8,5
2000.	8	7	5	10	0	8	7	6,4
00.- (61.-90.)	-0,9	-2,7	-5,7	1,9	-8,3	0,8	0,3	-2,1
Srednja mjesečna vlažnost zraka (%)								
1961.-90.	61	64	67	65	68	73	76	67,7
2000.	60	60	53	58	51	68	78	61,1
00.- (61.-90.)	-1,0	-4,0	-14,0	-7,0	-17,0	-5,0	2,0	-6,6
Trajanje sijanja Sunca (sati)								
1961.-90.	163,4	213,1	222,2	266,5	243,4	184,1	133,1	1425,8
2000.	187,4	281,6	330,0	276,4	309,9	195,4	117,3	1698,0
00.- (61.-90.)	24,0	68,5	107,8	9,9	66,5	11,3	-15,8	272,2
Mjesečna naoblaka (u desetinama - 1/10)								
1961.-90.	6,4	6,1	5,8	4,7	4,7	4,9	5,8	5,5
2000.	6,5	4,2	4,0	5,0	3,3	5,5	6,0	4,9
00.- (61.-90.)	0,1	-1,9	-1,8	0,3	-1,4	0,6	0,2	-0,6
Broj vedrih dana (srednja dnevna naoblaka $< 2/10$)								
1961.-90.	3,7	3,7	3,8	7,1	8,0	7,4	6,3	5,7
2000.	2	9	11	4	12	4	4	6,6
00.- (61.-90.)	-1,7	5,3	7,2	-3,1	4,0	-3,4	-2,3	0,9
Broj oblačnih dana (srednja dnevna naoblaka $> 8/10$)								
1961.-90.	11,2	9,3	8,3	5,4	6,5	6,7	10,6	8,3
2000.	10	3	2	5	3	7	10	5,7
00.- (61.-90.)	-1,2	-6,3	-6,3	-0,4	-3,5	0,3	-0,6	-2,6

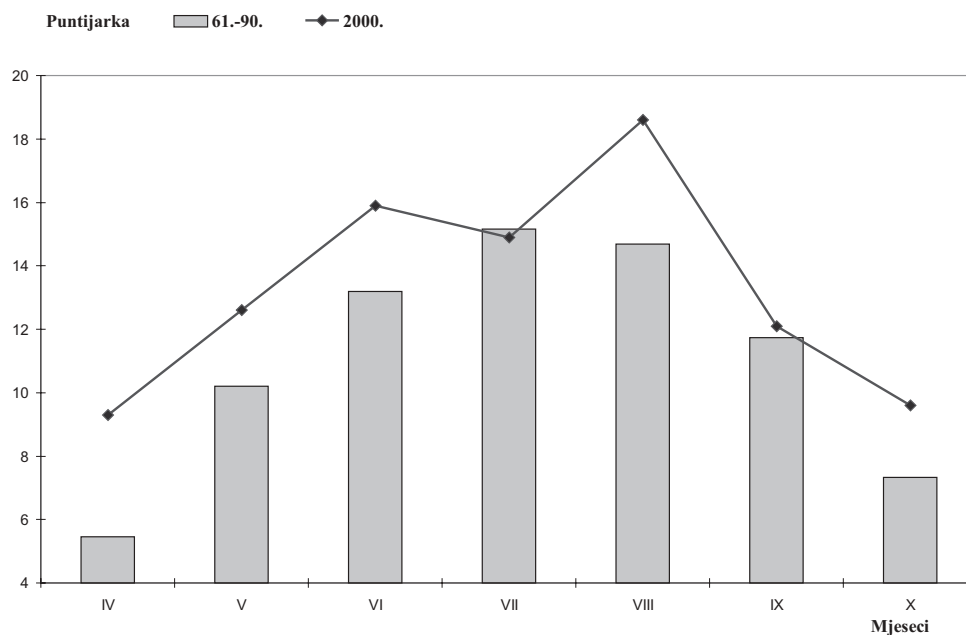
Tablica 2. - Table 2

Meteorološki podaci postaje Puntijarka
Meteorological data at the station Puntijarka

