

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET

GEOFIZIČKI ODSJEK

Petra Čiček

**Utjecaj klimatskih promjena na fenološke faze
vinove loze i Huglinov indeks u Hrvatskoj**

DIPLOMSKI RAD

Voditelj: prof. dr. sc. Branko Grisogono

Suvoditelj: mr. sc. Višnja Vučetić

Zagreb, ožujak 2011.

Sadržaj

1. Uvod	3
1.1. Utjecaj meteoroloških pojava na vinovu lozu	4
1.2. Pregled dosadašnjih rezultata fenoloških istraživanja vinove loze	5
2. Fenološki i meteorološki podaci	7
2.1. Fenološki podaci	7
2.2. Meteorološki podaci	10
3. Metode rada	13
3.1. Statistička analiza podataka	13
3.2. Linearni trendovi	13
3.3. Huglinov indeks	13
4. Diskusija i rezultati	15
4.1. Fenofaze vinove loze	15
4.2. Analiza linearnih trendova fenofaza vinove loze	20
4.3. Analiza Huglinovog indeksa	22
4.4. Linearni trendovi Huglinovog indeksa	27
4.5. Sekularni nizovi Huglinovog indeksa	27
5. Zaključak	34
Kratice	36
Literatura	37
Prilog A	39
Prilog B	43
Prilog C	57
Prilog D	59
Prilog E	60
Prilog F	63
Prilog G	64

1. Uvod

Trend porasta srednje godišnje temperature zraka prisutan je na području cijele Hrvatske, a postao je osobito izražen u posljednjih 50 i još više u posljednjih 25 godina (Zaninović i dr, 2009). S obzirom da od svih živih organizama biljke prve reagiraju na promjenu temperature (npr. procvjetaju u kasnu jesen kad je natprosječno toplo, ili im se za vrijeme kasnog mraza smrznju pupovi), postavlja se pitanje kako klimatske promjene utječu na njih. Znanost koja proučava zakonitosti pojava (faza) u razvoju biljaka i životinja i njihovu ovisnost o klimatskim i vremenskim čimbenicima zove se fenologija. Naziv potječe od starogrčke riječi *fainomai* (pojaviti se) te *logos* (znanost), odnosno znanost o pojavama. *Fitofenologija* (biljna fenologija) proučava razvojne faze biljaka i razvijena je više od *zoofenologije* (fenologije životinja), te ako nije posebno istaknuto, fenološka opažanja podrazumijevaju isključivo faze razvoja biljaka. Kako fenologija prati razvojne faze biljaka, na temelju fenoloških podataka možemo zaključivati o klimi u prošlosti, tj. rekonstruirati ju, ali i modelirati utjecaj budućih klimatskih promjena na razvojne faze biljaka.

Uzgoj vinove loze i proizvodnja vina u Hrvatskoj imaju dugu tradiciju pa je važno utvrditi kako klimatske promjene utječu na njezin razvoj i urod te kako će u budućnosti utjecati na fenološki ciklus vinove loze u našoj zemlji. Dakle, cilj ovog rada je utvrđivanje veze između porasta temperature zraka i datuma početaka nastupa pojedinih fenofaza, duljina trajanja razdoblja između bilo koje dvije fenofaze i prosječno trajanje vegetacijskog razdoblja vinove loze. Osim toga cilj je bio i utvrditi je li će područja pogodna za uzgoj vinove loze i dalje biti pogodna te koja bi područja to tek mogla postati.

U tu svrhu primijenjen je jedan agroklimatski indeks za vinovu lozu, poznat kao Huglinov indeks (HI). To je heliotermički indeks jer ovisi o temperaturi zraka. Uveo ga je 1978. M. P. Huglin, a koristi se za podjelu različitih vinorodnih područja u svijetu prema temperaturnim sumama potrebnih za uzgoj vinove loze i zriobu grožđa (Huglin, 1978). U ovom radu će se po prvi puta pokazati prostorna razdioba HI u Hrvatskoj te njegove vremenske promjene posljednjih stotinjak godina, kao i varijacije fenoloških faza vinove loze posljednjih pedesetak godina.

1.1. Utjecaj meteoroloških pojava na vinovu lozu

Da bi se razumio utjecaj vremenskih prilika na razvojne faze vinove loze, mora se upoznati i razvoj ove biljne vrste. Tri su glavne faze razvoja u vegetativnom ciklusu vinove loze: od pupanja do cvjetanja biljka stvara vegetativne organe i cvjetove, od cvjetanja do početka zriobe biljka akumulira biomasu, a bobice rastu, no ostaju tvrde i zelene. Od početka zriobe do berbe bobice postaju prioritet i vegetativan rast usporava. Bobice postaju sve mekše, mijenjaju boju, a u njima se akumulira i sve više šećera, a udio se kiseline u njima smanjuje (Duchêne i Schneider, 2004).

Na razvoj vinove loze, kao i na sve ostale biljke, utječu meteorološki elementi poput temperature zraka, vjetra, vlažnosti zraka, količine oborine, Sunčevog zračenja i temperature tla, ali i vrsta tla i nagib terena. Za sve biljke postoji raspon temperatura zraka pri kojima je njihov vegetativan razvoj moguć i takve se temperature nazivaju aktivne temperature. Svaka razvojna faza biljke ima svoj biološki minimum, što je zapravo najniža srednja dnevna temperatura zraka pri kojoj biljka ulazi u tu fazu. Aktivne temperature zraka za vinovu lozu kreću se u rasponu od 7–10°C i 33–36°C dok je optimalna temperatura zraka za vinovu lozu između 22 i 28°C. Apsolutni minimum i maksimum preživljavanja su temperature zraka ispod i iznad kojih biljke odumiru zbog hladnoće ili vrućine. Apsolutni minimum preživljavanja za vinovu lozu je između -15 i -18°C za vrijeme mirovanja te -2°C za vrijeme vegetacije, a apsolutni maksimum preživljavanja je 40°C (Mariani i dr, 2009).

Sunčevo zračenje je bitno za fotosintezu, dakle bitno je za rast biljke, a od osobite je važnosti tijekom stvaranja bobica sve do berbe. Jak vjetar može oštetiti mlade izboje ili osušiti bobice, dok noćni vjetar može smanjiti rizik od mraza ili, ako je suh, može ograničiti stvaranje rose na lišću i bobicama te time smanjiti pojavu gljivičnih oboljenja na vinovoj lozi. Relativna vlažnost zraka i količina oborine pospješuje nastanak gljivičnih oboljenja, a tuča može i značajno oštetiti vinovu lozu (npr. Jones, 2003).

1.2. Pregled dosadašnjih rezultata fenoloških istraživanja vinove loze

Odgovor na pitanje kako klimatske promjene utječu na uzgoj vinove loze daju istraživanja mnogih svjetskih znanstvenika. Ovdje su navedeni neki od recentnijih zaključaka vezanih za uzgoj vinove loze diljem Europe.

Zatopljenje koje je opaženo u temperaturama zraka vegetacijske sezone je signifikantnije (Jones i dr, 2005b) i veće za minimalne, nego za maksimalne temperature (Vučetić i Vučetić, 2006). Više minimalne temperature zraka ubrzavaju nastup fenoloških faza, a ranija berba utječe na kvalitetu grožđa (Orlandini i dr, 2009). Trend ranijeg nastupa fenofaza je opažen za vinovu lozu u Toskani (Orlandini i dr, 2009) te Sardiniji, Austriji i Njemačkoj (Stock, 2005), ali i za druge biljne vrste, npr. za masline u Hrvatskoj (Vučetić i Vučetić, 2005). Duljina trajanja razdoblja između fenofaza u francuskoj pokrajini Alsace (Duchêne i Schneider, 2004), a jednako tako i u Italiji, Španjolskoj, Njemačkoj i Slovačkoj postaje kraća (Jones i dr, 2005b).

Jones i dr. (2005a) predviđaju da će do 2050. godine prosječne temperature zraka vegetacijske sezone u Europi porasti za 2.1°C. No, ako se nađena veza između zatopljenja i fenologije vinove loze održi za predviđene klimatske promjene, fenološke faze će nastupati za dodatnih 10–20 dana prije (Jones i dr, 2005b). Modeliranjem utjecaja budućih klimatskih promjena na razvojne faze vinove loze u Australiji do 2050. godine, Webb i dr. (2007) su zaključili da će se i na tom području berba pojavljivati sve ranije u toplijim uvjetima.

Iako je opaženo zatopljenje na kraju 20. st. pogodovalo proizvodnji kvalitetnog vina, utjecaj budućih klimatskih promjena neće biti ujednačen za sve sorte i sva vinorodna područja. Doći će do pojave novih vinorodnih područja optimalnih za uzgoj nekih sorata (Jones i dr, 2005a), dok u etabliranim vinorodnim područjima može postati potreban širi sortiment vinove loze čime bi se izgubio regionalni karakter vina (Stock, 2005). Znanstvenici predlažu i razmatranje novih područja, npr. na većim visinama, jer bi ona mogla biti prikladna za uzgoj vinove loze u promijenjenim klimatskim uvjetima u budućnosti (Duchene i Schneider, 2004).

Stock i dr. (2005) su pomoću statističkog regionalnog modela STAR računali Huglinov indeks u razdoblju 1950–2050. za različita europska vinorodna područja. Rezultati su pokazali da je povećanje HI nešto manje za mediteranska područja (Pisa u Toskani i

Alghero u Sardiniji) u usporedbi sa sjevernijim područjima (Eisenstadt u Austriji te Geisenheim i Potsdam u Njemačkoj). Također je već tada (2005. godine) u Austriji postojao trend prelaska vinogradara s bijelih na kvalitetna crna vina dok je na jugozapadu Njemačke (Geisenheim) bio prisutan trend pokretanja proizvodnje cabernet sauvignona (crno vino), a u blizini Potsdama (na geografskoj širini od 52°) kvalitetnog rieslinga, chardonnaya i cabernet franca. U austrijskoj pokrajini Gornja Austrija trenutno ne postoje značajna vinorodna područja, no klimatski scenariji pokazuju da je dio regije već sada, a do 2050. će gotovo cijela pokrajina postati prikladna za uzgoj vinove loze (Eitzinger i dr, 2009).

Gore navedeni rezultati istraživanja ukazuju na trend ranije pojave berbe i promjene sortimenta vinove loze koji nije prisutan na samo jednom području već je globalan. Stoga će se u ovom radu provesti istraživanje sa svrhom utvrđivanja kako se područje Hrvatske uklapa u te globalne promjene.

2. FENOLOŠKI I METEOROLOŠKI PODACI

Fenološki i meteorološki podaci korišteni u ovom radu preuzeti su iz baze podataka Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHMZ).

2.1. Fenološki podaci

Broj fenoloških postaja u Hrvatskoj je varirao kroz povijest fenoloških opažanja od 1951. godine od kada se opažanja sustavno provode u DHMZ-u. No, trenutno je aktivno 59 postaja na kojima se opažaju razvojne faze: zeljastog bilja, šumskog drveća i šiblja, ratarskih i livadnih kultura, nekih sorata povrća i voća te vinove loze, kao i fenologija pčela te poljski radovi. U svijetu postoji nekoliko sustava za opisivanje i kodiranje razvojnih faza biljaka koji se koriste u praksi i ne postoje standardna međunarodna opažanja. U Europskoj bazi fenoloških podataka se za opažanja fenoloških faza biljaka koristi sustav BBCH (Lancashire i dr, 1991; Meier, 1997). Naziv sustava BBCH (*Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt and Chemical Industry*) potječe od dijelova imena ustanova, koje su zajedno razvile ovaj sustav: Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Bundessortenamt i Chemical Industry, Industrieverband Agrar. Sustav BBCH je razvijen za kodiranje sličnih fenoloških razvojnih faza svih jednosupnica i dvosupnica. Slične fenofaze svake biljne vrste imaju isti kod za koji je dan opis i ilustracija (Meier i dr, 2009). Fenološka opažanja u Hrvatskoj sastoje se još od nekih dodatnih fenoloških faza za pojedine biljke koja nisu opisana ovim sustavom (Vučetić i dr, 2008).

Kod vinove loze se bilježe datumi sljedećih fenoloških faza: početka tjeranja mladica (*beginning of sprouting*, BS), pojave prvih listova (*leaf unfolding*, LF), početka i završetka cvatnje (*beginning of flowering*, BF i *end of flowering*, EF), početka i pune zriobe (*beginning of ripening*, BR i *full ripening*, FR) te datum berbe (*fruits ripe for picking*, RP). No, treba napomenuti da berba nije prava fenofaza jer se odlučuje kada će se ubrati plodovi ovisno o omjeru šećer i kiselina u grozdovima. Tako datum berbe može varirati.

Fenološki podaci su datumi gore navedenih fenoloških faza vinove loze, koji su zapisani u obliku rednog broja dana u godini. Korišteni su podaci s 11 fenoloških postaja, a postaje su, kao i sorte vinove loze, izabrane po duljini nizova opažanja. Birane su sorte vinove loze za koje postoje mjerenja od početka 60-ih ili 70-ih godina prošlog stoljeća. U prilogu A nalazi se kratak opis svih odabranih sorata. Slika 1 prikazuje položaje fenoloških postaja

analiziranih u ovom radu. Zbog zadovoljavanja već spomenutih kriterija odabrani su nizovi podataka većinom sa slavonskih i dalmatinskih postaja.



Slika 1: Položaj fenoloških postaja koje su analizirane u ovom radu.

U tablici 1 nalazi se popis svih analiziranih sorata vinove loze, popis postaja na kojima se obavljaju fenološka opažanja za te sorte te su navedene duljine pripadajućih nizova podataka, s tim da su u zagradama godine u kojima nije bilo opažanja. Također su u tablici 1 sorte vinove loze razvrstane i prema razdobljima u kojima dozrijevaju. Primijenjena je podjela nazvana prema francuskom agronomu Pulliatu (1827–1896), koji ju je razvio potkraj 19. st. (Despeissis, 1902; Mirošević i Turković, 2003), no koja se još i danas primjenjuje. Referentno vrijeme je dozrijevanje plemenke bijele i prema njoj su razvrstane sve ostale sorte. Tako su rane sorte vinove loze one koje dozrijevaju deset dana prije plemenke bijele, a sorte I. razdoblja u isto vrijeme kad i plemenka bijela (5 do 6 dana prije ili poslije). Sorte II. razdoblja dozrijevaju 12–14 dana nakon, sorte III. razdoblja 24–30 dana nakon, sorte IV. razdoblja 36–40 dana nakon, a sorte V. razdoblja više od 8 tjedana nakon dozrijevanja plemenke bijele. Naše fenološke faze vinove loze ipak odstupaju od te podjele. Jedan razlog je što postoji razlika između klimatskih prilika u Francuskoj i Hrvatskoj, te razlika između kopnenog i priobalnog dijela Hrvatske. U ovom radu bi i analiza fenoloških podataka na području

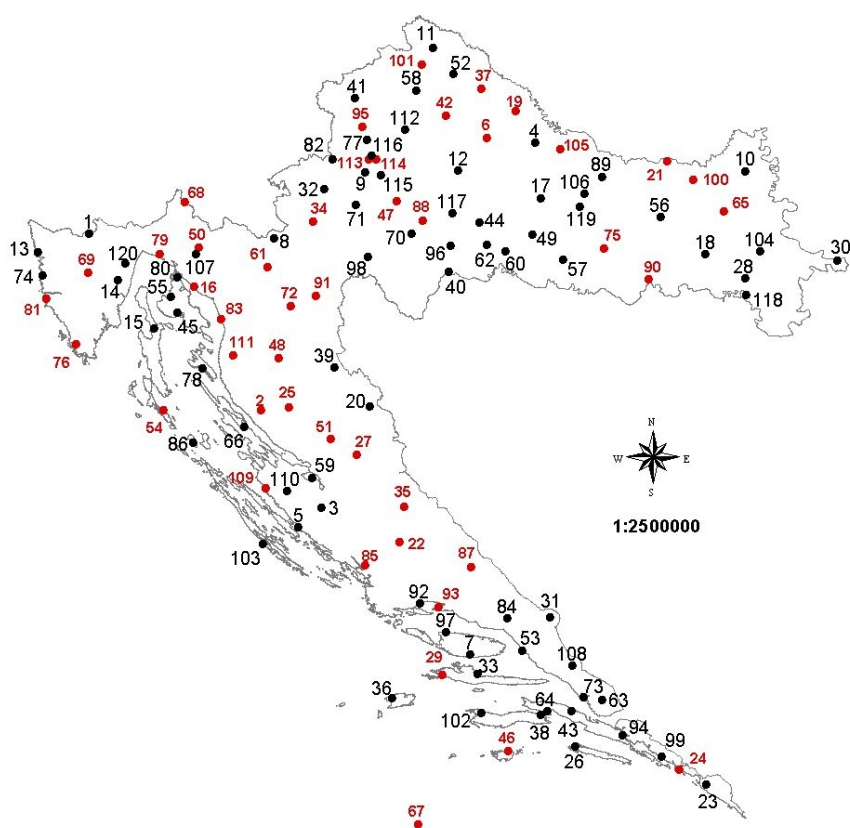
Slavonije i Dalmacije mogla pokazati koliko ta podjela odgovara s obzirom na klimatske promjene.

Tablica 1: Popis analiziranih sorata grožđa razvrstanih prema razdobljima u kojima dozrijevaju (podjela prema Pulliatu) i fenoloških postaja s razdobljima fenoloških opažanja. U zagradama su ispisane godine za koje nedostaju fenološki podaci. pp – povremeni prekidi.

Razdoblje dozrijevanja	Sorta vinove loze	Postaja	Godine mjerenja
vrlo rane sorte	Čabski biser bijeli	Hvar	1961–2009. (1984)
		Mandićevac	1962–2003. (1970, 1975, 1984)
		Opuzen	1965–2004. (1973, 1974, 1976, 1984)
		Orebić	1961–2005. (1963, 1984)
		Vela Luka	1969–2009. (1970, 1974–1977, 1984)
		Virovitica	1969–2000. (1984)
sorte I. razdoblja	Plemenka bijela	Daruvar	1961–2009 (1984, 1992)
		Križevci	1961–2009. (pp)
		Mandićevac	1961–2003. (1984)
		Požega	1961–2009. (1984)
		Virovitica	1963–2007. (1965, 1984)
	Plemenka crvena	Križevci	1961, 1967–2009. (pp)
		Mandićevac	1961–2003. (1962–1964, 68–1971, 1973–1975, 1984)
sorte II. razdoblja	Sauvignon bijeli	Mandićevac	1961–2003 (1962, 1964, 1967, 1977, 1984)
	Traminac crveni	Mandićevac	1961–2003 (1977, 1984)
	Muškat kraljica vinograda bijeli	Opuzen	1965–2009. (1968, 1976, 1984)
		Vela Luka	1964–2009. (1972, 1973, 1976, 1977, 1984)
	Pinot bijeli	Virovitica	1972–2007. (1974, 1981, 1984)
sorte III. razdoblja	Muškat Hamburg	Mandićevac	1961–2003. (1984)
	Talijanski rizling	Daruvar	1961–2009. (1964, 1967, 1968, 1980, 1982, 1984)
		Križevci	1961–2009. (pp)
		Mandićevac	1961–2003. (1984)
		Virovitica	1963–2009. (1965, 1984, 2008)
	Afus ali bijeli	Orebić	1961–2009. (1963, 1984)
		Vela Luka	1964–2009. (1969, 1971, 1984)
	Malvazija istarska bijela	Čepić	1968–2009.
	Blatina crna	Hvar	1972–2009. (1980, 1984)
		Vela Luka	1966–2009. (1969, 1971, 1980, 1984)
sorte IV. razdoblja	Plavac mali	Hvar	1962–2009. (1965, 1984)
		Lastovo	1961–2009. (1965, 1978, 1984)
		Orebić	1962–2009. (1963, 1965–1967, 1984)
		Vela Luka	1964–2009. (1965, 1984)
	Trbljan	Hvar	1972–2009. (1974, 1984)

2.2. Meteorološki podaci

Za proračun Huglinova indeksa korištene su srednje i maksimalne dnevne temperature zraka izmjerene na klimatološkim i glavnim postajama DHMZ-a. U najnovijem razdoblju 1981–2008. raspolagalo se s traženim podacima na 120 meteoroloških postaja u Hrvatskoj, u razdoblju od 1961–1990. na 45 postaja, a za sekularne nizove (1901–2008) s meteorološkim podacima 5 postaja (Osijek, Zagreb-Grič, Gospić, Crikvenica i Hvar). Na slici 2 prikazani su položaji meteoroloških postaja. Crnom bojom su označene postaje s kojih su korišteni podaci za analizirano razdoblje 1981–2008, a crvenom bojom za razdoblja 1961–1990. i 1981–2008. U tablici 2 su nazivi postaja prema broju prikazanom na slici 2 s pripadnim geografskim koordinatama i analiziranim razdobljem.



Slika 2: Položaj meteoroloških postaja koje su analizirane u ovom radu. Crvenom bojom su označene postaje za koje postoje meteorološki podaci iz razdoblja 1961–1990. i 1981–2008, a crnom samo iz novijeg razdoblja 1981–2008.

Tablica 2: Popis meteoroloških postaja sa slike 2 s pripadnom geografskom širinom (φ), dužinom (λ) i nadmorskom visinom (h) te razdobljem koje je analizirano.

