

## FENOLOŠKE ZNAČAJKE NA PODRUČJU ZAVIŽANA

### PHENOLOGICAL CHARACTERISTICS IN THE AREA OF ZAVIŽAN

Višnja VUČETIĆ\* i Marko VUČETIĆ\*\*

**SAŽETAK:** U radu su analizirane razvojne faze šumskog drveća (vrba iva, smreka i bukva) i zeljastog bilje (šafran, podbjel, maslačak i mrzovac) na području Zavižana u razdoblju 1964–2000. Područje Zavižana nalazi se na sjevernom Velebitu na približnoj visini 1600 m. Velika odstupanja u početku i trajanju neke razvojne faze ovisi o temperaturi zraka, količini oborine, osuščavanju i visini snježnog pokrivača. Početak neke razvojne faze bilja od godine do godine nastupio je i do 3 tjedna ranije ili kasnije. Uspoređena analiza fenoloških podataka promatranog bilja i meteoroloških podataka pokazuje da važnu ulogu nema samo akumulirana toplina u toploem dijelu godine, nego i vremenski uvjeti u hladnom dijelu godine. Da bi se ustanovile eventualne klimatske varijacije na području Zavižana, analizirani su linearni trendovi razvojnih faza promatranog bilja koji su ukazali na signifikantno produljenje vegetacijskog razdoblja na Zavižanu u jesen.

**Ključne riječi:** Razvojne faze šumskog drveća i zeljastog bilja, broj efektivnih temperatura, linearni trend, Zavižan

### 1. UVOD

Brdski masiv Velebita jedan je od najznatnijih u užem dinarskom području, a proteže se od Vratnika nad Senjom na sjeverozapadu, do okuke Zrmanje na jugoistoku. Ukupna dužina mu je oko 145 km i odvaja kontinentalni od primorskog dijela Hrvatske. Od obalnog pojasa do kopnenog položaja u Lici u prosjeku je širok 14 km – najviše 30 km u sjevernom, a najmanje 10 km u njegovom južnom dijelu. Masiv Velebita zauzima površinu od oko 2270 km<sup>2</sup>, na kojoj su razasuti mnogobrojni grebeni, ponikve, kukovi, gorski hrptovi, doline i pretplaninski vrhovi. Ljepote prirode Velebita i njegove prirodne značajke odavno su privlačile prirodoslovce i ljubitelje prirode, pa je temeljito proučen i postoji opsežna stručna literatura iz različitih područja znanosti kao o rijetko kojoj planini. Velebit je kulturna planina Hrvata na kojoj se slavi *Vila Velebita*, ali i planina koja je duboko ukorijenjena u hrvatskoj kulturi. Petar Zoranić Ninjanin još je 1536. godine napisao

prvi hrvatski roman *Planine* inspiriran Velebitom. To je ujedno svjetski prvijenac "planinske književnosti", jer Velebit primat želi uzeti opis uspona na Pilatus od Konrada Gesnera, koji je čak 19 godina mlađi od Zoranićevih *Planina* (Kolumbić, 1995).

Velebitska flora s 2700 vrsta najbogatija je među evropskim planinama, a posebno se ističe 78 biljnih endema. Utjecaj oledbi bio je na Velebitu mnogo blaži nego drugdje, pravih ledenjaka kao da i nije bilo, pa su se biljke tercijara u većem broju održale i dalje razvijale. Posebitost biljnog svijeta na ovome masivu ponajprije je uvjetovana njegovim geografskim položajem, dužinom, smjerom pružanja i reljefom, što su bitni čimbenici kreiranja vremena, klime i mikroklima na ovome području. Sjeverozapadni dijelovi Velebita u vegetacijskom pogledu povezani su s ostalim planinama sjeverozapadne Hrvatske, a otud i s biljnim svjetom istočnih Alpa. Za razliku od sjeverozapadnog dijela, južni i jugoistočni dijelovi velebitskog masiva dopiru do osjetno toplijih predjela istočnojadranske obale, gotovo do područja vazdazelenog sredozemnog raslinstva. Upravo je sukobljavanje i preplitanje dvaju različitih vegetacijskih

\* Mr. sc. Višnja Vučetić, Državni hidrometeorološki zavod, Grič 3, Zagreb

\*\* Marko Vučetić dipl. ing. fizike, Državni hidrometeorološki zavod, Grič 3, Zagreb

područja, eurosibirskog-sjevernoameričkog i sredozemnoga, jedna od osnovnih karakteristika biljnog svijeta Velebita (Forenbacher, 2001).

Susretanje i međusobno prožimanje dvaju različitih biljnih svjetova je posljedica burnih sudara sredozemne i kontinentalne klime, a u nekim dijelovima i planinske klime. Zastrašujući učinak sudara izrazito oprečnih klima je vjetar bura. Dapače od davnina velebitski masiv je sinonim nastajanja tog zastrašujućeg vjetra. Najstarije neizravno spominjanje bure je ono u epu o Argonautima od Apolonija Rođanina (oko 295 – oko 215 p.K.). Spominjući daleke sjeverne narode u epu, ali i u njegovim kasnijim objašnjenjima (sholijama), kaže se da oni žive "iza dah-a bure", a ti se narodi nazivaju Hiperborejci ('Υπερβόρεοι) što se tumačilo kao "ljudi od preko (iznad) bure" (Katičić, 1995). Usprkos starogrčke geografske iskrivljene predožbe o tada poznatom svijetu, ipak se može pretpostaviti da se ovdje radi o velebitskoj buri koja je bila postojana i jaka razdjelnica svjetova.

Na području Zavižana (sjeverni dio Velebita) osnovan je 1967. godine botanički vrt kako bi se na razmjerno malom prostoru prikazala raznolikost velebitske flore. Klimatske karakteristike Velebita dobro su poznate, zahvaljujući neprekidnim mjerjenjima od 1953. godine na meteorološkoj postaji Zavižan (1594 m n.m.). Kako se od 1964. godine na toj postaji obavljaju i fenološka opažanja (razvojne faze) šumskog drveća i zeljastog bilja, prvi 10-godišnji rezultati prikazani su u monografiji povodom 20. obljetnice meteoroloških mjerjenja na Zavižanu (Cindrić, 1973). Nakon toga sveobuhvatna fenološka analiza dana je u radu Vučetić i Vučetić (1992). Općenito kod nas je vrlo malo radova koji povezuju fenološke i meteorološke značajke nekog područja, a nekoliko radova objavili su Ilijanić i dr. (1983), Vučetić i Vučetić (1991, 1996, 1997. i 1998), te Viher i Vučetić (1998).

## 2. METODA RADA

U ovom radu dani su detaljni prikazi i analize nastupa i trajanja pojedinih fenofaza za višegodišnje drveće (vrba iva, smreka i bukva) i poljsko cvijeće (šafran, podbjel, maslačak i mrazovac) na području Zavižana u razdoblju 1964-2000. Također, u cilju boljeg sagledavanja vremenskih, klimatskih i mikroklimatskih uvjeta u kojima biljni svijet Velebita opstoji, analizirani su srednji hodovi dnevnih vrijednosti temperature zraka, osunčavanja, količine oborine i visine snježnog pokrivača u razdoblju 1964–1990. To razdoblje je najbliže 30-godišnjem razdoblju 1961–1990., koje se prema preporuci Svjetske meteorološke organizacije primjenjuje za istraživanje klimatskih značajki nekog područja. Poseban naglasak dan je na uzrok fenoloških odstupanja u pojedinim godinama, kao i na linearne trendove fenoloških faza promatranih biljaka, kako bi se ustanovile klimatske varijacije u drugoj polovici 20. stoljeća.

Fenologija je znanost koja proučava zakonitosti periodičnih pojava u razvoju biljaka od početka do završetka vegetacijskog razdoblja (fitofenologija) kao i pojedine faze ponašanja životinja (zoofenologija). Međutim, budući se fitofenologija razvila u znatnjoj mjeri nego zoofenologija, pod fenološkim opažanjem najčešće se podrazumijeva samo praćenje razvojnih faza biljaka.

Fenološka opažanja obavljaju se u neposrednoj okolini meteorološke postaje Zavižan, i to kod šum-

skog drveća: bukva (*Fagus sylvatica* L.), vrba iva (*Salix caprea* L.), obični bor (*Pinus sylvestris* L. ?), crni bor (*Pinus nigra* Arnold), smreka (*Picea abies* Karsten, *Picea excelsa* Link) i zeljastog livadnog bilja: podbjel obični (*Tussilago farfara* L.), šafran proljetni (*Crocus neapolitanus* Loiseleur-Deslongchamps, *Crocus vernus* Hill var. *neapolitanus* Ker-Gawler), maslačak (*Taraxacum officinale* Weber), ljubica (*Viola* ? L.), ivančica (*Leucanthemum* ? *Adanson*) i mrazovac jesenski (*Colchicum autumnale* L.). Iz podrobnejše analize i prikaza izuzete su one biljke za koje nije bilo redovitih i dugogodišnjih opažanja i one za koje nije bila moguća točna determinacija vrsta biljke (obični bor, ljubica i ivančica).

Početak i trajanje pojedinih fenofaza ovise o meteorološkim elementima, kao što su temperatura zraka, Sunčev zračenje, visina snježnog pokrivača i količina vode u tlu. Na postaji Zavižan ne mijere se Sunčev zračenje i vlaga u tlu, pa je te podatke najjednostavnije bilo zamijeniti s osunčavanjem i količinom oborine. Kod šumskog drveća motri se šest razvojnih faza: **početak listanja, početak, puno i završetak cvjetanja te žućenje i opće opadanje lišća**, a kod zeljastog bilja **samo cvjetanje**.