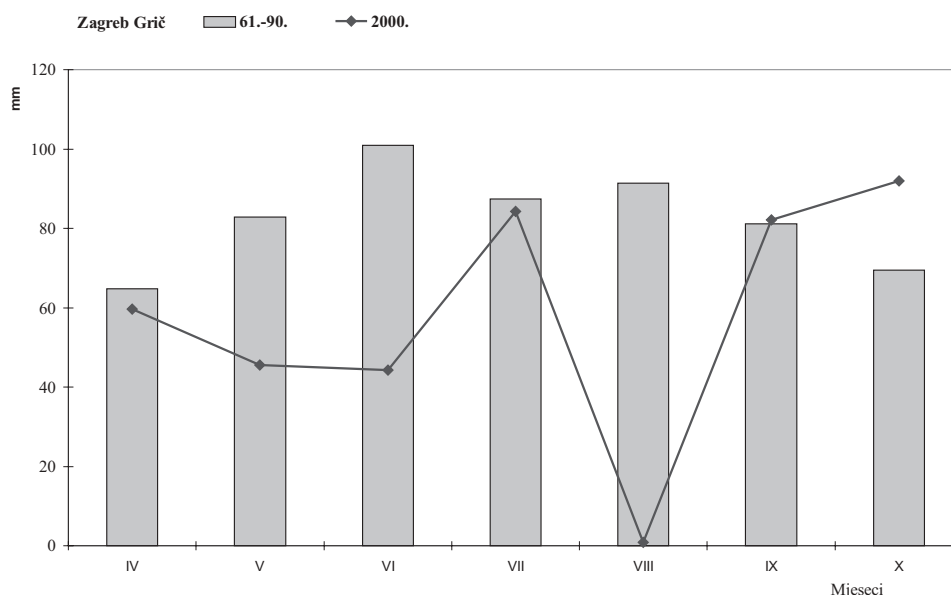
	Mjeseci - Months							Sezona
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Srednje mjesečne temperature zraka								
1961.-90.	5,5	10,2	13,2	15,2	14,7	11,7	7,3	11,1
2000.	9,3	12,6	15,9	14,9	18,6	12,1	9,6	13,3
00.- (61.-90.)	3,8	2,4	2,7	-0,3	3,9	0,4	2,3	2,2
Apsolutna maksimalna temperatura zraka								
1961.-90.	23,2	24,6	27,1	30,6	28,1	28,7	22,0	30,6
2000.	22,2	23,2	28,5	26,7	30,7	21,6	22,2	30,7
00.- (61.-90.)	-1,0	-1,4	1,4	-3,9	2,6	-7,1	0,0	0,1
Apsolutna minimalna temperatura zraka								
1961.-90.	-7,7	-6,1	0,1	2,5	3,6	-0,4	-7,0	-7,7
2000.	-3,1	2,5	5,4	5,4	9,3	5,7	2,0	-3,1
00.- (61.-90.)	4,6	8,6	5,3	2,9	5,7	6,1	9,0	4,6
Količina oborine (mm)								
1961.-90.	105,4	11,9	137,5	120,3	118,8	105,7	96,4	796,0
2000.	51,5	52,2	36,6	140,6	0,3	108,9	132,6	522,7
00.- (61.-90.)	48,9	46,6	26,6	116,9	0,3	103,0	137,6	65,7
Najveće dnevne količine oborine (mm)								
1961.-90.	58,8	83,2	70,1	133,7	89,6	73,4	78,7	133,7
2000.	20,0	13,5	17,3	41,2	0,2	27,6	36,9	41,2
Broj dana s količinom oborine ≥ 1.0 mm								
1961.-90.	11,4	11,6	11,8	9,2	9,1	8,3	7,8	9,9
2000.	8	6	5	12	0	8	9	6,9
00.- (61.-90.)	-3,4	-5,6	-6,8	2,8	-9,1	-0,3	1,2	-3,0
Srednja mjesečna vlažnost zraka (%)								
1961.-90.	74,9	75,9	79,3	76,7	80,2	83,1	83,6	79,1
2000.	70	67	60	62	53	81	89	68,9
00.- (61.-90.)	-4,9	-8,9	-19,3	-14,7	-27,2	-2,1	5,4	-10,2
Trajanje sijanja Sunca (sati)								
1961.-90.	165,0	203,8	213,2	260,8	230,0	189,8	156,1	1418,6
2000.	182,9	260,9	281,7	242,4	277,3	189,8	118,7	1553,7
00.- (61.-90.)	17,9	57,1	68,5	-18,4	47,3	0,0	-37,4	135,1
Mjesečna naoblaka (u desetinama - 1/10)								
1961.-90.	6,3	6,0	5,7	4,6	4,6	4,8	5,3	5,3
2000.	5,3	3,1	2,8	4,2	2,4	4,9	5,6	4,0
00.- (61.-90.)	-1,0	-2,9	-2,9	-0,4	-2,2	0,1	0,3	-1,3
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
2000.	3	12	16	9	17	7	6	10,0
00.- (61.-90.)	-1,2	8,4	11,2	1,4	8,6	-0,8	-1,6	3,7
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
2000.	6	2	1	3	0	6	9	3,9
00.- (61.-90.)	-5,0	-6,6	-7,1	-2,1	-5,8	-0,7	-0,2	-3,9



Grafikon 1. - Graph 1
Srednje mjesečne temperature zraka (°C)
Mean monthly air temperatures (°C)



Grafikon 2. - Graph 2.
Srednje mjesečne temperature zraka (°C)
Mean monthly air temperatures