Rb	Ime postaje	h [m]	φ [°]	λ [°]	Analizirano razdoblje	Rb	Ime postaje	h [m]	φ [°]	λ [°]	Analizirano razdoblje
1.	Abrami	85	45.43	13.93	1990-2008.	36.	Komiža	20	43.05	16.10	1990-2008.
2.	Baške Oštarije	924	44.53	15.18	1961-2008.	37.	Koprivnica	141	46.17	16.82	1961-2008.
3.	Benkovac	202	44.03	15.62	1990-2008.	38.	Korčula	15	42.95	17.13	1990-2008.
4.	Bilogora	270	45.88	17.20	1990-2008.	39.	Korenica	670	44.75	15.72	1990-2008.
5.	Biograd n. m.	8	43.93	15.45	1990-2008.	40.	Hrv. Kostajnica	140	45.23	16.55	1990-2008.
6.	Bjelovar	141	45.92	16.85	1961-2008.	41.	Krapina	202	46.13	15.88	1990-2008.
7.	Bol	65	43.27	16.65	1990-2008.	42.	Križevci	155	46.03	16.55	1961-2008.
8.	Bosiljevo	207	45.42	15.28	1990-2008.	43.	Kuna	357	42.97	17.35	1990-2008.
9.	Botinec	116	45.75	15.95	1990-2008.	44.	Kutina	130	45.48	16.78	1990-2008.
10.	Brestovac B.	91	45.70	18.73	1990-2008.	45.	Krk	9	45.03	14.58	1990-2008.
11.	Čakovec	165	46.38	16.47	1990-2008.	46.	Lastovo	186	42.77	16.90	1961-2008.
12.	Čazma	144	45.75	16.63	1990-2008.	47.	Lekenik- V.	114	45.60	16.18	1961-2008.
13.	Novigrad C.	20	45.33	13.57	1990-2008.	48.	Ličko Lešće	463	44.80	15.32	1961-2008.
14.	Čepić	30	45.20	14.15	1990-2008.	49.	Lipik	158	45.42	17.17	1990-2008.
15.	Cres	5	44.95	14.42	1990-2008.	50.	Lokve Brana	774	45.37	14.73	1961-2008.
16.	Crikvenica	2	45.17	14.70	1961-2008.	51.	Lovinac	580	44.38	15.68	1961-2008.
17.	Daruvar	161	45.60	17.23	1990-2008.	52.	Ludbreg-H.	158	46.25	16.62	1990-2008.
18.	Đakovo	98	45.28	18.42	1990-2008.	53.	Makarska	52	43.28	17.02	1990-2008.
19.	Đurđevac	121	46.05	17.07	1961-2008.	54.	Mali Lošinj	53	44.53	14.48	1961-2008.
20.	Donji Lapac	582	44.55	15.97	1990-2008.	55.	Malinska	1	45.12	14.53	1990-2008.
21.	D. Miholjac	97	45.77	18.17	1961-2008.	56.	Našice	144	45.48	18.10	1990-2008.
22.	Drniš	324	43.85	16.17	1961-2008.	57.	Nova Gradiška	186	45.28	17.38	1990-2008.
23.	Dubrovnik- aerodrom	164	42.57	18.27	1990-2008.	58.	Novi Marof	200	46.17	16.33	1990-2008.
24.	Dubrovnik	52	42.65	18.08	1961-2008.	59.	Novigrad D.	40	44.18	15.55	1990-2008.
25.	Gospić	564	44.55	15.38	1961-2008.	60.	Novska	120	45.33	16.97	1990-2008.
26.	Govedari	30	42.78	17.37	1990-2008.	61.	Ogulin	328	45.27	15.23	1961-2008.
27.	Gračac	567	44.30	15.87	1961-2008.	62.	Opeke	96	45.37	16.83	1990-2008.
28.	Gradište	97	45.15	18.70	1990-2008.	63.	Opuzen	2	43.02	17.57	1990-2008.
29.	Hvar	20	43.17	16.45	1961-2008.	64.	Orebić	6	42.97	17.18	1990-2008.
30.	Ilok	133	45.22	19.37	1990-2008.	65.	Osijek-Čepin	89	45.50	18.57	1961-2008.
31.	Imotski	435	43.45	17.22	1990-2008.	66.	Pag	3	44.45	15.07	1990-2008.
32.	Jastrebarsko	138	45.67	15.65	1990-2008.	67.	Palagruža	98	42.40	16.27	1961-2008.
33.	Jelsa	3	43.17	16.70	1990-2008.	68.	Parg	863	45.60	14.63	1961-2008.
34.	Karlovac	110	45.50	15.57	1961-2008.	69.	Pazin	291	45.23	13.93	1961-2008.
35.	Knin	255	44.03	16.20	1961-2008.	70.	Petrinja	106	45.43	16.28	1990-2008.

Tablica 2: nastavak

Rb	Ime postaje	h [m]	φ [°]	λ [°]	Analizirano razdoblje	Rb	Ime postaje	h [m]	φ [°]	λ [°]	Analizirano razdoblje
71.	Pisarovina	138	45.58	15.88	1990-2008.	96.	Sunja	100	45.37	16.57	1990-2008.
72.	Plaški	376	45.07	15.40	1961-2008.	97.	Sutivan	6	43.38	16.48	1990-2008.
73.	Ploče	2	43.03	17.43	1990-2008.	98.	Topusko	126	45.32	15.97	1990-2008.
74.	Poreč	15	45.22	13.60	1990-2008.	99.	Trsteno	60	42.72	17.97	1990-2008.
75.	Požega	152	45.33	17.68	1961-2008.	100.	Valpovo - T.	92	45.67	18.35	1961-2008.
76.	Pula	43	44.87	13.85	1961-2008.	101.	Varaždin	167	46.30	16.38	1961-2008.
77.	Puntijarka	988	45.92	15.97	1990-2008.	102.	Vela Luka	5	42.97	16.72	1990-2008.
78.	Rab	24	44.75	14.77	1990-2008.	103.	Sestrice Vele	35	43.85	15.20	1990-2008.
79.	Rijeka	120	45.33	14.45	1961-2008.	104.	Vinkovci	85	45.28	18.82	1990-2008.
80.	Rijeka- aerodrom	85	45.22	14.58	1990-2008.	105.	Virovitica	118	45.85	17.38	1961-2008.
81.	Rovinj	20	45.10	13.63	1961-2008.	106.	Voćin	215	45.62	17.55	1990-2008.
82.	Samobor	146	45.82	15.72	1990-2008.	107.	Vrelo Ličanke	750	45.33	14.72	1990-2008.
83.	Senj	26	45.00	14.90	1961-2008.	108.	Vrgorac	347	43.20	17.37	1990-2008.
84.	Šestanovac	240	43.45	16.92	1990-2008.	109.	Zadar	5	44.13	15.22	1961-2008.
85.	Šibenik	77	43.73	15.92	1961-2008.	110.	Zadar-aerodrom	88	44.12	15.37	1990-2008.
86.	Silba	20	44.37	14.70	1990-2008.	111.	Zavižan	1594	44.82	14.98	1961-2008.
87.	Sinj	308	43.72	16.67	1961-2008.	112.	Sv. Ivan Zelina	155	45.97	16.25	1990-2008.
88.	Sisak	98	45.50	16.37	1961-2008.	113.	Zagreb-Grič	157	45.82	15.98	1961-2008.
89.	Slatina – M.	127	45.70	17.68	1990-2008.	114.	Zagreb-Maksimir	123	45.82	16.03	1961-2008.
90.	Sl. Brod	88	45.17	18.00	1961-2008.	115.	Zagreb-Pleso	106	45.73	16.07	1990-2008.
91.	Slunj	254	45.12	15.58	1961-2008.	116.	Zagreb-Rim	220	45.83	16.00	1990-2008.
92.	Split- aerodrom	21	43.53	16.30	1990-2008.	117.	Stružec	138	45.53	16.58	1990-2008.
93.	Split-Marjan	122	43.52	16.43	1961-2008.	118.	Županja	84	45.07	18.70	1990-2008.
94.	Ston	2	42.83	17.70	1990-2008.	119.	Zvečevo	463	45.55	17.52	1990-2008.
95.	Stubičke T.	180	45.98	15.93	1961-2008.	120.	Vrh Učke	1372	45.28	14.20	1990-2008.

3. METODE RADA

3.1. Statistička analiza podataka

Osnovna statistička analiza fenoloških podataka sadrži srednji datum nastupa određene fenofaze za svaku sortu vinove loze, standardnu devijaciju, najraniji i najkasniji nastup pojedine fenofaze, kao i raspon nastupa fenofaze (razlika između najranijeg i najkasnijeg datuma nastupa fenofaze) za tri razdoblja: 1961–1990, 1971–2000. te 1981–2009. Posljednje razdoblje nije 30-godišnje jer u trenutku obrade podataka nisu bili dostupni podaci za 2010. godinu. Ukoliko su podaci u nizu nedostajali, tijekom njihove obrade nije rađena interpolacija, već su analize napravljene bez njih.

Za razdoblja 1961–1990. i 1981–2008, kao i za sekularne nizove podataka na pet postaja (1901–2008) računane su srednje vrijednosti, standardne devijacije, najmanja i najviša vrijednost i raspon Huglinovog indeksa po postajama.

3.2. Linearni trendovi

Linearni trendovi se koriste za procjenu tendencije ranijeg ili kasnijeg nastupa neke veličine u usporedbi sa srednjakom. Proračunati su linearni trendovi za sve fenofaze svih sorata vinove loze te za sve izračunate Huglinove indekse. Da bi se utvrdilo postojanje statistički signifikantnog linearnog trenda, primijenjen je Mann- Kendalllov rang test (Mitchell i dr, 1966; Sneyers, 1990). Test se sastoji od Kendalllova koeficijenta τ i razine signifikantnosti α . Testom se provjerava je li se vrijednosti članova u nekom nizu kronološki smanjuju ili povećavaju. Ako kronološko smanjenje ili povećanje vrijednosti u nizu nije prisutno, τ će biti bliže nuli. Linearni trendovi se smatraju statistički signifikantnima ako je $\alpha \leq 0.05$.

3.3. Huglinov indeks

Huglinov indeks (Huglin, 1978) računa se prema izrazu:

$$HI = \sum_{i=1.4}^{30.9} \left[\frac{(T_{sr,i} - 10) + (T_{maks,i} - 10)}{2} \right] k$$

gdje je T_{sr} srednja dnevna temperatura zraka, T_{maks} maksimalna dnevna temperatura zraka, a k koeficijent „duljine dana“. Od srednje i maksimalne dnevne temperature oduzima se 10°C jer su temperature zraka više od 10°C aktivne temperature za vinovu lozu te se izraz

sumira od 1. travnja do 30. rujna na sjevernoj i od 1. listopada do 31. ožujka na južnoj Zemljinoj polutci.

Huglin je predložio da se između 40 i 50° geografske širine uključi i korekcija duljine dana u izračune temperaturnih suma. Za geografske širine manje od 40° takva korekcija nije potrebna jer sve sorte grožđa mogu sazrijeti bez problema dok se na geografskim širinama većim od 50° vinova loza uglavnom ne uzgaja. Vrijednosti koeficijenta „duljine dana“ odgovaraju razlici u duljini dana tijekom šest mjeseci, tj. od travnja do rujna na sjevernoj i od listopada do ožujka na južnoj Zemljinoj polutci. Vrijednosti koeficijenta „duljine dana“ u ovisnosti o geografskoj širini dane su u tablici 3.

Tablica 3: Vrijednosti koeficijenta „duljine dana“ (k) u ovisnosti o geografskoj širini φ .

φ (°)	k
40.1°- 42.0°	1.02
42.1°- 44.0°	1.03
44.1°- 46.0°	1.04
46.1°- 48.0°	1.05
48.1°- 50.0°	1.06

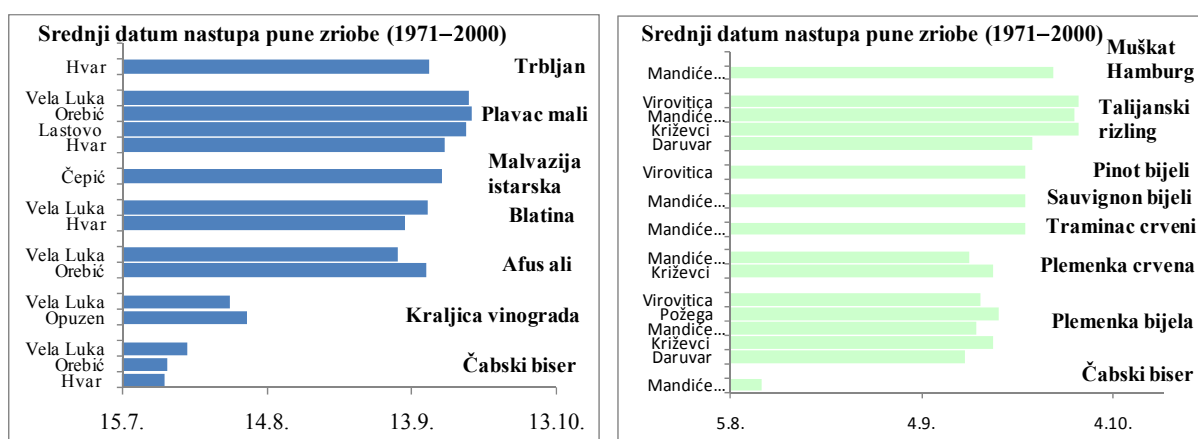
Huglin je utvrdio da je donja granica HI oko koje je moguć uzgoj vinove loze na nekom području 1500°C dok u područjima u kojima je $HI \geq 2400^\circ\text{C}$, sve sorte vinove loze imaju zadovoljavajuće heliotermičke uvjete za sazrijevanje. Interpolacija za potrebe prostorne razdiobe Huglinovog indeksa u Hrvatskoj izrađena je pomoću računalnog programa GIS (Geografski informatički sustav).

4. REZULTATI I DISKUSIJA

4.1. Fenofaze vinove loze

Početak vegetacije vinove loze prvenstveno ovisi o temperaturnim prilikama. Ponovimo: aktivna temperatura za vinovu lozu je kad je srednja dnevna temperatura zraka iznad 10°C. U prosjeku se pojava prvih mladica javlja u posljednjih tjedan dana ožujka i traje sve do kraja drugog desetodnevlja travnja na primorskim te od sredine do kraja travnja na kopnenim postajama (prilog B). Posljednja razvojna faza koja se opaža na našim fenološkim postajama je berba, čiji nastup nije vremenski tako ujednačen kao pojava mladica jer ovisi o ranoj ili kasnoj sorti vinove loze. U prosjeku berba nastupa od kraja srpnja do početka listopada na Jadranu i od sredine kolovoza do sredine listopada u kontinentalnom dijelu zemlje. Berba nastupa nakon pune zriobe pojedine sorte vinove loze.

Usporedba srednjih datuma nastupa pune zriobe na primorskim i kopnenim postajama za 30-godišnje razdoblje 1971–2000. pokazuje da nastup te fenofaze za sorte pojedinog razdoblja nije ujednačen (slika 3). Ne može se reći da će neka sorta dozrijeti oko 20 dana prije u priobalju nego u unutrašnjosti Hrvatske. No, postoji vremenski slijed, koji slijedi podjelu prema Pulliatu – rane sorte vinove loze dozrijevaju najranije, a sorte I, II, III. i IV. razdoblja kronološki jedna poslije druge. Uspoređeni su srednji datumi pune zriobe, a ne berbe, jer se datum berbe subjektivno određuje. Iako fenološki podaci ne zadovoljavaju sasvim podjelu prema Pulliatu, ipak je odabran ovaj način podjele zbog lakše analize velikog broja sorata vinove loze.



Slika 3: Srednji datum nastupa pune zriobe vinove loze na primorskim (plavo) i kopnenim (zeleno) postajama u razdoblju 1971–2000.

U tablici 4 je naveden primjer: srednji datumi nastupa, standardna devijacija, najraniji i najkasniji datum nastupa te raspon nastupa fenofaza talijanskog rizlinga u Daruvaru za razdoblja 1961–1990, 1971–2000. i 1981–2009. Također su navedene i razlike u srednjem datumu nastupa i rasponu datuma nastupa neke fenofaze između za razdoblja 1961–1990. i 1981–2009. te 1971–2000. i 1981–2009. Odgovarajuće tablice za sve ostale sorte vinove loze nalaze se u prilogu B.

Tablica 4: Srednji datum nastupa fenofaze (sred), standardna devijacija (std), najraniji (min) i najkasniji (maks) datum nastupa te raspon (ampl) nastupa fenofaza npr. talijanskog rizlinga u Daruvaru za razdoblja 1961–1990, 1971–2000. i 1981–2009. Δ sred i Δ ampl su razlike u srednjem datumu nastupa i rasponu datuma nastupa neke fenofaze između razdoblja od 1961–1990. i 1981–2009. te između 1971–2000. i 1981–2009.

Talijanski rizling		fenofaza	BS	LF	BF	EF	BR	FR	RP
Daruvar	1961-1990.	sred	24.4.	1.5.	11.6.	20.6.	20.8.	24.9.	3.10.
		std	9	9	6	6	5	5	6
		min	3.4.	14.4.	1.6.	11.6.	10.8.	13.9.	15.9.
		maks	8.5.	15.5.	25.6.	3.7.	31.8.	2.10.	14.10.
		ampl	35	31	24	22	21	19	29
	1971-2000.	sred	22.4.	30.4.	8.6.	18.6.	22.8.	21.9.	30.9.
		std	9	9	6	6	7	12	9
		min	2.4.	8.4.	28.5.	7.6.	28.7.	6.8.	26.8.
		maks	8.5.	13.5.	20.6.	29.6.	5.9.	2.10.	14.10.
		ampl	36	35	23	22	39	57	49
	1981-2009.	sred	20.4.	28.4.	4.6.	15.6.	25.8.	16.9.	26.9.
		std	8	9	9	8	9	14	11
		min	2.4.	8.4.	6.5.	21.5.	28.7.	6.8.	26.8.
		maks	8.5.	13.5.	20.6.	28.6.	9.9.	2.10.	7.10.
		ampl	36	35	45	38	43	57	42
	odstupanje razdoblja 1981-2009. od 1961-1990.								
	Δ sred		-3	-3	-7	-5	4	-9	-7
	Δ ampl		1	4	21	16	22	38	13
	odstupanje razdoblja 1981-2009. od 1971-2000.								
	Δ sred		-2	-1	-4	-3	3	-5	-4
	Δ ampl		0	0	22	16	4	0	-7

Usporedbom srednjih datuma nastupa fenofaza za sve sorte vinove loze i za sve postaje kroz tri promatrana razdoblja (1961–1990, 1971–2000. i 1981–2009) vidi se da na promatranim kopnenim postajama (osim Požege) fenofaze za gotovo sve sorte vinove loze imaju negativno odstupanje. To znači da nastupaju ranije u najnovijem razdoblju u odnosu na

ranija razdoblja. Iznimka su početak zriobe talijanskog rizlinga u Daruvaru i Križevcima te plemenke bijele u Križevcima, koji kasne 2–4 dana u odnosu na prethodna razdoblja. Najveće je negativno odstupanje za punu zriobu i berbu (do 11 dana). Na primorskim postajama Čepić, Hvar i Vela Luka (osim sorte afus ali bijeli u Veloj Luci) prve četiri fenofaze: početak tjeranja mladica (BS), pojava prvih listova (LF), početak i završetak cvatnje (BF i EF), javljaju se 1–4 dana prije u razdoblju 1981–2009. nego u prethodnim razdobljima. Razlog takvom ranijem početku vegetacije je i porast temperature zraka u proljeće (MZOPUG, 2010; prve četiri fenofaze nastupaju od kraja ožujka do sredine lipnja). Na ostalim primorskim postajama nije opažen raniji početak.

Osim na gore navedenim kopnenim postajama, srednji datum početka zriobe kasni i u Hvaru, Opuzenu i Orebiću (za sve sorte vinove loze) te u Veloj Luci (za čabski biser, afus ali bijeli i blatinu crnu) i pozitivno odstupanje je i do 13 dana u razdoblju 1981–2009. u odnosu na razdoblje 1961–1990.

Standardna devijacija se za gotovo sve sorte vinove loze kreće u rasponu 2–12 dana. Na primorskim postajama se za posljednje tri fenofaze javljaju i veće vrijednosti standardne devijacije: za čabski biser u Opuzenu 14–18 dana, za kraljicu vinograda u Opuzenu i Veloj Luci 12–18 dana, za punu zriobu plavca malog i trbljana u Hvaru 12–15 dana, a za početak zriobe i punu zriobu plavca malog na Lastovu 15–17 dana. Velike vrijednosti standardne devijacije ukazuju na veliku varijabilnost početka zriobe, pune zriobe i berbe u Dalmaciji što osim o temperaturnim prilikama, ovisi i o oborinskom režimu. Iako je standardna devijacija za gore spomenute fenofaze dalmatinskih sorata veća za 2–3 dana u novijem razdoblju nego u prethodnim razdobljima, ipak se ne mogu izvesti općeniti zaključci o većoj varijabilnosti zriobe u kasnijem razdoblju.

Na varijabilnost datuma zriobe vinove loze ukazuju i rasponi između datuma najranijeg i najkasnijeg nastupa posljednje tri fenofaze: početak i puna zrioba (BR i FR) te berba (RP). Tako je za čabski biser u Opuzenu od 1971–2000. njihov raspon iznosio od 55 do čak 65 dana, za kraljicu vinograda za Opuzen u istom razdoblju između 55 i 69 dana, a od 46 do 76 dana u razdoblju 1981–2009. U Veloj Luci je za istu sortu i ista razdoblja raspon bio između 53 i 64 te 71 i 80 dana redom. Raspon nastupa pune zriobe plavca malog u Lastovu je između 50 i 57 dana u sva tri promatrana razdoblja. Iznenadjujuće je velik raspon od 52 dana nastupa plemenke bijele u Požegi u razdoblju 1981–2009. No, tome je vjerojatno uzrok pogreška pri zapisivanju datuma te fenofaze. Kao najraniji datum početka cvjetanja u tom

razdoblju naveden je 27. travnja 2009. što je samo pet dana nakon pojave prvih listova, dok je srednji datum cvjetanja 4. lipnja. Velik je i raspon između najranijeg i najkasnijeg nastupa pune zriobe talijanskog rizlinga u Daruvaru (57 dana) koja je nastupila već 6. kolovoza 2000, dok je srednji datum njenog nastupa 16. rujna. No, usporedbom s podacima s ostalih slavonskih postaja, vidljivo je da je zrioba te godine bila ranija zbog izrazito visokih temperatura jer se radilo o ekstremno toploj godini (DHMZ, 2001).

