



Hrvatsko agrometeorološko društvo

ZBORNIK RADOVA

**2. agrometeorološka radionica
AGROMETEOROLOGIJA
U SLUŽBI KORISNIKA**

**Zaštita okoliša
i poljoprivreda**

Dubrovnik, 22. ožujka 2014.

Hrvatsko agrometeorološko društvo

ZBORNIK RADOVA
2. agrometeorološka radionica
AGROMETEOROLOGIJA U SLUŽBI KORISNIKA
Zaštita okoliša i poljoprivreda



Dubrovnik, 2014.

Pokrovitelj

Dubrovačko-neretvanska županija

Suorganizatori

Grad Dubrovnik

Geofizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Državni hidrometeorološki zavod

Javna ustanova za upravljanje zaštićenim prirodnim vrijednostima na području DNŽ

Sveučilište u Dubrovniku

Zajednica maslinara i uljara Dubrovačko-neretvanske županije

Savjetodavna služba

Udruga maslinara Dubrovnika

Općina Orebić

Općina Dubrovačko Primorje

Općina Ston

Novčana potpora – Natječaj zaštita okoliša i prirode



Grad
Dubrovnik
City of
Dubrovnik

Grad Dubrovnik

Donatori

Geofizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Dubrovačko-neretvanska županija

Turistička zajednica Grada Dubrovnika

Općina Orebić

Općina Ston

Općina Dubrovačko Primorje

Glavna urednica

dr. sc. Višnja Vučetić

Tehnička urednica

Vesna Đuričić, dipl. ing. fiz.

Predsjednica Organizacijskog odbora

Marijana Miljas, mag. ing. silv.

Zamjenica predsjednice Organizacijskog odbora

Vesna Đuričić, dipl. ing. fiz.

Članovi Organizacijskog odbora

Jelena Ferina, dipl. ing. fiz.

Ivana Tomašević, dipl. ing. fiz.

Ivana Gašparović, mag. ing. prosp. arch.

Petra Jakovčić, mag. ing. fiz.

Ivo Đuračić, mag. ing. silv.

Lovro Kalin, dipl. ing. fiz.

Tomislav Bašić, dipl. ing. fiz.

Tea Blažević, dipl. ing. fiz.

PROSLOV

Danas je strateško pitanje svake zemlje kako osigurati dovoljno hrane, i to kvalitetne, za prehranu svog stanovništva. Veliki je nerazmjer između razvijenih i nerazvijenih država. Zbog katastrofalnih suša i klimatskih promjena lokalno stanovništvo u nerazvijenim zemljama nije više u mogućnosti proizvesti hranu za sebe već je prisiljeno tražiti utočišta u drugim zemljama. Naša područja spadaju u ugrožena područja, osobito jadransko područje i istočna Hrvatska, s obzirom na klimatske promjene, na učestalije ekstremne vremenske i klimatske nepogode i prirodne katastrofe te je potrebno donijeti i strateške planove za ublažavanje njihovih posljedica u poljoprivredi. Iz svega toga slijedi da je izuzetno važno poznavanje agroklimatskih prilika u Hrvatskoj posebice posljednja tri desetljeća kada je došlo do znatnijih promjena. Stoga se razvoj moderne poljoprivrede ne može više zamisliti bez primjene najnovijih rezultata agrometeoroloških i agroklimatskih istraživanja. Za unapređenje održivog sustava poljoprivredne proizvodnje neophodna su agrometeorološka istraživanja koja će poslužiti kao podloga agronomskim stručnjacima, ali i donositeljima političkih odluka u izradi strateških planova. Poljoprivredna proizvodnja se ne bi smjela prepuštati slučaju već bi ju trebalo strogo planirati. Sva ta agrometeorološka saznanja i informacije nužno je približiti i prikazati ne samo znanstvenicima i stručnjacima, nego i neposrednim korisnicima, poljoprivrednicima i svima onima kojima agrometeorologija može pomoći u proizvodnji hrane.