### 2.1. SREDNJE I EKSTREMNE VRIJEDNOSTI NASTUPA POJEDINE FENOFAZE

Prije nego što se prikažu rezultati analize fenoloških opažanja na Zavižanu, dan je kratki opis promatra-

nih biljaka i njihovih staništa na Velebitu prema Forenbacheru (2001).

**Šafran proljetni** (*Crocus neapolitanus* Loiseleur-Deslongchamps, *Crocus vernus* Hill var. *neapolitanus* Ker-Gawler), ima linearne, uske listove, duge kao i cvjetovi ili nešto kraće. Cvjetovi su veliki, pojedinačni ili po dva zajedno. Boje su ljubičaste ili poput jorgovana, a ima i potpuno bijelih primjeraka, kao i primjeraka u kojih su režnjevi ocvijeća s bijelim ili ljubičastim prugama. Cvate od ožujka do svibnja. Raste na nešto dubljem i vlažnijem tlu, na livadama i grmljem obrazlom obroncima gorskih i pretplaninskih položaja (600–1700 m).

**Podbjel obični** (*Tussilago farfara* L.) trajnica je uspravne stabljike (15–30 cm) koja nema pravih listova, već samo ljske crvene ili zelene boje. Na vrhu stabljike jedna je cvjetna glavica, koja se razvije u rano proljeće prije listanja. Cvjetovi su zlatno žute boje, a cvate od ožujka do svibnja. Podbjel ili konjsko kopito rudealna je biljka koja raste na ilovastim i nasutim terenima, uz puteve i potoke, oko logorišta i na drugim površinama na koje izravno utječe čovjek, ali i na grmljem obrazlom obroncima. Ograničen je na više položaje (300–1500 m) pa se rijetko pojavljuje u obalnom području.

**Maslačak** ili ljekoviti maslačak (*Taraxacum officinale* Weber) raznoliko je oblikovana skupna vrsta maslačka, uspravnih ili povijenih stabljika (2–5 cm i više). Cvjetne su glavice pojedinačne, na vrhu stabljika, velike ili male. Cvjetovi su svjetložute do zlatnožute ili bljeđe žute boje poput slame, odozdo katkada crvenog, sivomodrikastog ili smeđastog preljeva. Cvate od ožujka do listopada. Ljekoviti maslačak vrlo je čest na livadama i travnjacima, uz puteve i u jarcima, oko nastamba, pastirskih stanova i na drugim mjestima pod izravnim utjecajem čovjeka. Od obalnog područja stoka ga raznosi sve do pretplaninskih položaja (do 700 m). Sok iz cvjetnih stupki maslačka, ako se obilno siše, može kod djece izazvati teško, čak smrtonosno otrovanje.

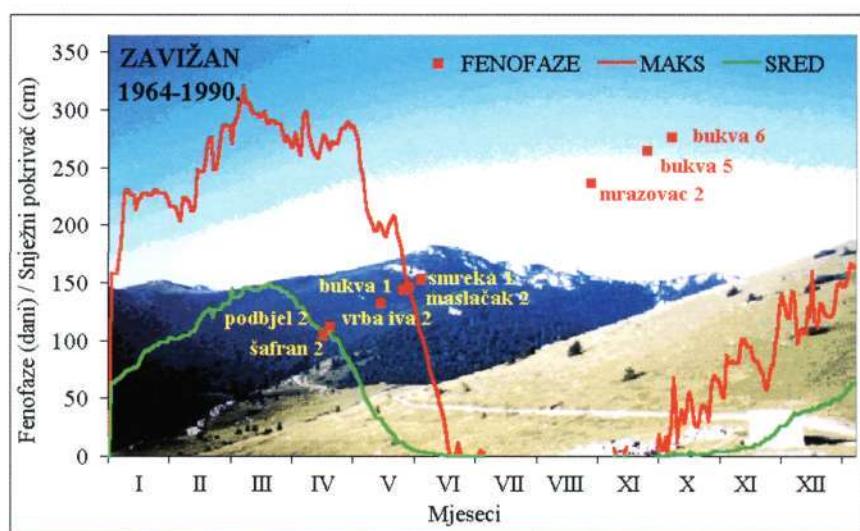
**Mrazovac jesenski** (*Colchicum autumnale* L.) ima veliku lukovicu, dugu do 7 cm, koja je smeđe boje i ljkasta. Cvjetovi se pojavljuju u jesen prije nego što se razviju listovi. Obično su po 1 do 3 cvijeta veličine 8–25 cm, svjetloljubičastoružičaste boje, a iznimno bijeli. Listovi se pojavljuju tek u proljeće, a cvate od kolovoza do studenog. Jesenski mrazovac ili lukovik raste na livadama i pašnjacima gorskih predjela obično u skupinama. Uspinje se do pretplaninskog područja (50–1500 m). U

svim dijelovima sadrži alkaloid kolhicin koji je jak otrov.

**Vrba iva** (*Salix caprea* L.) je samonikli grm kratkih debelih grana i zelenkasto sive kore koja je isprva glatka, a u starijih primjeraka mrežasto ispucana. Listovi su na petelji dugo do 2 cm, duguljasti su do široko jastasti dužine 3–10 cm, a široki 2–5 cm, ušiljenog ili tupog vrha, te cjeleovitog ili malo valovito narovašenog ruba. Odozgo su tamnozeleni, goli donekle sjajni, a odozdo sivozeleni do bijeli, pustenasti. Cvate od ožujka do travnja. Raste pojedinačno ili u malim skupinama na kamenitim i humoznim obroncima viših položaja, koji su obrasli i drugim grmljem.

**Obična smreka** (*Picea abies* Karsten, *Picea excelsa* Link) je stablo visoko preko 30 m, uspravnog debla, koje je vrlo pravilno razgranjeno, pa je krošnja piramidalna i ušiljena. Iglice su zimzelene, a s obzirom na dužinu, raspored i oblik prilično promjenljive: oko grančica su raspoređene kružno, okolo naokolo, ili pak polukružno na strani koja je okrenuta prema svjetlu. Cvate od travnja do lipnja. Rasprostranjena je na cijelom području velebitskog brdskog masiva i to na istočnim obroncima počevši od visine oko 650 m, a na zapadnim obroncima počevši od visine 1050 do 1100 m.

**Obična bukva** (*Fagus sylvatica* L.) je stablo visoko preko 30 m promjera do 1 m. Na višim položajima redovito poprima oblik relativno tanke i iskrivljene kosodrvine, a rjeđe grma. Cvate u travnju i svibnju mjesecu kad i prolista. Bukva je na višim položajima cijelog Velebita najrasprostranjenije stablo. Na primorskoj se strani prostire u prosjeku od 700 do 1500 m, a na kopnenoj strani od 600 do 1500 m. U obliku kosodrvine uspinje se na kopnenoj strani i do visine 1650 m, a u obliku grma još više.



Slika 1. Srednji datumi nastupa cvjetanja Šafrana, podbjela, maslačka, mrazovca, vrbe iva, listanje, žućenje i opadanje lišća bukve, te pojava mlađih grančica smreke kao i srednji godišnji hod srednjih i maksimalnih dnevnih visina snježnog pokrivača (cm) za Zavižan u razdoblju 1964–1990.

Osnovna statistička analiza fenofaza prikazuje prosječni datumi nastupa (SRED) pojedinih razvojnih faza promatranog bilja (slika 1), a u tablici 1 dane su i pripadne standardne devijacije STD za razdoblja 1964–1990. i 1991–2000. te njihova odstupanja. Također su prikazani najkasniji (MAKS) i najraniji (MIN) datumi promatranih fenofaza s pripadnom amplitudom ili rasponom (AMPL=MAKS-MIN). Kako je već spo-

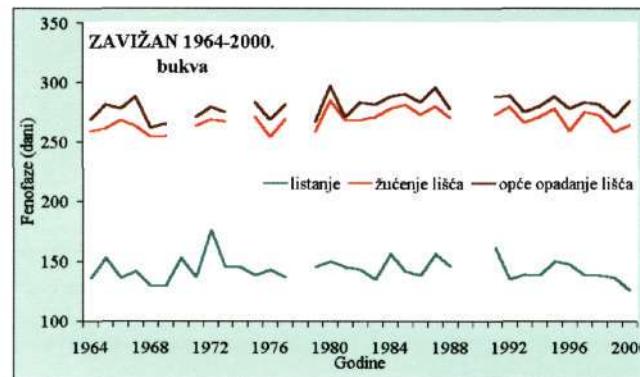
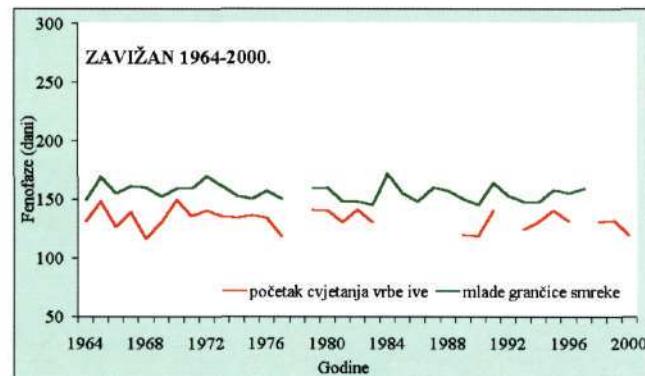
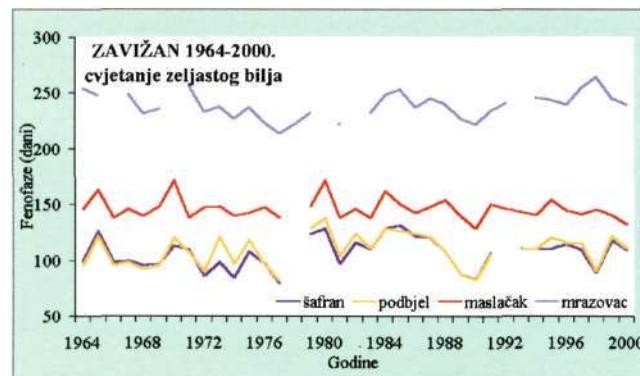
menuto, za normalu je uzeto razdoblje 1964–1990, a posebno su analizirane fenološke faze posljednjeg desetljeća 20. stoljeća, koje se smatra najtoplijim desetljećem u prošlom tisućljeću (NOAA, 1999). Za vrijeme proteklog 20. stoljeća, globalna temperatura porasla je za  $0.6^{\circ}\text{C}/100$  godina, ali taj trend je dramatično porastao dostižući  $2^{\circ}\text{C}/100$  godina posljednjih 25 godina.