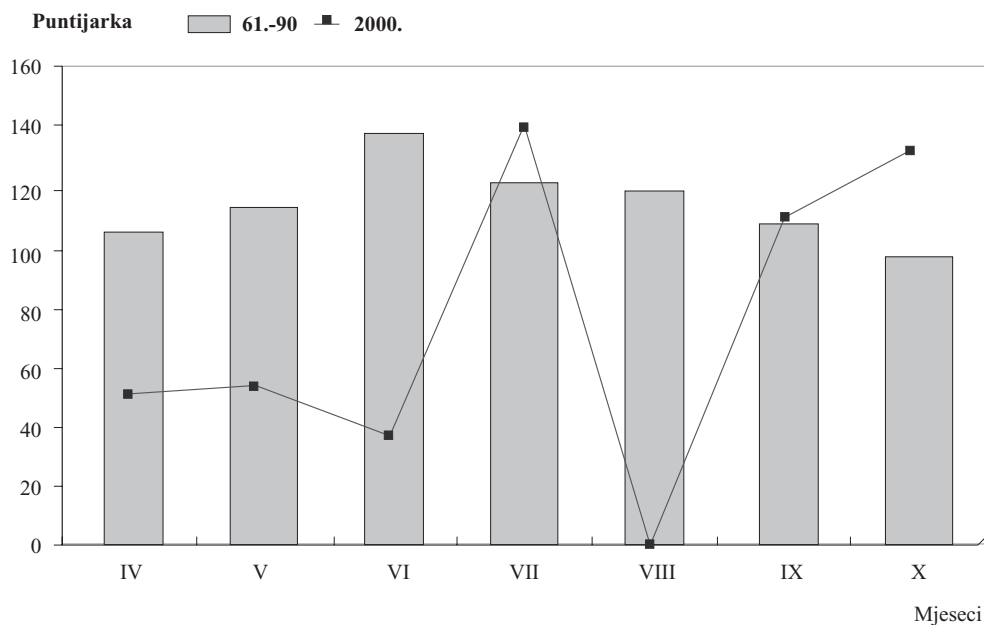
Grafikon 3 - Graph 3
Mjesečne količine oborina (mm)
Monthly precipitation (mm)

No, razdioba oborine po mjesecima (Grafikoni 3. i 4.) razlikuje se od one za tridesetogodišnje razdoblje. U travnju, svibnju i lipnju na obje postaje bilo je manje oborine nego li je prosjek za te mjesece. Od travnja prema lipnju, količina oborine postupno se smanjivala da bi u lipnju pala na samo 26,6% višegodišnje prosječne količine na Puntijarki, odnosno 43,8% na postaji Zagreb-Grič. U srpnju je na Puntijarki palo 17% više, a na Griču oko 4% manje oborine nego li je višegodišnji prosjek. Zatim slijedi ekstremno topao i sušan kolovoz na objema postajama. U cijelom je mjesecu na postaji Zagreb-Grič palo 0,9 mm, a na Puntijarki samo 0,3 mm oborine. U rujnu su izmjerene količine oborine slične višegodišnjim srednjim vrijednostima dok su listopadske bile 30% veće od njih.

Otkad postoje mjerenja oborina na postaji Zagreb-Grič (1. prosinac 1861.) ovo je najmanja ikad izmjerena mjesečna količina u kolovozu. U cijelom tom razdoblju bila su samo dva kolovoza kad je mjesečna količina oborina bila manja od 10 mm, i to 1962. (7,5 mm) i 1992. (6,9 mm).

Najveće dnevne količine oborine, na objema postajama, bile su znatno manje od onih izmjerenih u tridesetogodišnjem nizu.

Broj dana kad je dnevna količina bila 1 mm ili veća, manji je od prosječnog broja na objema postajama u travnju, svibnju i lipnju dok u kolovozu nije bio nijedan takav dan. U srpnju i listopadu bio je veći od prosjeka, a u rujnu vrlo sličan prosječnom broju dana. Gledajući vegetacijsko razdoblje u cjelini, bila su dva (Zagreb-Grič), odnosno tri (Puntijarka) dana manje od višegodišnjeg prosjeka.



Grafikon 4. - Graph 4
Mjesečne količine oborine (mm)
Monthly precipitation (mm)

Srednja mjesečna relativna vlažnost zraka (%) bila je ispod prosječnih vrijednosti na objema postajama od travnja do rujna, a iznad samo u listopadu (Tablice 1. i 2.). Veliki manjak vlage u zraku bio je naročito izražen u ljetnim mjesecima (od lipnja do kolovoza). Najkritičniji je bio kolovoz, kad je srednja mjesečna vrijednost na postaji Zagreb-Grič bila za 17%, a na Puntijarki čak 27,2% manja od srednje tridesetogodišnje vrijednosti. Sezonske vrijednosti bile su također niže od srednjaka od 6,6% (Zagreb-Grič) do 10,2% (Puntijarka).