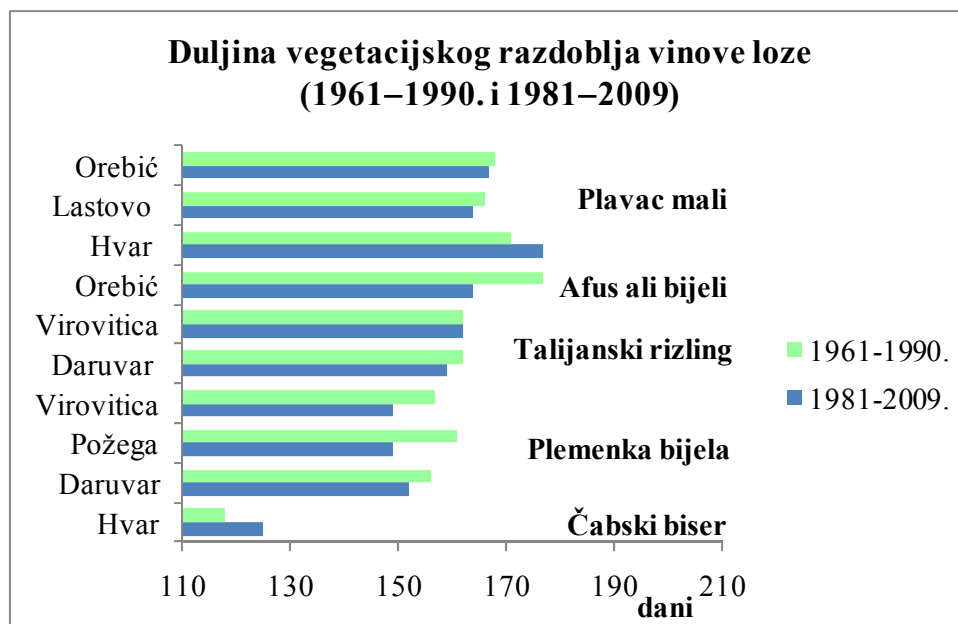
Duljina razdoblja zriobe definirana je kao razlika između srednjeg datuma nastupa pune zriobe i početka zriobe. U tablici 5 su navedene duljine razdoblja zriobe na postajama za sorte vinove loze za koje postoje fenološka opažanja u barem dva razdoblja (1961–1990, 1971–2000. ili 1981–2009). Na gotovo svim postajama je evidentno skraćenje razdoblja zriobe u najnovijem razdoblju u trajanju od 29 godina. Kraće zrenje utječe na odnos šećera i kiseline u grožđu, a time i na kvalitetu vina u koje se grožđe prerađuje tj. na povećanje alkohola u vinu.

Tendenciju produljenja trajanja pokazuje razdoblje između kraja cvjetanja (EF) i početka zriobe (BR), a to je razdoblje u kojem vinova loza akumulira biomasu. Duljine razdoblja između ostalih fenofaza ne pokazuju ni tendenciju skraćivanja ni produljivanja svog trajanja.

Na slici 4 su prikazane duljine vegetacijskog razdoblja (razlika srednjih datuma nastupa berbe i početka tjeranja mladica) za sorte za koje postoje podaci iz razdoblja 1961–1990. i 1981–2009. Njihovom usporedbom vidljivo je da u kasnijem razdoblju vegetacija traje kraće za sve sorte vinove loze osim na Hvaru, gdje razdoblje vegetacije u prosjeku traje duže. Razlog ovom skraćanju na većini postaja jest što je početak berbe u jesen više pomaknut nego početak vegetacije u proljeće.

Tablica 5: Duljine razdoblja zriobe na postajama u Hrvatskoj na kojima postoje fenološka opažanja za barem dva razdoblja (1961–1990, 1971–2000. ili 1981–2009). – znači da nema podataka.

Sorta	Postaja	Duljina razdoblja zriobe			Sorta	Postaja	Duljina razdoblja zriobe		
		1961-1990.	1971-2000.	1981-2009.			1961-1990.	1971-2000.	1981-2009.
Čabski biser	Hvar	12	13	11	Talijanski rizling	Daruvar	35	30	22
	Mandićevac	20	19	–		Križevci	39	34	–
	Orebić	11	12	–		Mandićevac	37	36	–
	Vela Luka	–	15	15		Virovitica	38	38	37
Plemenka bijela	Daruvar	32	28	23	Afus ali bijeli	Orebić	32	32	24
	Križevci	34	29	–	Blatina crna	Vela Luka	–	28	25
	Mandićevac	37	31	–		Hvar	–	27	22
	Požega	34	31	28	Malvazija istarska	Vela Luka	–	36	38
	Virovitica	35	33	31		Čepić	–	30	24
Kraljica vinograda	Opuzen	–	18	14	Plavac mali	Hvar	32	33	26
Traminac crveni	Mandićevac	36	32	–		Lastovo	41	37	36
Sauvignon bijeli	Mandićevac	31	31	–		Orebić	38	36	27
Pinot bijeli	Virovitica	–	33	34		Vela Luka	–	40	42
Muškat Hamburg	Mandićevac	36	36	–	Trbljan	Hvar	–	31	26



Slika 4: Duljina vegetacijskog razdoblja odabranih sorata vinove loze za razdoblja 1961–1990. i 1981–2009.

4.2. Analiza linearnih trendova fenofaza vinove loze

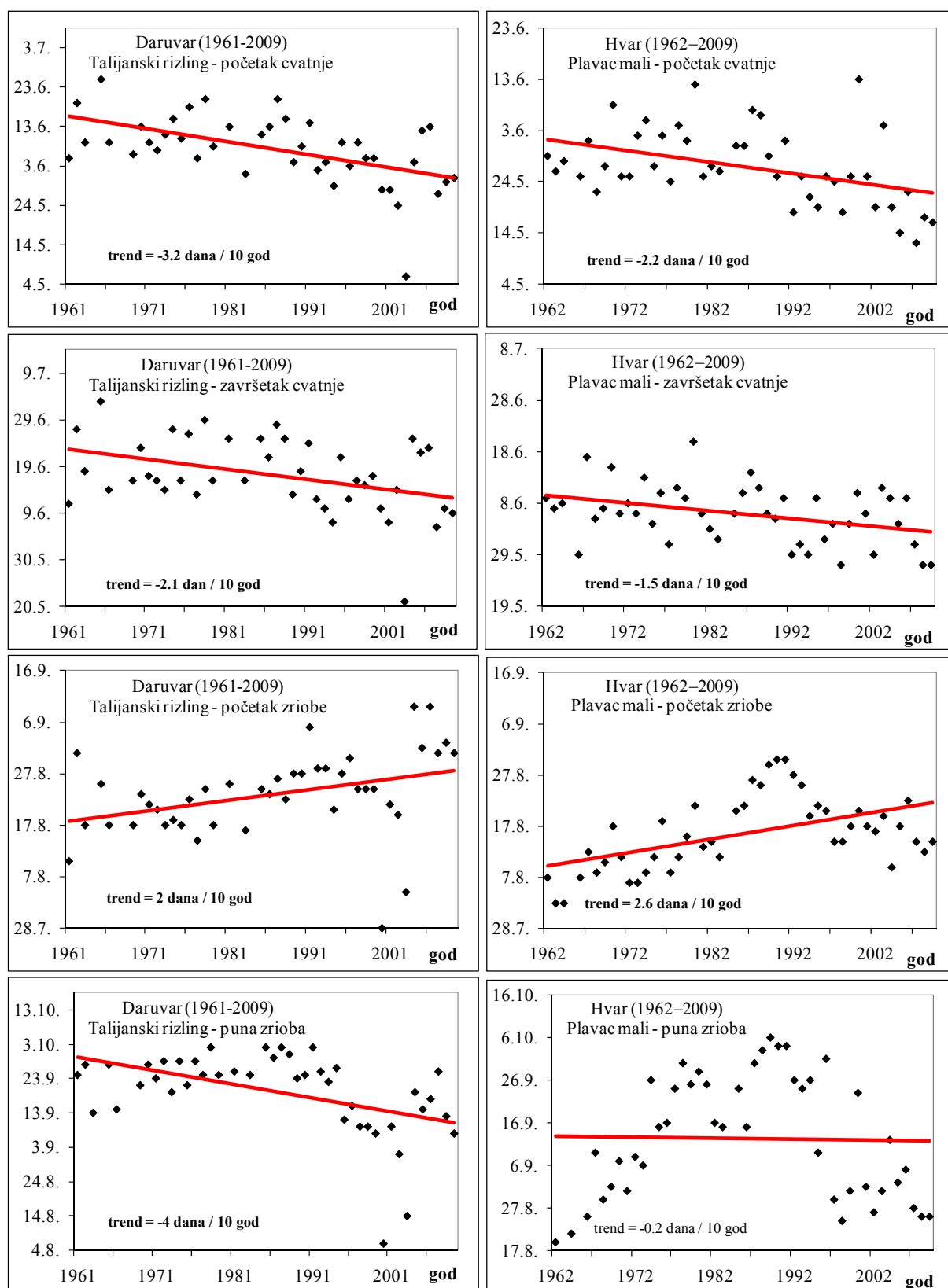
Na slikama 5 su prikazani datumi nastupa fenofaza i pripadajući linearni trendovi za početak i završetak cvatnje te početak zriobe i punu zriobu talijanskog rizlinga u Daruvaru te plavca malog u Hvaru u razdoblju 1961–2009. Odabrani su glavni predstavnici sorti vinove loze za unutrašnjost Hrvatske i Dalmaciju. Linearni trendovi svih fenofaza za sve promatrane sorte vinove loze u razdoblju 1961–2009, ili u razdoblju u kojem postoje mjerenja, navedeni su u prilogu C. Signifikantnost linearnih trendova je testirana Mann-Kendallovim testom te su deblje otisnuti trendovi statistički signifikantni na razini signifikantnosti $\alpha = 0.05$.

Linearni trendovi fenofaza na postajama u unutrašnjosti Hrvatske su za gotovo sve sorte vinove loze negativni te se fenofaze javljaju ranije za 1–8 dana/10 god. Trendovi su pozitivni za početak zriobe talijanskog rizlinga u Križevcima i Daruvaru, plemenke crvene i bijele također u Križevcima, za punu zriobu i berbu čabskog bisera u Virovitici te za početak tjeranja mladica, pojavu prvih listova i početak zriobe plemenke bijele u Požegi pri čemu se te fenofaze javljaju kasnije 1–3 dana/10 god.

Na većini postaja i za većinu sorata vinove loze na Jadranu je trend nastupa prve četiri fenofaze (početak tjeranja mladica, pojava prvih listova, početak i završetak cvatnje) negativan te one nastupaju i do 6 dana/10 god ranije. Trend nastupa početka zriobe je uglavnom pozitivan te ova fenofaza kasni do 10 dana/10 god, osim u Veloj Luci za muškat hamburg i kraljicu vinograda, plavac mali na Lastovu te malvaziju istarsku u Čepiću, gdje se javlja ranije do 3 dana/10 god. Puna zrioba i berba ne pokazuju tendenciju ni ranijeg ni kasnijeg nastupa na većini postaja.

U unutrašnjosti Hrvatske su prema Mann-Kendallovom testu gotovo svi statistički signifikantni trendovi negativni. Statistički je signifikantno samo kašnjenje početka zriobe talijanskog rizlinga u Daruvaru i Križevcima te pune zriobe čabskog bisera u Virovitici.

I dok su statistički signifikantni trendovi prve četiri fenofaze na Jadranu negativni, početak zriobe je statistički signifikantan samo na postajama na kojima je prisutno kašnjenje ove fenofaze. Trendovi fenofaza pune zriobe i berbe su većinom negativni ako se početak zriobe javlja ranije. Ako se početak zriobe javlja kasnije, trendovi pune zriobe su uglavnom pozitivni. Općenito je na primorskim postajama manje statistički signifikantnih trendova nego na kopnenima – zbog konfiguracije terena u Dalmaciji nije dobivena homogenost podataka kao u Slavoniji.



Slika 5: Datum nastupa fenofaza (točke) i pripadajući linearni trendovi (crvena linija) za početak i završetak cvatnje te početak zriobe i punu zriobu talijanskog rizlinga u Daruvaru (1961–2009, lijevo) i plavca malog u Hvaru (1962–2009, desno).

Može se zaključiti da se i na priobalju i otocima kao i u unutrašnjosti Hrvatske prve četiri fenofaze vinove loze javljaju sve ranije. Kod početka zriobe dolazi do razilaženja između kopnenih i primorskih postaja. U unutrašnjosti se početak zriobe javlja sve ranije, a na priobalju sve kasnije. Na kopnu se i završetak zrenja i berba vinove loze pojavljuju sve ranije. No, na Jadranu njihov nastup ovisi o položaju terena i o sorti vinove loze. Tako npr. u Opuzenu posljednje tri fenofaze (BR, FR, RP) kasne, a u Veloj Luci uglavnom rane.

4.3. Analiza Huglinovog indeksa

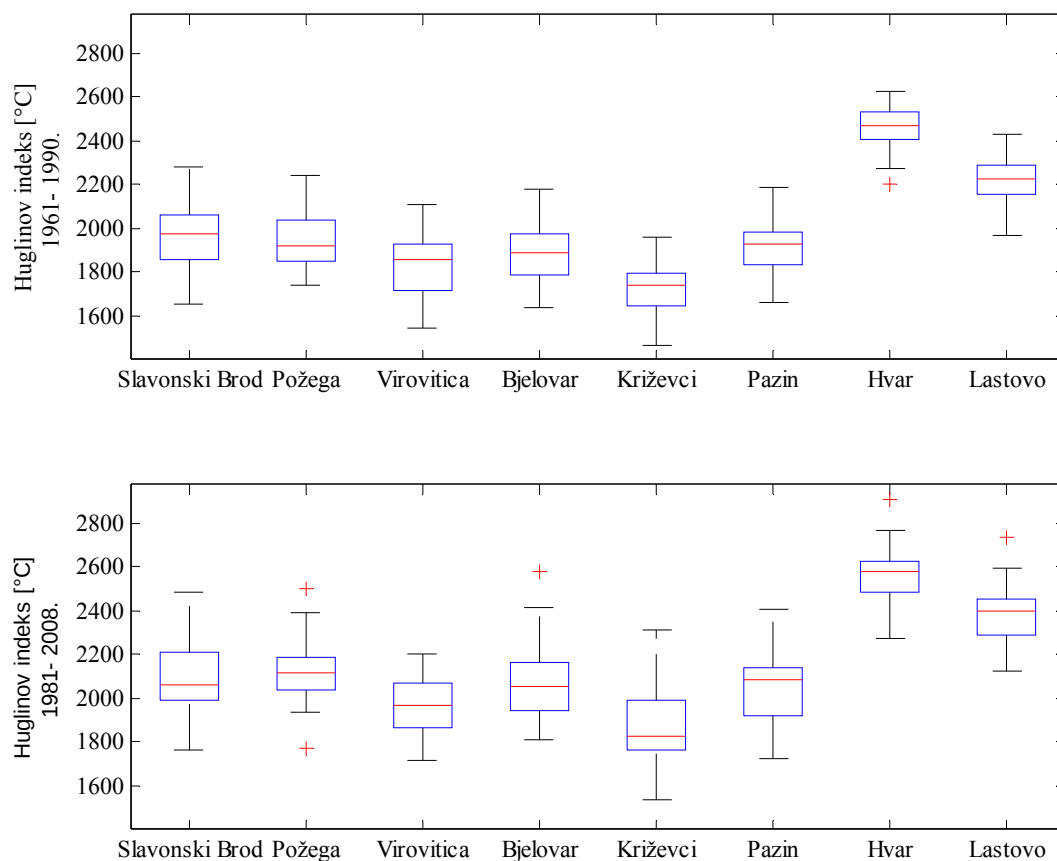
Kao što je već rečeno, Huglinov indeks pokazuje koja je sorta vinove loze pogodna za uzgoj na nekom području na temelju njegovih heliotermičkih osobitosti. Kao takav, mogao bi naći znatnu primjenu u gospodarstvu kao jedan od čimbenika koje bi se trebalo uzeti u obzir pri planiranju podizanja novih vinograda. U prilogu D navedene su srednje vrijednosti (sred), standardna devijacija (std), te najmanja (min) i najveća (maks) vrijednost Huglinovog indeksa u razdoblju 1961–1990, a u prilogu E su dani isti parametri samo za razdoblje 1981–2008.

Na slici 6 prikazana je najniža i najviša vrijednost HI te gornji i donji kvartil i medijan za postaje geografski najbliže onima za koje su analizirane fenofaze vinove loze u razdobljima 1961–1990. i 1981–2008. S dijagrama je vidljivo da su i najniže i najviše vrijednosti Huglinovog indeksa bile više posljednja tri desetljeća u odnosu na standardno klimatološko razdoblje 1961–1990.

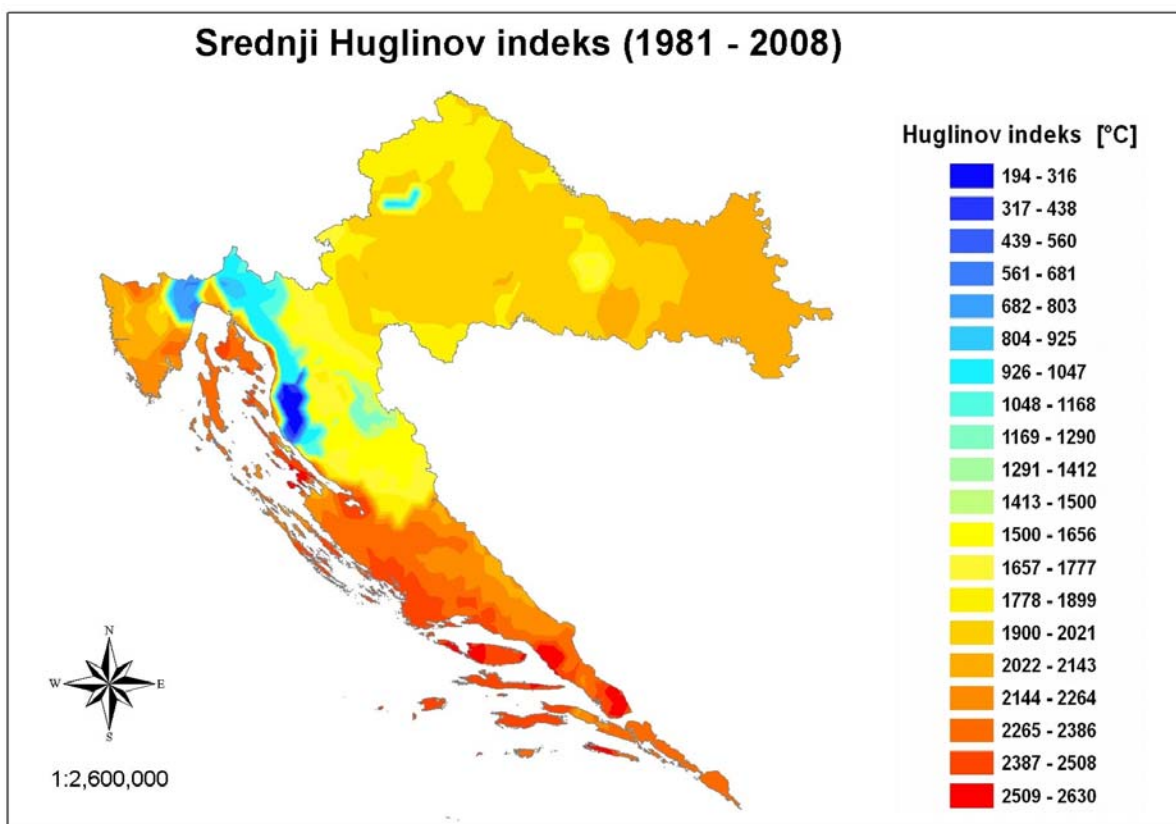
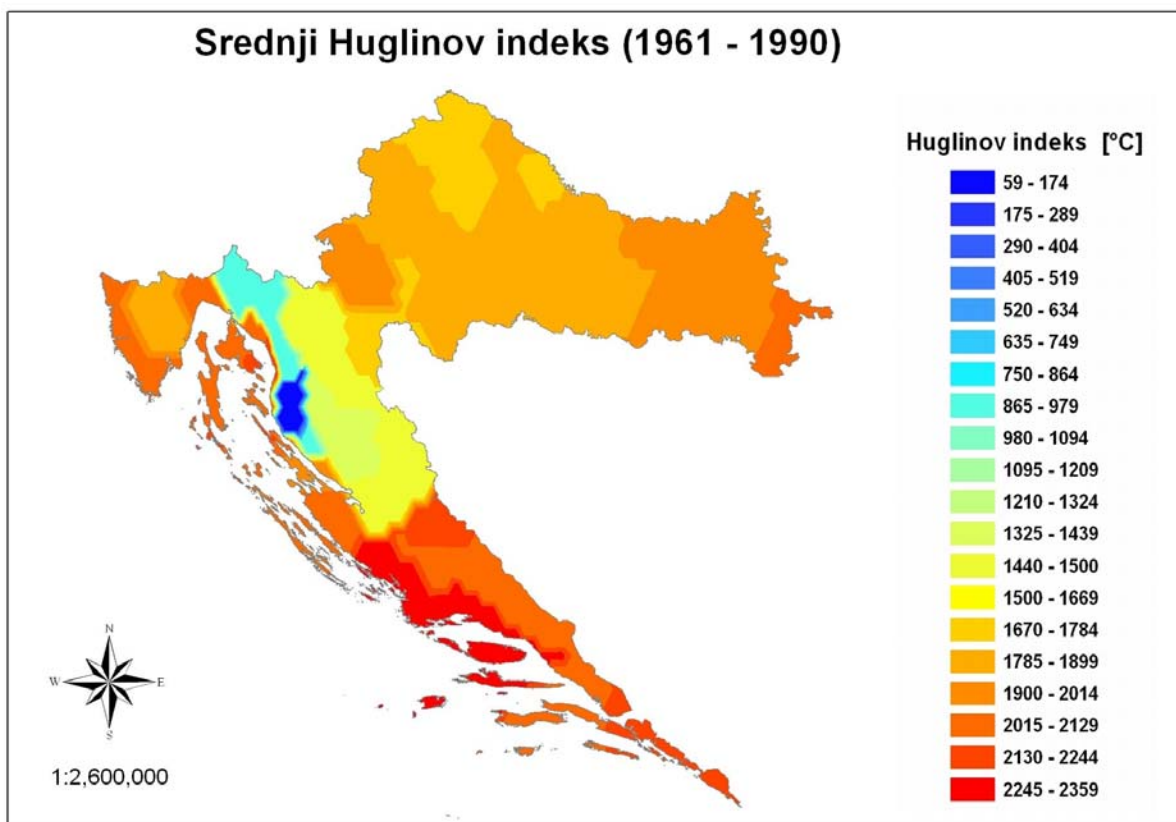
Raspon između najniže i najviše vrijednosti HI povećao u novijem razdoblju na svim postajama osim u Virovitici. U novijem se razdoblju povećao i interkvartilni razmak HI na svim postajama osim u Virovitici. On je bolja mjera rasapa podataka jer ne ovisi toliko o najnižoj i najvišoj vrijednosti kao raspon podataka. Također je i medijan HI u novijem razdoblju viši na svim postajama. Dakle, u razdoblju 1981–2008. HI poprima veći raspon vrijednosti nego u standardnom razdoblju. Budući da HI ovisi o srednjoj i maksimalnoj dnevnoj temperaturi zraka, veći rasap vrijednosti HI je posljedica češće pojave ekstremnijih temperatura zraka u novijem razdoblju.