Tablica 1. Statistički prikaz fenofaza zeljastog bilja i šumskog drveća za Zavižan u razdobljima 1964–1990. i 1991–2000.

SRED – srednjak (srednji datum), STD – standardna devijacija (dani), MAKS – maksimum (najkasniji datum), MIN – minimum (najraniji datum), AMPL = MAKS-MIN – amplituda ili raspon (dani).

Fenološke faze su 1 – listanje, 2 – cvjetanje, 5 – žućenje lišća, 6 – opće opadanje lišća.

godine	šafran	podbjel	maslačak	mrazovac	vrba iva	smreka	bukva		
fenofaza	2	2	2	2	2	1	1	5	6
<b>1964–1990.</b>									
<b>SRED</b>	15.4.	18.4.	27.5.	24.8.	13.5.	5.6.	24.5.	25.9.	6.10.
<b>STD</b>	15	16	10	12	9	7	10	8	9
<b>MAKS</b>	11.5.	18.5.	20.6.	14.9.	29.5.	21.6.	25.6.	12.10.	24.10.
<b>MIN</b>	20.3.	23.3.	8.5.	2.8.	26.4.	25.5.	9.5.	11.9.	19.9.
<b>AMPL</b>	52	56	43	43	33	27	47	31	35
<b>1991–2000.</b>									
<b>SRED</b>	18.4.	21.4.	24.5.	2.9.	11.5.	4.6.	21.5.	27.9.	8.10.
<b>STD</b>	8	10	6	9	7	6	10	7	6
<b>MAKS</b>	28.4.	2.5.	3.6.	21.9.	20.5.	13.6.	10.6.	6.10.	16.10.
<b>MIN</b>	30.3.	31.3.	12.5.	22.8.	29.4.	7.5.	6.5.	15.9.	28.9.
<b>AMPL</b>	29	32	22	30	21	17	35	21	18
<b>odstupanje razdoblja 1991–2000. od razdoblja 1964–1990.</b>									
<b>Δ SRED</b>	3	3	-3	9	-2	-1	-3	2	3
<b>Δ AMPL</b>	-23	-24	-21	-13	-12	-10	-12	-10	-17



Slika 2. Prikaz fenofaza za zeljasto bilje i šumsko drveće za Zavižan u razdoblju 1964–2000.

U prosjeku je cvjetanje šafrana i podbjela gotovo istovremeno (15. odnosno 18. travnja redom), ali raspon između najkasnjeg i najranijeg datuma veći je od 50 dana. Velike vrijednosti standardne devijacije (15 dana odnosno 16 dana) također ukazuju na veliku varijabilnost početka cvjetanja šafrana i podbjela od godine do godine (tablica 2 i slika 2). Njihov početak nicanja na Zavižanu znatno ovisi o visini snježnog pokrivača i duljini trajanja snježne zime (razdoblje između prvog i posljednjeg dana sa snijegom na tlu). U prosjeku snježna zima započinje 20. listopada, a završava 23. svibnja, što znači da prosječno traje 215 dana. Šafran i podbjel su prve proljetnice koje se javljaju dok još ima i snijega

na tlu. Iz tog razloga na slici 1 prikazan je i srednji go-dišnji hod srednje i maksimalne dnevne visine snježnog pokrivača, zajedno s prosječnim danima nastupa pojedinih fenofaza. Najveće srednje dnevne vrijednosti visine snježnog pokrivača su u proljeće, dok je apsolutni maksimum od 320 cm zabilježen 6. ožujka 1984.

Vegetacijsko razdoblje za većinu biljnog svijeta na Zavižanu započinje u svibnju, pa će tako vrba iva u prosjeku procvjetati 13. svibnja, a maslačak 27. svibnja. Svakako da se to mijenja od godine do godine pa je npr. maslačak najkasnije procvjetoao 20. lipnja 1980., a najranije 8. svibnja 1990. dok vrba iva 29. svibnja 1970. i 26. travnja 1968. redom. U svibnju najčešće

Tablica 2. Prikaz fenofaza zeljastog bilja i šumskog drveća (redni broj dana u godini) za Zavižan u razdoblju 1964–2000. Fenološke faze su 1 – listanje, 2 – cvjetanje, 5 – žućenje lišća, 6 – opće opadanje lišća.

godine	šafran	podbjel	maslačak	mrazovac	vrba iva	smreka	bukva	
fenofaza	2	2	2	2	2	1	1	5
								6
<b>1964</b>	99	95	146	254	131	149	136	259
<b>1965</b>	126	122	163	248	148	169	153	261
<b>1966</b>	98	95	138		126	155	136	268
<b>1967</b>	100	98	146	249	139	161	142	263
<b>1968</b>	95	92	139	231	116	160	129	254
<b>1969</b>	97	95	148	236	130	152	130	255
<b>1970</b>	113	120	171		149	159	153	
<b>1971</b>	109	107	138	257	135	159	137	263
<b>1972</b>	86	90	147	233	140	170	176	269
<b>1973</b>	98	121	148	238	135	161	145	267
<b>1974</b>	84	97	139	227	134	153	145	
<b>1975</b>	108	118	142	237	136	150	138	271
<b>1976</b>	97	96	147	223	134	157	143	254
<b>1977</b>	79	82	138	214	118	150	137	269
<b>1978</b>			222					
<b>1979</b>	123	128	148	232	141	159	145	258
<b>1980</b>	128	138	171		140	160	150	285
<b>1981</b>	97	104	138	222	130	148	145	268
<b>1982</b>	116	124	146		141	148	143	268
<b>1983</b>	110	111	138	232	130	145	135	271
<b>1984</b>	128	128	162	248		172	156	278
<b>1985</b>	131	126	150	253		155	142	281
<b>1986</b>	122	124	142	237		148	138	273
<b>1987</b>	120	121	148	245		160	156	280
<b>1988</b>	108	108	154	240		157	146	270
<b>1989</b>	87	87	139	227	120	150		
<b>1990</b>	83	82	128	222	118	145		
<b>1991</b>	106	105	150	234	140	164	161	273
<b>1992</b>			146	241		153	135	279
<b>1993</b>	111	110	143		124	148	139	266
<b>1994</b>	110	110	140	246	130	147	138	271
<b>1995</b>	110	120	154	244	140	158	150	278
<b>1996</b>	114	116	144	239	131	155	147	259
<b>1997</b>	109	115	141	255		159	138	275
<b>1998</b>	89	90	145	264	130		138	272
<b>1999</b>	118	122	140	245	132		136	258
<b>2000</b>	109	111	132	239	119		126	264

prolista i bukva (24. svibnja), a mlade grančice na smreki u prosjeku se javljaju 5. lipnja. Žućenje lišća bukve najčešće nastupa 25. rujna, a opće opadanje lišća 6. listopada.

Usporedba srednjih datuma nastupa razvojnih faza promatranih biljaka u posljednjem desetljeću 20. stoljeća, s referentnim razdobljem pokazuje da je vegetacija većine biljaka (maslačak, vrba iva, smreka i buk-

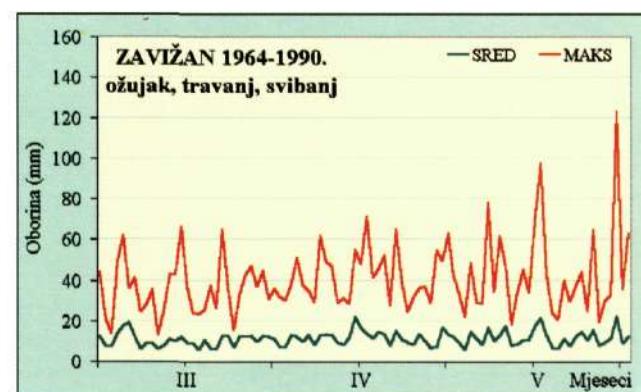
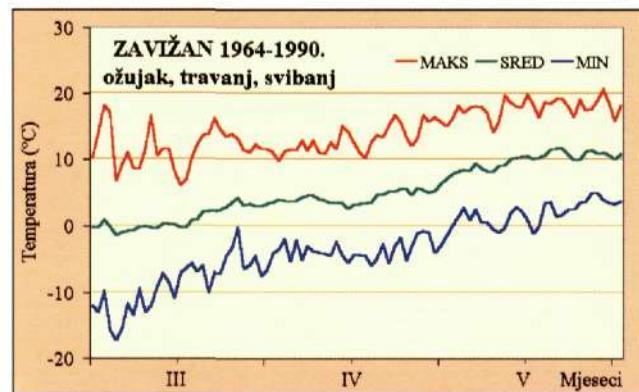
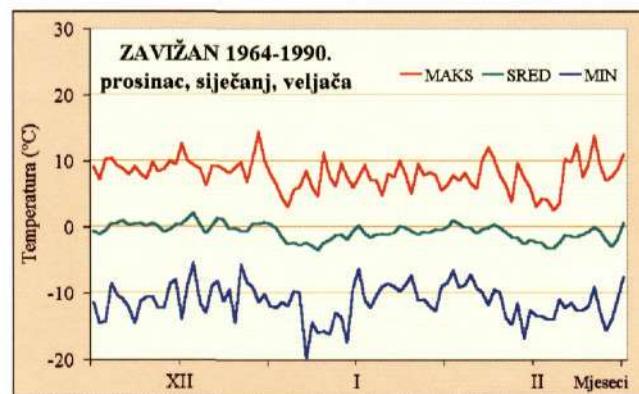
va) započela 1–3 dana ranije, a u jesen je za 2–3 dana kasnilo žućenje i opadanje lišća bukve. Zanimljivo je da je i mrazovac u novijem razdoblju prosječno procvjetao čak 9 dana kasnije u odnosu na normalu. To je naznaka za produljenje vegetacijskog razdoblje u jesen posljednjih godina 20. stoljeća. U proljeće je u prosjeku kasnio samo početak cvjetanja proljetnica šafrana i podbjela za 3 dana.