Broj sati sijanja sunca na postaji Zagreb-Grič (Tablica 1.) bio je veći od prosjeka od travnja do rujna, a manji samo u listopadu. U cijeloj vegetacijskoj sezoni bilo je čak 272,2 sata više sijanja Sunca od prosječne vrijednosti. Taj iznos veći je od srednje višegodišnje vrijednosti za najsunčaniji mjesec – srpanj. Na Puntijarki (Tablica 2.) je više sati bilo u travnju, svibnju, lipnju i kolovozu, jednako prosjeku u rujnu, a manje od prosjeka u srpnju i listopadu. U cijeloj sezoni bilo je 135 sunčanih sati više od srednje vrijednosti.

U vegetacijskom je razdoblju, na objema postajama, srednja vrijednost naoblake manja od višegodišnje vrijednosti od 0,6 (Zagreb-Grič) do 1,3 desetine (Puntijarka). Pri vrhu Medvednice (Puntijarka) srednje mjesečne vrijednosti naoblake veće su od srednjih, od travnja do kolovoza, a manje u rujnu i listopadu. Pri dnu (Zagreb-Grič), naoblaka je bila veća u svibnju, lipnju i kolovozu, a u ostalim mjesecima neznatno manja od prosječnih vrijednosti. Povezani s naoblakom su i vedri i oblačni dani. Tijekom vegetacijskog razdoblja zabilježeno je povećanje broja ve-

drih, a smanjenje broja oblačnih dana. Naročito je izraženo smanjenje broja oblačnih dana kad je srednja dnevna naoblaka veća od 8 desetina. Na Puntijarki je taj broj smanjen u svim mjesecima, a na postaji Zagreb Grič smanjenja nema samo u rujnu.

Mikroklima staništa bukovo-jelove šume

Micro-climate of Beech-Fir forest site

Rezultati mikroklimatskih istraživanja u trajanju od 5 dana, u razdoblju 23.-27. kolovoza 2000. god. prikazani su u Tablici 3.

Dnevne temperature zraka u krošnjama jelovih stabala, na visini 3012 cm iznad tla, u stalnom su porastu od 7 do 17 sati, kada dostižu maksimum od 22,3°C i zatim su u opadanju.

Temperatura na ostalim visinama (200, 130, 30 i 5 cm) imaju gotovo identičan rast, a maksimum postižu u 16 sati, i za oko 1 °C su više nego u krošnjama. Utvrđuje se da temperaturni maksimumi u šumi nastupaju kasnije za 3 sata nego izvan šume. Uspoređujući dinamiku promjena dnevnih temperatura zraka u 2000.god. s dinamikom u 1998.god. utvrđuje se da je dnevni maksimum nastupio 2 sata ranije u 2000.godini. U 1998. godini je na svim visinama mjerenja najtoplije bilo u 19 sati, što je bila do onda nepoznata pojava, koja se u 2000. godini nije ponovila, premda je i maksimum u 17 sati također vrijedan pažnje.

Tablica 3. - Table 3:

Srednje vrijednosti mikroklimatskih elemenata izračunatih izmjerenim podacima na trima mjernim postajama od 23. do 27. kolovoza, 2000. god. na Medvednici
Mean values of micro-climatic elements calculated by means of measured data on the three surveying station in the period 23-27 August, 2000 on Medvednica

Meteorološki elementi <i>Meteorological elements</i>	Visina-dubina mjerenja Height -depth	Termini mjerenja, sati - <i>Times of measuring</i>													
		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Temperatura °C	zraka-air	3012 cm	15,5	15,6	16,1	16,5	17,2	18,2	19,0	19,3	19,3	22,3	22,3	20,5	19,4
		200 cm	16,7	16,9	16,7	17,4	18,0	19,0	20,1	20,4	20,5	21,9	21,5	21,5	20,9
		130 cm	16,7	16,9	16,8	17,5	18,1	19,1	20,1	20,4	20,7	22,0	21,7	21,5	21,0
		30 cm	16,9	17,0	16,8	17,6	18,2	19,1	20,0	20,3	20,7	21,9	21,7	21,5	21,0
	5 cm	17,1	17,2	17,0	17,7	18,5	19,2	20,0	20,6	20,7	22,0	21,6	21,5	20,1	
	tla-soil	2 cm	15,6	15,6	15,8	15,9	16,4	17,8	19,1	18,7	18,2	19,2	19,0	18,9	18,9
		10 cm	15,7	15,7	15,5	15,4	15,5	15,6	15,9	16,1	16,4	17,1	17,1	17,1	17,2
30 cm		15,6	15,6	15,5	15,4	15,4	15,3	15,3	15,3	15,2	15,6	15,7	15,9	15,8	
debla-stem	130 cm	18,0	17,9	17,8	17,7	17,9	18,2	18,6	18,8	18,9	20,2	20,2	20,2	20,3	
Relativna zračna vlaga, % <i>Relative air humidity, %</i>	3012 cm	53	52	52	53	53	50	57	43	43	39	39	42	44	
	200 cm	63	65	66	63	56	53	51	51	50	49	53	56	56	
	130 cm	64	63	65	63	57	54	52	52	49	49	53	55	57	
	30 cm	63	65	65	63	58	55	51	52	52	51	55	58	59	
	5 cm	64	63	65	62	58	56	54	52	53	53	56	59	60	
Količina isparene vode, cm ³ /cm ² <i>Amount of evaporated water cm³/cm²</i>	200 cm	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,2	0,1	0,1	0,1	