Prostorna razdioba srednjega Huglinovog indeksa (HI) u razdobljima 1961–1990. i 1981–2008. (slika 7) prikazana je na digitalnim kartama izrađenim pomoću Geografskoga informacijskog sustava (GIS). S obzirom da za razdoblje 1961–1990. postoji znatno manji broj postaja koje imaju meteorološke podatke u digitalnom obliku (45 postaja), dobivena je grublja raspodjela srednjeg Huglinovog indeksa nego u razdoblju 1981–2008. za koje je bilo 120 postaja s

digitalnim dnevnim podacima. Iz karata se može uočiti da nije uhvaćen uzak pojas planina koji se proteže uz morsku obalu, a na kojima nema uvjeta za uzgoj vinove loze (poput Biokova, Kozjaka, Mosora itd.) jer na njima nema meteoroloških postaja pa nisu mogli biti ni izračunati HI. U razdoblju 1961–1990. nema podataka o temperaturi zraka ni za meteorološku postaju Vrh Učke.



Slika 6: Maksimalna i minimalna vrijednost te gornji i donji kvartil i medijan Huglinovog indeksa izračunatog za postaje geografski najbliže onima za koje postoje i fenološki podaci vinove loze u razdobljima 1961–1990. (gore) i 1981–2008. (dolje). Crvenim križićima su označene vrijednosti za koje je procijenjeno da su izvan promatranog skupa („outlier“).



Slika 7: Prostorna razdioba srednjeg Huglinovog indeksa za razdoblja 1961–1990. (gore) i 1981–2008. (dolje).

Pogledom na sliku 7 može se utvrditi da je veći dio Hrvatske pogodan za uzgoj vinove loze: $HI > 1500^{\circ}\text{C}$, dok su nepovoljni uvjeti za njen uzgoj na području gorskog dijela zemlje (Gorski kotar i Lika), gdje se srednji HI kreće između 1400 i 1600°C što je oko donje granice HI za uzgoj vinove loze. HI u ostalim dijelovima zemlje (osim na vrhovima planina gdje se vinova loza tradicionalno ni ne uzgaja, ali za koje nije ni bilo moguće izračunati HI zbog rijetke mreže postaja) viši od te granične vrijednosti.

U tablici 6 su navedena odstupanja srednjih vrijednosti (Δsred) te odstupanja raspona Huglinovog indeksa (Δampl) za odabrane postaje u Hrvatskoj između razdoblja 1981–2008. i 1961–1990. Vrijednosti su se srednjeg Huglinovog indeksa na svim postajama u Hrvatskoj povećale u razdoblju 1981–2008. u odnosu na standardno klimatološko razdoblje 1961–1990. Povećanje srednjaka HI u kasnijem razdoblju, u odnosu na ranije, je između 83°C i 199°C . No, povećavao se i raspon HI na većini postaja. Od 45 postaja na kojima je računat HI u oba razdoblja, samo se u Virovitici i Lovincu smanjio raspon HI. Povećanje raspona HI je još jedan pokazatelj sve izraženijih temperaturnih ekstrema (srednja i maksimalna temperatura zraka su sve više). I minimalna i maksimalna vrijednost HI za gotovo sve postaje je veća u kasnijem razdoblju nego u ranijem.

Tablica 6: Odstupanja srednjih vrijednosti Huglinovog indeksa (Δsred) te odstupanja raspona Huglinovog indeksa (Δampl) na odabranim postajama u Hrvatskoj između razdoblja 1981–2008. i 1961–1990.

Postaja	Δsred	Δampl	Postaja	Δsred	Δampl	Postaja	Δsred	Δampl
Baške Oštarije	127	377	Lekenik Vukojevac	171	202	Senj	149	348
Bjelovar	190	226	Ličko Lešće	199	377	Šibenik	155	196
Crikvenica	157	290	Lokve Brana	104	248	Sinj	141	229
Đurđevac	157	105	Lovinac	148	-45	Sisak	143	110
D. Miholjac	120	33	Mali Lošinj	164	419	Sl. Brod	141	94
Drniš	140	262	Ogulin	154	285	Slunj	153	351
Dubrovnik	132	248	Osijek	94	34	Split Marjan	119	226
Gospić	176	350	Palagruža	120	288	Stubičke Toplice	136	54
Gračac	141	251	Parg	132	330	Valpovo	196	207
Hvar	107	206	Pazin	130	156	Varaždin	144	182
Karlovac	83	3	Plaški	97	89	Virovitica	142	-74
Knin	126	249	Požega	191	235	Zadar	138	224
Koprivnica	141	103	Pula	180	391	Zavižan	124	225
Križevci	150	285	Rijeka	159	515	Zagreb Grič	190	271
Lastovo	167	151	Rovinj	120	251	Zagreb M.	184	267

Porast minimalnih vrijednosti HI u posljednja tri desetljeća također ukazuje na porast temperature zraka u vegetacijskom razdoblju. Minimum HI u oba je razdoblja ostao nepromijenjen samo na postajama Lokve Brana, Parg, Mali Lošinj i Rijeka. S obzirom da gotovo na svim postajama dolazi do povećanja HI u kasnijem razdoblju, što se slaže s promjenama u temperaturnom režimu u Hrvatskoj (Zaninović i dr, 2009) kao i u većim razmjerima (globalno zatopljenje) mogu se očekivati i promjene u sortimentu vinove loze. Ne smije se zanemariti utjecaj temperature zraka na samu vinovu lozu i sazrijevanje grožđa. Više temperature zraka koje utječu na povećanje HI u Slavoniji ukazuju na mogućnost sadnje sorata vinove loze koje su heliotermički zahtjevnije, dakle crnih sorata. U sadašnjim vinogradima u Slavoniji, gdje se uzgajaju pretežno bijele vinske sorte, već se očituju promjene: prema saznanjima vinogradara u kutjevačkom kraju posljednjih godina zbog više ljetne temperature zraka i šećeri u grožđu su viši što utječe i na kvalitetu vina. Tako karakteristično kiselkasta vina postaju sve više slađa i s više alkohola pa njihova prepoznatljivost postaje upitna.

Zbog povećanja HI iznad donje granice (1500°C) u gorskom dijelu zemlje heliotermički uvjeti postaju pogodni za uzgoj ranijih i manje zahtjevnih sorata vinove loze. Naravno, pri podizanju vinograda u tom dijelu zemlje, veću bi pažnju trebalo posvetiti izboru tla, te nagibu i orijentaciji terena. Promjene su izražene i u Dalmaciji gdje je srednji HI u kasnijem razdoblju veći od 2400°C , što je granica iznad koje sve sorte vinove loze mogu sazrijeti. Stoga na tom području promjena sortimenta vinove loze neće biti potrebna već se očekuju sve ranije berbe.

Promjene u veličini HI zahvaćaju i središnji dio unutrašnjosti Hrvatske te sjeverni Jadran. U središnjem je dijelu unutrašnjosti srednji HI još uvijek pogodan za uzgoj bijelih sorata vinove loze koje daju kiselija vina dok tendencija porasta HI na sjevernom Jadranu vodi do sve ranije zriobe grožđa, slično kao i u Dalmaciji.

4.4. Linearni trendovi Huglinovog indeksa

Proračunati su linearni trendovi HI za razdoblja 1961–2008. (prilog F) i 1981–2008. (prilog G). U dužem razdoblju su svi linearni trendovi pozitivni i HI raste između 26 i 92°C/10 god. Također u dužem razdoblju, od 45 postaja trend HI nije statistički signifikantan na samo pet postaja (razina signifikantnosti od 0.05). U kraćem razdoblju je linearni trend HI pozitivan na svim postajama osim u Karlovcu, gdje je blago negativan. Dakle i linearni trendovi HI potvrđuju porast HI u cijeloj zemlji. U kraćem razdoblju su, prema Mann-Kendallovom testu, linearni trendovi HI statistički signifikantni na nešto više od polovine analiziranih postaja (na 66 od ukupno 120 postaja). Na većini postaja na Jadranu je linearni trend statistički signifikantan u kraćem razdoblju, dok u unutrašnjosti to nije slučaj. To znači da u unutrašnjosti zemlje taj porast HI u kraćem razdoblju nije toliko izražen kao na jadranskoj obali i otocima.

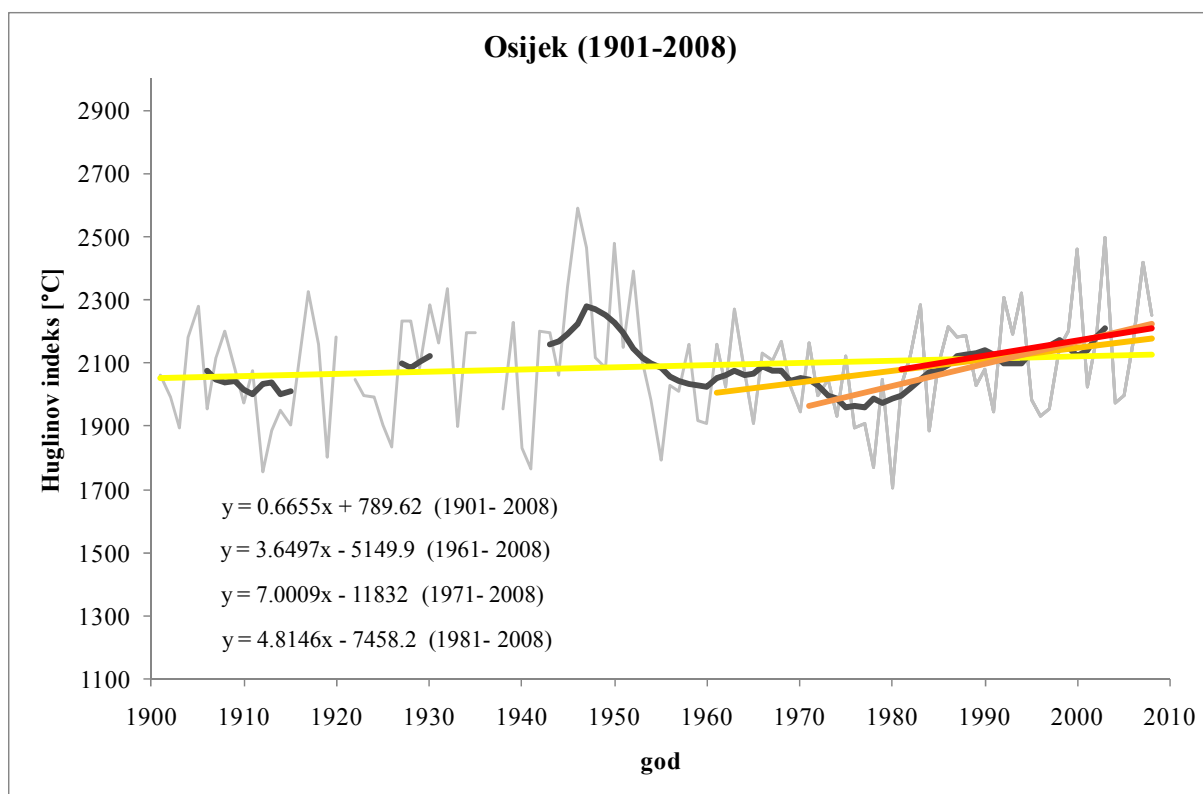
4.5. Sekularni nizovi Huglinovog indeksa

Sekularni nizovi Huglinovog indeksa izračunati su za pet postaja u Hrvatskoj: Osijek, Zagreb Grič, Gospić, Crikvenica i Hvar za razdoblje 1901–2008. To su ujedno i jedine postaje za koje je takav izračun moguć jer imaju najdulje nizove podataka o temperaturi. Na postajama Osijek, Gospić, Crikvenica i Hvar nedostaju pojedini podaci o temperaturi iz prve polovice 20. st, tj. mjerenja nisu bila kontinuirana. Jedini neprekinuti niz temperature zraka bio je na postaji Zagreb-Grič, što je omogućilo i izračun cijelog niza HI.

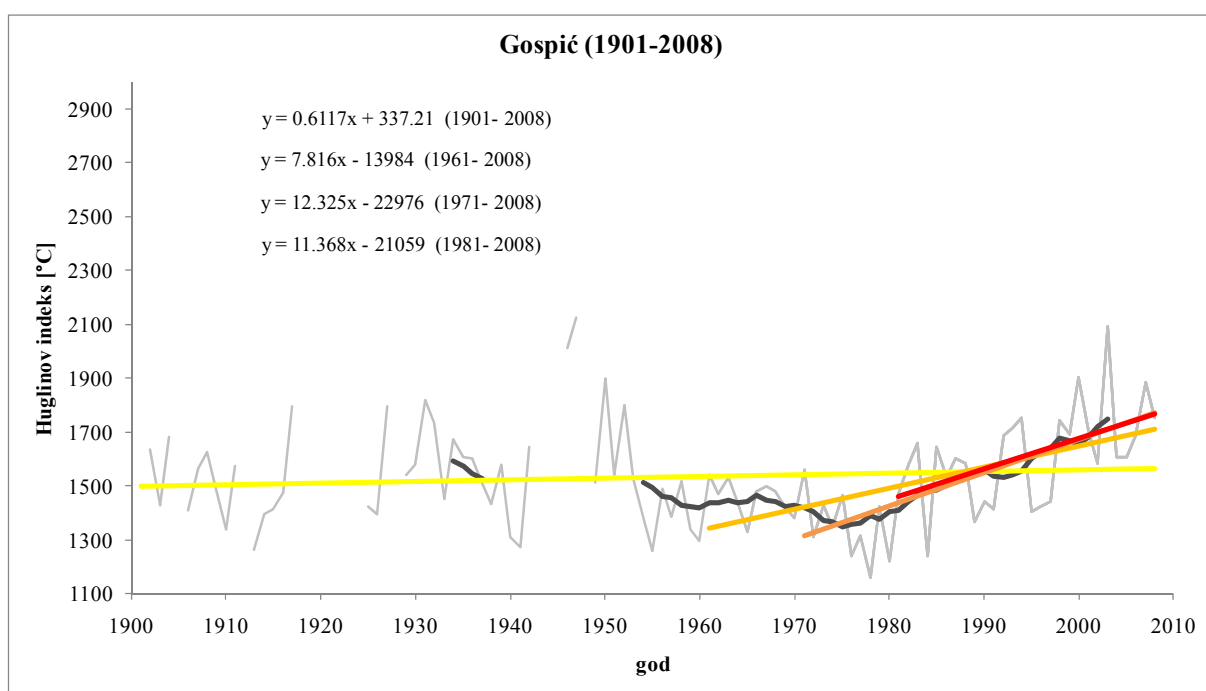
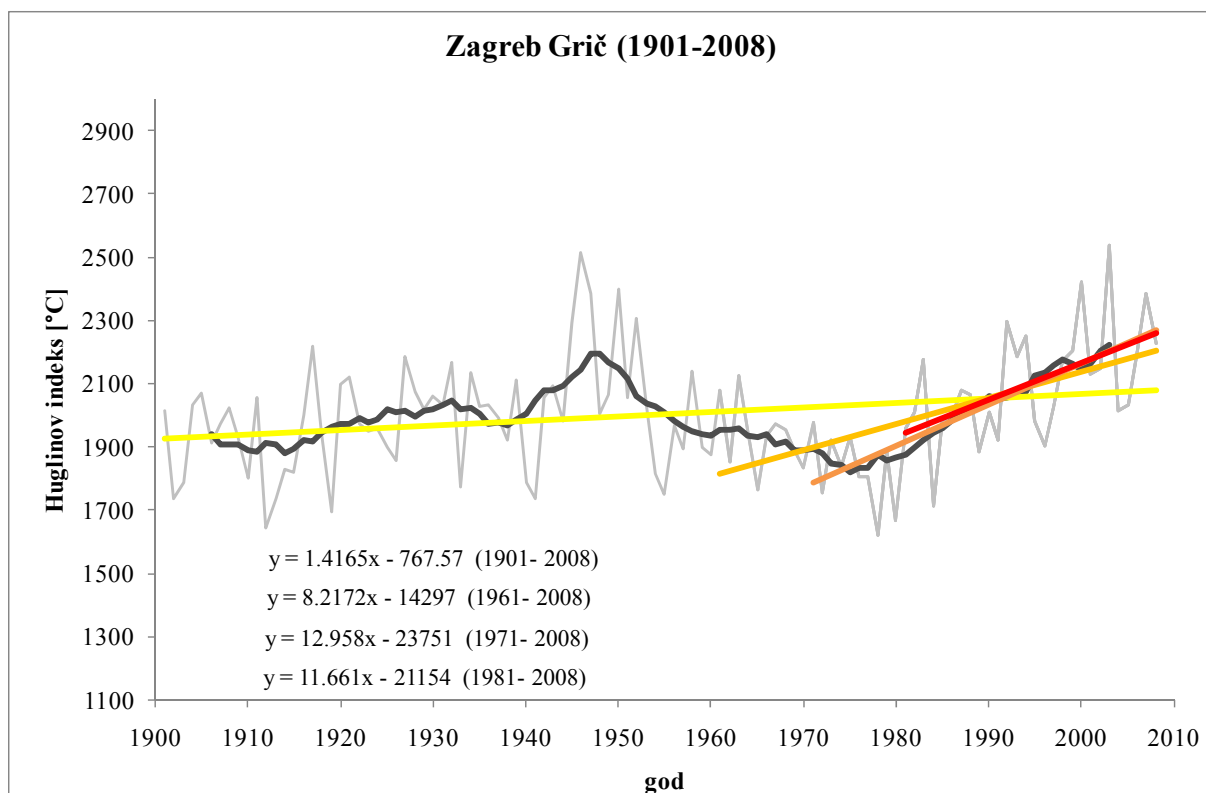
Prema Köppenu, svaka se od ovih pet postaja nalazi u klimatskoj zoni sa drugačijim podtipom klime (Penzar i Penzar, 2000). Tako je Osijek u zoni *Cfwbx* što je umjereno topla kišna klima, s toplim ljetom i bez izrazitog sušnog razdoblja. Najmanje oborine ima zimi te postoji samo jedan maksimum oborine - u rano ljetno. Zagreb ima klimu *Cfwbx* koja se od prethodne razlikuje samo po tome što ima dva podjednaka oborinska maksimuma: u kasno proljeće i u kasnu jesen. U Gospiću je klima *Cfs's''b*, dakle slično kao i u Osijeku i Zagrebu: umjereno topla kišna klima bez izrazito sušnog razdoblja, no s minimumom oborine ljeti. Kišovito razdoblje je u jesen, a zimi postoji kraće suho razdoblje. U Crikvenici je prema Köppenu klima *Cfs's''a* što znači da ima isti oborinski režim kao Gospić, no ljetno je vruće. Klima na Hvaru je *Csa*, umjereno topla kišna klima s vrućim i izrazito suhim ljetom te maksimumom oborine zimi. Na taj način će se moći pratiti promjene HI u svim klimatskim zonama Hrvatske. Na navedenim postajama su bila tri toplija razdoblja: u kasnim dvadesetim,

pedesetima te posljednje od početka devedesetih godina prošlog stoljeća do danas (Vučetić, 2009).