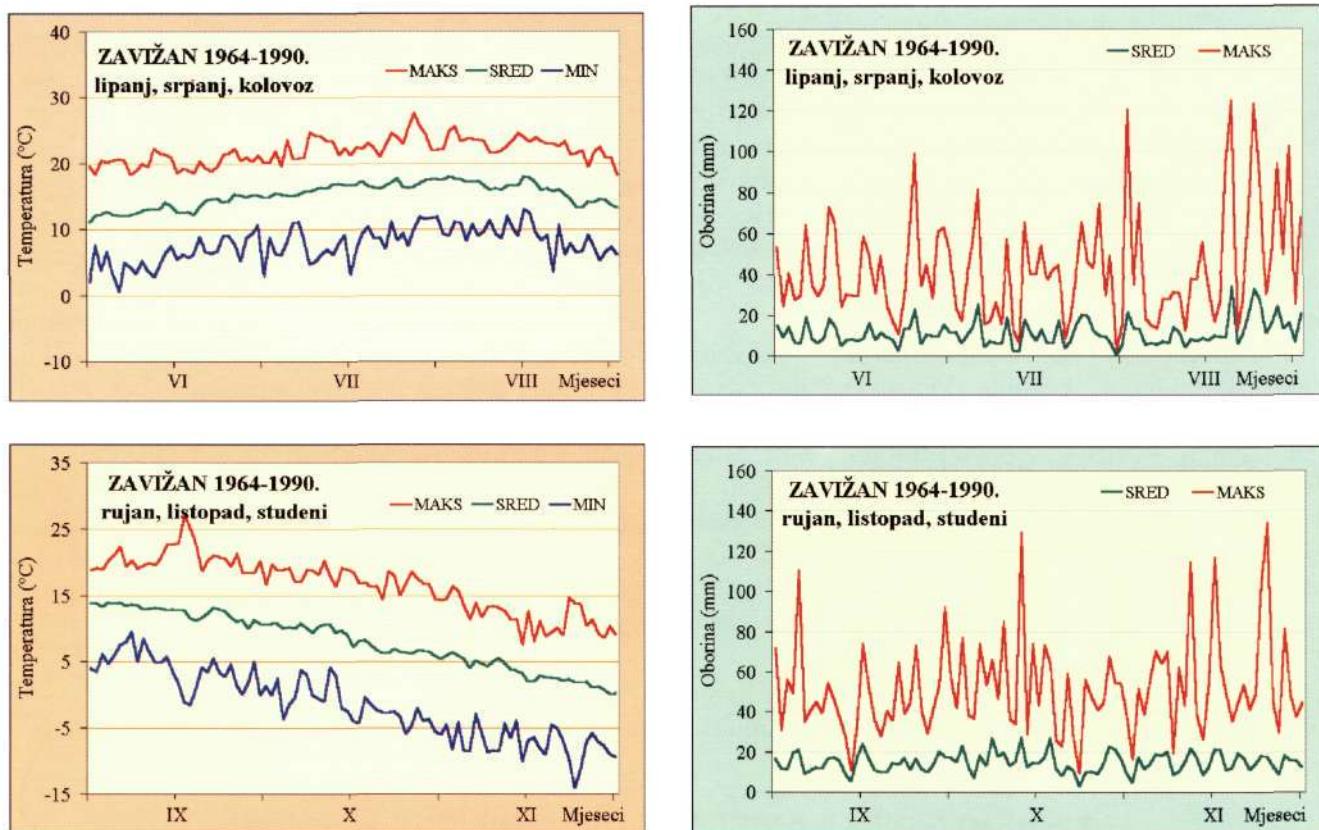
## 2.2. VREMENSKI SLIJED FENOFAZA BILJAKA I METEOROLOŠKIH ELEMENATA

Jedna od metoda kojom se mogu povezati srednji datumi nastupa pojedinih fenofaza biljaka i vremenskih prilika je da se odrede hodovi srednjih dnevnih vrijednosti temperature zraka, količine oborine, osunčavanja i visine snježnog pokrivača. Takvi su hodovi, dakle, dobiveni osrednjavanjem srednje dnevne vrijednosti navedenih meteoroloških elemenata za jednaki datum kroz cijelo razdoblje 1964–1990. Na slikama 3 i 4 su uz srednje sezonske hodove prikazani i hodovi absolutne maksimalne i minimalne dnevne temperature zraka, te absolutne maksimalne dnevne količine oborine i osunčavanja. Uobičajeno je da se iz tih hodova izdvaje datumi sa značajnijim porastom ili smanjenjem neke meteorološke veličine, a takvi datumi nazivaju se singulariteti. Ti prikazi mogu izuzetno pridonijeti razumijevanju vremena i klime pojedinog kraja, ali ovdje

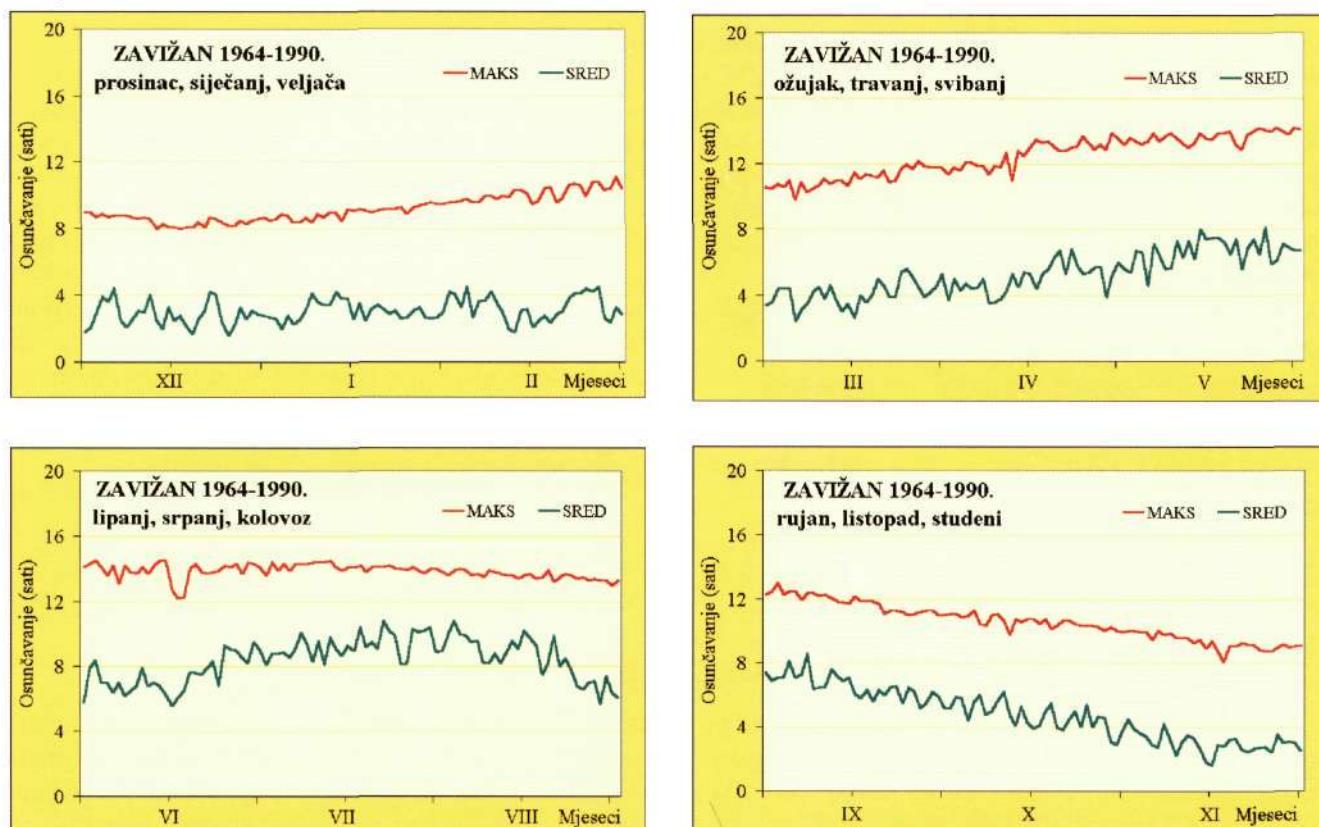
će se ukazati samo na najupečatljivije činjenice, koje su vezane uz biljni svijet Velebita. Zbog lakšeg praćenja, godina je podijeljena na standarna godišnja doba, ali se ona ne poklapaju sa stvarnim godišnjim dobima na Zavižanu.

