

Analiza fenoloških prilika na području Molva

Analysis of Phenological Characteristics in the Region of Molve

Višnja Vučetić

Republički hidrometeorološki zavod Hrvatske, Zagreb, Hrvatska

Primljeno 02.05. 1991, u konačnom obliku 29.05. 1991

Sažetak

Analizirane su razvojne faze višegodišnjih biljaka (marelica, orah, smreka i bagrem) i faze pčela u Đurđevcu i Bjelovaru u razdobljima prije (1971-1980) i nakon (1981-1990) puštanja u pogon plinske postaje Molve.

Pokazano je da postoje razlike između promatranih razdoblja. Hladnije zime drugog razdoblja utjecale su na zakašnjenje listanja i cvjetanje marelice, oraha i smreke, a toplija proljeća na raniji početak vegetacije bagrema i faza pčela. Međutim, utvrđene promjene nisu lokalnog značaja jer su istodobno opažene na obje lokacije.

Ključne riječi: Fenološke opažanja, plinska postaja Molve

Abstract

The development stages of perennial trees (apricot, walnut, common spruce and locust-tree) as well as stages of honey bees were analysed in Đurđevac and Bjelovar in the periods before (1971-1980) and after (1981-1990) the marsh gas station Molve was putting in operation.

It has been shown that differences between the considered periods do exist. Colder winters in the second period caused late leafing and blooming of the common spruce, apricot and walnut trees. Warmer springs provoked earlier vegetation of the locust-trees and earlier stages of bees. However, the variations established were not of local character having been observed on both locations at the same time.

Key words: Phenological observations, the marsh gas station Molve

1. Uvod

Početak osamdesetih godina započelo je iskorištavanje plinskog polja na području Molva, koje se planira najmanje još dvadesetak godina. Nova tehnologija proizvodnje zemnog plina osigurava veoma visok stupanj zaštite okoliša od agresivnih polutanata kao što su H₂S i SO₂. Međutim, zbog sagorjevanja u atmosferu se oslobađa veća

količina ugljik dioksida. CO₂ se ne smatra klasičnim polutantom jer je neophodan u procesima fotosinteze biljaka. S povećanjem koncentracije CO₂ u prizemnom sloju pojačava se i taj biološki proces ali samo do određene granice. Prevelike koncentracije mogu djelovati čak i toksično na biljni svijet. S druge strane, CO₂ je jedan od plinova staklenika koji ima sposobnost da apsorbira dio dugovalnog Zemljinog zračenja. Na taj

način na Zemlji se održava prosječna temperatura od 15°C. Povećanje koncentracije CO₂ u atmosferi moglo bi pojačati efekt staklenika i uzrokovati nekontrolirano zagrijavanje atmosfere, što bi znatno izmijenilo termodinamički režim nekog lokaliteta.

S obzirom da je biljni svijet toliko ovisan o vremensko-klimatskim prilikama, svaka promjena u ekosistemu prvo bi utjecala na rast i razvoj bilja. Stoga je cilj ovog rada bio utvrditi da li postoje lokalni utjecaji na vegetacijski razvoj biljnog svijeta zbog iskorištavanje zemnog plina na području Molva. Radi toga su na postaji Đurđevac u blizini Molva po prvi puta analizirana fenološka opažanja pojedinih razvojnih faza višegodišnjih biljaka (marelica, orah, smreka i bagrem), kao i praćenje pčela, u razdoblju 1971-1990. Dobiveni rezultati uspoređeni su s fenološkim analizama na području Bjelovara. Ove dvije postaje odvojene su gorjem Bilogora pa ukoliko postoje neki lokalni efekti na okoliš, očekujemo da bi oni bili jače izraženi u Đurđevcu nego u Bjelovaru. Analiza uključuje razdoblja prije (1971-1980) i nakon (1981-1990) postavljanja plinske postaje u Molvama.

Budući da se u hidrometeorološkoj službi Hrvatske ne provodi obrada fenoloških podataka u smislu određivanja vremensko-prostorne raspodjele najčešćih, najranijih i najkasnijih datuma nastupa, kao i trajanje fenofaza određenih biljnih vrsta, u ovom radu će se prvo pokazati detaljna statistička analiza 20-godišnjeg razdoblja na promatranim lokacijama. Prema tome, ovaj rad osim što će odgovoriti na postavljeno pitanje, znatno će doprinijeti u poznavanju vremenskih promjena razvojnih faza spomenutog bilja i pčela od godine do godine kao i prostornih varijabilnosti između Đurđevca i Bjelovara.

2. Srednje i ekstremne vrijednosti pojave pojedine fenofaze

Fenologija je znanost koja proučava zakonitosti periodičnih pojava u razvoju biljaka od početka do završetka vegetacijskog perioda (fitofenologija) kao i pojedine faze razvoja životinja (zoofenologija). Međutim,

pošto se fitofenologija razvila u znatnijoj mjeri nego zoofenologija, pod fenološkim motrenjem najčešće se podrazumijeva samo praćenje nastupa razvojnih faza biljaka.

Fenološka opažanja obavljaju se na istim mjestima gdje i meteorološka, na tzv. agrometeorološkim postajama. Redovita fenološka motrenja sastoje se od zapisivanja datuma početka nicanja, listanja, pupanja, klasanja, cvjetanja, zrenja i sl. odabranih poljoprivrednih kultura, voćaka, šumskog drveća i drugog raslinja. Početak i trajanje pojedinih fenofaza ovise o meteorološkim parametrima kao što su zračenje, svjetlost, toplina i količina vode u tlu. Međutim, ovi parametri ne mjere se na cijeloj mreži meteoroloških postaja nego samo na odabranim opservatorijima, stoga je najjednostavnije podatke o Sunčevom zračenju nadomjestiti s temperaturom zraka, a vlagu u tlu mjerenjima količine oborine.

Opazanje pojedinih fenoloških faza kod višegodišnjih drvenastih biljaka kao što su voćke sastoji se od motrenja faza razvoja od obnavljanja vegetacije u proljeće do opadanja lišća u jesen i ukupno sadrži osam fenoloških faza:

1. Datum prvog listanja
2. Datum početka cvjetanja
3. Datum punog cvjetanja
4. Datum završetka cvjetanja
5. Datum početka zrenja
6. Datum berbe
7. Datum žućenja lišća
8. Datum općeg opadanja lišća

Za šumsko drveće bagrem i smreku na promatranim postajama opažaju se samo faze listanja odnosno cvjetanja (1-3. faze). Kod pčela uobičajeno je pratiti pet faza

1. Datum prvog izlijetanja
2. Datum prve paše
3. Datum prvog rojenja
4. Datum medjenja na lipi
5. Datum medjenja na bagremu

Važno je napomenuti da se u fenološki dnevnik bilježi dan u godini a ne datum početka neke faze pa je proračun svih vrijednosti određen za dane.

U tab. 1-3. prikazano je kojeg dana u godini (SRED) prosječno nastupa pojedina faza razvoja promatranih biljaka i pčela sa

Tab. 1. Statistički pregled za fenofaze marelice za Bjelovar i Đurđevac u razdobljima 1971-1990, 1971-1980. i 1981-1990. Početak razvojne faze iskazan je rednim brojem dana u godini, a STD i AMPL u danima.

Tab. 1. A statistical review of the phenological stages of the apricot-trees at Bjelovar and Đurđevac for the periods 1971-1990, 1971-1980 and 1981-1990. The beginning of phenological stages are given by ordinal number of day in the year.

FENOFAZE	BJELOVAR								ĐURĐEVAC							
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
SRED71-90	97	89	94	103	188	199	277	290	100	91	96	102	188	199	281	294
STD71-90	8	10	11	10	5	7	10	10	8	11	11	11	4	4	11	10
MAX71-90	109	105	108	115	196	213	298	308	111	104	110	116	193	207	293	305
MIN71-90	78	69	71	80	181	186	259	274	79	71	69	79	180	190	259	274
AMPL71-90	31	36	37	35	15	27	39	34	32	33	41	37	13	17	34	31
SRED71-80	96	86	91	101	186	196	272	286	101	89	94	100	191	201	274	288
STD71-80	8	9	11	9	5	8	6	7	8	11	10	10	0	2	10	9
MAX71-80	109	98	104	112	196	213	281	299	111	103	106	111	192	204	291	299
MIN71-80	84	69	71	84	181	186	259	274	88	73	78	83	191	198	259	274
AMPL71-80	25	29	33	28	15	27	22	25	23	30	28	28	1	6	32	25
SRED81-90	98	92	97	105	189	202	281	294	100	92	97	105	187	199	287	298
STD81-90	9	9	10	11	4	6	11	11	9	10	11	11	4	5	9	8
MAX81-90	107	105	108	115	193	211	298	308	107	104	110	116	193	207	293	305
MIN81-90	78	71	74	80	181	191	264	274	79	71	69	79	180	190	263	274
AMPL81-90	29	34	34	35	12	20	34	34	28	33	41	37	13	17	30	31

Fenološke faze: 1-prvo listanje 3-puno cvjetanje 5-početak zrenja 7-žućenje lišća
2-prvo cvjetanje 4-završetak cvjetanja 6-berba 8-opće opadanje lišća

Phenological stages: 1-first leafing 3-full bloom 5-beginning of ripening 7-yellowing of leaves
2-first blooming 4-end of blooming 6-harvest 8-falling of leaves

standardnom devijacijom STD. Također su dani najkasniji (MAX) i najraniji (MIN) dani početka promatranih fenofaza s pripadnom amplitudom (AMPL=MAX-MIN) u 20-godišnjem razdoblju i odvojeno u periodima prije i nakon postavljanja plinske postaje.