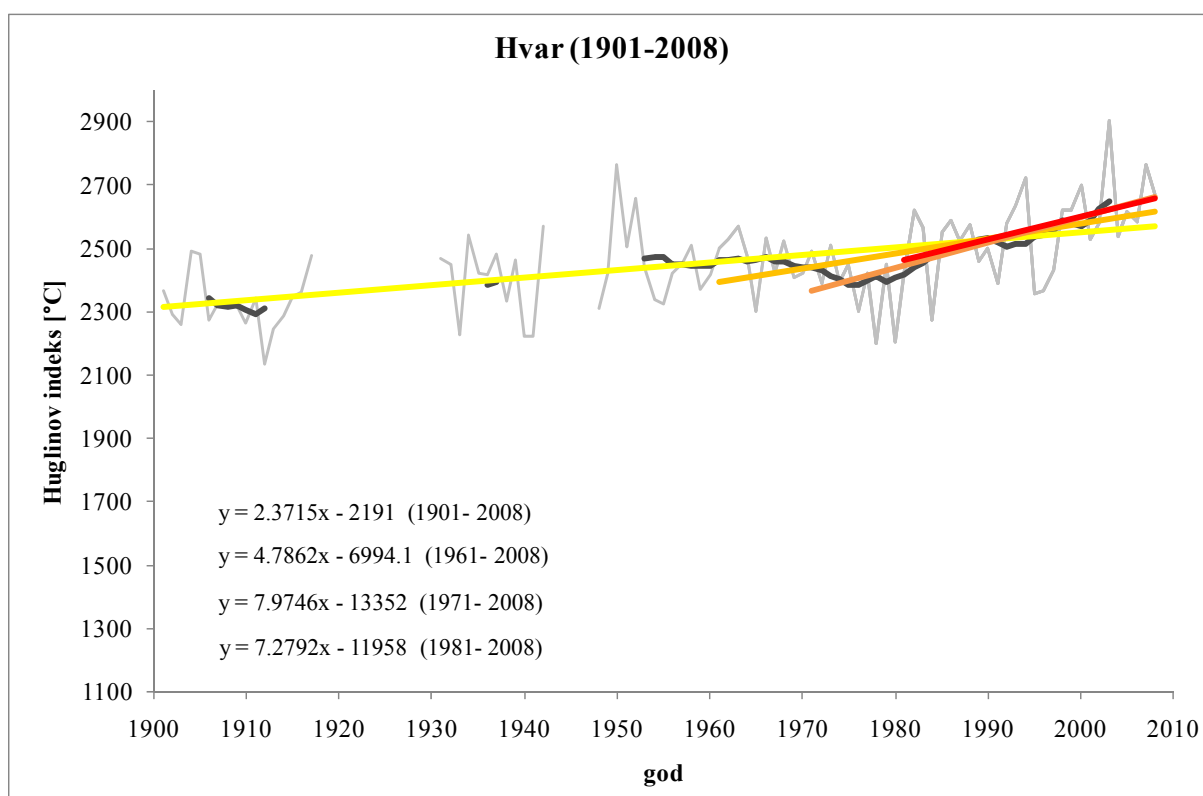
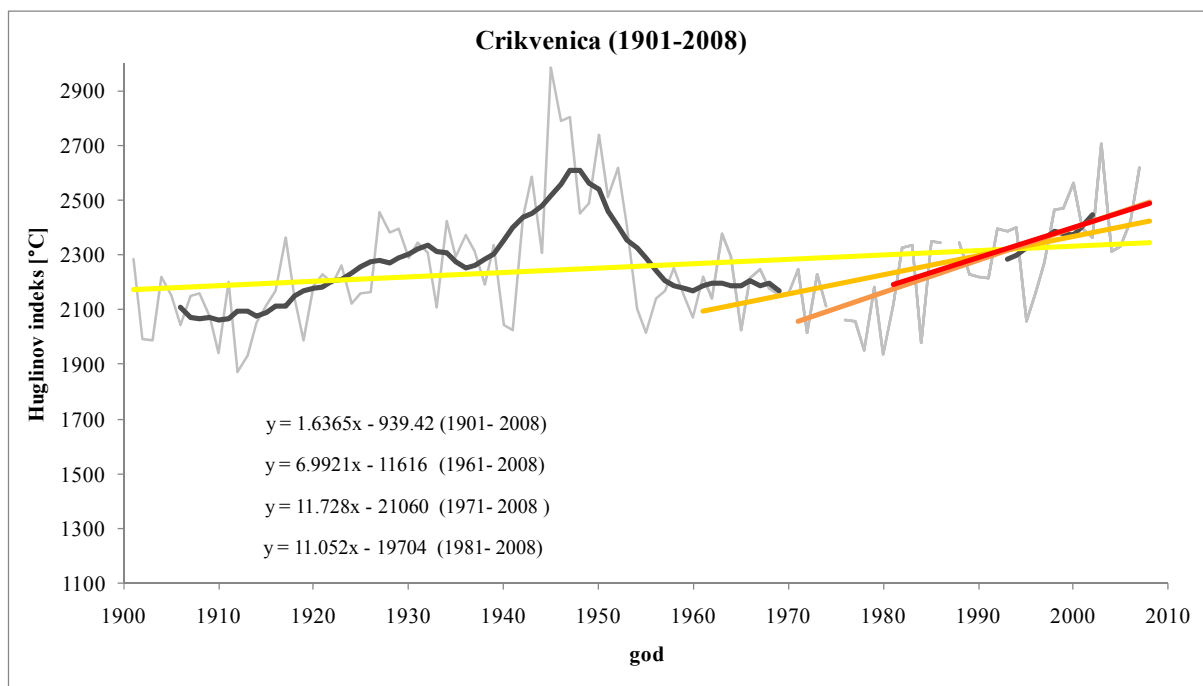
Analizom sekularnih nizova HI utvrđen je porast indeksa na svim postajama u drugoj polovici četrdesetih godina i od početka devedesetih godina 20. stoljeća (slika 8). Na postajama Zagreb-Grič i Crikvenica se porast HI javlja i u kasnim dvadesetim godinama 20. stoljeća, dok na ostalim postajama u tom razdoblju podaci nedostaju. Dakle, porast HI se poklapa s toplijim razdobljima u prošlosti, što je i za očekivati obzirom da se HI računa pomoću srednjih i maksimalnih dnevnih temperatura. Isto tako se pomoću sekularnih nizova HI mogu identificirati i nepovoljnija razdoblja za razvoj vinove loze tj. hladnija razdoblja u prošlosti: desetih i sedamdesetih godina prošlog stoljeća.



Slika 8: Vremenski nizovi Huglinovog indeksa (svijetlo sivo) za Osijek, Zagreb-Grič, Gospić, Crikvenicu i Hvar, pripadni 11-godišnji klizni srednjaci (tamno sivo) te linearni trendovi za razdoblja 1901–2008. (žuto), 1961–2008. (narančasto), 1971–2008. (smeđe) i 1981–2008. (crvena crta). x je broj godina (0, 1, 2, 3...n).



Slike 8: nastavak



Slike 8: nastavak

Srednje vrijednosti HI u vegetacijskom razdoblju po postajama po 30-godišnjim razdobljima su u skladu s prije spomenutim (tablica 7): u razdoblju 1931–1960. u odnosu na 1901–1930. dolazi do povećanja srednjeg HI na svim postajama, a u razdoblju 1961–1990, u usporedbi s prethodnim razdobljem 1931–1960, do pada srednjeg HI na svim postajama osim

na Hvaru. U posljednjem razdoblju 1981–2008. dolazi do ponovnog rasta srednjeg HI. Dakle, takav uzorak ponašanja srednjih vrijednosti HI se poklapa sa toplijim i hladnijim razdobljima u prošlosti.

Tablica 7: Srednjak (sred), standardna devijacija (std), minimum (min) i maksimum (maks) Huglinovog indeksa na postajama Osijek, Zagreb Grič, Gospić, Crikvenica i Hvar te za razdoblja: 1901–2008, 1901–1930, 1931–1960, 1961–1990. i 1981–2008.

HI [°C]	Osijek	Zagreb Grič	Gospić	Crikvenica	Hvar
1901-2008.					
sred	2091	2001	1536	2258	2455
std	175.3	183.0	190.8	203.5	145.4
min	1705	1621	1160	1873	2135
maks	2588	2539	2123	2983	2904
ampl	883	918	964	1111	770
1901-1930.					
sred	2052	1947	1517	2156	2340
std	152.7	143.4	146.4	142.8	100.2
min	1759	1642	1264	1873	2135
maks	2328	2216	1795	2456	2526
ampl	569	574	531	584	391
1931-1960.					
sred	2127	2041	1566	2359	2443
std	210.5	194.8	225.9	249.9	140.3
min	1763	1739	1258	2015	2222
maks	2588	2513	2123	2983	2765
ampl	824	775	865	968	543
1961-1990.					
sred	2051	1914	1439	2180	2453
std	137.3	132.4	128.3	127.5	109.6
min	1705	1621	1160	1939	2198
maks	2282	2175	1660	2378	2623
ampl	577	555	501	439	425
1981-2008.					
sred	2145	2104	1615	2337	2560
std	162.2	178.2	181.3	161.4	134.1
min	1885	1714	1242	1979	2274
maks	2496	2539	2092	2708	2904
ampl	611	825	850	729	631

Ako se na slici 8 pogledaju samo minimalne i maksimalne vrijednosti HI na postajama, uočava se da na primorskim postajama u razdoblju 1901–1930. nastupa primarni, a na kopnenim postajama sekundarni minimum HI. U razdoblju 1931–1960. na postajama Osijek, Gospić i Crikvenica su primarni, a u Zagreb-Griču i u Hvaru sekundarni maksimumi HI.

Rasponi (ampl) između minimalne i maksimalne vrijednosti HI su u Zagrebu i Hvaru najveći u posljednjem 28-godišnjem razdoblju, dok su u Osijeku, Gospiću i Crikvenici najveći u razdoblju 1931–1960. Najmanji rasponi se u Zagrebu, Gospiću i Crikvenici javljaju u razdoblju 1961–1990, a u Osijeku i Hvaru u posljednjem razdoblju. U prva tri promatrana razdoblja su rasponi između minimalne i maksimalne vrijednosti HI najmanji u Hvaru, a u razdoblju 1981–2008. u Osijeku.

Za cijeli sekularni niz HI je raspon između minimalne i maksimalne vrijednosti najmanji na Hvaru (770°C), a najveći u Crikvenici (1111°C). S obzirom da su i Crikvenica i Hvar priobalne postaje, očekuje se da imaju sličan obrazac ponašanja što se tiče temperature zraka. No, razliku ćemo objasniti njihovim geografskim položajem. Kako se HI računa za vrijeme vegetacije od 1. travnja do 30. rujna, objasniti će se što utječe na vrijeme u tom razdoblju na sjevernom i srednjem Jadranu. U proljeće na vrijeme, a time i na temperaturu zraka, na sjevernom dijelu Jadrana utječu ciklone povezane s hladnom frontom koje dolaze iznad Hrvatske sa sjeverozapada. Takvi poremećaji često ne zahvate jug zemlje. Osim toga, sjeverni Jadran je pod češćim utjecajem bure, hladnog sjeveroistočnog vjetera, za razliku od Hvara gdje prevladava topli jugoistočni vjetar jugo. Također, Hvar je kao otok pod većim utjecajem Jadranskog mora i promjene temperature nisu tako velike kao u Crikvenici koja je smještena na obali.

Kopnene postaje pokazuju ujednačeno ponašanje raspona minimalnih i maksimalnih vrijednosti HI. Najveća je razlika u posljednjem razdoblju, kad je raspon HI u Osijeku gotovo za trećinu manji od raspona u Zagrebu ili Gospiću.

Proračunati su linearni trendovi sekularnih nizova za razdoblja 1901–2008, 1961–2008, 1971–2008. i 1981–2008. (tablica 8). Iz linearnih trendova je vidljivo da HI neprestano raste. Porast je najveći za Zagreb i Gospić. Za porast HI u Zagrebu nije odgovorno samo globalno zatopljenje, nego je on djelomično uzrokovan i toplinskim utjecajem grada koji se neprestano širi, s obzirom da se sama postaja nalazi blizu središta grada. Zanimljiv je porast HI u Gospiću. S obzirom da se u tom gorskom području vinova loza ne uzgaja, jer ne

postoje povoljni temperaturni uvjeti za njeno sazrijevanje, takav linearan trend još jednom ukazuje na mogućnost uzgoja ranijih sorata vinove loze i u gorskoj Hrvatskoj u skorijoj budućnosti.

Tablica 8: Linearni trendovi Huglinovog indeksa [$^{\circ}\text{C}/10\text{god}$] za postaje Osijek, Zagreb Grič, Gospić, Crikvenica i Hvar za razdoblja: 1901–2008, 1961–2008, 1971–2008 i 1981–2008. Deblje su otisnuti linearni trendovi koji su prema Mann-Kendallovom testu signifikantni na razini signifikantnosti $\alpha = 0.05$. Linearni trend je dobiven sa slike 8 tako da je koeficijent smjera (a) jednadžbe pravca ($y=ax+b$) pomnožen sa 10 godina.

Trend HI [$^{\circ}\text{C}/10\text{god}$]	1901-2008.	1961-2008.	1971-2008.	1981-2008.
Osijek	6.66	36.50	70.01	48.15
Zagreb Grič	14.17	82.17	129.59	116.61
Gospić	6.12	78.16	123.25	113.68
Crikvenica	16.37	69.92	117.28	110.52
Hvar	23.72	47.86	79.75	72.79

Linearni trendovi su u Zagrebu, Crikvenici i Hvaru signifikantni na razini $\alpha = 0.05$ u svim razdobljima, a u Gospiću linearan trend nije signifikantan samo za cijeli sekularni niz HI (tablica 8). Iznenadjujuće je što je linearni trend u Osijeku statistički signifikantan samo za razdoblje 1971–2008, ali ne u ostalim razdobljima. To pokazuje da u Osijeku porast srednjih i maksimalnih dnevnih temperatura još nije dovoljno velik za signifikantno povećanje HI.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu su analizirane fenološke faze različitih sorata vinove loze u Hrvatskoj u razdoblju 1981–2009. i uspoređene sa standardnim klimatološkim razdobljem 1961–1990. Pri obradi podataka se najprije nametnulo pitanje je li podjela sorata vinove loze prema Pulliatu (Despeissis, 1902; Mirošević i Turković, 2003) odgovara i za naše podneblje. Iako fenološki podaci o punoj zriobi ne slijede potpuno ovu podjelu, određena kronologija u datumima nastupa ove fenofaze ipak postoji, te je stoga ona primijenjena.

Vegetacija vinove loze kreće pojavom prvih mladica. Na Jadranu i otocima u prosjeku ona počinje u posljednjem tjednu ožujka i traje sve do kraja drugog desetodnevlja travnja. U unutrašnjosti Hrvatske prve mladice se javljaju od sredine do kraja travnja. Završetak fenološkog ciklusa opažanja na našim postajama je berba. U prosjeku nastupa od kraja srpnja do početka listopada na Jadranu i od sredine kolovoza do sredine listopada u kontinentalnom dijelu Hrvatske.

Analizom srednjih datuma nastupa fenofaza u promatranim razdobljima opaženo je da na većini postaja prve četiri fenofaze (početak tjeranja mladica, pojava prvih listova te početak i završetak cvjetanja) nastupaju sve ranije, čemu je razlog porast temperature zraka u proljeće. Također srednji datum nastupa početka zriobe kasni u novijem razdoblju za neke sorte u Križevcima, Daruvaru, Veloj Luci, Hvaru, Opuzenu i Orebiću.

Razdoblje zriobe se skraćuje u razdoblju 1981–2009. u odnosu na prethodna razdoblja. Kraće zrenje utječe na odnos šećera i kiseline u grožđu, a time i na kvalitetu vina.

Usporedbom duljine trajanja vegetacijskog razdoblja posljednja tri desetljeća sa standardnim razdobljem vidljivo je da u novijem razdoblju vegetacija u prosjeku traje kraće za sve sorte vinove loze, osim na Hvaru. Skraćanju vegetacijskog razdoblja više doprinosi veći pomak berbe prema ljetu nego raniji početak vegetacije u proljeće.

Na dalmatinskim postajama su za pojedine sorte vinove loze u razdoblju 1981–2009. za početak zriobe, punu zriobu i berbu primijećene velike vrijednosti standardne devijacije (12–18 dana) što ukazuje na veliku varijabilnost nastupa ovih fenofaza na jugu zemlje. Isto potvrđuju i rasponi između najranijeg i najkasnijeg nastupa ovih fenofaza za pojedine sorte u Opuzenu, Veloj Luci i Lastovu koji su veći od 50 dana. No, s obzirom da se radi o pojedinim sortama i pojedinim postajama, ne mogu se izvoditi općeniti zaključci o većoj varijabilnosti zriobe u novijem razdoblju.

Signifikantno raniji početak proljetnih fenofaza vinove loze opažen je i u unutrašnjosti Hrvatske i u Dalmaciji. Linearni trendovi početka zriobe, pune zriobe i berbe su na kopnenim postajama uglavnom negativno statistički signifikantni, a na dalmatinskim postajama pozitivno statistički signifikantni. To pokazuje da se izraženije promjene u ranijem nastupu fenofaza vinove loze događaju u unutrašnjosti Hrvatske nego u Dalmaciji. Tako primjerice suradnjom meteorologa i kutjevačkih vinogradara se doznalo da su u ekstremno toplim godinama početkom 21. st. rane i kasne sorte dozorile gotovo istovremeno. Posljedica toga je bila prevelika koncentracija šećera u grožđu, a time i preveliki postotak alkohola u vinu. Takva vina više podsjećaju na dalmatinska vina te se vinogradari s pravom pitaju mogu li početi više uzgajati crne sorte grožđa u unutrašnjosti Hrvatske.

Jedan od agroklimatskih indeksa koji je pokazatelj pogodnosti uzgoja vinove loze na nekom području jest Huglinov indeks (Huglin, 1978). Analiza Huglinovog indeksa je pokazala njegov porast u cijeloj Hrvatskoj posljednjih tri desetljeća u odnosu na standardno razdoblje. Uzrok tome je povećanje maksimalne i srednje dnevne temperature zraka u razdoblju 1981–2008. što je pak uvjetovano klimatskim promjenama većih razmjera. Na osnovi prostorne razdiobe Huglinovog indeksa u Hrvatskoj može se utvrditi da je veći dio zemlje pogodan za uzgoj vinove loze. U gorskoj Hrvatskoj srednji Huglinov indeks kreće oko donje granice za uzgoj vinove loze (1400–1600°C).

Pozitivni linearni trendovi Huglinovog indeksa u razdoblju 1901–2008. su statistički signifikantni na Jadranu i u sjeverozapadnoj Hrvatskoj. Najveći porast HI je procijenjen u razdoblju 1971–2008. Porast Huglinovog indeksa ukazuje na potrebu promjene sortimenta vinove loze u Slavoniji, dok u Dalmaciji to neće biti potrebno. Naime, na jugu zemlje sve sorte vinove loze imaju dovoljne heliotermičke uvjete za sazrijevanje. Ukazuje se i na mogućnost uzgoja onih sorata vinove loze koje ranije dozrijevaju u gorskom dijelu zemlje. To je prekretnica u vinogradarstvu jer se na tom području vinova loza tradicionalno ne uzgaja.

Iako je ovaj rad trenutno najcjelovitiji prikaz fenoloških značajki vinove loze u Hrvatskoj, o ovoj temi nije sve rečeno. Orlandini i dr. (2009) za središnji dio Italije predlažu analizu oborina, kao i njeno povezivanje s porastom temperature, što bi bilo korisno izraditi i za Hrvatsku. U analizu bi trebalo uključiti i dane s mrazom te se pozabaviti i klimatskim scenarijima, ponajprije zbog povećanog rizika od suše u budućnosti te pripadnog utjecaja na vinorodna područja.

Kratice

ampl	Raspon nekog skupa podataka (razlika između najviše i najniže vrijednosti)
BBCH	<i>Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt and Chemical Industry</i> , sustav opažanja fenoloških faza biljaka
BF	<i>Beginning of flowering</i> , početak cvatnje
BR	<i>Beginning of ripening</i> , početak zriobe
BS	<i>Beginning of sprouting</i> , početak tjeranja mladica
DHMZ	Državni hidrometeorološki zavod
EF	<i>End of flowering</i> , završetak cvatnje
FR	<i>Full ripening</i> , puna zrioba
GIS	Geografski informacijski sustav
HI	Huglinov indeks
k	Koeficijent duljine dana
LF	<i>Leaf unfolding</i> , pojava prvih listova
maks	Najviša vrijednost nekog skupa podataka
min	Najmanja vrijednost nekog skupa podataka
MZOPUG	Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva
RP	<i>Fruits ripe for picking</i> , berba
sred	Srednja vrijednost
std	Standardna devijacija
T _{sr}	Srednja dnevna temperatura zraka
T _{maks}	Maksimalna dnevna temperatura zraka
α	Razina signifikantnosti
Δ ampl	Odstupanja raspona podataka između dva razdoblja
Δ sred	Odstupanja srednjih vrijednosti podataka između dva razdoblja
λ , φ	Geografska duljina i širina
τ	Kendallov koeficijent

Literatura

Despeissis, A., 1902: The handbook of horticulture and viticulture of Western Australia Perth, W.A. Government Printer, 246–247.

<http://www.archive.org/stream/handbookofhortic00desprich#page/28/mode/2up>

DHMZ, 2001: Prikazi br.10, Praćenje i ocjena klime u 2000. god, Zagreb, 33 str.