Prosječno najhladniji dan u godini je 8. siječnja (-3.5 °C). Neznatno prije prosječno najhladnjeg dana u godini zabilježen je i apsolutni minimum za promatrano razdoblje od -24.5 °C (7. siječnja 1985.). Sve ovo ukazuje da je razdoblje oko 8. siječnja na Zavižanu najhladnije doba godine. Još jednom, s nešto blažom hladnoćom, zima okupe Zavižan oko sekundarnog minimuma temperature na dan 16. veljače (-3.3 °C). Međutim, snijeg na tlu će u prosjeku svoju maksimalnu visinu postići tek 18. ožujka (149.1 cm).





Slika 3. Sezonski hodovi maksimalne (MAKS, °C), srednje (SRED, °C) i minimalne dnevne temperature zraka (MIN, °C) te maksimalne (MAKS, mm) i srednje dnevne količine oborine (SRED, mm) za Zavižan u razdoblju 1964–1990.



Slika 4. Sezonski hodovi maksimalnog (MAKS, sati) i srednje dnevno osunčavanje (SRED, sati) za Zavižan u razdoblju 1964–1990.

Najtoplji dan u godini je 2. kolovoz (18.0 °C). Neznatno svježiji (sekundarni maksimumi temperature) su 15. i 16. kolovoz (17.9 °C). Apsolutni maksimum temperature za promatrano razdoblje zabilježen je 27. srpnja 1983. od 27.6 °C. U ovom razdoblju se u prosjeku javlja i najsušniji dan (30. srpnja) sa samo 0.9 mm oborine. Dani s osunčavanjem trajanja dužeg od 10 sati javljaju se samo u srpnju i kolovozu i prosječno ih je samo 12. Najsunčaniji dani su 22. srpnja i 3. kolovoza s prosječnih 10.8 sunčanih sati.

Zadnji proljetni dan s temperaturom negativnog predznaka javlja se 17. ožujka. U prosjeku mjesec dana nakon toga procvasti će šafran (15. travnja) i podbjel (18. travnja). Vrba iva će pričekati toplige dane, te će procvjetati 13. svibnja, što se može povezati s događajem prethodnog dana. Naime, 12. svibnja srednja dnevna temperatura doseže granicu od 10 °C. To će utjecati na cvjetanje maslačka (25. svibnja) i listanje bukve (24. svibnja), te smreku koja će potjerati mlade grančice (3. lipnja).

Listanje i cvjetanje biljaka tijekom svibnja i lipnja svakako su povezana i s konačnim kopnjnjem snijega.

### 2.3. VREMENSKE GRANICE NASTUPA POJEDINE FENOFAZE

Uzrok velike varijabilnosti u terminima nastupa pojedinih fenofaza (amplituda od 1–1.8 mjesec u razdoblju 1964–1990) je brzo reagiranje biljaka na fluktuacije temperature i količine oborine. Od godine do godine može se očekivati vremenski pomak i do 3 tjedna u nastupu neke razvojne faze iste biljne vrste. Da bi se ustanovilo u kojim su se godinama pojedine fenološke faze pojavile znatno ranije ili kasnije u odnosu na višegodišnji prosjek 1964–1990, prikazani su za svaku godinu razdoblja 1964–2000. vremenske granice nastupa fenofaza promatranih bilja. Kriterij za određivanje vremenskih granica bio je:

manje od SRED - 3/2 r	znatno ranije
od SRED - 3/2 r do SRED - 1/2 r	ranije
od SRED - 1/2 r do SRED + 1/2 r	normalno
od SRED + 1/2 r do SRED + 3/2 r	kasnije
veće od SRED + 3/2 r	znatno kasnije
gdje je $r = 0.675 \text{ STD}$ .	

Tijekom 1968., 1977., 1989., 1990. i 2000. gotovo su sve razvojne faze nastupile ranije ili znatno ranije (ta-

U prosjeku je zadnja čvršća datumska odrednica do koje se neprekidno zadržava snijeg na tlu sredina lipnja. Istina, i nakon ovog datuma moguće je snijeg sve do početka srpnja, ali se to događa sporadično.

Ubrzo nakon sekundarnog maksimuma temperature procvast će mrazovac, u prosjeku 24. kolovoza. Da za evatnju mrazovca ima dovoljno vlage pokazuje podatak da je 19. kolovoza u prosjeku najkišovitiji dan s 34.3 mm oborine. Prvi se snijeg već može pojaviti početkom rujna, ali njegovo je pojavljivanje sporadično do pred kraj tog mjeseca. U prosjeku tek tada započinje neprekidno zadržavanje snijega na tlu, s čime započinje novo dugo snježno razdoblje koje, kako je već spomenuto, traje do sredine lipnja.

Postupno spuštanje temperature zraka od 16. kolovoza, rezultirati će žućenjem lišća na bukvi 25. rujna, a ponovnim, ali sada u silaznom hodu približavanje temperature pragu od 10 °C, započet će opadanje lišća (6. listopada).

blica 3). Za razliku od toga 1965., 1980., 1984., 1987. i 1995. godine početak fenoloških faza je kasnio. Na Zavižanu je uobičajeno da vegetacijsko razdoblje traje od polovice travnja do početka listopada. Međutim, 1979. vegetacija je započela u proljeće tek u prvom desetodneviju svibnja, dok je žućenje i opadanje lišća završilo već u ranu jesen do polovice rujna. Obrnuta situacija zabilježena je 1998. kada je vegetacija započela već krajem ožujka, a trajala je sve do prvog desetodnevija listopada. Vremenske prilike, odnosno raspodjela topnine, količina oborine i visina snježnog pokrivača tijekom pojedinih godina, utjecale su na ovako različit razvoj šumskog bilja. U godinama kada su razvojne faze bilja nastupile znatno ranije, snijeg na tlu se već otopio do kraja travnja, na što su utjecale pozitivne temperature do 10 °C, veći broj sati sijanja Sunca i ispodprosječna količina oborine u proljeće. Obrnuta situacija bila je kad je početak vegetacije kasnio.

### 2.4. KALENDAR FENOLOŠKI DOBA I ZBROJ EFEKTIVNIH TEMPERATURA

U umjerenim geografskim širinama poznata je korelacija između srednje dnevne temperature zraka i razvoja bilja, a s tim u vezi i nastup nekog fenološkog doba (Penzar i Penzar, 1985, 2000). Pre proljeće traje u razdoblju u kojemu se srednje dnevne temperature zra-

ka kreću u rasponu od 0 °C do 5 °C. Na Zavižanu pretproljetno razdoblje prosječno nastupa 2. travnja (tablica 4). Završetkom pre proljeća započinje proljeće koje traje u razdoblju kad su srednje dnevne temperature zraka u rasponu od 5 °C do 15 °C. Ovo razdoblje u pro-

Tablica 3. Vremenske granice nastupa fenofaza zeljastog bilja i šumskog drveća za Zavižan u razdoblju 1964–2000. u odnosu na prosjek 1964–1990.

NP – nedostajući podaci., ZR – znatno ranije, R – ranije, N – normalno, K – kasnije i ZK – znatno kasnije.

Godine	šafran	podbjel	maslačak	mrazovac	vrba iva	smreka	bukva		
fenofaza	2	2	2	2	2	1	1	5	6
1964	R	R	N	ZK	N	R	R	R	R
1965	ZK	K	ZK	ZK	ZK	ZK	K	R	N
1966	R	R	R	-	R	N	R	N	N
1967	R	R	N	ZK	K	K	N	R	ZK
1968	R	ZR	R	R	ZR	K	ZR	ZR	ZR
1969	R	R	N	N	N	R	ZR	ZR	ZR
1970	K	K	ZK	-	ZK	K	K	-	-
1971	N	N	R	ZK	N	K	R	R	R
1972	ZR	ZR	N	N	K	ZK	ZK	N	N
1973	K	K	N	N	N	K	N	N	R
1974	ZR	R	R	R	N	N	N	-	-
1975	N	K	R	N	K	R	R	K	K
1976	R	R	N	ZR	N	N	N	ZR	R
1977	ZR	ZR	R	ZR	ZR	R	R	N	N
1978	-	-	-	ZR	-	-	-	-	-
1979	ZK	ZK	N	N	K	K	N	ZR	ZR
1980	ZK	ZK	ZK	-	K	K	K	ZK	ZK
1981	R	N	R	ZR	N	ZR	N	N	R
1982	K	ZK	N	-	K	ZR	N	N	K
1983	N	N	R	N	N	ZR	R	K	N
1984	ZK	ZK	K	ZK	-	ZK	ZK	ZK	ZK
1985	ZK	ZK	N	ZK	-	N	N	ZK	ZK
1986	ZK	ZK	R	R	-	ZR	R	K	K
1987	K	K	N	K	-	K	ZK	ZK	ZK
1988	N	N	K	K	-	N	N	K	N
1989	ZR	ZR	R	R	ZR	ZR	-	-	-
1990	ZR	ZR	ZR	ZR	ZR	ZR	-	-	-
1991	N	N	N	N	K	ZK	ZK	K	K
1992	-	-	N	K	-	R	R	ZK	ZK
1993	N	N	N	-	R	ZR	R	N	R
1994	N	N	R	K	N	ZR	R	K	N
1995	N	K	K	K	K	N	K	ZK	K
1996	K	K	N	N	N	N	N	R	N
1997	N	K	R	ZK	-	K	R	K	K
1998	ZR	R	N	ZK	R	-	R	K	N
1999	K	K	R	K	N	-	R	ZR	R
2000	N	N	ZR	N	ZR	-	ZR	R	K
NP	2	2	1	5	8	4	3	5	5
ZR	5	5	2	5	5	8	3	5	3
R	9	7	13	4	3	5	13	6	7
N	10	8	15	9	11	7	10	7	9
K	5	9	3	6	8	9	4	8	7
ZK	6	6	3	8	2	4	4	6	6