Pošto marelica prvo procvjeta a zatim prolista, redosljed događanja 1. i 2-3. faze je zamijenjen. U Đurđevcu su se sve razvojne faze marelice javljale prosječno 2-4 dana nakon Bjelovara. Orah je u Đurđevcu u prosjeku 3-4 dana kasnije procvjetao i žućenje lišća nastupilo je obično 2 dana ranije u odnosu na Bjelovar. Ostale faze razvoja oraha približno su jednako počinjale na obje postaje. Najčešći datum pojave mladih iglica na smreki je 21.

travanj u Đurđevcu i dan kasnije u Bjelovaru. Bagrem u Đurđevcu uglavnom procvjeta oko 18. svibnja, što je 2 dana kasnije nego u Bjelovaru.

Najveće razlike između promatranih postaja zapažaju se u srednjem datumu prvog izlijetanja pčela. Prvo izlaženje pčela nije možda uvijek povezano s početkom proljeća, nego i nekim kratkoročnijim zatopljenjem tijekom pretproljetnog perioda. Stoga je procjena prve faze dosta subjektivna i posljednjih godina prestala se čak i motriti na nekim postajama. Na to koliko varira početak te faze, najbolje ukazuju najraniji i najkasniji datum prvog izlijetanja pčela (od 13. veljače do 28. ožujka u Bjelovaru i od 14. siječnja do 2. ožujka u Đurđevcu). Prva

Tab. 2. Statistički pregled za fenofaze oraha za Bjelovar i Đurđevac u razdobljima 1971-1990, 1971-1980. i 1981-1990. (u danima).

Tab. 2. A statistical review of the phenological stages of the walnut-trees at Bjelovar and Đurđevac for the periods 1971-1990, 1971-1980 and 1981-1990. (in days).

FENOFAZE	BJELOVAR								ĐURĐEVAC							
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
SRED71-90	105	111	118	125	254	264	280	291	109	114	118	125	254	267	278	291
STD71-90	10	10	7	7	4	5	7	7	8	8	7	8	4	5	8	9
MAX71-90	120	126	129	135	263	276	294	302	120	127	130	138	262	277	293	308
MIN71-90	84	90	102	108	248	258	268	274	92	99	106	112	248	262	259	269
AMPL71-90	36	36	27	27	15	18	26	28	28	28	24	26	14	15	34	39
SRED71-80	103	109	117	126	254	264	279	289	111	114	118	126	255	268	275	285
STD71-80	9	9	6	5	4	6	7	7	5	6	5	7	4	5	9	8
MAX71-80	113	121	124	132	263	276	289	299	118	122	124	138	260	277	293	298
MIN71-80	84	90	106	117	249	258	269	274	103	105	110	116	248	263	259	269
AMPL71-80	29	31	18	15	14	18	20	25	15	17	14	22	12	14	34	29
SRED81-90	107	114	120	125	255	264	282	292	108	115	118	124	254	266	282	296
STD81-90	10	10	8	9	4	4	7	7	9	10	8	8	5	4	6	7
MAX81-90	120	126	129	135	261	268	294	302	120	127	130	135	262	273	292	308
MIN81-90	91	96	102	108	248	258	268	278	92	99	106	112	248	262	273	286
AMPL81-90	29	30	27	27	13	10	26	24	28	28	24	23	14	11	19	22

Fenološke faze: 1-prvo listanje 3-puno cvjetanje 5-početak zrenja 7-žućenje lišća
2-prvo cvjetanje 4-završetak cvjetanja 6-berba 8-opće opadanje lišća

Phenological stages: 1-first leafing 3-full bloom 5-beginning of ripening 7-yellowing of leaves
2-first blooming 4-end of blooming 6-harvest 8-falling of leaves

paša i rojenje pčela u Đurđevcu je prosječno 5-7 dana ranije nego u Bjelovaru. Ostale faze u Đurđevcu opažaju se tek od 1983. godine i nije bila moguća usporedba između promatranih postaja.

3. Vremenske granice nastupa pojedine fenofaze

Budući da su fenološke faze listanja i cvjetanja određene manje subjektivno jer se lakše opažaju u odnosu na kasnije razvojne faze, dan je prikaz kolebanja datuma nastupa tih faza tijekom promatranog razdoblja (sl. 1). Pokazuje se da se početne faze marelice obično javljaju do polovice travnja, a oraha na prijelazu iz travnja u svibanj. Najveće varijacije zabilježene su u prvom

desetljeću spomenutog perioda, dok su u posljednjem desetljeću primjećene manje amplitude od 4-5 dana. Izuzetak su 1989. i 1990. godina, kad je kod svih promatranih biljaka i pčela došlo do znatno ranijeg početka prvih fenofaza. Veća odstupanja pojave početnih fenofaza smreke i bagrema zabilježeno je 80-tih godina. Mlade iglice na smreki pojavljuju se obično u drugoj ili trećoj dekadi travnja dok bagrem procvjeta tijekom mjeseca svibnja. Nedostatak fenoloških opažanja pčela pojedinih godina u Đurđevcu uzrokovao je gotovo izglađeni hod nastupa faze prve paše pčela s vrlo malom amplitudom. U Bjelovaru se ta faza obično javlja u ožujku, a medenje na lipi tijekom lipnja. Ova analiza je prema tome pokazala da postoje kraći periodi unutar promatranog 20-godišnjeg razdoblja gdje se pojavljuju ma-

Tab. 3. Statistički pregled za fenofaze smreke i bagrema te praćenje pčela za Bjelovar (B) i Đurđevac (Đ) u razdobljima 1971-1990, 1971-1980 i 1981-1990. (u danima).

Tab. 3. A statistical review of the phenological stages of the common spruce and locust-trees and the observations of honey bees at Bjelovar (B) and Đurđevac (Đ) for the periods 1971-1990, 1971-1980 and 1981-1990 (in days).

FENOFAZE	SMREKA			BAGREM				PČELE								
	Đ	B	B	Đ	Đ	B	B	BJELOVAR				ĐURĐEVAC				
								1	2	3	5	1	2	3	4	5
SRED71-90	113	114	123	139	145	138	144	65	82	149	170	42	78	142	145	163
STD71-90	5	7	9	7	7	6	6	12	9	11	7	16	11	9	9	9
MAX71-90	121	125	136	156	161	152	158	87	100	171	180	61	91	158	161	171
MIN71-90	101	100	101	124	130	128	133	44	64	121	151	14	56	122	134	143
AMPL71-90	20	25	35	32	31	24	25	43	36	50	29	47	35	36	27	28
SRED71-80	113	112	119	142	147	139	146	67	84	151	173	43	77	143		
STD71-80	4	6	9	6	6	6	7	11	8	13	8	15	13	9		
MAX71-80	121	124	136	156	161	152	158	87	100	171	180	61	91	158		
MIN71-80	105	105	101	135	142	133	138	49	71	121	151	14	56	122		
AMPL71-80	16	19	35	21	19	19	20	38	29	50	29	47	35	36		
SRED81-90	113	115	127	137	143	136	141	58	81	147	167	39	78	139	145	163
STD81-90	6	8	8	7	7	5	5	11	9	8	5	18	9	7	9	9
MAX81-90	120	125	135	145	151	143	148	70	91	161	176	61	84	147	161	171
MIN81-90	101	100	112	124	130	128	133	44	64	134	161	14	58	130	134	143
AMPL81-90	19	25	23	21	21	15	15	26	27	27	15	47	26	17	27	28

Fenološke faze:
 1-početak listanja
 2-početak cvjetanja
 3-puno cvjetanje

Phenological stages:
 1-first leafing
 2-first blooming
 3-full bloom

Faze pčela: 1-prvo izlijetanje
 2-prva paša
 3-prvo rojenje
 4-medenje na bagremu
 5-medenje na lipi

Stages of honey bees:
 first bee flight
 first pollen collections
 first swarming
 appearance of honeydew on locust-trees
 appearance of honeydew on lime-trees