Duchêne, E., Schneider, C., 2005: Grapevine and climatic changes: a glance at the situation in Alsace, *Agronomy for Sustainable Development*, 25, 93–100.

Eitzinger, J., Kubu, G., Formayer, H., Gerersdorfe, T., 2009: Climatic wine growing potential under future Climate Scenarios in Austria, *Sustainable Development and Bioclimate: Reviewed Conference Proceedings*. A. Pribulova and S. Bicarova. Bratislava, Slovak Acad Sciences: 146–147.

Huglin P., 1978. Nouveau mode d'évaluation des possibilités héliothermiques d'un milieu viticole, *Comptes-rendus de l'Académie d'agriculture de France*, 1117–1126.

Jones, G. V., 2003: Winegrape Phenology in *Phenology: An Integrative Environmental Science* 1st Edition, Mark D. Schwartz, Editor. Kluwer Press., 523–539.

Jones, G.V., White, M.A., Cooper, O.R., Storchmann, K., 2005a: Climate Change and Global Wine Quality, *Climatic Change*, 73, 319–343.

Jones, G. V., Duchêne, E., Tomasi, D., Yuste, J., Braslavska, O., Schultz, H., Martinez, C., Boso, S., Langellier, F., Perruchot, C., Guimberteau, G., 2005b: Changes in european winegrape phenology and relationships with climate, XIV International GESCO Viticulture Congress, Geisenheim, Germany, 54–61.

Lancashire, P. D., Bleiholder, H., Van Den Boom, T., Langeluddecke, P., Stauss, R., Weber, E., Witzemberger, A., 1991: A uniform decimal code for growth stages of crops and weeds. *Annals of Applied Biology*, 119, 561–601.

Mariani, L., Parisi, S., Failla, O., Cola G., Zoia, G., Bonardi, L., 2009: Tirano (1624–1930): a long time series of harvest dates for grapevine, *Italian Journal of Meteorology*, 7–16.

Meier, U., 1997: BBCH-Monograph, Growth Stages of Plants. *Entwicklungsstadien von Pflanzen. Estadios de las plantas, Développement des Plantes*, Berlin, Germany, Blackwell Wissenschaftsverlag, Berlin. Wien, 622 str.

Meier, U., Bleiholder, H., Buhr, L., Feller, C., Hack, H., Hess, M., Lancashire, P. D., Schnock, U., Stauss, R., van den Boom, T., Weber, E., Zwerger, P., 2009: The BBCH system to coding the phenological growth stages of plants : history and publications, *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, 61, 41–52.

Mirošević, N., Turković, Z., 2003: Ampelografski atlas, Golden marketing- Tehnička knjiga, Zagreb, 376 str.

Mitchell, J.M. Jr., Dzerdzeevskii, B., Flohn, H., Hofmeyr, W. L., Lamb, H. H., Rao, K.N., Wallen, C. C., 1966: Climatic Change. Report of a working group of the Commission for Climatology, WMO Technical Note 79, Geneva, 58–75.

MZOPUG, 2010: Peto nacionalno izvješće Republike Hrvatske prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC), 215 str.
http://unfccc.int/resource/docs/natc/hrv_nc5.pdf

Orlandini, S., Di Stefano, V., Lucchesini, P., Puglisi, A., Bartolini, G., 2009: Current trends of agroclimatic indices applied to grapevine in Tuscany (Central Italy), *Időjárás*, 113, 1–2, 69–78.

Penzar, I., Penzar, B., 2000: Agrometeorologija, Školska knjiga, Zagreb, 228 str.

Sneyers, R., 1990: On the statistical analysis of series of observations, WMO Technical Note 143, Geneva, 1–15.

Stock, M., Gerstengarbe, F.W., Kartschall, T., Werner, P.C., 2005: Reliability of climate change impact assessments for viticulture, *Acta Hort. (ISHS)* 689, 29–40.

Vučetić, V., Vučetić, M., 2005: Variations of phenological stages of olive-trees along the Adriatic coast, *Periodicum Biologorum*, 107, 335–340.

Vučetić, V., Vučetić, M., 2006: Phenological fluctuations as a possible signal of climatic changes in the Croatian mountain area, *Meteorologische Zeitschrift*, 15, 237–242.

Vučetić, V., Vučetić, M., Lončar, Ž., 2008: History and present observations in Croatian plant phenology in The history and current status of plant phenology in Europe, (eds. Nekovar, J., Koch, E., Kubin, E., Nejedlik, P., Sparks, T., Wielgolaski, F. E.), Vammalan Kirjapaino Oy, Finland, 44–50.

Vučetić, V., 2009: Secular trend analysis of growing degree- days in Croatia. *Időjárás*, 113, 39–46.

Webb, L., Whetton, P., Barlow, E., 2007: Modelled impact of future climate change on the phenology of winegrapes in Australia, *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 13, 165–175.

Zaninović, K., Gajić-Čapka, M., Cindrić, K., 2009: Opažene klimatske promjene u Hrvatskoj, Utjecaj klimatskih varijacija i promjena na biljke i na opasnost od šumskih požara, DHMZ, Zagreb, 2–18. klima.hr/razno/publikacije/klimatske_promjene.pdf.

Izvor fenoloških i meteoroloških podataka:

Državni hidrometeorološki zavod

Prilog A

Afus ali bijeli



Sinonimi: Carigradsko grožđe, Bejrutska, Urma, Čilibarka, Sultani Razali, Regina, Dattier de Beyrouth

Uzgaja se svugdje u svijetu u toplim vinogradarskim područjima s tipom sredozemne klime. U toplijim podnebljima se uzgaja na položajima koji nisu suviše izloženi suncu. U sjevernim područjima s većom količinom oborine i manjeg broja sunčanih dana traži toplije, zaštićene položaje blagih nagiba.

Blatina crna



Sinonimi: Tribidrag, Praznobačva, Zlorod

Autohtona hercegovačka sorta koja se najviše uzgaja u okolini Mostara, a ponešto i u susjednim krajevima Dalmacije. Traži suha ili umjereno vlažna tla na toplim položajima, tople, poluaridne mediteranske klime. Ne podnosi vlažne položaje. Zbog ženskog cvijeta mora se saditi zajedno s drugim sortama normalnih cvjetova, inače se osipa.

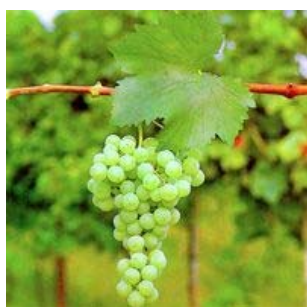
Čabski biser



Sinonimi: Biser od Čabe bijeli, Julski muškat

Rasprostranjen je u Mađarskoj, a pomalo i u drugim vinorodnim zemljama svijeta. Traži plodna, humusna, pjeskovito-ilovasta tla, u područjima srednje, a osobito klime sjevernijih krajeva.

Malvazija istarska bijela



Pretpostavlja se da je autohtona sorta Istre. Najrasprostranjenija je u Istri i u susjednim područjima (slovensko primorje, sjeverna Italija). Traži dosta duboka i plodna te dobro obrađena tla, a uspijeva na brežuljkastim i ravnijim terenima. Na plitkim i suhim tlima, kao i u prebujnim nizinama, podbacuje bilo u masi, bilo u kakvoći.

Muškat Hamburg



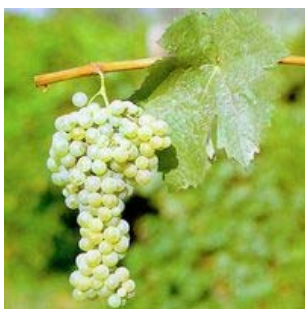
Rasprostranjen je u zemljama toplije klime i Engleskoj, Belgiji, Nizozemskoj i sjevernoj Francuskoj. Traži tople i južne položaje i laka i plodna, ne previše suha tla. Da u otvorenim nasadima potpuno dozri, potrebna mu je umjerena klima ili klima južnih, no ne prevrućih krajeva.

Muškat kraljica vinograda bijeli



Osim u Mađarskoj, rasprostranjena je i u mnogim drugim vinorodnim zemljama. Nije izbirljiva na tlo, ali u slučaju visokog uzgoja traži plodnija, rahla tla, na brežuljkastim i ravnijim, ocjedinim položajima, umjerene klime ili klime sjevernijih krajeva.

Trbljan bijeli



Sinonimi: Dobrogoština, Grban, Kuč, Pljuskavac, Rukavina, Šampanjol

Nepoznatog je porijekla, ali se smatra domaćom dalmatinskom sortom. Rasprostranjen je najviše na Visu i u okolici Šibenika, ali i u drugim vinogradarskim područjima Dalmacije, no u manjoj mjeri.

Iznimne rezultate u prinosu postiže u dubokim, plodnim i umjereno vlažnim tlima, toplog mikroklimata. Po rodnosti je najprinosnija sorta Dalmacije.

Pinot bijeli



Rasprostranjen je po cijelom svijetu s različitim postotkom zastupljenosti. Vrlo dobre rezultate postiže na propusnim, umjereno plodnim i vlažnim tlima brežuljkastih položaja u uvjetima umjerene klime. Srednje je otporna sorta na zimske temperature, ali dobro podnosi vjetar.

Plavac mali



Sinonimi: Pagadebit crni, Crljenak, Kaštelanac, Zelenjak, Viška, Čvrstac

Autohtona je sorta Dalmacije i samo je tamo i rasprostranjen. Prikladan je za propusna tla južnih ekspozicija s tipičnom mediteranskom klimom.

Plemenka bijela



Jedna je od najrasprostranjenijih ranih sorata grožđa u svim vinorodnim zemljama. Kao rana sorta prikladna je za umjerena ili sjevernija klimatska područja vinove loze. Na tlo i položaj nije izbirljiva, a najbolje uspijeva na toplim položajima te u dubokim, plodnim i nešto vlažnim tlima. Cvatnja počinje kasno i traje dugo, osjetljiva je i zato se rado osipa ili su bobice nejednako velike.

Plemenka crvena



Jedna je od najrasprostranjenijih ranih sorata grožđa u svim vinorodnim zemljama. Na tlo i položaj nije izbirljiva. Kao rana sorta prikladna je za umjerenu klimu ili klimu sjevernijih krajeva. U cvatnji je osjetljiva: cvate kasno.

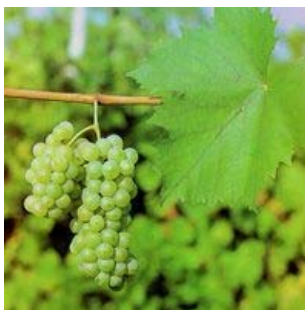
Sauvignon bijeli



Sinonimi: Muškatni silvanac

Najviše se uzgaja u Francuskoj, ali i u drugim vinorodnim zemljama umjerene klime. Prikladan je za toplije, brežuljkaste položaje i za „mršavija“ tla. Otpornost prema smrzavicama je dosta dobra.

Talijanski rizling



Sinonimi: Graševina bijela, Laški rizling, Welschriesling, Riesling italico

Najviše se uzgaja u Hrvatskoj i Sloveniji, gdje su mu i klimatski uvjeti za uzgoj optimalni. Najprikladniji su južni položaji te gnojena, bogata, ne preteška i dobro obrađena tla. Najbolje uspijeva u području umjerene klime, gdje se može kvalitetno potpuno razviti.

Prednost mu je što kasno pupa, a nedostatak što dozrijeva kasno.

Traminac crveni



Uzgaja se u mnogim zemljama umjerene klime. Traži srednje ili niže položaje te dosta duboko, bogato, pjeskovito tlo i dosta vlage. Zbog ranijeg dozrijevanja, prikladan je i za područja sjevernije klime dok u južnom podneblju i u mršavijem, suhom tlu ne uspijeva dobro i zaostaje u rastu.

Prilog B

Srednji datum nastupa (sred), standardna devijacija (std), najraniji (min) i najkasniji (maks) datum nastupa te raspon (ampl) nastupa fenofaza analiziranih sorata vinove loze za razdoblja 1961–1990, 1971–2000. i 1981–2009. Δ sred i Δ ampl su razlike u srednjem datumu nastupa i rasponu datuma nastupa neke fenofaze između razdoblja od 1961–1990 i 1981–2009. te između 1971–2000. i 1981–2009.

Čabski biser		fenofaza	BS	LF	BF	EF	BR	FR	RP
Orebić	1961-1990.	sred	1.4.	8.4.	18.5.	27.5.	11.7.	22.7.	24.7.
		std	9	8	9	8	8	9	10
		min	13.3.	25.3.	19.4.	9.5.	27.6.	7.7.	14.7.
		maks	18.4.	20.4.	31.5.	8.6.	27.7.	19.8.	19.8.
		ampl	36	26	42	30	30	43	36
	1971-2000.	sred	2.4.	8.4.	19.5.	27.5.	12.7.	24.7.	26.7.
		std	8	8	6	7	6	8	9
		min	19.3.	25.3.	9.5.	15.5.	28.6.	15.7.	15.7.
		maks	13.4.	20.4.	31.5.	8.6.	27.7.	19.8.	19.8.
		ampl	25	26	22	24	29	35	35
Vela Luka	1971-2000.	sred	3.4.	9.4.	19.5.	26.5.	13.7.	28.7.	2.8.
		std	7	7	7	7	7	8	8
		min	19.3.	25.3.	9.5.	15.5.	29.6.	14.7.	19.7.
		maks	16.4.	18.4.	1.6.	9.6.	1.8.	19.8.	20.8.
		ampl	28	24	23	25	33	36	32
	1981-2009.	sred	1.4.	8.4.	18.5.	25.5.	15.7.	29.7.	3.8.
		std	8	7	7	6	8	7	8
		min	16.3.	21.3.	9.5.	15.5.	29.6.	17.7.	22.7.
		maks	10.4.	17.4.	31.5.	8.6.	6.8.	12.8.	20.8.
		ampl	25	27	22	24	38	26	29
	odstupanje razdoblja 1981-2009. od 1961-1990.								
	Δ sred		-2	-1	-2	-2	1	1	1
	Δ ampl		-3	3	-1	-1	5	-10	-3
Virovitica	1971-2000.	sred	18.4.	24.4.	31.5.	9.6.	22.7.	16.8.	23.8.
		std	8	9	5	6	7	9	9
		min	30.3.	3.4.	21.5.	27.5.	8.7.	28.7.	30.7.
		maks	30.4.	7.5.	11.6.	20.6.	10.8.	1.9.	11.9.
		ampl	31	34	21	24	33	35	43

Čabski biser		fenofaza	BS	LF	BF	EF	BR	FR	RP
Hvar	1961-1990.	sred	31.3.	6.4.	20.5.	28.5.	8.7.	20.7.	26.7.
		std	7	7	5	5	6	8	7
		min	17.3.	22.3.	11.5.	19.5.	28.6.	11.7.	19.7.
		maks	14.4.	21.4.	31.5.	10.6.	21.7.	19.8.	26.8.
		ampl	28	30	20	22	23	39	38
	1971-2000.	sred	27.3.	2.4.	20.5.	27.5.	10.7.	23.7.	28.7.
		std	9	8	6	6	6	8	7
		min	5.3.	11.3.	7.5.	14.5.	1.7.	12.7.	20.7.
		maks	9.4.	15.4.	31.5.	5.6.	21.7.	19.8.	26.8.
		ampl	35	35	24	22	20	38	37
	1981-2009.	sred	24.3.	30.3.	19.5.	26.5.	12.7.	22.7.	27.7.
		std	11	10	7	7	5	6	5
		min	4.3.	10.3.	7.5.	14.5.	1.7.	12.7.	15.7.
		maks	9.4.	15.4.	1.6.	7.6.	20.7.	3.8.	7.8.
		ampl	36	36	25	24	19	22	23
	odstupanje razdoblja 1981-2009. od 1961-1990.								
	Δsred		-6	-7	-1	-1	3	2	0
	Δampl		8	6	5	2	-4	-17	-15
	odstupanje razdoblja 1981-2009. od 1971-2000.								
	Δsred		-3	-3	-1	-1	1	-1	-1
	Δampl		1	1	1	2	-1	-16	-14
Opuzen	1971-2000.	sred	30.3.	8.4.	18.5.	28.5.	16.7.	1.8.	7.8.
		std	8	7	6	13	14	14	18
		min	17.3.	26.3.	4.5.	16.5.	30.6.	10.7.	14.7.
		maks	10.4.	18.4.	28.5.	24.7.	24.8.	4.9.	17.9.
		ampl	24	23	24	69	55	56	65
Mandićevac	1961-1990.	sred	20.4.	26.4.	2.6.	11.6.	23.7.	12.8.	19.8.
		std	9	8	7	7	9	10	12
		min	5.4.	10.4.	20.5.	25.5.	10.7.	26.7.	28.7.
		maks	3.5.	9.5.	18.6.	24.6.	12.8.	31.8.	9.9.
		ampl	28	29	29	30	33	36	43
	1971-2000.	sred	18.4.	23.4.	1.6.	9.6.	21.7.	9.8.	14.8.
		std	9	9	6	7	8	10	11
		min	3.4.	8.4.	21.5.	26.5.	10.7.	19.7.	28.7.
		maks	3.5.	9.5.	16.6.	23.6.	9.8.	31.8.	4.9.
		ampl	30	31	26	28	30	43	38

Plemenka bijela		fenofaza	BS	LF	BF	EF	BR	FR	RP
Daruvar	1961-1990.	sred	22.4.	1.5.	8.6.	17.6.	14.8.	14.9.	26.9.
		std	8	8	7	7	5	6	8
		min	5.4.	13.4.	20.5.	28.5.	7.8.	3.9.	14.9.
		maks	6.5.	14.5.	23.6.	30.6.	27.8.	24.9.	14.10.
		ampl	31	31	34	33	20	21	30
	1971-2000.	sred	20.4.	29.4.	5.6.	15.6.	13.8.	10.9.	22.9.
		std	8	8	6	7	6	10	10
		min	31.3.	7.4.	25.5.	1.6.	25.7.	6.8.	26.8.
		maks	1.5.	11.5.	18.6.	29.6.	27.8.	24.9.	14.10.
		ampl	31	34	24	28	33	49	49
	1981-2009.	sred	17.4.	26.4.	31.5.	11.6.	12.8.	4.9.	16.9.
		std	8	9	9	9	8	12	11
		min	31.3.	7.4.	4.5.	17.5.	24.7.	4.8.	20.8.
		maks	30.4.	11.5.	18.6.	26.6.	25.8.	21.9.	4.10.
		ampl	30	34	45	40	32	48	45
	odstupanje razdoblja 1981-2009. od 1961-1990.								
	Δ sred		-5	-5	-7	-6	-2	-11	-9
	Δ ampl		-1	3	11	7	12	27	15
	odstupanje razdoblja 1981-2009. od 1971-2000.								
	Δ sred		-2	-3	-5	-3	-1	-7	-5
	Δ ampl		-1	0	21	12	-1	-1	-4
Križevci	1961-1990.	sred	22.4.	30.4.	8.6.	16.6.	15.8.	19.9.	1.10.
		std	8	8	6	7	7	10	12
		min	10.4.	13.4.	30.5.	7.6.	31.7.	4.9.	10.9.
		maks	7.5.	15.5.	24.6.	29.6.	27.8.	14.10.	21.10.
		ampl	27	32	25	22	27	40	41
	1971-2000.	sred	19.4.	27.4.	5.6.	14.6.	17.8.	15.9.	24.9.
		std	9	9	10	9	7	9	10
		min	4.4.	10.4.	10.5.	24.5.	9.8.	4.9.	9.9.
		maks	7.5.	15.5.	20.6.	28.6.	10.9.	4.10.	14.10.
		ampl	33	35	41	35	32	30	35

Plemenka bijela		fenofaza	BS	LF	BF	EF	BR	FR	RP
Mandićevac	1961-1990.	sred	23.4.	28.4.	6.6.	15.6.	12.8.	18.9.	26.9.
		std	10	8	7	7	5	9	10
		min	1.4.	7.4.	20.5.	30.5.	4.8.	5.9.	12.9.
		maks	6.5.	10.5.	21.6.	30.6.	25.8.	14.10.	17.10.
		ampl	35	33	32	31	21	39	35
	1971-2000.	sred	21.4.	26.4.	5.6.	13.6.	12.8.	12.9.	20.9.
		std	9	8	6	7	6	9	10
		min	3.4.	9.4.	21.5.	26.5.	28.7.	28.8.	1.9.
		maks	6.5.	10.5.	17.6.	30.6.	25.8.	30.9.	14.10.
		ampl	33	31	27	35	28	33	43
Virovitica	1961-1990.	sred	22.4.	30.4.	6.6.	15.6.	11.8.	16.9.	26.9.
		std	9	9	6	7	6	8	10
		min	31.3.	5.4.	22.5.	4.6.	31.7.	29.8.	7.9.
		maks	3.5.	16.5.	19.6.	30.6.	24.8.	29.9.	16.10.
		ampl	33	41	28	26	24	31	39
	1971-2000.	sred	20.4.	27.4.	4.6.	12.6.	11.8.	13.9.	22.9.
		std	9	9	6	7	7	9	10
		min	31.3.	5.4.	23.5.	31.5.	20.7.	23.8.	1.9.
		maks	3.5.	11.5.	19.6.	30.6.	24.8.	29.9.	16.10.
		ampl	33	36	27	30	35	37	45
	1981-2009.	sred	20.4.	26.4.	1.6.	10.6.	8.8.	8.9.	16.9.
		std	8	8	7	7	8	6	7
		min	3.4.	8.4.	17.5.	25.5.	20.7.	23.8.	1.9.
		maks	5.5.	11.5.	16.6.	25.6.	18.8.	19.9.	4.10.
		ampl	32	33	30	31	29	27	33
	odstupanje razdoblja 1981-2009. od 1961-1990.								
	Δ sred		-2	-4	-4	-5	-4	-8	-9
	Δ ampl		-1	-8	2	5	5	-4	-6
	odstupanje razdoblja 1981-2009. od 1971-2000.								
	Δ sred		0	-1	-2	-2	-3	-5	-5
	Δ ampl		-1	-3	3	1	-6	-10	-12