Upravo iz tog razloga Hrvatsko agrometeorološko društvo (HAgMD) je pokrenulo projekt *Agrometeorologija u službi korisnika*. U okviru tog projekta organizirana je u Zagrebu 14. studenog 2013. 1. agrometeorološka radionica *Klimatske promjene i poljoprivreda*, koja je bila namijenjena agronomima Poljoprivredne savjetodavne službe. Ohrabreni pozitivnim odzivom te radionice prihvatili smo se organizacije 2. agrometeorološke radionice *Zaštita okoliša i poljoprivreda* u Dubrovniku 22. ožujka 2014. Dubrovačko-neretvanska županija je pokrovitelj, a najveću novčanu potporu dao je Grad Dubrovnik u okviru natječaja Zaštita okoliša i prirode na čemu smo im posebno zahvalni. Bez vrijednih suorganizatora i donatora ne bismo bili u mogućnosti organizirati radionicu jer svako nam je pomogao na svoj način.

Cilj radionice je očuvati bavljenje poljoprivredom u područjima s ograničenim uvjetima gospodarenja kako bi se zaštitile prirodne posebnosti, krajobraz, staništa posebnih biljaka i životinja, očuvao okoliš i mikroklima, zaustavio trend depopulacije, održalo ruralno područje, ali i potaknuo njegov daljnji razvoj, osobito pomoću razvoja turizma na područjima koja imaju prirodna i kulturna naslijeđa. Predavanja s temama klimatskih promjena, ekstremnih vremenskih prilika i poljoprivredna proizvodnja usmjerena su na maslinare, vinogradare i vinare, koji su najzastupljeniji u poljoprivredi Dubrovačko-neretvanske županije, te agronome, posebice Savjetodavne službe, koji su svakodnevno u kontaktu s poljoprivrednicima. Osigurali smo i predavanja stručnjaka iz inozemstva, jer uoči naših radionica organiziramo u Dubrovniku i sastanak EU projekta: COST Action ES 1106 *Procjena upotrebe i razmjena vode u europskoj poljoprivredi pod utjecajem klimatskih promjena*.

Ovo je tek početak ostvarenja programa popularizacije agrometeorologije koji se širi na sve veći broj korisnika, od učenika i studenata, agronoma, šumara, poljoprivrednika, vatrogasaca do novinara i donositelja političkih odluka. Ovim se projektom potiče veća pokretljivost znanstvenika i stručnjaka prema gospodarstvu i akademskom poduzetništvu. Odgovornim pristupanjem svakog predavača, koji, po međunarodnim standardima, prezentira najnovije rezultate agrometeoroloških istraživanja kod nas, zadovoljava se i kriterij izvrsnosti. Projekt odiše entuzijazmom, volonterstvom i iskustvom, jer su predavači iz HAgMD ugledni sveučilišni profesori i znanstvenici, ali i mladošću, jer mladi stručnjaci žele naći svoje mjesto u agrometeorologiji. U svakom slučaju nalazimo se pred izazovom da pokrenemo nešto kvalitetno za dobrobit Dubrovačko-neretvanske županije, ali i Hrvatske.

dr. sc. Višnja Vučetić
predsjednica HAgMD

PROGRAM 2. AGROMETEOROLOŠKE RADIONICE

AGROMETEOROLOGIJA U SLUŽBI KORISNIKA

Zaštita okoliša i poljoprivreda

Dubrovnik, 22. ožujka 2014.