Temperature tla na površini (2 cm dubine) pokazuju najveću varijabilnost jer je minimum u 7 sati 15,6 °C i maksimum u 16 sati od 19,2°C, što predstavlja razliku od 3,6°C. Ova razlika na dubini od 10 cm iznosi 1,5 °C, s tim da se tlo na toj dubini hladilo sve do 10 sati, a zatim temperatura raste sve do 19 sati. Na dubini od 30 cm temperatura lagano pada tijekom dana, sve do popodneva (u 15 sati najniža je i iznosi 15,2°C), a onda lagano raste do 18 sati (15,9°C). Dnevna je amplituda dakle vrlo mala, tek 0,7°C.

Temperatura debela pokazuje vrlo sličnu dinamiku promjene temperatura tla na 10 cm, s tim da je deblo stalno za 1,5 - 2,0°C toplije. Ona lagano opada do 10 sati, kada iznosi 17,7°C, a onda raste do pred kraj dana, kad u 19 sati postiže maksimum od 20,3°C.

Relativna vlažnost zraka je na svim visinama najveća u jutro, a najmanja poslijepodne. U krošnjama je manja (39%), a pri tlu je veća (53%). U 2000. godini je zračna vlaga u šumi znatno manja nego što je bila 1998. godine, i to čak za oko 31% prosječno na svim visinama mjerenja. Isparavanje vode (mjereno Piche-ovim ispariteljem) je bilo vrlo intenzivno, što je posljedica visokih temperatura i niskih vlažnosti zraka. Prosječno je na dan isparilo 2,8 cm³/cm², što je 311% više nego u ranijoj godini mjerenja.

Florni sastav i biljna masa

Flora composition and bio.-mass

Florni sastav šumske zajednice bukve i jele (*Abieti-Fagetum panonicum* Rauš 1969) je u 2000., kao i ranijih godina, karakterističan za tu zajednicu, ali je abundacija pojedinih vrsta i njihova masa u prizemnom sloju šume različita prema ranijim godinama. Uspoređujući fitocenološke tablice izrađene u 1988. i 1998. godini (MEDVEDOVIĆ i dr. 1998) s podacima u 2000. godini, zaključeno je kako je pokrovnost sloja drveća manja, sada je 80% (radi vjetroizvala, a sloj grmlja i sada je potpun, iznosi 100%, ali sa višestrukim preklopom, većim nego prije. U prizemnom rašču brojnost vrsta je manja, a abundacija veća nego u prijašnjim godinama. U 1998. je bilo 35 vrsta u prizemnom rašču (MEDVEDOVIĆ i dr. 1998), u 1999. 34, a u 2000. godini 29 vrsta, ali je abundacija veća za oko 125%. Najveću nestalnost u flornom sastavu pokazuju vrste iz roda *Cardamine*, koje su bile prisutne s velikom abundacijom do 1998. godine, kada iščezavaju, i u 2000. se ponovno javljaju s relativno visokom abundacijom (Tablica 1.). Izgleda kako su one više osjetljive na vremenske prilike u pojedinim godinama nego ostale vrste.

Bilo je očekivano smanjenje brojnosti biljnih vrsta usljed povećanja pokrovnosti grmlja, ali povećanje abundacije pojedinih vrsta nije bilo očekivano. To proizlazi iz posebnosti vremenskih prilika u 2000. god., u kojoj je između ostalog, na Medvednici je bilo 135 sati sijanja sunca više od prosjeka u vegetacijskom razdoblju, a u Zagrebu čak 272 sunčana sata više od prosjeka (Tablica 2.). Bilo je više vedrih a manje oblačnih dana i time je povećana količina užitog svjetla omogućila veću abundaciju.

Broj jedinki na pokusnoj plohi "Sljeme" je 910.500 kom/ha, od toga u grmlju, je 362.500, a u prizemnom rašču 548.000 kom./ha.