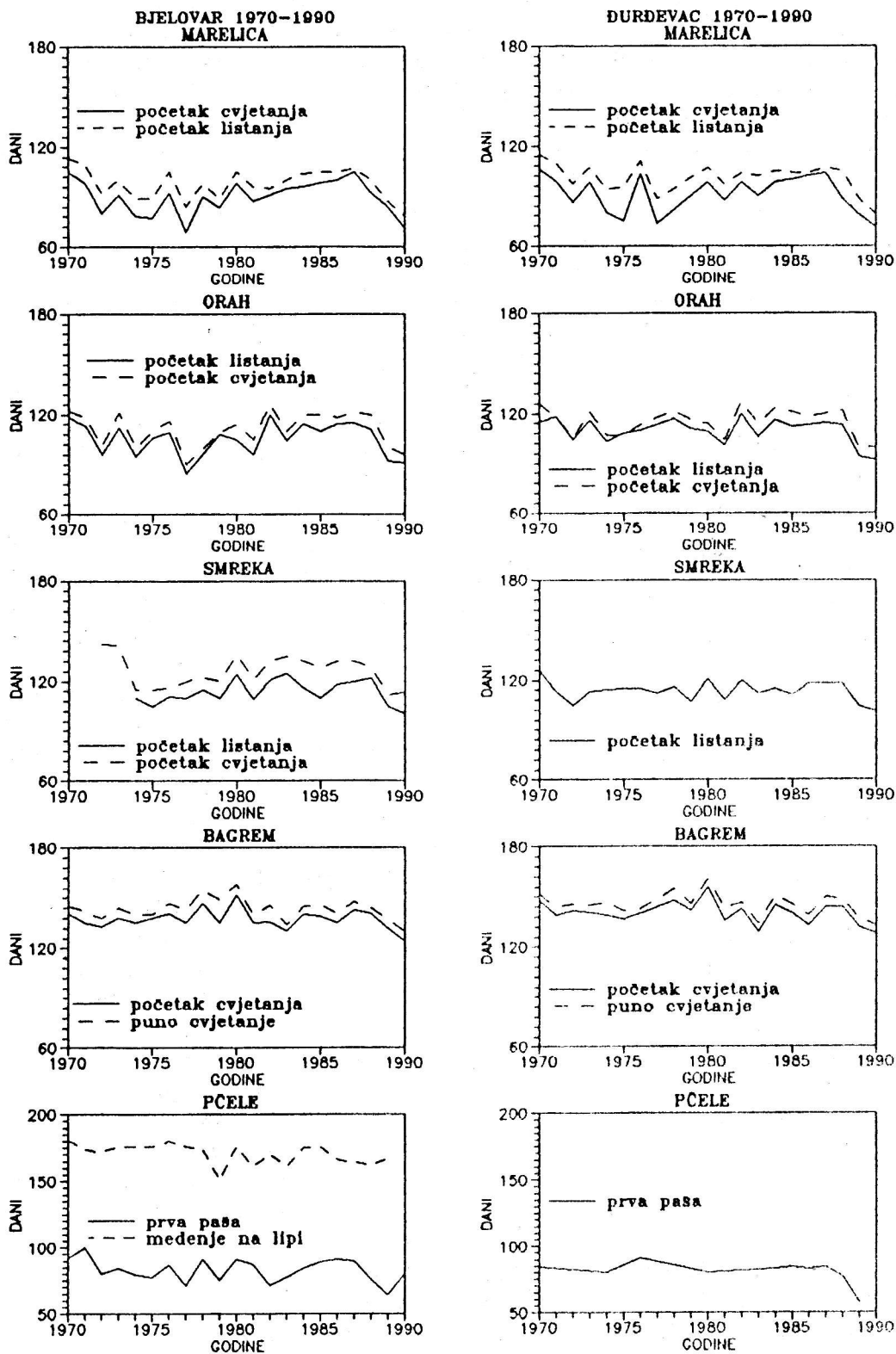
nja odstupanja nastupa početnih faza razvoja.

Da bi se ustanovilo u kojim su se godinama neke faze pojavile znatno ranije ili kasnije u odnosu na višegodišnji prosjek, analizirane su za svaku godinu razdoblja 1971-1990. vremenske granice nastupa pojedinih faza razvoja promatranog bilja i pčela. Za utvrđivanje vremenskih granica koristili su se kriteriji koji su dani u radu Otorepec

(1980).

manje
 od SRED $-3/2$ r
 od SRED $-3/2$ r do SRED $-1/2$ r
 od SRED $-1/2$ r do SRED $+1/2$ r
 od SRED $+1/2$ r do SRED $+3/2$ r
 veće
 od SRED $+3/2$ r
 gdje je $r = 0.675$ STD.

znatno
 ranije
 ranije
 normalno
 kasnije
 znatno
 kasnije



Sl. 1. Nastupanje pojedinih fenofaza za marelicu, orah, smreku, bagrem i pčele za Bjelovar i Đurđevac u razdoblju 1970-1990.

Fig. 1. The occurrence of the first and second phenological stages for the common spruce, apricot, walnut and locust trees and for honey bees in Bjelovar and Đurđevac for the period 1970-1990.

Tab. 4. Kalendar fenoloških godišnjih doba ovisno o vrijednostima srednje dnevne temperature zraka za Bjelovar i Đurđevac u razdobljima 1971-1990, 1971-1980. i 1981-1990. (u danima).
 Tab. 4. A calendar of phenological seasons according to the mean daily temperatures at Bjelovar and Đurđevac for the periods 1971-1990, 1971-1980 and 1981-1990 (in days).

GODINE	PRETPROLJEĆE		PROLJEĆE		LJETO		JESEN		PREDZIMA		ZIMA	
	B	Đ	B	Đ	B	Đ	B	Đ	B	Đ	B	Đ
SRED71-90	49	50	73	74	135	136	268	266	313	313	341	341
STD71-90	18	18	10	11	10	9	9	9	10	10	15	15
MAX71-90	77	76	87	90	157	156	288	282	332	334	365	365
MIN71-90	17	18	50	50	112	114	254	249	295	296	317	317
AMPL71-90	60	58	37	40	45	42	34	33	37	38	48	48
SRED71-80	51	52	73	74	137	139	266	262	314	313	344	344
STD71-80	18	18	8	9	8	8	10	9	12	11	15	15
MAX71-80	75	75	86	90	154	156	288	278	330	331	365	365
MIN71-80	19	20	60	61	126	127	254	249	295	296	319	319
AMPL71-80	56	55	26	29	28	29	34	29	35	35	46	46
SRED81-90	48	49	74	73	134	134	270	269	313	313	339	338
STD81-90	19	19	11	13	11	10	7	8	9	9	15	14
MAX81-90	77	76	87	87	157	152	281	282	332	334	365	365
MIN81-90	17	18	50	50	112	114	255	252	299	299	317	317
AMPL81-90	60	58	37	37	45	38	26	30	33	35	48	48
SRED71-90	18.02.	19.02.	14.03.	15.03.	15.05.	17.05.	25.09.	23.09.	09.11.	09.11.	07.12.	07.12.
SRED71-80	20.02.	21.02.	14.03.	15.03.	17.05.	19.05.	23.09.	19.09.	10.11.	09.11.	10.12.	10.12.
SRED81-90	22.02.	23.02.	15.03.	14.03.	16.05.	16.05.	27.09.	26.09.	09.11.	09.11.	05.12.	04.12.

Tijekom 1972, 1975, 1977, 1989. i 1990. sve su razvojne faze promatranog bilja uglavnom nastupile ranije ili znatno ranije. Za razliku od toga u 1987. godini početak fenoloških faza je kasnio, a u periodu 1984-1986. kasnio je samo razvoj marelice i oraha. U nekim godinama (1971. i 1983) početak vegetacije je kasnio ali je zrenje ili žučenje lišća nastupilo ranije. Vremenske prilike, odnosno raspodjela topline tijekom pojedinih godina utjecala je na ovako različiti razvoj bilja.

U umjerenim geografskim širinama poznata je korelacija između srednjih dnevnih temperatura zraka i razvoja bilja, a s tim u vezi i početak nekog fenološkog godišnjeg doba. Granične vrijednosti temperature zraka za određene sezone dane su u ediciji I. Penzar i B. Penzar (1985). Pretproljetni period počinje kad su srednje dnevne tem-

perature između 0°C i 5°C, a proljeće obuhvaća period od 5°C do 15°C. Kad srednja dnevna temperatura prijede 15°C, počinje ljeto. Uz srednje dnevne temperature između 15°C i 5°C vezan je početak jeseni, a predzimski period nastupa kad temperatura padne ispod 5°C. Negativne temperature zraka označuju početak zime. Kako biljke brzo reagiraju na vremenske promjene, fenoloških godišnjih doba ima više nego kalendarskih i njihov nastup nije vezan za određeni datum, već svake godine počinju i završavaju u različito vrijeme. Varijacije mogu biti i znatne, s pomakom čak i do mjesec dana, na što najbolje ukazuje amplituda početka fenoloških sezona u Đurđevcu i Bjelovaru (tab. 4). Analiza fenoloških doba pokazala je da su prije spomenute fenološke anomalije u navedenim godinama bile vezane uz raniji, odnosno kasniji nastup pojedinih sezona.