sjeku na Zavižanu započinje 9. svibnja. Kada srednja dnevna temperatura prijeđe 15 °C počinje ljeto. Na Zavižanu se to događa u prosjeku 22. srpnja. Završetak ljeta i početak jeseni označava ponovno spuštanje srednje dnevne temperature zraka ispod 15 °C. U prosjeku to se događa 10. kolovoza. Jesen će potrajati dok se

srednja dnevna temperatura zraka ne spusti do 5 °C. Tim događajem nastupa predzimsko razdoblje koje u prosjeku započinje 17. listopada. Razdoblje u kojem se javljaju negativne vrijednosti srednje dnevne temperature zraka pripada pravoj zimi. Na Zavižanu zima u prosjeku započinje 13. studenoga, a potrajat će duga

Tablica 4. Kalendar fenoloških godišnjih doba prema srednjoj dnevnoj temperaturi za Zavižan u razdoblju 1964–1990.  
Oznake su jednake kao u tablici 1.

sezona	pre proljeće	proljeće	ljeto	jesen	predzima	zima
<b>1964</b>	23.3.	7.5.	17.7.	24.7.	21.9.	1.11.
<b>1965</b>	1.4.	13.5.	13.7.	16.7.	10.9.	12.11.
<b>1966</b>	3.4.	23.4.	10.8.	15.8.	26.10.	10.11.
<b>1967</b>	4.4.	7.5.	13.7.	5.8.	29.10.	18.11.
<b>1968</b>	23.3.	17.4.	27.6.	12.7.	16.10.	13.11.
<b>1969</b>	9.4.	24.4.	17.7.	15.8.	24.10.	25.11.
<b>1970</b>	16.4.	13.5.	11.7.	8.8.	15.10.	1.12.
<b>1971</b>	31.3.	29.4.	15.7.	21.8.	25.10.	19.11.
<b>1972</b>	16.3.	21.5.	8.7.	16.8.	24.9.	24.11.
<b>1973</b>	24.4.	17.5.	18.8.	24.8.	21.10.	25.11.
<b>1974</b>	16.3.	16.5.	12.7.	23.8.	25.9.	12.10.
<b>1975</b>	19.4.	10.5.	28.7.	25.8.	12.10.	13.11.
<b>1976</b>	13.4.	4.5.	16.7.	21.7.	16.10.	11.11.
<b>1977</b>	2.3.	26.4.	27.8.	30.8.	30.10.	12.11.
<b>1978</b>	22.4.	18.5.	31.7.	7.8.	19.10.	26.11.
<b>1979</b>	9.4.	14.5.	30.7.	7.8.	21.10.	15.11.
<b>1980</b>	30.4.	3.6.	1.8.	9.8.	10.10.	27.11.
<b>1981</b>	19.3.	14.5.	31.7.	9.8.	21.10.	5.11.
<b>1982</b>	25.3.	13.5.	20.7.	20.8.	15.10.	28.11.
<b>1983</b>	16.3.	10.5.	17.7.	2.8.	16.10.	11.11.
<b>1984</b>	21.4.	18.5.	10.7.	2.8.	16.10.	27.11.
<b>1985</b>	31.3.	10.5.	17.7.	24.8.	12.11.	10.11.
<b>1986</b>	15.4.	23.4.	28.7.	17.8.	24.10.	12.11.
<b>1987</b>	16.4.	23.5.	14.9.	20.9.	26.10.	19.11.
<b>1988</b>	17.4.	3.5.	30.6.	26.7.	19.10.	19.11.
<b>1989</b>	9.3.	8.5.	7.7.	25.7.	4.11.	28.9.
<b>1990</b>	5.3.	4.5.	27.6.	2.8.	30.9.	30.11.
<b>SRED</b>	2.4.	9.5.	22.7.	10.8.	17.10.	13.11.
<b>STD</b>	16	10	18	15	12	14
<b>MAKS</b>	30.4.	3.6.	14.9.	20.9.	12.11.	1.12.
<b>MIN</b>	2.3.	17.4.	27.6.	12.7.	21.9.	28.9.
<b>AMPL</b>	59	47	79	70	52	64

4.5 mjeseca, sve do početka pre proljeća 2. travnja. Analiza fenoloških doba pokazala je da su spomenuta fenološka odstupanja bila vezana uz raniji odnosno kasniji nastup pojedinih sezona.

Pridjeljivanje normalne razdiobe kumulativnim relativnim čestinama dana nastupa promatranih fenofaza, omogućilo je da se odrede očekivana razdoblja pojave razvojnih faza cvjetanja, listanja, žućenja i opadanja lišća. S vjerojatnošću većom od 80 % na Zavižanu se može očekivati da će šafran procijetati u razdoblju od 27. travnja do 8. svibnja, podbjel od 4. do 8. svibnja, oba u pre proljeću, maslačak od 6. do 29. lipnja u fenološkom proljeću, a mrazovac od 2. do 17. rujna u fenološku jesen (tablica 5). U fenološko proljeće će s istom vjerojatnošću procvasti vrba iva između 21. svibnja i 9. lipnja, izbiti

mlade grančice na smrekama između 12. i 29. lipnja i prolistati bukva između 2. i 29. lipnja. Žućenje lišća bukve uglavnom nastupa između 2. i 17. listopada, u jesen i sam početak predzime, a opadanje lišća dogodit će se najčešće u razdoblju od 14. do 27. listopada u predzimima.

Prema tomu, sve biljke ne započinju razvoj pri istoj temperaturi. Donja granica temperature pri kojoj biljke ulaze u određenu

Tablica 5. Datumi pojave pojedinih fenofaza zeljastog bilja i šumskog drveća uz vjerojatnost veću od 80 % za Zavižan, na osnovi podataka razdoblja 1964–1990.

fenofaza	1	2	5	6
<b>šafran</b>		27. 4–8. 5.		
<b>podbjel</b>		4. 5–8. 5.		
<b>maslačak</b>		6. 6–29. 6.		
<b>mrazovac</b>		2. 9–17. 9.		
<b>vrba iva</b>		21. 5–9. 6.		
<b>smreka</b>	12. 6–29. 6.			
<b>bukva</b>	2. 6–29. 6.		2. 10–17. 10.	14. 10–27. 10.

fazu razvoja naziva se **biološki minimum** za tu fazu. Sve temperature iznad tog minimuma za određenu fazu razvoja su **aktivne temperature**. Za početak vegetacije šumskog bilja smatra se da su potrebne srednje dnevne temperature iznad 5 °C. Razlika između aktivne temperature i biološkog minimuma je **efektivna temperatura**. Zbrajajući efektivne temperature, dan za danom, dobije se biološki zbroj za određeno razdoblje. Zbroj efektivnih temperatura za svaku godinu

Tablica 6. Zbroj efektivnih temperatura (°C), osunčavanja (sati) i količine oborine (mm) od početka godine do početka vegetacije zeljastog bilja i šumskog drveća za Zavižan u razdoblju 1964–1990.

	<b>šafran</b>	<b>podbjel</b>	<b>maslačak</b>	<b>vrba iva</b>	<b>smreka</b>	<b>bukva</b>
<b>SREDNJI ZBROJ EFEKTIVNIH TEMPERATURA</b>						
<b>SRED</b>	13.0	15.2	90.8	48.1	127.6	85.1
<b>STD</b>	11.4	13.2	34.1	19.2	42.5	41.8
<b>MAKS</b>	49.7	49.4	184.1	88.1	208.8	215.3
<b>MIN</b>	1.8	1.8	37.7	8.5	38.4	17.2
<b>AMPL</b>	47.9	47.6	146.4	79.6	170.4	198.1
<b>SREDNJE OSUNČAVANJE</b>						
<b>SRED</b>	386.8	402.1	639.0	544.6	701.5	628.2
<b>STD</b>	101.1	130.1	93.0	93.8	97.3	117.7
<b>MAKS</b>	562.4	600.8	794.4	718.7	900.3	899.0
<b>MIN</b>	211.9	224.0	425.3	363.3	486.5	415.4
<b>AMPL</b>	350.5	376.8	369.1	355.4	413.8	483.6
<b>SREDNJA KOLIČINA OBORINE</b>						
<b>SRED</b>	531.6	540.2	724.3	689.3	798.7	737.6
<b>STD</b>	227.0	231.3	252.1	196.4	206.5	213.8
<b>MAKS</b>	942.0	942.0	1319.4	1072.9	1324.9	1243.8
<b>MIN</b>	65.2	65.2	100.9	351.0	489.5	443.3
<b>AMPL</b>	876.8	876.8	1218.5	721.9	835.4	800.5

(AMPL). Za pojedine biljke potreba za toplinom, svjetlošću i vodom je različita što se najbolje vidi to je šafranu i podbjelu za početak vegetacije potrebno najmanje akumulirane topline odnosno srednji zbroj efektivnih temperatura je samo 13.0 °C odnosno 15.2 °C.