Biljna masa nadzemnih dijelova prizemnog sloja šume utvrđena je na 20 uzoraka veličine 1 m², raspoređenih po “mreži” kvadrata. Ukupna masa izbojaka (bez grana) u sloju grmlja do 2 m visine je 1.985,90 kg/ha, masa prizemnog sloja u svježem stanju iznosi 1.658,24 kg/ha, ukupna masa je 3.644,14 kg/ha. U usporedbi s ranijim istraživanjima (rezultati nisu objavljeni), masa u 2000. godini veća je za oko 100% nego u ranijim godinama. Povećanje mase posljedica je ne samo povećane abundancije prizemnog rašća, već i povećanja pokrovnosti u sloju grmlja. To je vrlo visoka masa, a radi usporedbe navodi se, kako je masa obaju slojeva u lužnjakovo-grabovim šumama 847,02 kg/ha (MEDVEDOVIĆ 1994).

Tablica 4. - Table 4

Fitocenološka tablica i biljna masa grmlja i prizemnog sloja šume bukve i jele
Phytocoenosis table and bio-mass of shrubs and low-growth layer of Beech and Fir forest

Vrsta <i>Species</i> Sloj grmlja, pokrovnost 100% <i>Layer of shrubs ground vegetation</i>	Abundancija <i>Abundance</i>	Kom./ha <i>Number / ha</i>	Masa kg/ha <i>Mass kg/ha</i>
<i>Abies alba</i>	5.5	168.500 *	842,50
<i>Rubus hirtus</i>	5.5	164.500*	1.036,35
<i>Fagus sylvatica</i>	1.1	14.500 *	13,05
<i>Ulmus glabara</i>	1.1	10.000 *	66,00
<i>Fraxinus excelsior</i>	+	5.000 *	28,00
Ukupno		362.500	1.985,90
Sloj prizemnog rašća, pokrovnost 80%			
<i>Glechoma hirsuta</i>	3.4	185.000	412,55
<i>Cardamine bulbifera</i>	2.2	39.000	49,92
<i>Cardamine savensis</i>	2.2	100.500	175,86
<i>Cardamine emeaphylos</i>	+	5.500	13,26
<i>Lunaria rediviva</i>	1.1	25.500	497,70
<i>Asperula odorata</i>	1.1	112.000	104,16
<i>Coridalis cava</i>	+	13.000	26,39
<i>Symphitum tuberosum</i>	+	15.000	94,05
<i>Senetio nemorensis</i>	+	7.000	109,90
<i>Lamium galeobdolon</i>	+	17.000	57,80
<i>Geranium pheum</i>	+	500	1,93
<i>Polygonatum multiflorum</i>	+	2.000	7,20
<i>Urtica dioica</i>	+	4.000	34,40
<i>Acer pseudoplatanus</i>	+	3.500*	17,50
<i>Acer platanoides</i>	+	500*	2,55
<i>Oxalis acetosela</i>	+	1.500	0,08
<i>Athyrium filix femina</i>	+	500	6,60
<i>Impatiens noli tangere</i>	+	3.500	9,45
<i>Chaerophyllum temulum</i>	+	500	4,75
<i>Heracleum sphondilium</i>	+	1.000	9,80
<i>Tusilago farfara</i>	+	500	14,80
<i>Cyclamen europaeum</i>	+	6.000	5,58
<i>Anemone nemorosa</i>	+	3.500	1,40
<i>Haquetia epipactis</i>	+	1.000	0,61
Ukupno		548.000	1.658,24
Sveukupno		910.500	3.644,14

* Napomena za fitocenološku tablicu (Tablica 4.) : U sloju grmlja broj komada nije broj jedinki, već je broj graničica dužine 20 cm (metoda je opisana u časopisu RADOVI, Vol. 29, br. 1, MEDVEDOVIĆ 1994).

Promjena boje i opadanje lišća

Change of colour and defoliation

Izvanredne prilike u 2000. godini izazvale su i izvanredne pojave u vegetaciji. Lišće šumskog drveća je u kolovozu u nekim djelovima Medvednice požutjelo i otpalo. Na tlu je bio sloj ovogodišnjeg lišća ne samo požutjelog, već i zelenog. Šumsko se drveće branilo od povećane topline i suše odbacivanjem zelenog lista, najviše bukve, ali i običnog graba, javora, lipe, topole, breze i trešnje.

Za procjenu žućenja i opadanja lišća izabrana su dva profila; prvi je bio trasa žičare Mihaljevac- TV-toranj i drugi, Šestine-Puntijarka. Na prvom je profilu procijenjeno iz kabine žičare, a na drugom sa tla (terestički). Procijenjeno je, kako su bukove šume do 700 m.n. visine požutjele 50%, a iznad te visine do 5%. Na strmim južnim padinama mjestimično su požutjele i do 80%, a na nekim stablima potpuno je požutio i otpao list (Fotografije 1. i 2.). Šume hrasta kitnjaka i pitomog kestena nisu požutjele, već su se u krajoliku isticale tamno zelenom bojom. Dakle, izvanredne vremenske prilike u 2000. god. nisu utjecale na kserotermne, već samo na mezofilne vrste koje rastu na nadmorskim visinama do 700 m. Šume jele i bukve uglavnom su sačuvale zelenu boju i nije primijećena razlika prema prijašnjim godinama.