Tab. 5. Datumi pojava pojedinih faza razvoja marelice, oraha, smreke i bagrema te faze pčela uz vjerojatnost veću od 80% za Bjelovar i Đurđevac na osnovi 20-godišnjeg niza podataka
 Tab. 5. The dates of the occurrence of particular phenological stages in the common spruce, apricot, walnut and locust trees and the honey bees in Bjelovar and Đurđevac for the 20-year period (considering a likelihood greater than 80%).

The meaning of particular phenological stages for perennial trees is given in Tab. 1. and for honey bees in Tab. 3.

FENOFAZE	1	2	3	4	5	6	7	8
MARELICA								
BJELOVAR	14-21.04.	07-16.04.	14-28.04.	21.04-01.05.	09-16.07.	24.07-07.08.	11-26.10.	25.10-05.11.
ĐURĐEVAC	17-25.04.	10-20.04.	14-25.04.	21.04-01.05.	09-13.07.	21-26.07.	16-26.10.	29.10-05.11.
ORAH								
BJELOVAR	21.04-01.05.	29.04-07.05.	04-19.05.	11-19.05.	14-20.09.	25.09-06.10.	12-26.10.	25.10-05.11.
ĐURĐEVAC	24.04-07.05.	30.04-16.05.	04-19.05.	11-19.05.		28.09-04.10.	11-26.10.	24.10-05.11.
SMREKA								
BJELOVAR	28.04-09.05.	09-18.05.						
ĐURĐEVAC	26.04-03.05.							
BAGREM								
BJELOVAR		20.05-08.06.	28.05-18.06.					
ĐURĐEVAC		24.05-08.06.	31.05-18.06.					
PČELE								
BJELOVAR	13-31.03.	30.03-11.04.	02.06-08.07.		24.06-08.07.			
ĐURĐEVAC	27.02-20.03.	26.03-03.04.	28.05-08.06.	02.06-18.06.	19-28.06.			

Značenje pojedinih fenofaza biljaka dano je u tab. 1. dok za pčele u tab. 3.

Višegodišnji rezultati fenoloških i meteoroloških motrenja omogućuju da se napravi fenološki kalendar za određeno mjesto. Usporedba fenološkog kalendara za Đurđevac i Bjelovar pokazuje da pretproljeće, proljeće i ljeto u Đurđevcu prosječno kasni 1-2 dana dok jesen počinje 2 dana ranije. Početak fenološkog predzimskog perioda i zime događa se u prosjeku istog dana na obje lokacije.

4. Vjerojatnost pojave fenoloških faza i temperaturne sume

Da bi se odredili najčešći mogući periodi nastupa pojedine faze razvoja bilja i pčela, određene su akumulirane relativne čestine kojima je pridjeljena normalna raz-

dioba (Penzar i Makjanić, 1980). Te čestine pokazuju koliko ima podataka manjih od gornje granice svake klase. Uz vjerojatnost veću od 80% u tab. 5. dani su očekivani datumi pojave pojedine razvojne faze marelice, oraha, smreke, bagrema i pčela. Napominjemo da su neke fenofaze imale niz opažanja i kraći od 15 godina (u Đurđevcu 5. i 6. fenofaza marelice i sve faze pčela, a u Bjelovaru 1. faza pčela) stoga je i procjena razdoblja, u kojem mogu nastupiti, manje pouzdana. Ova analiza pokazuje da je moguće očekivati pomak od 1 do 3 tjedana u nastupu neke fenološke faze za istu biljku od godine do godine. Također i iste faze razvoja za različite biljne vrste ne nastupaju istodobno jer za njihov razvoj potrebna je i različita količina topline. Na primjer cvjetanje i listanje marelice počinje do polovice

travnja, a oraha na prijelazu iz travnja u svibanj. Zrenje marelice nastupa do polovice srpnja dok oraha u drugoj dekadi rujna. Prema tome, sve biljke ne počinju svoj razvoj pri istoj temperaturi. Donja granica temperature pri kojoj biljke ulaze u određenu fazu razvoja naziva se biološki minimum za tu fenofazu.

Pad temperature ispod biološkog minimuma za početak vegetacije ne dovodi odmah do uginuća biljke nego prestaje razvoj i pri kasnijem zatopljenju ponovo započinje vegetacija. Ukoliko se temperature spuste neznatno ispod biološkog minimuma, oštećenja su manja i biljka se pri kasnijim optimalnim uvjetima lakše oporavlja. Međutim, što je ona bliže svojoj vegetacijskoj nultoj točki, oštećenja su veća i biljka se kasnije teže oporavlja. U doba mirovanja zimi biljka

Tab. 6. Srednje sume efektivnih temperatura za marelicu, orah, smreku i bagrem za Đurđevac (Đ) i Bjelovar (B) u razdobljima 1971-1990, 1971-1980. i 1981-1990.

Tab. 6. The mean sum of effective temperatures for common spruce, apricot, walnut and locust trees in Bjelovar (B) and Đurđevac (Đ) for the periods 1971-1990, 1971-1980 and 1981-1990.

	MARELICA		ORAH		SMREKA		BAGREM	
	B	Đ	B	Đ	B	Đ	B	Đ
SRED71-90	59	64	116	119	243	214	433	435
STD71-90	24	17	32	26	66	43	56	42
MAX71-90	106	107	185	175	417	300	528	535
MIN71-90	17	40	41	69	120	152	303	372
AMPL71-90	89	67	144	107	298	148	225	163
SRED71-80	43	61	97	118	211	208	419	449
STD71-80	14	14	27	28	47	37	50	44
MAX71-80	66	90	125	167	283	262	516	535
MIN71-80	17	42	41	69	120	152	343	372
AMPL71-80	49	48	84	98	163	110	173	163
SRED81-90	75	68	135	119	275	221	448	421
STD81-90	23	19	24	24	67	47	58	34
MAX81-90	106	107	185	175	417	300	528	478
MIN81-90	25	40	89	84	167	157	303	386
AMPL81-90	81	67	96	91	250	143	225	93

je otpornija na niske temperature pa se npr. orah smrzava tek na -45°C , a smreka na -70°C .