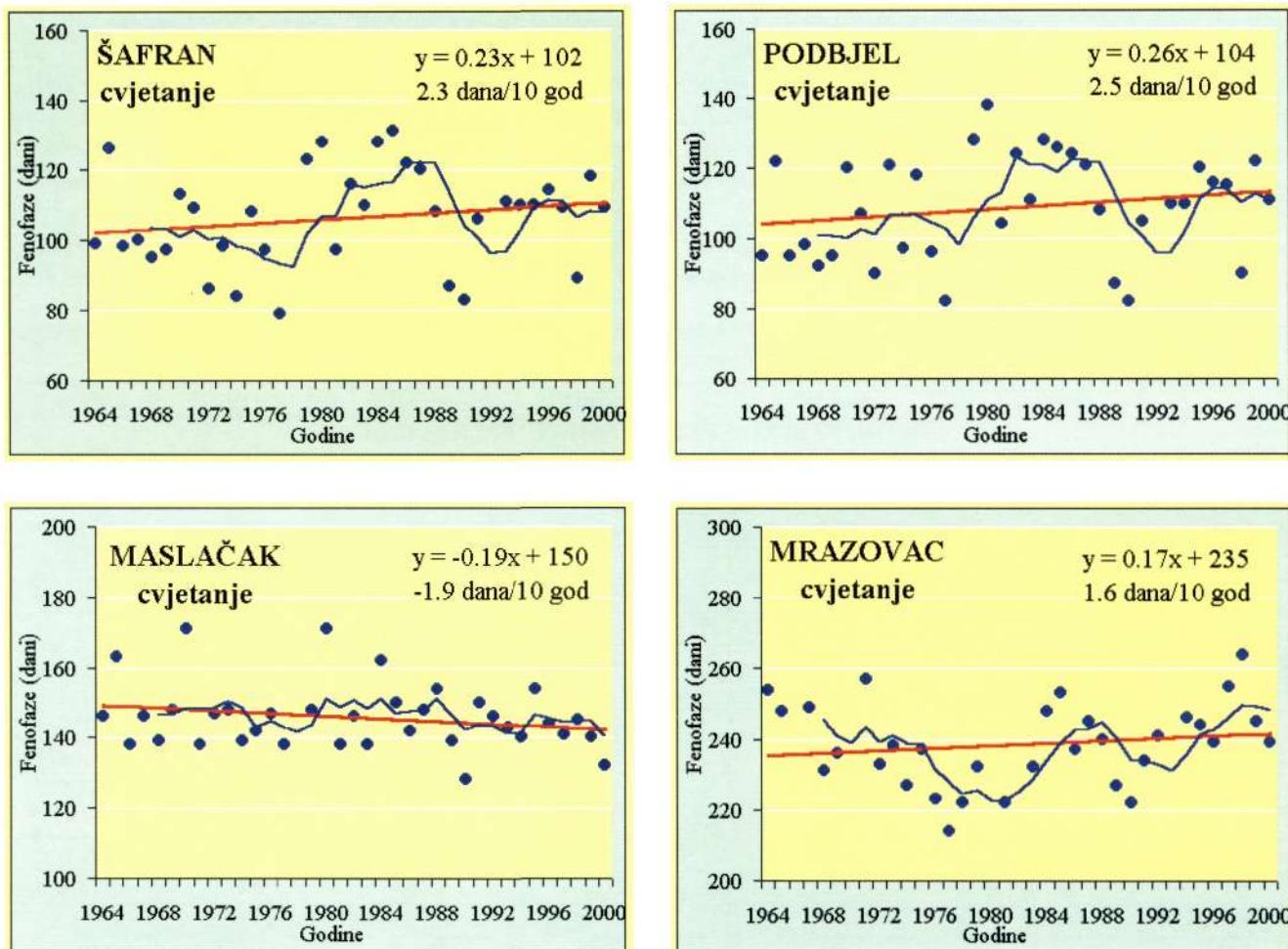
Za razliku od toga smreki je potrebna gotovo desetorostruka akumulirana toplina i približno dvostruko duže trajanje sijanja Sunca (srednji biološki zbroj iznosi 127.6 °C, a srednje osunčavanje 701.5 sati) da bi se pojavile mlade grančice.

## 2.5. LINEARNI TRENDovi NASTUPA POJEDINIH FENOFAZA

Da bi se procijenila tendencija kašnjenja/ranjenja fenofaza na Zavižanu, proračunati su linearni trendovi njihovog nastupa za 37-godišnje razdoblje (slike 5 i 6). Vrijednosti linearног trenda, koje su svedene na 10 godina, prikazane su u tablici 7. Jedna od metoda koja omogućuje ocjenu statističke signifikantnosti promjene razine oko koje su članovi vremenskog niza raspoređeni tj. ocjenu postojanja linearног trenda je neparametarski Mann-Kendallov rank test (Micheil i dr, 1966.). On se osniva na vrijednosti pojedinog člana niza i položaju tog člana u nizu. Definiran je s dva parametra: Kendallov koeficijent  $\tau$  i razina signifikantnosti  $\alpha$ . Što su vrijednosti  $\tau$  bliže nuli, to je veći  $\alpha$ , odnosno vrijednosti se kronološki ne smanjuju ni povećavaju.

Tablica 7. Linearni trendovi (dani/10 god) za pojedine fenofaze zeljastog bilja i šumskog drveća za Zavižan u razdoblju 1964–2000. Statistička signifikantnost je na razini 0.05.

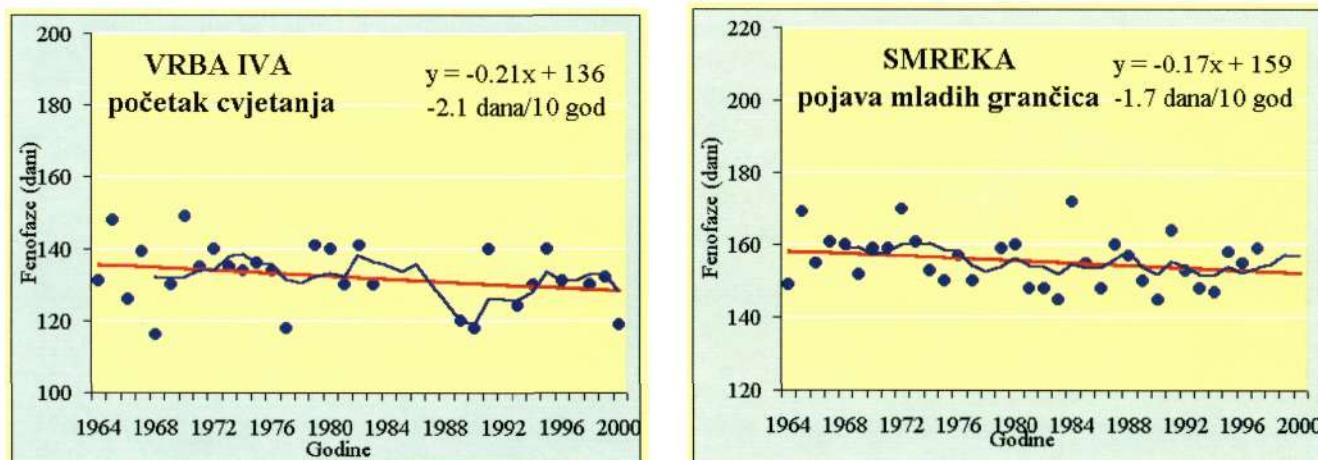
<b>fenofaza</b>	<b>trend</b>	<b><math>\tau</math></b>	<b><math>\alpha</math></b>
<b>šafran – cvjetanje</b>	2.3	0.11	0.37
<b>podbjel – cvjetanje</b>	2.5	0.11	0.35
<b>maslačak – cvjetanje</b>	-1.9	-0.10	0.39
<b>mrazovac – cvjetanje</b>	1.6	0.10	0.40
<b>vrba iva – cvjetanje</b>	-2.1	-0.16	0.22
<b>smreka – mlade grančice</b>	-1.7	-0.20	0.11
<b>bukva – listanje</b>	-0.7	-0.13	0.92
– žućenje lišća	2.7	0.28	<b>0.02</b>
– opće opadanje lišća	2.6	0.24	<b>0.05</b>