Na sjevernim padinama Medvednice također je bilo žućenja lišća, ali u manjoj mjeri nego na južnim padinama. Najviše je bilo na sjeverozapadnim padinama, gdje je matični supstrat vapnenac i dolomit. Prosječni iznos žućenja je 30%; najviše su požutjeli bukva, grab, javor, breza i trešnja.

U 1999. godini, koja je bila također toplija od niza ranijih godina (1961.-1990.), pojave žućenja ne samo da nije bilo u tolikoj mjeri, već su šume bile uglavnom zelene još i u listopadu (MEDVEDOVIĆ, MILKOVIĆ 2000). Na aerofotografijama 1., 2. i 3., snimljenim 18.listopada 1999. godine vidi se kako je tada još uvijek bila dominantna zelena boja lišća.

ZAKLJUČCI

CONCLUSIONS

Analizom meteoroloških podataka za postaje Zagreb-Grič i Puntijarka u 2000. godini i usporedbom s višegodišnjim razdobljem (1961.-1990.), istraživanjem mikroklimе i flornog sastava te biljne mase na pokusnoj plohi "Sljeme" br. 103, u šumi bukve i jele (*Abieti-Fagetum pannonicum* Rauš 1969) te procjenom postotka žućenja lišća šumskog drveća na Medvednici utvrđeno je :

1. Vremenske prilike u 2000. godini bile su izvanredne, jer su bile bitno različite od niza ranijih godina. U vrijeme aktivnosti vegetacije, temperature zraka su u podnožju Medvednice (Zagreb-Grič) bile više za 2,3°C, na njenom vrhu za 2,2°C (Puntijarka). Najveće odstupanje bilo je u kolovozu na obje postaje, i iznosilo je 3,8°C (Grič), odnosno 3,9 C (Puntijarka). Viši su bili i apsolutni maksimumi i minimumi temperatura zraka. Oborine je bilo manje, u kolovozu manje nego ikad



Fotografija 1. - *Photograph 1*
Bukova šuma na južnom obronku Medvednice u kolovozu 2000. godine (snimila J.Medak)
Beech forest on the southern slope of Medvednica in October 2000 (photograph: J.Medak)



Fotografija 2. - *Photograph 2*
Žuto i zeleno lišće na tlu otpalo u kolovozu 2000. godine (snimila: J.Medak)
Fallen yellow and green leaves on the ground in October 2000 (photograph: J.Medak)



Aerofotografija 1 - Aerial photograph 1

Krajnji jugozapadni dio Medvednice (snimio 18. listopada 1999., I. Mravinac, student šumarstva)

The furthestmost south-western part of Medvednica (photograph : I. Mravinac, forestry undergraduate, 18th October 1999)



Aerofotografija 2 - Aerial photograph 2

Središnji dio južnih obronaka Medvednice (snimio 18. listopada 1999., I. Mravinac, student šumarstva)

Central part of the southern slopes of Medvednica (photograph : I. Mravinac, forestry undergraduate, 18th October 1999)



Aerofotografija 3 - Aerial photograph 3

Jugoistočni dio Medvednice (snimio 18. listopada 1999., I. Mravinac, student šumarstva)

South-eastern part of Medvednica (photograph : I. Mravinac, forestry undergraduate, 18th October 1999)

ranije, jer je palo samo 0,3 mm u cijelom mjesecu na vrhu Medvednice. Relativna vlažnost zraka je bila također manja, u podnožju za 17%, na vrhu čak za 27%. Vrednih dana je bilo više, oblačnih manje, a broj sati sijanja Sunca je bio veći za 272,2, odnosno 135 sati.

2. Mikroklimatska istraživanja u usporedbi s ranijim godinama pokazala su da su više temperature zraka, tla i debla, ali s pomakom nastupa maksimuma oko dva sata ranije (u 17 sati); relativna vlaga u zraku je bila za 31% niža, a isparavanje 311% veće.

3. U flornom je sastavu smanjen broj vrsta, a povećana abundacija prisutnih vrsta za oko 125%. Biljna masa sloja grmlja i prizemnog rašća bila je 3.644,14 kg/ha, što je oko 100% više nego u ranijim godinama.

4. Na južnim padinama Medvednice, na nadmorskim visinama do 700 m, šume bukve požutjele su prosječno oko 50%, mjestimično 80%, a šume hrasta kitnjaka i kestena zadržale su zelenu boju. Na sjevernim obroncima Medvednice žučenje je zahvatilo oko 30% bukovih šuma.