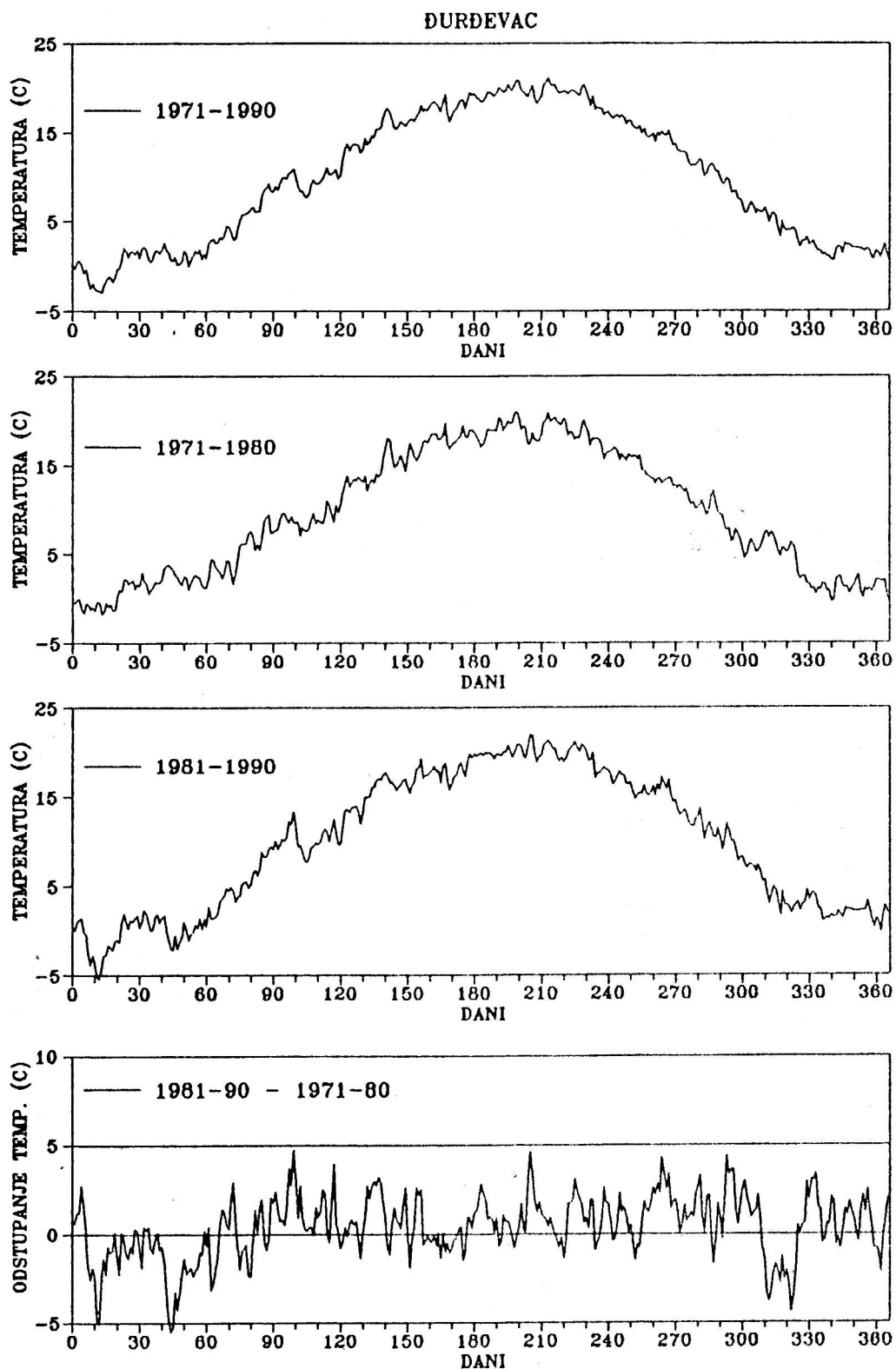
Sve temperature iznad biološkog minimuma za određenu fazu razvoja nazivaju se aktivne temperature. Pod efektivnim temperaturama podrazumijevaju se aktivne temperature umanjanje za veličinu biološkog minimuma. Za početak vegetacije voćaka smatra se da su potrebne srednje dnevne temperature iznad 7°C , a kod šumskog drveća veće od 5°C , pa su te vrijednosti uzete kao biološki minimum pri procjeni sume efektivnih temperatura do početka listanja oraha i smreke, odnosno cvjetanja marelice i bagrema.

U tab. 6. zapaža se da cvatnja marelice počinje kad prosječna suma efektivnih temperatura postigne u Bjelovaru 59°C i Đurđevcu 65°C . Za listanje oraha potrebna je na obje postaje približno jednaka temperaturna suma (Bjelovar 116°C i Đurđevac 119°C). Usporedba razdoblja prije i nakon postavljanja plinske postaje ukazuje da je posljednjih godina prosječno akumulirano više topline do početka cvjetanja marelice, odnosno listanja oraha. Za smreku je srednja suma efektivnih temperatura do njenog listanja nešto veća u Bjelovaru (243°C) u usporedbi s Đurđevcem (215°C). Cvjetanja bagrema počinje na obje lokacije približno pri jednakoj prosječnoj temperaturnoj sumi 434°C u Bjelovaru i 435°C u Đurđevcu. Značajnije razlike opažaju se između dva promatrana razdoblja kod bagrema i smreke. Za njihov početak vegetacije u Đurđevcu u razdoblju 1981-1990. potrebna je bila manja suma efektivnih temperatura nego u Bjelovaru.

5. Analiza razdoblja prije i nakon postavljanja plinske postaje

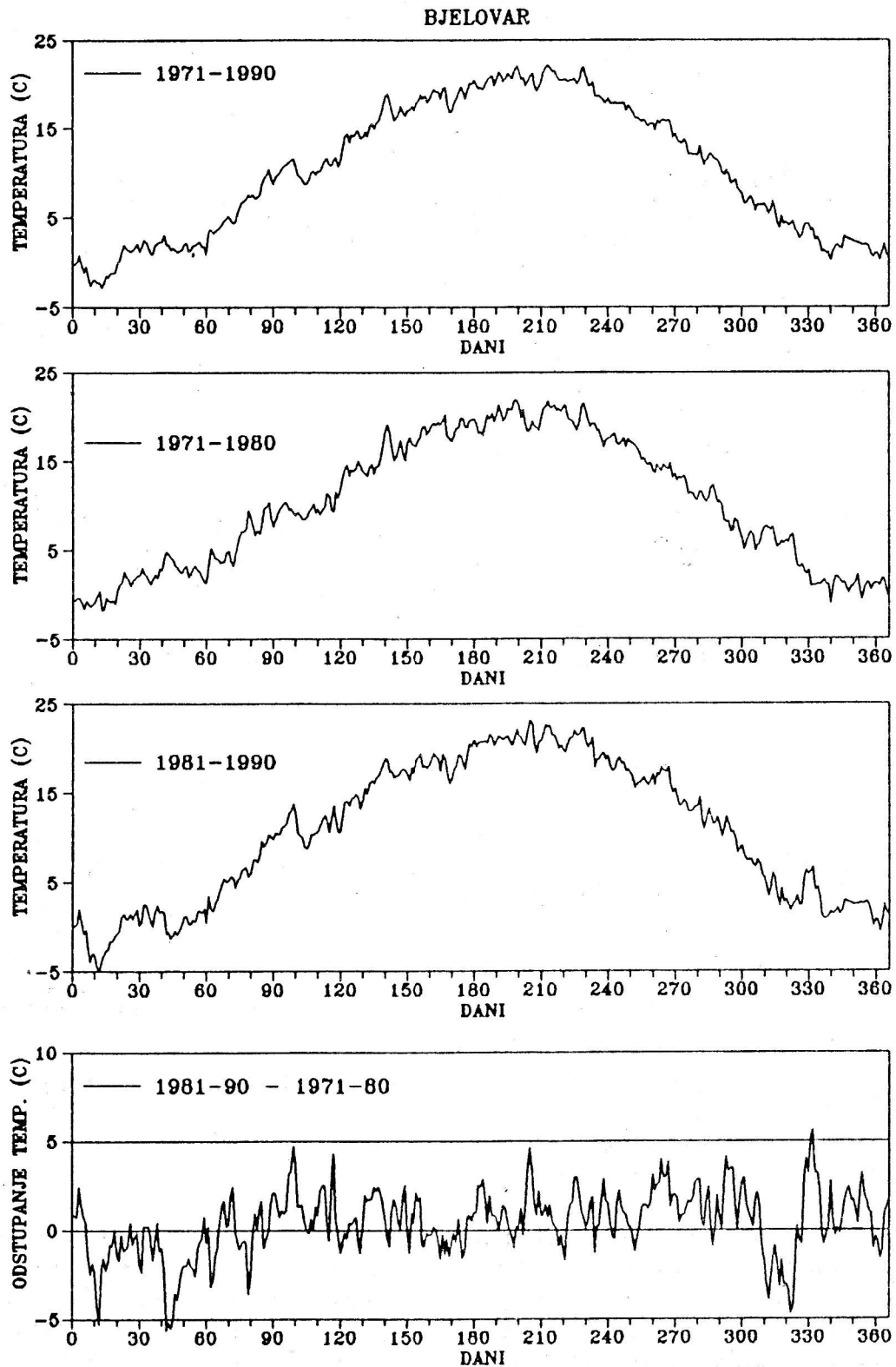
Slijedeći korak bio je ustanoviti da li postoje kakve promjene u datumima početka pojedinih fenofaza u razdobljima prije i nakon puštanja u pogon plinske postaje. Radi toga su analizirani najčešći, najraniji i najkasniji dani pojave razvojnih faza u razdobljima 1971-1980. i 1981-1990. (tab. 1-3).