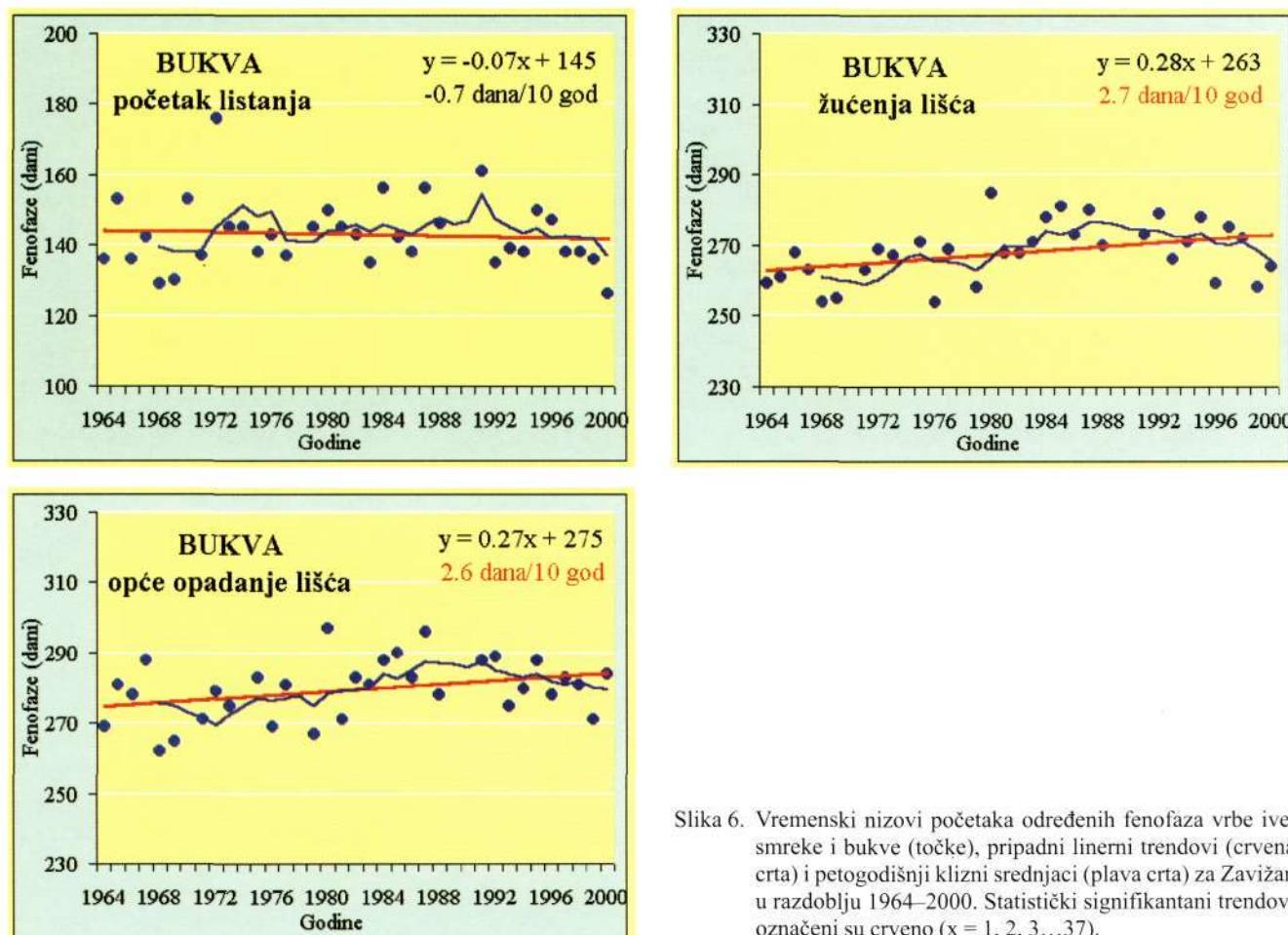


Slika 5. Vremenski nizovi početaka cvjetanja šafrana, podbjela, maslačka i mrazovca (točke), pripadni linerni trendovi (crvena crta) i petogodišnji klizni srednjaci (plava crta) za Zavižan u razdoblju 1964–2000. ( $x = 1, 2, 3 \dots 37$ ).

Statistički signifikantni trend na razini 0.05 zamjećuje se u kašnjenju žućenja i općeg opadanju lišća bukve. Linearni trendovi iznose 2.7 dana/10 god i 2.6 dana/10 god redom, što ukazuje na signifikantno produljenje vegetacijskog razdoblja na Zavižanu u jesen.

Na Zavižanu je također opažena tendencija kasnijeg cvjetanja šafrana, podbjela i mrazovca te ranije cvjetanje vrbe ike, listanje bukve i pojave mladih grančica na smreki, no oni nisu statistički signifikantni.





Slika 6. Vremenski nizovi početaka određenih fenofaza vrbe iwe, smreke i bukve (točke), pripadni linerni trendovi (crvena crta) i petogodišnji klizni srednjaci (plava crta) za Zavižan u razdoblju 1964–2000. Statistički signifikantni trendovi označeni su crveno ( $x = 1, 2, 3 \dots 37$ ).

### 3. ZAKLJUČAK

Usporedna analiza meteoroloških i fenoloških podataka za zeljasto bilje (šafran, podbjel, maslačak i mrazovac) te šumsko drveće (vrba iva, smreka i bukva) na području Zavižana omogućila je da se utvrdi uzrok fenoloških odstupanja u pojedinim godinama razdoblja 1964–2000. Početak neke razvojne faze bilja može nastupiti i do 3 tjedna ranije ili kasnije od godine, do godine što ovisi o temperaturi zraka, količini oborine i osunčavanju, a u visinskim područjima i o debljini i duljini zadržavanja snježnog pokrivača na tlu u razdoblju prije i za vrijeme nastupa neke fenofaze. Analiza linearnih trendova razvojnih faza promatranog bilja ukazala je na signifikantno produljenje vegetacijskog razdoblja na Zavižanu u jesen.

Iako se pokušalo opisati utjecaj temperature zraka (količina topline), trajanja sijanja Sunca (svjetlost) i oborine (voda) na biljni svijet, ipak dobiveni izrazi strogo se odnose na određeno područje i promatranu biljnu vrstu. Osim meteoroloških veličina u ovakvim istraživanjima trebalo bi uzeti u obzir i geografske parametre kao nadmorsku visinu, geografsku dužinu i širinu i konfiguraciju tla kao i pedološke parametre npr. vrstu tla.

Na Zavižanu se javlja još jedna specifičnost, a to je veliko miješanje kontinentalne, planinske i maritimne sredozemne klime, što je ujedno i razlog posebitosti te planine i velikog broja endemske biljnih vrsta.

### LITERATURA

- Cindrić, Ž., 1973: Poredbena mikroklimatološka istraživanja u nekim preplaninskim fitocenozama na području Zavižana, iz monografije Glavna meteorološka stanica Zavižan (1594 m), 1953–1973, Republički hidrometeorološki zavod, 46–53.  
 Forenbacher, S., 2001: Velebit i njegov biljni svijet, Školska knjiga, Zagreb, 800 str.

- Katičić, R., 1995: Illyricum mythologicum, Podunavlje i Jadran u epu Apolonija Rodanina, Anti-barbarus, Zareb, 31–114.
- Ilijanić, Lj., N. Šegulja i J. Topić, 1983: Novi prilog fenologiji nekih vrsta drveća na Zagrebačkoj gori, Contrib., Vol. 4, br. 1-2, Skopje, 85–92.
- Kolumbić, N. (Zoranić P.), 1995.: Planine (izbor), Erasmus, Zagreb, 115 str.
- Mitchell, J. M. Jr., Dzerdzevskii, B., Flohn, H., Hofmeyr, W. L., Lamb, H.H., Rao, K. H. i C. C. Wallen, 1966: Climatic Change, WMO Tech. Note 79, Geneva, 58–75.
- NOAA, 1999: Climate of 1998, Annual Review, National Climatic Data Center, Asheville, USA.
- Penzar, I. i B. Penzar, 1985: Agroklimatologija, Školska knjiga, Zagreb, 274 str.
- Penzar, I. i B. Penzar, 2000: Agrometeorologija, Školska knjiga, Zagreb, 228 str.
- Seemann, J., Chirkov, Y. I. and B. Primault, 1979: Agrometeorology, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 326 pp.
- Viher, M. i V. Vučetić, 1998: Determination of Changes in Phenological Cycle of Oak-Wood by Multispectre NOAA/AVHRR Images, International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol. 32, Part 7, 750–756.
- Vučetić, M. i V. Vučetić, 1992: Analysis of Phenological Characteristics on the Zavižan Region, Zbornik radova s XXII International Conference on Alpine Meteorology, Toulouse, Francuska, 7–11. rujna 1992, 374–377.
- Vučetić, M. i V. Vučetić, 1996: The Phenological Analysis of Almond Culture along the Adriatic Coast, Biometeorology, 14, 247–254.
- Vučetić, M. i V. Vučetić, 1997: Utjecaj vremenskih prilika na slab urod maslina u Dalmaciji tijekom 1996. godine, Izvanredne meteorološke i hidrološke prilike 1996. u Hrvatskoj, 20, 71–79.
- Vučetić, M. i V. Vučetić, 1998: Iz povijesti fenoloških motrenja i mjerena temperature tla u Kaštelanskom zaljevu, Zbornik radova s znanstveno-stručnog i kulturnoškog skupa "Kaštela", Kaštel Stari, 30. rujna – 3 listopada 1998. 301–305.
- Vučetić, V., 1991: Analiza fenoloških prilika na području Molva, Hrvatski meteorološki časopis, 26, Zagreb, 99–115.
- Vučetić, V. i M. Vučetić, 1998: Trend razvojnih faza masline, Zbornik radova s znanstvenog skupa "Andrija Mohorovičić – 140. obljetnica rođenja", Zagreb, 9 – 11. ožujka 1998, 457–464.

**SUMMARY:** The paper analyses developmental stages of forest trees (sallow, spruce and beech) and herbaceous plants (saffron, colts-foot, dandelion and common crocus) on Zavižan in the period 1964–2000. Zavižan is situated on northern Velebit at an approximate altitude of 1,600 m. Significant variations in the commencement and duration of individual developmental stages depend on air temperature, precipitation quantity, insolation and depth of snow cover. The commencement of a growth stage varied for up to 3 weeks from year to year. A comparative analysis of phenological data of the observed plants and meteorological data show that an important role is played not only by the accumulated temperature in the warm part of the year but also by weather conditions in the cold part of the year. In order to identify some possible climatic variations in the area of Zavižan, linear trends in developmental stages of the observed plants were analysed. They indicated a significant prolongation of the vegetation period in Zavižan in the autumn.

**Key words:** Developmental stages of forest trees and herbaceous plants, a sum of effective temperatures, linear trend, Zavižan