Sati	Teme predavanja	Predavači	Ustanova u kojoj radi predavač
8.30	Otvaranje – voditeljica Ivana Tomašević, dipl. ing.		
9.00	Utjecaj klimatskih promjena na poljoprivrednu proizvodnju	dr. sc. Višnja Vučetić	Državni hidrometeorološki zavod
9.30	Pauza za kavu		
10.00	Evapotranspiracija i suša u Turskoj (prijevod s engleskog)	prof. dr.sc. Levent Saylan	Fakultet aeronautike i astronautike, Tehničko Sveučilište u Istanbulu
10.30	Agrometeorološka mjerenja	mr. sc. Dražen Kaučić	Državni hidrometeorološki zavod
10.50	Agrometeorološka prognoza za potrebe poljoprivrede	Marko Vučetić, dipl. ing.	Državni hidrometeorološki zavod
11.10	Rasprava – voditeljica dr. sc. Višnja Vučetić		
11.25	Pauza		
11.40	Definiranje ugroženih područja za potrebe poljoprivrede na otoku Korčuli	dr. sc. Maja Žuvela-Aloise Boris Mifka, dipl. ing.	Austrijski zavod za meteorologiju i geomagnetizam, Beč
12.10	Analiza temperaturnih suma	Tea Blažević, dipl. ing.	RTL TV
12.30	Klimatske varijacije ekstremnih temperatura tla	Petra Jakovčić, mag.	Državni hidrometeorološki zavod
12.50	Opažene promjene sušnih razdoblja u Hrvatskoj	mr. sc. Ksenija Cindrić	Državni hidrometeorološki zavod
13:10	Osnovne karakteristike tuče u Hrvatskoj i mjere zaštite od tuče	dr. sc. Damir Počakal	Državni hidrometeorološki zavod
13.30	Rasprava – voditeljica dr. sc. Maja Žuvela-Aloise		
13.45	Pauza za ručak		
15.00	Utjecaj navodnjavanja na prirodu i kvalitetu maslina	dr. sc. Željko Prgomet	Veleučilište u Rijeci, Poljoprivredni odjel Poreč
15.30	Utjecaj ekstremnih klimatskih čimbenika na ishranu bilja	prof. dr. sc. Tomislav Ćosić dr. sc. Tomislav Karažija	Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
15.50	Prilagodba na klimatske promjene i ublažavanje njezinih posljedica u poljoprivredi	prof. dr. sc. Milan Mesić dr. sc. Ivana Šestak	Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
16.10	Utjecaj lokacije maslinika na fizičke karakteristike ploda tijekom dozrijevanja i na kvalitetu ulja sorte leccino	mr. sc. Stanislav Štambuk	Poljoprivredna savjetodavna služba, Hvar
16.30	Rasprava – voditelj dr. sc. Željko Prgomet		
16.45	Zaključne napomene – voditeljica dr. sc. Višnja Vučetić i izjaviteljica Petra Jakovčić, mag.		
17.00	Zatvaranje		

Utjecaj klimatskih promjena na poljoprivrednu proizvodnju

Višnja Vučetić

Državni hidrometeorološki zavod, Grič 3, 10000 Zagreb, visnja.vucetic@cirrus.dhz.hr

1. UVOD

U svakodnevnom životu susrećemo se s problematikom klimatskih promjena vezanih uz globalno zatopljenje. Znanstvenici diljem svijeta istražuju s različitih aspekata utjecaj klimatskih promjena i ekstremnih događaja na pojedine grane gospodarstva. Danas kada nedostatak vode i sve dulja sušna razdoblja s jedne strane, a poplave s druge strane, stvaraju velike gospodarske štete u poljoprivredi, važna je objektivna informiranost javnosti o utjecaju regionalnih klimatskih promjena na poljoprivrednu proizvodnju kao i pravilno gospodarenje vodom za potrebe poljoprivrede. Istraživanja u svijetu pokazuju da utjecaj budućih klimatskih promjena neće biti ujednačen za sve poljoprivredne kulture. Tako će se pojaviti neka nova područja s optimalnim uvjetima za uzgoj nekih sorata, koja to do sada nisu bila. Na drugim područjima, gdje su se tradicionalno uzgajale neke sorte, klimatski uvjeti neće više biti tako povoljni.