Gotovo sve razvojne faze marelice,



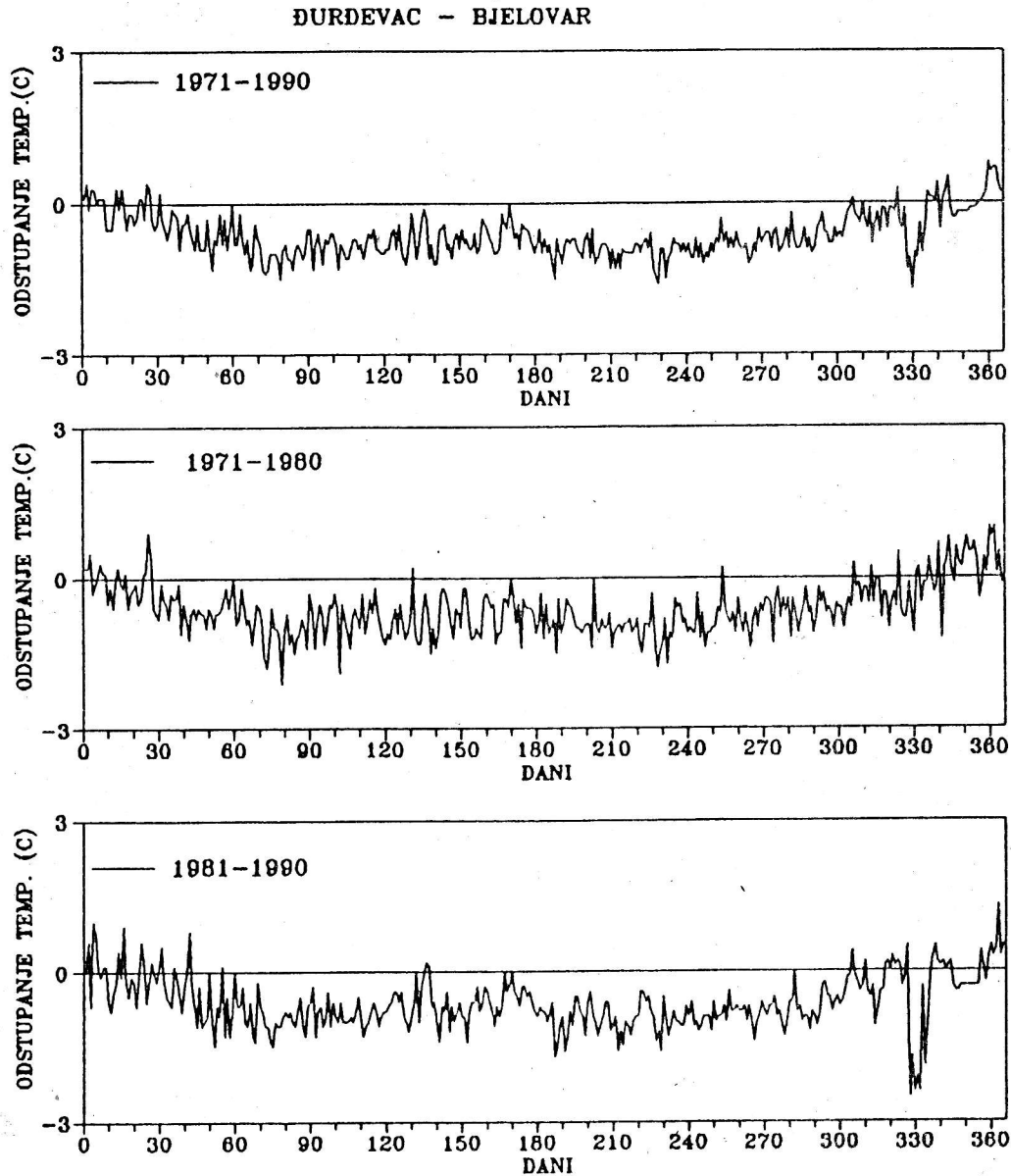
Sl. 2. Srednji hod temperature zraka po danima i odstupanje temperature za Đurđevac u razdobljima 1971-1990, 1971-1980. i 1981-1990.

Fig. 2. The mean courses of the air temperature per day and the temperature differences in Đurđevac for the periods 1971-1990, 1971-1980 and 1981-1990.



Sl. 3. Srednji hod temperature zraka po danima i odstupanje temperature za Bjelovar u razdobljima 1971-1990, 1971-1980. i 1981-1990.

Fig. 3. The mean courses of the air temperature per day and the temperature differences in Bjelovar for the periods 1971-1990, 1971-1980 and 1981-1990.



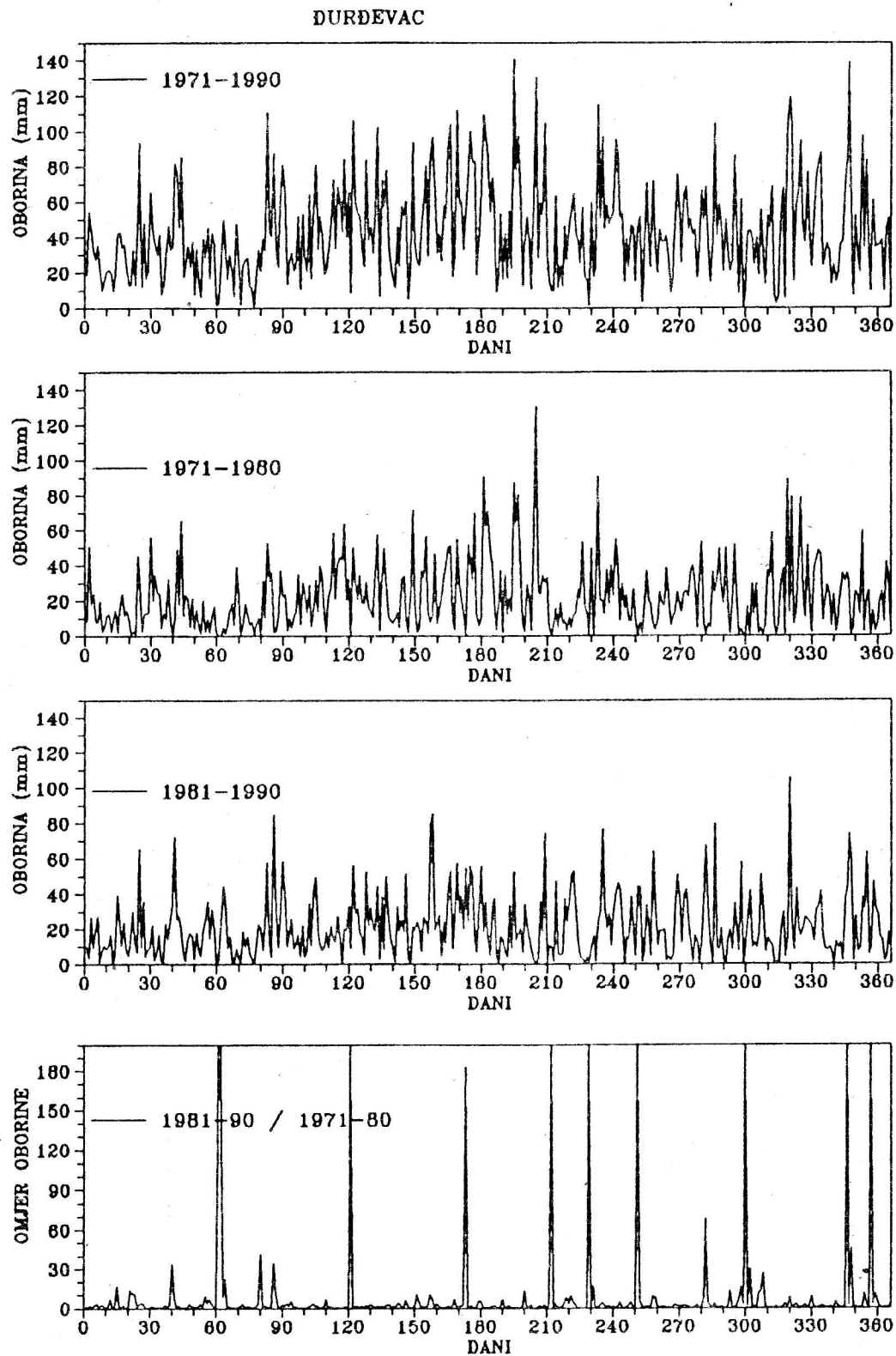
Sl. 4. Odstupanje temperature zraka između Đurđevca i Bjelovara u razdobljima 1971-1990, 1971-1980. i 1981-1990.