Plemenka bijela		fenofaza	BS	LF	BF	EF	BR	FR	RP
Požega	1961-1990.	sred	21.4.	27.4.	7.6.	16.6.	14.8.	17.9.	29.9.
		std	9	9	6	6	6	9	9
		min	1.4.	4.4.	25.5.	4.6.	5.8.	24.8.	16.9.
		maks	4.5.	9.5.	19.6.	28.6.	28.8.	29.9.	17.10.
		ampl	33	35	25	24	23	36	31
	1971-2000.	sred	22.4.	28.4.	6.6.	15.6.	16.8.	16.9.	24.9.
		std	10	9	6	7	7	8	10
		min	1.4.	4.4.	25.5.	2.6.	5.8.	1.9.	7.9.
		maks	6.5.	9.5.	19.6.	28.6.	29.8.	29.9.	10.10.
		ampl	35	35	25	26	24	28	33
	1981-2009.	sred	24.4.	29.4.	4.6.	14.6.	15.8.	12.9.	20.9.
		std	9	8	10	7	8	10	9
		min	3.4.	9.4.	26.4.	2.6.	27.7.	19.8.	5.9.
		maks	8.5.	11.5.	17.6.	27.6.	29.8.	26.9.	9.10.
		ampl	35	32	52	25	33	38	34
	odstupanje razdoblja 1981-2009. od 1961-1990.								
	Δ sred		3	1	-2	-2	1	-6	-9
	Δ ampl		2	-3	27	1	10	2	3
	odstupanje razdoblja 1981-2009. od 1971-2000.								
	Δ sred		2	1	-2	-1	-1	-4	-4
	Δ ampl		0	-3	27	-1	9	10	1

Plemenka crvena		fenofaza	BS	LF	BF	EF	BR	FR	RP
Križevci	1971-2000.	sred	19.4.	25.4.	4.6.	13.6.	16.8.	15.9.	23.9.
		std	7	8	10	8	7	9	10
		min	4.4.	10.4.	10.5.	24.5.	8.8.	4.9.	9.9.
		maks	2.5.	7.5.	20.6.	28.6.	10.9.	4.10.	11.10.
		ampl	28	27	41	35	33	30	32
Mandićevac	1971-2000.	sred	21.4.	25.4.	5.6.	13.6.	13.8.	11.9.	19.9.
		std	9	9	6	8	6	9	10
		min	3.4.	8.4.	22.5.	27.5.	29.7.	28.8.	1.9.
		maks	6.5.	10.5.	17.6.	30.6.	24.8.	30.9.	10.10.
		ampl	33	32	26	34	26	33	39

Muškati kraljica vinograda bijeli		fenofaza	BS	LF	BF	EF	BR	FR	RP
Opuzen	1971-2000.	sred	31.3.	9.4.	20.5.	28.5.	23.7.	9.8.	19.8.
		std	7	7	5	6	15	15	14
		min	14.3.	27.3.	10.5.	16.5.	26.6.	29.6.	24.7.
		maks	12.4.	20.4.	29.5.	9.6.	26.8.	6.9.	17.9.
		ampl	29	24	19	24	61	69	55
	1981-2009.	sred	29.3.	11.4.	20.5.	28.5.	3.8.	17.8.	28.8.
		std	7	6	7	8	15	15	15
		min	18.3.	27.3.	10.5.	16.5.	8.7.	29.6.	8.8.
		maks	10.4.	20.4.	15.6.	23.6.	6.9.	13.9.	23.9.
		ampl	23	24	36	38	60	76	46
	odstupanje razdoblja 1981-2009. od 1971-2000.								
	Δsred		-2	2	0	0	11	8	9
	Δampl		-6	0	17	14	-1	7	-9
Vela Luka	1971-2000.	sred	30.3.	5.4.	19.5.	26.5.	16.7.	6.8.	9.8.
		std	8	8	8	8	12	15	15
		min	15.3.	21.3.	4.5.	13.5.	10.6.	24.6.	30.6.
		maks	11.4.	16.4.	1.6.	11.6.	2.8.	25.8.	2.9.
		ampl	27	26	28	29	53	62	64
	1981-2009.	sred	27.3.	2.4.	15.5.	22.5.	11.7.	30.7.	2.8.
		std	10	10	10	9	16	18	18
		min	12.3.	16.3.	14.4.	26.4.	23.5.	2.6.	4.6.
		maks	11.4.	16.4.	1.6.	11.6.	2.8.	21.8.	23.8.
		ampl	30	31	48	46	71	80	80
	odstupanje razdoblja 1981-2009. od 1971-2000.								
	Δsred		-3	-3	-4	-4	-5	-7	-7
	Δampl		3	5	20	17	18	18	16

Traminac crveni		fenofaza	BS	LF	BF	EF	BR	FR	RP
Mandićevac	1961-1990.	sred	26.4.	1.5.	8.6.	17.6.	21.8.	26.9.	3.10.
		std	9	8	7	7	6	9	12
		min	8.4.	13.4.	24.5.	31.5.	7.8.	11.9.	20.9.
		maks	11.5.	17.5.	23.6.	1.7.	3.9.	15.10.	1.11.
		ampl	33	34	30	31	27	34	42
	1971-2000.	sred	22.4.	28.4.	6.6.	15.6.	19.8.	20.9.	26.9.
		std	9	9	6	7	7	9	10
		min	3.4.	9.4.	24.5.	1.6.	24.7.	29.8.	31.8.
		maks	10.5.	17.5.	17.6.	1.7.	3.9.	12.10.	21.10.
		ampl	37	38	24	30	41	44	51

Sauvignon bijeli		fenofaza	BS	LF	BF	EF	BR	FR	RP
Mandićevac	1961-1990.	sred	26.4.	1.5.	8.6.	17.6.	23.8.	23.9.	29.9.
		std	9	8	7	7	5	9	9
		min	8.4.	14.4.	25.5.	4.6.	14.8.	1.9.	18.9.
		maks	13.5.	17.5.	23.6.	5.7.	1.9.	13.10.	19.10.
		ampl	35	33	29	31	18	42	31
	1971-2000.	sred	23.4.	28.4.	7.6.	16.6.	20.8.	20.9.	26.9.
		std	9	9	6	8	6	9	9
		min	3.4.	9.4.	23.5.	27.5.	8.8.	1.9.	8.9.
		maks	9.5.	16.5.	19.6.	5.7.	1.9.	10.10.	19.10.
		ampl	36	37	27	39	24	39	41

Pinot bijeli		fenofaza	BS	LF	BF	EF	BR	FR	RP
Virovitica	1971-2000.	sred	22.4.	28.4.	5.6.	14.6.	18.8.	20.9.	28.9.
		std	9	9	7	8	9	10	10
		min	2.4.	9.4.	23.5.	31.5.	22.7.	25.8.	1.9.
		maks	9.5.	15.5.	21.6.	28.6.	3.9.	13.10.	21.10.
		ampl	37	36	29	28	43	49	50
	1981-2009.	sred	21.4.	27.4.	2.6.	11.6.	12.8.	15.9.	23.9.
		std	8	9	7	7	10	8	9
		min	3.4.	9.4.	17.5.	26.5.	22.7.	25.8.	1.9.
		maks	5.5.	10.5.	15.6.	25.6.	26.8.	26.9.	7.10.
		ampl	32	31	29	30	35	32	36
	odstupanje razdoblja 1981-2009. od 1971-2000.								
	Δsred		0	-2	-3	-3	-6	-5	-5
	Δampl		-5	-5	0	2	-8	-17	-14

Muškati Hamburg		fenofaza	BS	LF	BF	EF	BR	FR	RP
Mandićevac	1961-1990.	sred	25.4.	30.4.	8.6.	17.6.	21.8.	26.9.	3.10.
		std	9	9	7	8	6	6	9
		min	7.4.	13.4.	19.5.	27.5.	9.8.	13.9.	18.9.
		maks	9.5.	15.5.	21.6.	4.7.	1.9.	10.10.	24.10.
		ampl	32	32	33	38	23	27	36
	1971-2000.	sred	23.4.	28.4.	7.6.	16.6.	20.8.	24.9.	30.9.
		std	9	9	7	8	10	8	8
		min	3.4.	9.4.	20.5.	25.5.	19.7.	1.9.	9.9.
		maks	9.5.	15.5.	19.6.	4.7.	3.9.	7.10.	24.10.
		ampl	36	36	30	40	46	36	45

Talijanski rizling		fenofaza	BS	LF	BF	EF	BR	FR	RP
Daruvar	1961-1990.	sred	24.4.	1.5.	11.6.	20.6.	20.8.	24.9.	3.10.
		std	9	9	6	6	5	5	6
		min	3.4.	14.4.	1.6.	11.6.	10.8.	13.9.	15.9.
		maks	8.5.	15.5.	25.6.	3.7.	31.8.	2.10.	14.10.
		ampl	35	31	24	22	21	19	29
	1971-2000.	sred	22.4.	30.4.	8.6.	18.6.	22.8.	21.9.	30.9.
		std	9	9	6	6	7	12	9
		min	2.4.	8.4.	28.5.	7.6.	28.7.	6.8.	26.8.
		maks	8.5.	13.5.	20.6.	29.6.	5.9.	2.10.	14.10.
		ampl	36	35	23	22	39	57	49
	1981-2009.	sred	20.4.	28.4.	4.6.	15.6.	25.8.	16.9.	26.9.
		std	8	9	9	8	9	14	11
		min	2.4.	8.4.	6.5.	21.5.	28.7.	6.8.	26.8.
		maks	8.5.	13.5.	20.6.	28.6.	9.9.	2.10.	7.10.
		ampl	36	35	45	38	43	57	42
	odstupanje razdoblja 1981-2009. od 1961-1990.								
	Δ sred		-3	-3	-7	-5	4	-9	-7
	Δ ampl		1	4	21	16	22	38	13
	odstupanje razdoblja 1981-2009. od 1971-2000.								
	Δ sred		-2	-1	-4	-3	3	-5	-4
	Δ ampl		0	0	22	16	4	0	-7
Križevci	1961-1990.	sred	26.4.	3.5.	10.6.	18.6.	23.8.	1.10.	12.10.
		std	8	9	6	6	8	7	7
		min	11.4.	15.4.	3.6.	11.6.	12.8.	22.9.	30.9.
		maks	9.5.	19.5.	25.6.	2.7.	9.9.	21.10.	26.10.
		ampl	28	34	22	21	28	29	26
	1971-2000.	sred	22.4.	29.4.	7.6.	17.6.	26.8.	28.9.	6.10.
		std	8	9	9	7	8	7	8
		min	4.4.	11.4.	10.5.	5.6.	15.8.	20.9.	24.9.
		maks	9.5.	19.5.	21.6.	2.7.	15.9.	21.10.	25.10.
		ampl	35	38	42	27	31	31	31

Talijanski rizling		fenofaza	BS	LF	BF	EF	BR	FR	RP
Mandićevac	1961-1990.	sred	26.4.	1.5.	8.6.	17.6.	23.8.	29.9.	5.10.
		std	9	9	7	7	7	8	9
		min	5.4.	11.4.	25.5.	1.6.	8.8.	13.9.	24.9.
		maks	13.5.	18.5.	23.6.	4.7.	6.9.	20.10.	24.10.
		ampl	38	37	29	33	29	37	30
	1971-2000.	sred	22.4.	27.4.	7.6.	16.6.	23.8.	27.9.	2.10.
		std	9	9	6	7	6	10	8
		min	3.4.	9.4.	23.5.	2.6.	8.8.	5.9.	10.9.
		maks	9.5.	14.5.	17.6.	4.7.	6.9.	25.10.	24.10.
		ampl	36	35	25	32	29	50	44
Virovitica	1961-1990.	sred	26.4.	2.5.	8.6.	19.6.	22.8.	29.9.	8.10.
		std	9	9	7	6	8	7	8
		min	3.4.	11.4.	22.5.	7.6.	12.8.	9.9.	25.9.
		maks	11.5.	17.5.	21.6.	2.7.	15.9.	20.10.	24.10.
		ampl	38	36	30	25	34	41	29
	1971-2000.	sred	24.4.	30.4.	7.6.	16.6.	21.8.	28.9.	5.10.
		std	9	9	6	7	7	7	8
		min	3.4.	9.4.	26.5.	4.6.	2.8.	5.9.	15.9.
		maks	9.5.	15.5.	21.6.	2.7.	5.9.	20.10.	24.10.
		ampl	36	36	26	28	34	45	39
	1981-2009.	sred	24.4.	29.4.	4.6.	14.6.	19.8.	25.9.	2.10.
		std	8	9	6	7	9	7	9
		min	3.4.	9.4.	24.5.	1.6.	29.7.	3.9.	9.9.
		maks	9.5.	12.5.	16.6.	25.6.	4.9.	5.10.	20.10.
		ampl	36	33	23	24	37	32	41
	odstupanje razdoblja 1981-2009. od 1961-1990.								
	Δsred		-2	-3	-3	-5	-3	-4	-6
	Δampl		-2	-3	-7	-1	3	-9	12
	odstupanje razdoblja 1981-2009. od 1971-2000.								
	Δsred		0	-1	-2	-3	-2	-3	-3
	Δampl		0	-3	-3	-4	3	-13	2

Afus ali bijeli		fenofaza	BS	LF	BF	EF	BR	FR	RP
Orebić	1961-1990.	sred	10.4.	16.4.	24.5.	2.6.	10.8.	11.9.	21.9.
		std	9	10	7	7	8	11	9
		min	24.3.	26.3.	9.5.	16.5.	19.7.	14.8.	28.8.
		maks	28.4.	2.5.	7.6.	14.6.	27.8.	28.9.	5.10.
		ampl	35	37	29	29	39	45	38
	1971-2000.	sred	10.4.	16.4.	25.5.	3.6.	14.8.	16.9.	24.9.
		std	9	9	6	6	7	8	5
		min	24.3.	26.3.	9.5.	17.5.	5.8.	27.8.	14.9.
		maks	28.4.	2.5.	7.6.	14.6.	27.8.	28.9.	5.10.
		ampl	35	37	29	28	22	32	21
	1981-2009.	sred	12.4.	17.4.	24.5.	1.6.	22.8.	16.9.	22.9.
		std	7	8	6	6	11	9	6
		min	25.3.	31.3.	11.5.	18.5.	7.8.	27.8.	9.9.
		maks	28.4.	2.5.	7.6.	14.6.	19.9.	27.9.	5.10.
		ampl	34	32	27	27	43	31	26
	odstupanje razdoblja 1981-2009. od 1961-1990.								
	Δ sred		2	1	0	-1	13	5	1
	Δ ampl		-1	-5	-2	-2	4	-14	-12
	odstupanje razdoblja 1981-2009. od 1971-2000.								
	Δ sred		1	0	-1	-1	8	0	-2
	Δ ampl		-1	-5	-2	-1	21	-1	5
Vela Luka	1971-2000.	sred	10.4.	16.4.	27.5.	4.6.	13.8.	10.9.	18.9.
		std	9	9	6	6	8	12	9
		min	21.3.	26.3.	16.5.	21.5.	27.7.	16.8.	27.8.
		maks	24.4.	29.4.	8.6.	15.6.	28.8.	24.9.	4.10.
		ampl	34	34	23	25	32	39	38
	1981-2009.	sred	12.4.	17.4.	26.5.	3.6.	17.8.	11.9.	19.9.
		std	8	8	7	6	8	13	9
		min	25.3.	31.3.	1.5.	25.5.	4.8.	16.8.	27.8.
		maks	24.4.	29.4.	8.6.	15.6.	4.9.	1.10.	6.10.
		ampl	30	29	38	21	31	46	40
	odstupanje razdoblja 1981-2009. od 1971-2000.								
	Δ sred		1	1	-1	-1	4	1	1
	Δ ampl		-4	-5	15	-4	-1	7	2

Blatina crna		fenofaza	BS	LF	BF	EF	BR	FR	RP
Hvar	1971-2000.	sred	6.4.	11.4.	27.5.	5.6.	15.8.	11.9.	23.9.
		std	9	8	6	5	7	9	7
		min	19.3.	26.3.	15.5.	27.5.	3.8.	24.8.	9.9.
		maks	20.4.	24.4.	6.6.	14.6.	1.9.	29.9.	11.10.
		ampl	32	29	22	18	29	36	32
	1981-2009.	sred	4.4.	9.4.	24.5.	4.6.	17.8.	7.9.	19.9.
		std	10	9	7	5	5	10	8
		min	18.3.	25.3.	12.5.	27.5.	10.8.	24.8.	31.8.
		maks	20.4.	24.4.	6.6.	14.6.	1.9.	23.9.	30.9.
		ampl	33	30	25	18	22	30	30
	odstupanje razdoblja 1981-2009. od 1971-2000.								
	Δ sred		-2	-2	-3	-1	2	-4	-4
	Δ ampl		1	1	3	0	-7	-6	-2
Vela Luka	1971-2000.	sred	8.4.	14.4.	26.5.	3.6.	10.8.	16.9.	28.9.
		std	8	7	8	7	11	8	6
		min	25.3.	31.3.	10.5.	19.5.	17.7.	28.8.	19.9.
		maks	22.4.	26.4.	7.6.	16.6.	28.8.	1.10.	18.10.
		ampl	28	26	28	28	42	34	29
	1981-2009.	sred	8.4.	13.4.	22.5.	31.5.	11.8.	18.9.	26.9.
		std	9	8	8	7	11	7	5
		min	20.3.	26.3.	7.5.	19.5.	18.7.	29.8.	16.9.
		maks	22.4.	26.4.	6.6.	16.6.	28.8.	2.10.	8.10.
		ampl	33	31	30	28	41	34	22
	odstupanje razdoblja 1981-2009. od 1971-2000.								
	Δ sred		-1	-1	-3	-3	1	2	-2
	Δ ampl		5	5	2	0	-1	0	-7

Plavac mali		fenofaza	BS	LF	BF	EF	BR	FR	RP
Hvar	1961-1990.	sred	10.4.	16.4.	30.5.	7.6.	13.8.	15.9.	28.9.
		std	7	7	5	5	8	14	6
		min	28.3.	3.4.	22.5.	29.5.	2.8.	19.8.	19.9.
		maks	21.4.	28.4.	12.6.	20.6.	30.8.	6.10.	12.10.
		ampl	24	25	21	22	28	48	23
	1971-2000.	sred	7.4.	13.4.	28.5.	6.6.	17.8.	19.9.	30.9.
		std	8	8	7	5	7	12	6
		min	19.3.	26.3.	18.5.	27.5.	6.8.	24.8.	19.9.
		maks	21.4.	25.4.	13.6.	20.6.	30.8.	6.10.	12.10.
		ampl	33	30	26	24	24	43	23
	1981-2009.	sred	4.4.	10.4.	24.5.	4.6.	19.8.	13.9.	28.9.
		std	10	9	8	5	6	15	7
		min	18.3.	25.3.	12.5.	27.5.	9.8.	24.8.	9.9.
		maks	21.4.	25.4.	13.6.	14.6.	30.8.	6.10.	12.10.
		ampl	34	31	32	18	21	43	33
	odstupanje razdoblja 1981-2009. od 1961-1990.								
	Δ sred		-6	-6	-5	-4	5	-1	0
	Δ ampl		10	6	11	-4	-7	-5	10
	odstupanje razdoblja 1981-2009. od 1971-2000.								
	Δ sred		-3	-3	-4	-2	2	-6	-2
	Δ ampl		1	1	6	-6	-3	0	10
Lastovo	1961-1990.	sred	17.4.	23.4.	30.5.	7.6.	12.8.	21.9.	30.9.
		std	7	7	8	7	12	12	7
		min	3.4.	12.4.	13.5.	22.5.	22.7.	19.8.	19.9.
		maks	28.4.	3.5.	19.6.	24.6.	4.9.	15.10.	15.10.
		ampl	25	21	37	33	44	57	26
	1971-2000.	sred	18.4.	24.4.	31.5.	8.6.	17.8.	24.9.	1.10.
		std	9	8	7	6	10	11	7
		min	27.3.	2.4.	18.5.	25.5.	28.7.	26.8.	12.9.
		maks	3.5.	7.5.	19.6.	24.6.	4.9.	15.10.	15.10.
		ampl	37	35	32	30	38	50	33
	1981-2009.	sred	17.4.	22.4.	29.5.	8.6.	12.8.	16.9.	29.9.
		std	9	9	6	6	15	17	10
		min	27.3.	2.4.	16.5.	26.5.	16.7.	20.8.	8.9.
		maks	3.5.	7.5.	10.6.	18.6.	4.9.	15.10.	15.10.
		ampl	37	35	25	23	50	56	37
	odstupanje razdoblja 1981-2009. od 1961-1990.								
	Δ sred		0	-1	-1	0	0	-5	-2
	Δ ampl		12	14	-12	-10	6	-1	11
	odstupanje razdoblja 1981-2009. od 1971-2000.								
	Δ sred		-1	-1	-2	0	-6	-7	-3
	Δ ampl		0	0	-7	-7	12	6	4