5. Izvanredne vremenske prilike u 2000. god. kao i u 1999., različito su utjecale na vegetaciju. U 1999. godini, koja je bila toplija od ranijih godina vegetacija je bila duže aktivna što se je vidjelo po zelenom lišću u mjesecu listopadu, a u 2000. god. također toplijoj, u kolovozu je djelomično požutjelo i otpalo lišće. Uzrok tome je povoljna razdioba oborina u 1999., a nepovoljna u 2000. godini.

LITERATURA

LITERATURE

- DRŽAVNI HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD (2000): Podaci o vremenskim prilikama u 2000. godini za postaje Zagreb-Grič i Puntijarka.
- GRAČAN, J., (2000) : Trendovi djelovanja dugotrajnog prekograničnog onečišćenja zraka. Šum.list. Br. 5/6 : 303-312, Zagreb.
- MEDVEDOVIĆ, J., (1994) : Prehrambeni potencijal za divljač u šumama hrasta lužnjaka i graba sjeverne Hrvatske. Rad. Šumar.inst. 29/1 : 123-136, Jastrebarsko.
- 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.
- MEDVEDOVIĆ, J., J., MILKOVIĆ, (2000) : Jesenska fenofaza šumske vegetacije na Medvednici i vremenske prilike u 1999. godini. Rad. Šumar.inst. 35/ 1. : 37-54, Jastrebarsko.
- POTOČIĆ, N., I., SELETKOVIĆ, (2000) : Stanje oštećenosti šuma u Republici Hrvatskoj 1998. godine. Šumar. list 1: 51-56, Jastrebarsko.
- PRPIĆ, B., N., KOMLENOVIĆ, Z., SELETKOVIĆ, (1988) : Propadanje šuma u S.R.Hrvatskoj. Šumar. list 5-6, : 195-215, Zagreb.
- VUKELIĆ, J., Đ., RAUŠ, (1998): Šumarska fitocenologija i šumske zajednice u Hrvatskoj. Sveučilište u Zagrebu, Udžbenik. 13-310. Zagreb.

THE EFFECT OF EXCEPTIONAL WEATHER CONDITIONS ON THE MEDVEDNICA FORESTS DURING THE YEAR 2000

Summary

Weather conditions in 2000 were essentially different compared to earlier years. An analysis of data from the National Hydrometeorological Institute in Zagreb confirmed that during the period of vegetation activity the air temperatures at the Zagreb-Grič and Puntijarka stations were higher by 2.3°C (Grič) and 2.2°C (Puntijarka) compared with the average for previous years, from 1961 to 1990. The absolute maximum and minimum temperatures were also higher than those recorded. Precipitation was less, as much as 29.3% at the foot of Medvednica (Grič) and 34.3% less on its peak (Puntijarka). In August 2000 less rain fell than ever before, 0.9 mm on Grič and only 0.3 mm on Puntijarka. Relative air humidity was also lower than ever before. Namely, the mean was lower by 17% at the foot of Medvednica and 27% lower at the peak of Medvednica. The duration of insolation during the vegetational period was 272 hours on Grič and 135 hours on Puntijarka more than the mean. Microclimatic investigations of the characteristics in 2000, compared with the characteristics in 1998, confirmed that the temperature of air, soil and stem was higher in 2000, and also that the daily maximum shifted to the earlier hours (17.00 hrs), and that air humidity was lower by 31% and water evaporation higher by 311%.

By comparing data from 2000 with data from earlier investigations a change was confirmed in the flora composition, so that in 2000 the number of plant species was less than in earlier years and abundance greater by approximately 125% (calculated from numerical amounts of abundance in 1998 and 2000). The bio-mass of shrubs and low growth amounted to 3.644.14 kg/ha, which is approximately 100% more than in previous years.

The exceptional weather conditions in 2000 and 1999, had an essentially different effect on vegetation. In 1999, which was warmer than earlier years, vegetation was active longer, which could be seen in the green leaves during October. It was also warmer in 2000, but the leaves had partially turned yellow and fallen as early as August. The reason for this was the favourable distribution of precipitation in 1999, and unfavourable in 2000. In this connection August was particularly noticeable, with extremely small monthly amounts of precipitation (0.9 mm on Grič and only 0.3 mm on Puntijarka).

In August 2000 leaves on the forest trees of Medvednica had partially turned yellow and fallen, even the green leaves. It was calculated that on average 50% of the beech forests on the southern slopes up to 700 altitude had turned yellow, in places 80%, and in some places they were entirely defoliated. On other species leaves had also turned yellow, i.e. Common Hornbeam, Maple, Birch and Cherry. On the northern side of Medvednica there was less yellowing of the leaves, around 30%, which was most marked in the north-west part of Medvednica. Green colour was retained in forests of Sessile-flowered Oak and Sweet Chestnut, which confirms their xerothermity (xerothermousness) to other species.

Key words: weather conditions in 2000, microclimate, Beech and Fir forest, flora composition, bio-mass