Fig. 4. The temperature differences between Đurđevac and Bjelovar for the periods 1971-1990, 1971-1980 and 1981-1990.

oraha i smreke na obje postaje nastupile su prosječno kasnije u drugom razdoblju 1981-1990. u odnosu na prvo npr. žućenje i opadanje lišća s voćaka kasnili su i desetak dana. Međutim, interesantno je primijetiti da je bagrem procvao u prosjeku ranije 4-5 dana, a pčele su također imale raniji pomak od nekoliko dana u pojedinim fazama drugog promatranog perioda. Objašnjenje ovako različitog ponašanja pčela i razvoja bagrema od ostalih omogućuje komparacija srednjih ho-

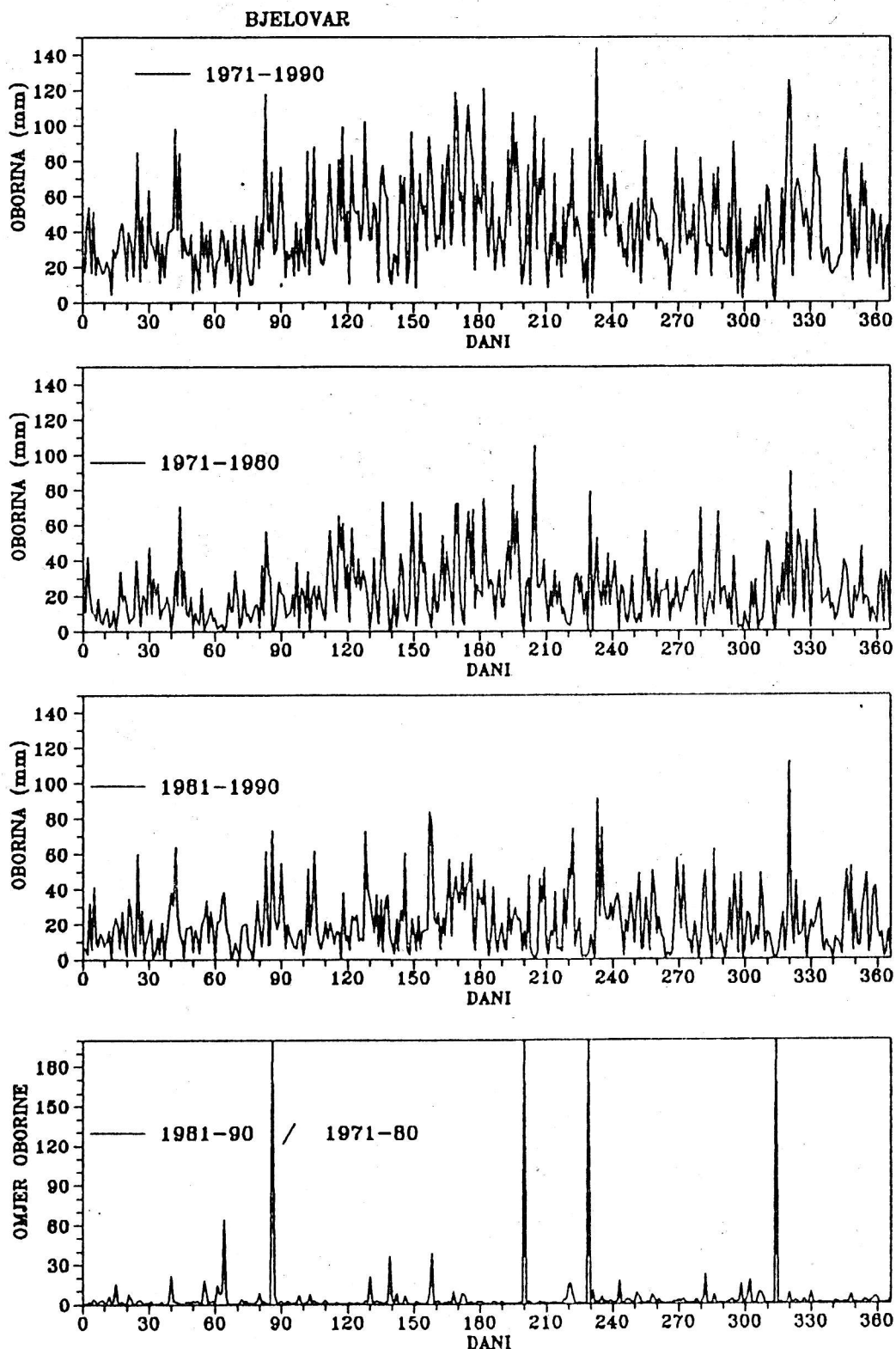
dova temperature zraka i ukupne količine oborine po danima u Đurđevcu i Bjelovaru u promatranim razdobljima (sl. 2-7).

Pokazano je da postoje značajne fluktuacije u mjesečnom hodu srednje dnevne temperature zraka u zimskim mjesecima posljednjeg desetljeća. Tijekom druge dekade siječnja i veljače javljaju se izraženija zahlađenja u odnosu na prijašnje 10-godišnje razdoblje. To je utjecalo da se i u 20-godišnjem razdoblju najniže srednje dnevne tem-



Sl. 5. Ukupna dnevna količina oborine u razdoblju 1971-1990. za Đurđevac te njihov omjer između razdoblja 1981-1990. i 1971-1980.

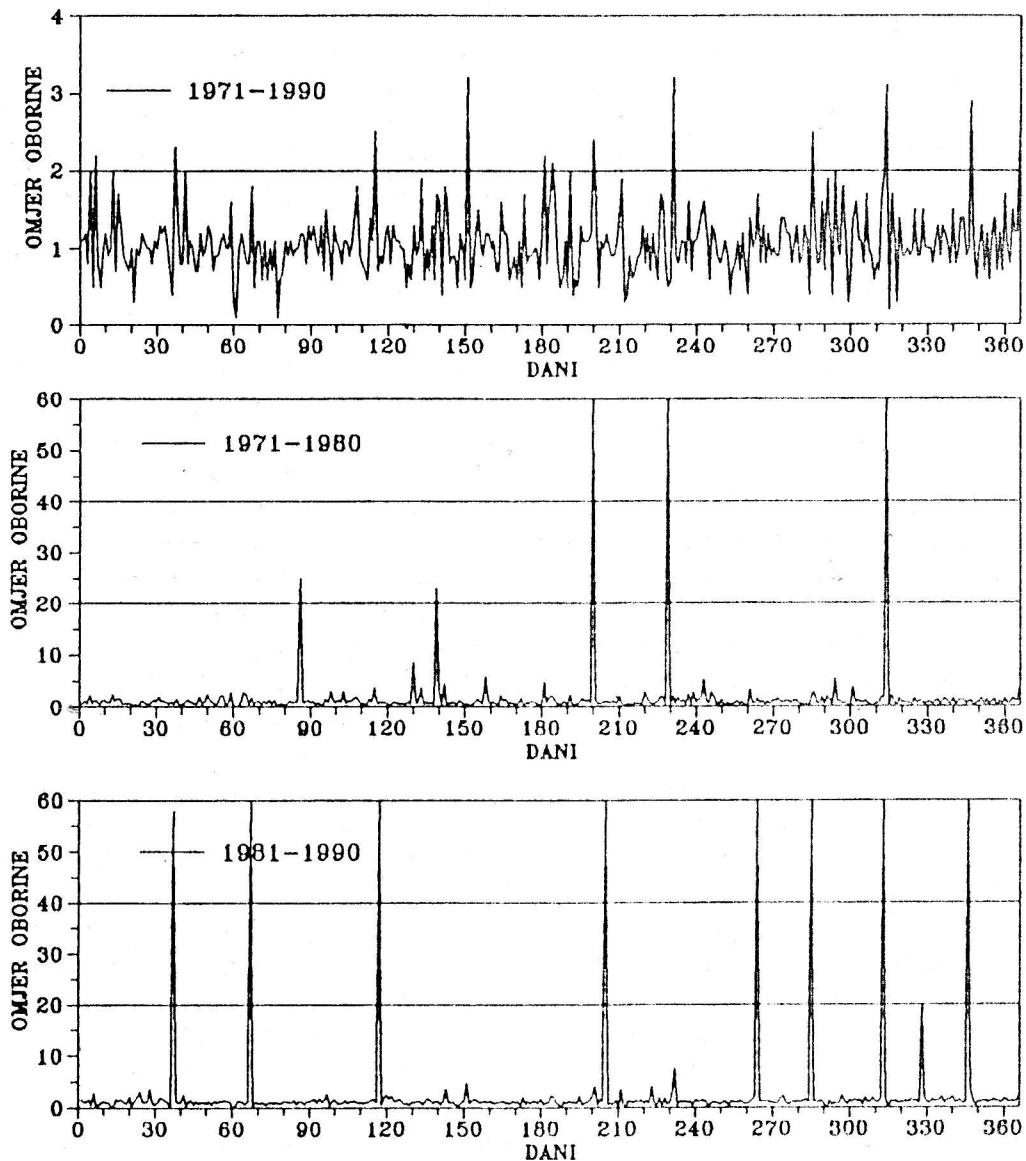
Fig. 5. The total daily amount of precipitation in Đurđevac for the period 1971-1990 and the ratio between these amounts in the periods 1981-1990 and 1971-1980.



Sl. 6. Ukupna dnevna količina oborine u razdoblju 1971-1990. za Bjelovar te njihov omjer između razdoblja 1981-1990. i 1971-1980.

Fig. 6. The total daily amount of precipitation in Bjelovar for the period 1971-1990 and the ratio between these amounts in the periods 1981-1990 and 1971-1980.

DURĐEVAC – BJELOVAR



Sl. 7. Omjer ukupne dnevne količine oborine između Đurđevca i Bjelovara u razdobljima 1971-1990, 1971-1980. i 1981-1990.

Fig. 7. The ratio between the total daily amount of precipitation Đurđevac and Bjelovar for the periods 1971-1990, 1971-1980 and 1981-1990.

perature pojavljuju u tim mjesecima.