Plavac mali		fenofaza	BS	LF	BF	EF	BR	FR	RP
Orebić	1961-1990.	sred	14.4.	20.4.	28.5.	6.6.	16.8.	23.9.	29.9.
		std	10	10	8	7	9	10	10
		min	28.3.	3.4.	11.5.	19.5.	31.7.	25.8.	28.8.
		maks	29.4.	4.5.	16.6.	23.6.	6.9.	7.10.	15.10.
		ampl	32	31	36	35	37	43	48
	1971-2000.	sred	14.4.	19.4.	29.5.	6.6.	20.8.	25.9.	30.9.
		std	10	9	6	6	7	8	7
		min	26.3.	1.4.	19.5.	29.5.	9.8.	2.9.	19.9.
		maks	27.4.	30.4.	16.6.	23.6.	6.9.	7.10.	15.10.
		ampl	32	29	28	25	28	35	26
	1981-2009.	sred	15.4.	20.4.	27.5.	5.6.	28.8.	24.9.	29.9.
		std	9	8	5	5	11	8	7
		min	26.3.	1.4.	19.5.	25.5.	12.8.	2.9.	12.9.
		maks	27.4.	30.4.	8.6.	15.6.	25.9.	7.10.	14.10.
		ampl	32	29	20	21	44	35	32
	odstupanje razdoblja 1981-2009. od 1961-1990.								
	Δ sred		1	0	-1	-1	12	1	0
	Δ ampl		0	-2	-16	-14	7	-8	-16
	odstupanje razdoblja 1981-2009. od 1971-2000.								
	Δ sred		1	1	-2	-2	8	-1	-1
	Δ ampl		0	0	-8	-4	16	0	6
Vela Luka	1971-2000.	sred	12.4.	18.4.	28.5.	5.6.	16.8.	24.9.	4.10.
		std	7	8	8	7	11	8	6
		min	26.3.	1.4.	14.5.	23.5.	20.7.	8.9.	25.9.
		maks	25.4.	29.4.	15.6.	19.6.	2.9.	7.10.	21.10.
		ampl	30	28	32	27	44	29	26
	1981-2009.	sred	10.4.	16.4.	24.5.	2.6.	15.8.	26.9.	2.10.
		std	8	8	7	7	12	8	6
		min	24.3.	30.3.	11.5.	23.5.	20.7.	9.9.	18.9.
		maks	25.4.	29.4.	6.6.	15.6.	2.9.	7.10.	13.10.
		ampl	32	30	26	23	44	28	25
	odstupanje razdoblja 1981-2009. od 1971-2000.								
	Δ sred		-2	-2	-4	-3	-1	1	-2
	Δ ampl		2	2	-6	-4	0	-1	-1

Trbljan		fenofaza	BS	LF	BF	EF	BR	FR	RP
Hvar	1971-2000.	sred	6.4.	11.4.	27.5.	5.6.	16.8.	16.9.	26.9.
		std	9	9	7	6	8	13	8
		min	17.3.	24.3.	13.5.	23.5.	4.8.	24.8.	9.9.
		maks	21.4.	25.4.	13.6.	18.6.	4.9.	5.10.	12.10.
		ampl	35	32	31	26	31	42	33
	1981-2009.	sred	1.4.	8.4.	24.5.	3.6.	17.8.	12.9.	22.9.
		std	11	11	7	7	9	15	10
		min	15.3.	22.3.	12.5.	23.5.	17.7.	24.8.	31.8.
		maks	21.4.	25.4.	6.6.	17.6.	4.9.	5.10.	12.10.
		ampl	37	34	25	25	49	42	42
	odstupanje razdoblja 1981-2009. od 1971-2000.								
	Δ sred		-5	-3	-3	-2	1	-4	-4
	Δ ampl		2	2	-6	-1	18	0	9

Prilog C

Linearni trendovi fenofaza [dani/10 god] za sve sorte vinove loze u razdoblju 1961–2009. ili u razdoblju u kojem postoje mjerenja (vidi tablicu 2). Deblje su otisnuti linearni trendovi koji su prema Mann-Kendallovom testu signifikantni na razini signifikantnosti $\alpha = 0.05$.

trend [dani/10god]	Čabski biser					
fenofaza	Orebić	Hvar	Vela Luka	Opuzen	Virovitica	Mandićevac
BS	1.76	-3.77	-1.59	-1.86	-1.44	-2.88
LF	1.12	-3.88	-1.15	0.16	-2.35	-3.04
BF	1	-0.08	-1.71	-0.69	-2.62	-2.43
EF	-0.11	-0.09	-1.57	-0.36	-3.15	-2.43
BR	0.66	1.96	1.88	9.48	-1.03	-3.05
FR	-0.02	1	2.03	10.48	3.04	-4.34
RP	-0.12	0.27	1.83	12.27	2.5	-6.16
Plemenka bijela						
fenofaza	Daruvar	Požega	Mandićevac	Križevci	Virovitica	
BS	-2.38	1.27	-1.86	-2.22	-0.83	
LF	-2.75	0.67	-2.21	-2.87	-2.22	
BF	-3.5	-1.11	-1.66	-3.57	-1.83	
EF	-2.58	-0.78	-1.88	-1.49	-2.39	
BR	-1.01	0.17	-1.13	1.11	-1.88	
FR	-4.99	-2.21	-6.39	-4.63	-3.8	
RP	-4.08	-4.28	-5.62	-6.12	-4.14	
Plemenka crvena			Kraljica vinograda		Traminac crveni	Sauvignon bijeli
fenofaza	Mandićevac	Križevci	Opuzen	Vela Luka	Mandićevac	Mandićevac
BS	-1.14	-1.13	-1.48	-2.6	-3.44	-3.28
LF	-1.88	-1.89	2.24	-2.6	-3.75	-3.79
BF	-2.46	-2.55	-0.01	-3.04	-2.3	-2.37
EF	-2.89	-1.45	0.35	-3.08	-2.61	-2.28
BR	-2.8	2.8	10.01	-2.44	-3.43	-4.63
FR	-5.71	-3.79	7.3	-3.92	-7.18	-4.31
RP	-5.04	-4.84	10.6	-4.78	-6.95	-4.38
Pinot bijeli		Talijanski rizling				Malvazija istarska
fenofaza	Virovitica	Križevci	Mandićevac	Virovitica	Daruvar	Čepić
BS	-2.19	-2.6	-2.99	-1.12	-1.56	-3.91
LF	-4.44	-2.71	-3.37	-1.81	-1.45	-2.53
BF	-4.11	-2.32	-2.3	-1.44	-3.24	-5.24
EF	-4.64	-0.39	-1.7	-2.21	-2.12	-3.04
BR	-6.37	1.75	-0.87	-2.23	2.02	-0.19
FR	-6.7	-4.3	-3.05	-1.68	-3.96	-4.62
RP	-7.87	-5.28	-3.39	-2.9	-3.12	-2.45

trend [dani/10god]	Afus ali bijeli		Blatina crna		Muškat Hamburg	
fenofaza	Orebić	Vela Luka	Hvar	Vela Luka	Mandićevac	Vela Luka
BS	0.57	1.65	-3.14	-2.02	-2.23	-2.58
LF	0.01	1.8	-2.67	-2.16	-2.56	-2.66
BF	-0.07	0.13	-3.24	-2.79	-2.24	-4.44
EF	-0.67	0.77	-1.02	-2.23	-1.92	-4.06
BR	6.39	4.98	2.2	1.28	-4.19	-3.04
FR	2.89	2.2	-3.9	4.07	-3.36	-8.12
RP	0.97	2.28	-4	-0.94	-3.65	-9.52
Plavac mali					Trbljan	
fenofaza	Orebić	Hvar	Vela Luka	Lastovo	Hvar	
BS	0.31	-3.56	-1.61	-0.2	-5.94	
LF	-0.14	-3.56	-1.97	-0.53	-4.16	
BF	-0.09	-2.2	-2.1	-0.07	-3.42	
EF	-0.15	-1.51	-1.73	0.29	-2.91	
BR	7.52	2.6	1.03	-0.35	0.5	
FR	0.85	-0.25	3.31	-3.14	-4.88	
RP	0.24	-0.48	-0.74	-1.09	-3.8	

Prilog D

Srednja (sred), maksimalna (maks) i minimalna vrijednost (min) Huglinovog indeksa uz pripadnu standardnu devijaciju (std) i raspon (ampl) za odabrane postaje u Hrvatskoj za razdoblje 1961–1990.

HI [°C]	Baške Oštarije	Bjelovar	Crikvenica	Đurdevac	Donji Miholjac	Drniš	Dubrovnik	Gospić
sred	949	1884	2180	1798	2040	2193	2341	1439
std	138	136	127	124	153	139	103	128
min	657	1642	1939	1535	1715	1900	2073	1160
maks	1161	2178	2378	2068	2368	2429	2489	1660
ampl	504	536	439	532	653	529	415	501
	Gračac	Hvar	Karlovac	Knin	Koprivnica	Križevci	Lastovo	Lekenik Vukojevac
sred	1573	2453	1980	2244	1859	1721	2222	1829
std	140	110	133	141	127	118	117	120
min	1314	2198	1721	1984	1566	1464	1970	1593
maks	1835	2623	2282	2493	2143	1957	2429	2093
ampl	520	425	561	509	577	493	459	499
	Ličko Lešće	Lokve Brana	Lovinac	Mali Lošinj	Ogulin	Osijek	Palagruža	Parg
sred	1540	963	1545	2225	1611	2051	2239	992
std	136	126	143	103	128	137	90	130
min	1249	681	1205	2004	1337	1705	2067	726
maks	1757	1268	1757	2365	1862	2282	2387	1224
ampl	508	586	553	360	526	577	320	498
	Pazin	Plaški	Požega	Pula	Rijeka	Rovinj	Senj	Šibenik
sred	1920	1577	1939	2147	2104	2122	2297	2401
std	142	117	128	119	129	107	133	128
min	1664	1347	1740	1926	1825	1858	2019	2125
maks	2186	1826	2239	2328	2256	2254	2505	2595
ampl	522	479	500	402	431	396	486	470
	Sinj	Sisak	Slavonski Brod	Slunj	Split Marjan	Stubičke Toplice	Valpovo	Varaždin
sred	2130	1916	1961	1735	2476	1830	1968	1776
std	138	119	151	143	129	179	137	130
min	1847	1684	1655	1450	2186	1547	1649	1493
maks	2329	2269	2280	1971	2670	2252	2230	2072
ampl	482	585	625	521	484	705	581	579
	Virovitica	Zadar	Zavižan	Zagreb Grič	Zagreb Maksimir			
sred	1825	2221	59	1914	1829			
std	141	96	142	132	121			
min	1549	1988	-222	1621	1561			
maks	2109	2373	273	2175	2097			
ampl	560	384	495	555	537			

Prilog E

Srednja (sred), maksimalna (maks) i minimalna vrijednost (min) Huglinovog indeksa uz pripadnu standardnu devijaciju (std) i raspon (ampl) za odabrane postaje u Hrvatskoj za razdoblje 1981–2008.

HI [°C]	Abrami	Baške Oštarije	Benkovac	Bilogora	Biograd na moru	Bjelovar	Bol	Bosiljevo
sred	2265	1076	2461	1968	2479	2075	2580	1869
std	160	170	125	175	149	182	163	152
min	1901	708	2288	1673	2138	1813	2336	1556
maks	2711	1589	2649	2360	2855	2575	2944	2235
ampl	810	881	362	687	717	762	608	679
	Botinec	Brestovac Belje	Čakovec	Čazma	Celega	Čepić	Cres	Crikvenica
sred	2129	2154	1951	2005	2211	2238	2446	2337
std	196	178	166	172	159	175	173	161
min	1762	1839	1699	1633	1834	1903	2026	1979
maks	2600	2546	2360	2404	2559	2672	2852	2708
ampl	838	707	662	771	725	768	827	729
	Daruvar	Đakovo	Đurđevac	Donji Lapac	Donji Miholjac	Drniš	Dubrovnik- Čilipi	Dubrovnik
sred	2049	2135	1954	1633	2159	2333	2442	2473
std	155	175	151	183	170	163	140	152
min	1802	1798	1650	1235	1894	1984	2174	2143
maks	2417	2543	2288	2026	2581	2775	2750	2806
ampl	614	745	638	791	686	791	576	663
	Gospić	Govedari	Gračac	Gradište	Hvar	Ilok	Imotski	Jastrebarsko
sred	1615	2765	1714	2132	2560	2157	2358	1955
std	181	162	183	172	134	172	189	172
min	1242	2425	1397	1846	2274	1952	1934	1614
maks	2092	3177	2169	2523	2904	2498	2801	2342
ampl	850	752	772	677	631	546	866	728
	Jelsa	Karlovac	Knin	Komiža	Koprivnica	Korčula	Korenica	Kostajnica
sred	2625	2063	2369	2521	2000	2555	1413	1989
std	161	155	166	142	169	156	164	164
min	2244	1814	2024	2200	1683	2249	1026	1708
maks	3012	2378	2782	2853	2364	2967	1725	2399
ampl	768	564	759	654	680	719	699	691
	Krapina	Križevci	Kuna	Kutina	Krk	Lastovo	Lekenik- Vukojevac	Ličko Lešće
sred	1953	1872	2221	2092	2440	2388	2000	1739
std	165	173	178	186	194	135	154	192
min	1672	1534	1825	1738	1988	2122	1674	1343
maks	2387	2312	2646	2490	2823	2731	2375	2227
ampl	715	778	821	752	835	609	701	885

HI [°C]	Lipik	Lokve Brana	Lovinac	Ludbreg	Makarska	Mali Lošinj	Malinska	Našice
sred	2040	1068	1693	1920	2690	2389	2543	2036
std	213	170	137	151	168	157	227	149
min	1681	681	1541	1650	2380	2004	2216	1750
maks	2504	1516	2049	2304	3084	2784	2864	2322
ampl	823	835	508	654	704	780	648	572
	Nova Gradiška	Novi Marof	Novigrad Dalmatinski	Novska	Ogulin	Opeke	Opuzen	Orebić
sred	2051	1953	2607	2076	1765	1936	2683	2595
std	143	207	179	184	171	174	158	152
min	1781	1555	2226	1717	1398	1626	2354	2283
maks	2359	2405	3051	2449	2208	2477	3013	2980
ampl	577	850	825	732	811	851	660	697
	Osijek	Pag	Palagruža	Parg	Pazin	Petrinja	Pisarovina	Plaški
sred	2145	2580	2359	1124	2049	2108	2029	1674
std	162	171	138	167	156	186	186	151
min	1885	2260	2071	726	1726	1732	1687	1358
maks	2496	2961	2679	1554	2404	2578	2413	1926
ampl	611	701	608	829	678	846	726	568
	Ploče	Poreč	Požega	Pula	Puntijarka	Rab	Rijeka	Rijeka- Omišalj
sred	2515	2169	2130	2327	904	2470	2264	2330
std	164	159	177	165	163	163	192	177
min	2244	1820	1768	1948	585	2096	1825	1921
maks	2842	2552	2503	2742	1316	2853	2771	2783
ampl	598	732	735	794	731	757	946	862
	Rovinj	Samobor	Senj	Šestanovac	Šibenik	Silba	Sinj	Sisak
sred	2242	2046	2445	2343	2556	2391	2271	2060
std	145	155	168	156	140	148	156	176
min	1894	1716	2061	2009	2229	2128	1907	1779
maks	2541	2462	2895	2745	2895	2728	2617	2474
ampl	647	746	834	737	666	600	711	695
	Slatina	Slavonski Brod	Slunj	Split- Kaštel	Split- Marjan	Ston	Stubičke Toplice	Sunja
sred	2070	2102	1888	2567	2595	2464	1965	2060
std	168	171	203	154	161	111	179	186
min	1847	1764	1488	2208	2282	2228	1653	1767
maks	2432	2483	2360	2940	2992	2687	2412	2499
ampl	585	719	872	732	709	459	759	732

HI [°C]	Sutivan	Topusko	Trsteno	Valpovo	Varaždin	Vela Luka	Vela Sestrica	Vinkovci
sred	2655	2002	2433	2164	1920	2551	2556	2156
std	161	143	122	191	172	152	148	163
min	2359	1740	2147	1799	1615	2194	2257	1821
maks	3054	2347	2556	2586	2376	2888	2893	2536
ampl	695	607	409	787	761	693	636	715
	Virovitica	Voćin	Vrelo Ličanke	Vrgorac	Zadar	Zadar-Zemunik	Zavižan	Zelina
sred	1967	1860	1171	2443	2360	2416	183	1979
std	134	127	156	196	141	171	161	189
min	1716	1609	780	2112	2082	2104	-202	1626
maks	2202	2105	1540	2817	2691	2893	517	2439
ampl	486	497	760	705	608	789	720	813
	Zagreb-Grič	Zagreb-Maksimir	Zagreb-Pleso	Zagreb-Rim	Stružec	Županja	Zvečevo	Vrh Učke
sred	2104	2013	2037	2012	2048	2229	1659	534
std	178	176	166	165	186	159	185	150
min	1714	1652	1673	1652	1701	1953	1336	242
maks	2539	2455	2442	2445	2487	2624	1977	684
ampl	825	803	770	793	786	671	642	441

Prilog F

Trendovi Huglinovog indeksa [$^{\circ}\text{C}/10$ god] za odabrane postaje u Hrvatskoj za razdoblje 1961–2008. Statistički signifikantni trendovi (na razini $\alpha = 0.05$) su deblje otisnuti.

Postaja	Trend	Postaja	Trend	Postaja	Trend
Baške Oštarije	59.04	Lekenik Vukojevac	80.54	Senj	63.91
Bjelovar	89.87	Ličko Lešće	88.26	Šibenik	68.35
Crikvenica	69.92	Lokve Brana	50.14	Sinj	56.95
Đurđevac	65.28	Lovinac	44.06	Sisak	66.58
Donji Miholjac	44.81	Mali Lošinj	74.04	Slavonski Brod	60.65
Drniš	60.27	Ogulin	64.68	Slunj	55.46
Dubrovnik	59.52	Osijek	36.50	Split Marjan	50.28
Gospić	78.16	Palagruža	55.35	Stubičke Toplice	38.40
Gračac	55.57	Parg	55.43	Valpovo	81.46
Hvar	47.86	Pazin	60.11	Varaždin	60.99
Karlovac	26.49	Plaški	28.87	Virovitica	85.15
Knin	52.92	Požega	65.50	Zadar	60.69
Koprivnica	61.51	Pula	92.05	Zavižan	48.71
Križevci	67.51	Rijeka	72.63	Zagreb Grič	82.17
Lastovo	73.13	Rovinj	46.99	Zagreb Maksimir	81.40

Prilog G

Trendovi Huglinovog indeksa [$^{\circ}\text{C}/10$ god] za odabrane postaje u Hrvatskoj za razdoblje 1981–2008. Statistički signifikantni trendovi (na razini $\alpha = 0.05$) su deblje otisnuti.

Postaja	Trend	Postaja	Trend	Postaja	Trend	Postaja	Trend
Abrami	53.60	Imotski	103.39	Ogulin	108.74	Slunj	119.95
Baške Oštarije	77.67	Jastrebarsko	129.33	Opeke	108.11	Split Kaštel	87.83
Benkovac	82.53	Jelsa	112.34	Opuzen	85.66	Split Marjan	90.68
Bilogora	74.15	Karlovac	-4.97	Orebić	101.17	Ston	51.50
Biograd na moru	104.03	Knin	60.04	Osijek	48.15	Stubičke Toplice	80.49
Bjelovar	94.55	Komiža	83.41	Pag	108.94	Sunja	121.22
Bol	97.18	Koprivnica	99.94	Palagruza	107.82	Sutivan	96.24
Bosiljevo	52.64	Korčula	126.43	Parg	91.48	Topusko	24.45
Botinec	128.19	Korenica	85.83	Pazin	46.79	Trsteno	58.07
Brestovac Belje	99.83	Kostajnica	71.71	Petrinja	109.64	Valpovo	85.01
Čakovec	26.78	Krapina	66.35	Pisarovina	114.59	Varaždin	95.19
Čazma	101.59	Križevci	122.63	Plaški	26.32	Vela Luka	111.05
Celega	124.88	Kuna	130.27	Ploče	34.12	Vela Sestrica	128.95
Čepić	111.90	Kutina	88.78	Poreč	124.41	Vinkovci	82.70
Cres	126.35	Krk	120.48	Požega	57.89	Virovitica	87.92
Crikvenica	110.52	Lastovo	77.16	Pula	128.18	Voćin	62.51
Daruvar	28.35	Lekenik-Vukojevac	96.58	Puntijarka	61.81	Vrelo Ličanke	109.28
Đakovo	86.16	Ličko Lešće	130.46	Rab	109.57	Vrgorac	95.28
Đurđevac	78.31	Lipik	139.40	Rijeka	154.05	Zadar	95.13
Donji Lapac	84.12	Lokve Brana	79.70	Rijeka Omisalj	117.83	Zadar Zemunik	104.51
Donji Miholjac	71.67	Lovinac	24.15	Rovinj	80.31	Zavižan	61.05
Drniš	67.37	Ludbreg	85.76	Samobor	86.98	Zelina	127.01
Dub. Čilipi	60.86	Makarska	122.18	Senj	92.38	Zagreb Grič	116.61
Dubrovnik	114.95	Mali Lošinj	124.15	Šestanovac	56.06	Zagreb Maksimir	122.03
Gospić	113.68	Malinska	199.94	Šibenik	69.94	Zagreb Pleso	100.11
Goveđari	112.67	Našice	41.66	Silba	88.40	Zagreb Rim	85.95
Gračac	60.07	Nova Gradiška	35.02	Sinj	61.33	Stružec	88.75
Gradište	81.98	Novi Marof	147.45	Sisak	96.09	Županja	60.16
Hvar	72.79	Novigrad Dalmatinski	128.09	Slatina	40.52	Zvečevo	112.29
Ilok	76.57	Novska	82.75	Slavonski Brod	98.71	Vrh Učke	174.11