Općenito se može zaključiti za obje postaje da su zime i pretproljetni period (siječanj, veljača i ožujak) drugog razdoblja u usporedbi s prvim prosječno za nekoliko stupnjeva hladniji i s manjkom oborine, naročito na prijelazu iz siječnja u veljaču i sredinom ožujka. Proljeće je posljednjih godina uglavnom toplije, ali isto s manjom količinom oborine od konca travnja do prve dekade svibnja kao i na prijelazu iz svibnja

u lipanj. Prosječne vrijednosti temperature zraka u lipanju u razdoblju 1981-1990. bile su oko 1 stupanj niže, a ukupna količina oborine bila je podjednaka prvom promatranom periodu. Ljeto i rana jesen drugog razdoblja bili su u prosjeku topliji, a manja količina oborine zapaža se u trećoj dekadi srpnja, sredinom kolovoza te na prijelazu iz rujna u listopad. Razdoblje manjka količine oborine nastavilo se od polovice studenog sve do polovice prosinca. Međutim, srednje

temperature zraka tijekom studenog bile su ispod, a tijekom prosinca iznad srednjih vrijednosti prvog razdoblja.

Takvi srednji mjesečni hodovi utjecali su i na prosječna odstupanja od 1-7 dana u nastupu pojedinih fenoloških doba prije i nakon postavljanja plinske postaje (tab. 4.). Fenološko proljeće u drugom razdoblju kasnilo je obično oko 2 dana, a jesen 6-7 dana. Za razliku od toga fenološko ljeto nastupilo je 2-3 dana, a zima 5-6 dana ranije u odnosu na prvo razdoblje.

Ovakva raspodjela temperature i oborine unutar promatranih perioda utjecala je također na različiti nastup pojedinih fenofaza. Budući da je za početak vegetacije potrebna neka određena količina akumulirane topline, hladnije zime u drugom periodu uzrokovale su prosječno zakašnjenja u listanju i cvjetanju marelice, oraha i smreke. Za razliku od toga toplije proljeće u razdoblju 1981-1990. utjecalo je na raniji vegetacijski razvoj bagrema koji obično cvate koncem svibnja. Slično je bilo i s pomakom nastupa kod pčela. Žućenje i opadanje lišća marelice i oraha nastupilo je kasnije u drugom razdoblju zbog toplije jeseni koja je produljila vegetacijski period.

Prema tome, pokazano je da su se razdoblja prije i nakon postavljala plinske postaje u Molvama međusobno razlikovala. Međutim, smatramo da promjene nisu imale lokalni značaj jer su fluktuacije temperature i oborine, koje su direktno utjecale na početak razvojnih faza, opažene istodobno na obje postaje. Zakašnjenje nastupa nekih faza razvoja vegetacije u Đurđevcu može se objasniti općenito nižim srednjim dnevnim temperaturama tijekom vegetacijskog perioda u usporedbi s Bjelovarom.

6. Zaključak

Budući da su biljke najosjetljivije na promjene u ekosustavu, istraživanja na području fenologije bilja prva bi trebala ukazati na neregularne pojave zbog oslobađanja CO₂ u atmosferu uslijed proizvodnje zemnog plina na području Molva. Kako biljke brzo reagiraju na fluktuacije temperature i oborine,

posljedica toga je velika varijabilnost u terminu nastupa i trajanju nastupa pojedinih fenofaza. Od godine do godine može se očekivati pomak između 1-3 tjedna u početku neke razvojne faze iste biljne vrste.

Komparativna analiza fenoloških podataka za odabrane višegodišnje biljke (marelica, orah, smreka i bagrem) i pčele između postaja Đurđevac i Bjelovar u razdobljima prije (1971-1980) i nakon (1981-1990) puštanja u pogon plinske postaje Molve ukazala je na bitne razlike. Hladnije zime i pretproljetni period posljednjih 10 godina uvjetovali su prosječno zakašnjenje u listanju i cvjetanju marelice, oraha i smreke koje se obično javlja tijekom mjeseca travnja. Za razliku od toga, toplije proljeće drugog razdoblja utjecalo je na raniji vegetacijski razvoj bagrema, koji započinje u mjesecu svibnju, kao i na početne faze pčela. Toplija jesen produljila je vegetacijski period biljaka u posljednjem desetljeću. Iz tog slijedi da za razvoj biljaka nije samo važna akumulirana topline u vrijeme vegetacije nego i temperaturni režim hladnog dijela godine.

Smatramo da opisane fluktuacije između promatrana dva razdoblja nisu imale lokalni značaj jer su se odrazile podjednako na obje lokacije, Đurđevac i Bjelovar, i u uskoj su vezi s temperaturnim i oborinskim režimom tog područja. Općenito niža srednja dnevna temperatura u Đurđevcu u 20-godišnjem razdoblju u odnosu na Bjelovar tijekom vegetacijskog perioda utjecala je na zakašnjeli pomak nekih razvojnih faza promatranih biljnih kultura.

Prema tome, utvrđene varijacije nisu neposredno povezane s proizvodnjom zemnog plina u Molvama. Oslobađanje CO₂ u atmosferu ima većeg utjecaja na makro nego na lokalnoj skali, i vjerojatno će doprinijeti općem trendu globalnog povećanja koncentracije plinova staklenika u atmosferi.

Literatura

- Otorepec, S., 1980: Agrometeorologija, NOLIT Beograd, 236 str.
 Penzar, B. i B. Makjanić, 1978: Uvod u opću klimatologiju, Sveučilište u Zagrebu, PMF, 206 str.

- Penzar, B. i B. Makjanić, 1980: Osnovna statistička obrada podataka u klimatologiji, Sveučilište u Zagrebu, PMF, 163 str.
- Penzar, I. i B. Penzar, 1985: Agroklimatologija, Školska knjiga Zagreb, 274 str.
- Seemann, J., Chirkov, Y.I. and B. Primault, 1979: Agrometeorology, Spriger-Verlag Berlin Heidelberg, 326 pp.
- Stanković, D., Vukmirović, M. i S. Otorepec, 1976: Opšte cvetanje voćaka. Prilog proučavanju agroklimatskih uslova razvoja poljoprivrednih kultura, Grupa: Voćke. Savezni hidrometeorološki zavod, Beograd.

Summary

At the beginning of the 80's the exploitation of marsh gas field was started at Molve. The new technology of marsh gas production guarantees a high protection of the environment by reducing the amount of dangerous pollutants such as H_2S and SO_2 . However, due to the burning process, a large quantity of carbon dioxide is set free. CO_2 is not considered a pollutant as it is necessary for the photosynthesis of plants. In case of higher concentrations of CO_2 in the boundary layer this biological process intensifies, but only to a certain degree. A too high concentration, however, might have a toxic effect on the flora. On the other hand, CO_2 is one of the greenhouse gases which partially absorbs the Earth's long-wave radiation by which an average temperature of 15 °C is kept on the Earth. A higher concentration of carbon dioxide in the atmosphere might increase the greenhouse effect and cause uncontrollable heat which might considerably change the thermodynamic regime of some places.

Considering that plants are the most sensitive beings in the ecological system, phenological research should be the first to show any change caused by the emission of CO_2 into the atmosphere as a result of marsh gas production of in the area. This is why the first time phenological observations of the growing stages of perennial trees (apricot, walnut, common spruce and lo-

cust-tree) as well as honey bee stages were analysed near Molve, in Đurđevac, for the period 1971-1990. The results were compared to the results of a similar analysis in Bjelovar. The two places are separated by the Bilogora mountain. In case of any local changes in the surroundings such effects would rather be observed in Đurđevac than in Bjelovar.

A comparative analysis of the phenological data of considered plants and bees collected in the two places, Đurđevac and Bjelovar, in the period before (1971-1980) and after (1981-1990) the marsh gas station Molve was put in operation has shown considerable differences. Colder winters and early spring periods in the course of the last decennium have caused late leafing and blooming of the common spruce, apricot and walnut trees (which is usually expected in April). On the other hand, warmer springs in the period 1981-1990 caused earlier vegetation stages of locust-trees in May as well as earlier stages of bees. Warmer autumns, however, have prolonged the vegetation season of plants in the last ten years. This shows that not only accumulated heat in the vegetation period but also a thermal regime in the colder seasons play an important role.

We are of the opinion that the described fluctuations between the two observed periods were not of purely local character. They were observed at both locations, Đurđevac and Bjelovar, in the same way, in close connection with the thermal regime and the amount of precipitation in that area. Generally, a lower daily mean temperature at Đurđevac compared to Bjelovar, during the vegetation period caused a delay in the development stages of the observed plants.

Therefore, the established variation is not directly connected with the production of marsh gas at Molve. The emission of CO_2 into the atmosphere is of greater effect on the macro than on the local scale and will probably increase the general trend of the greenhouse effect in the atmosphere.