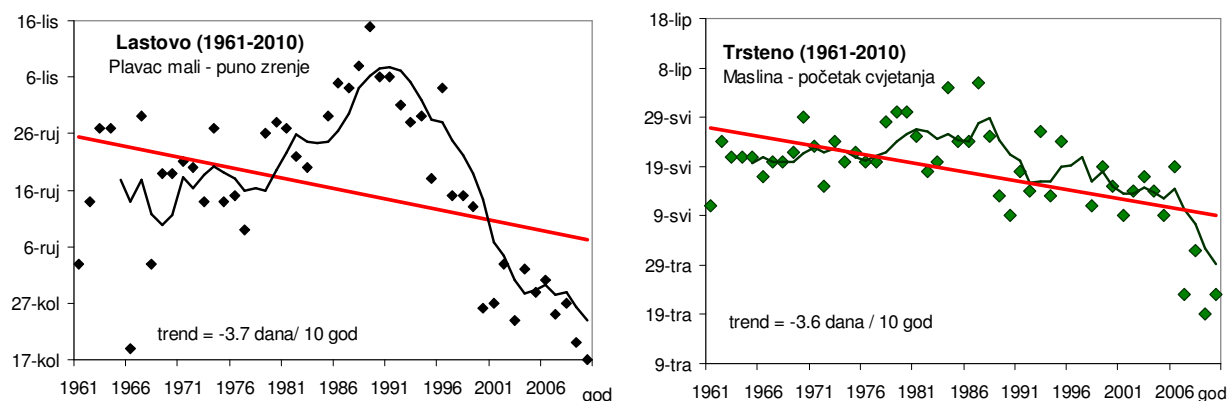
2. PODACI I METODE

U radu su korišteni meteorološki i fenološki podaci za odabrane postaje u Hrvatskoj najčešće u razdoblju 1961–2010. Za utjecaj klimatskih promjena razmatrani su linearni trendovi razvojnih faza maslina i vinove loze. Posebno su istraženi nepovoljni učinci klimatskih promjena na duljinu vegetacijskog razdoblja dozrijevanja grožđa od početka zrenja do berbe.

3. REZULTATI I ZAKLJUČNE NAPOMENE

Da bi se uz pomoć fenoloških opažanja utvrdile klimatske promjene na nekom području, pogodno je promatrati one biljke za koje postoje dugogodišnja fenološka motrenja jednog te istog feno objekta. Stoga su analizirane voćarske kulture i to one koje se kod nas tradicionalno uzgajaju: jabuka, vinova loza i maslina. Analiza utjecaja klimatskih promjena na različite sorte jabuka pokazala je u svim klimatskim zonama raniji početak listanja i cvjetanja jabuka za 2–6 dana/10 god što je posljedica toplije zime i proljeća (Krulić i Vučetić, 2011). U jesen se ne uočava tako jednoznačno kašnjenje žućenja i opadanja lišća u svim klimatskim zonama. Jesenske novije sorte jabuke (jonatan i zlatni delišes) osjetljivije su na klimatske varijacije nego starinske sorte, te je opaženo njihovo skraćivanje vegetacijskog razdoblja u unutrašnjosti Hrvatske i produljenje u gorskoj Hrvatskoj. Tendencija produljenja ukazuje na mogućnost sve povoljnijeg uzgoja jabuka u gorskoj Hrvatskoj.

Slično se događa i s ranijim početkom proljetnih fenofaza vinove loze za 2–3 dana/10 god u unutrašnjosti Hrvatske (graševina) i Istri (malvazija, Čiček, 2011). U Dalmaciji se ne opaža tako ujednačen raniji početak vegetacije plavca malog. Puno zrenje i berba pokazuju signifikantno raniji početak u kontinentalnoj Hrvatskoj i Istri dok na srednjem Jadranu raniji početak nije signifikantan. No, na pojedinim područjima Dalmacije se uočava raniji početak punog zrenja, npr. plavca malog na Lastovu (slika 1). Tako je u prosjeku došlo do skraćivanja razdoblja od početka zrenja do punog zrenja za oko tjedan dana u Dalmaciji i oko dva tjedna u kontinentalnoj Hrvatskoj (tablica 1). To potvrđuju iskustva vinogradara da se izraženije promjene u ranijem nastupu fenofaza vinove loze događaju u unutrašnjosti Hrvatske nego u Dalmaciji. Tako primjerice u ekstremno toplim godinama početkom 21. st. rane i kasne sorte dozorile su gotovo istovremeno. Posljedica toga je bila prevelika koncentracija šećera u grožđu, a time i preveliki postotak alkohola u vinu. Dakle, očekuje se da će se na postojećim vinorodnim područjima uzgajati i širi sortiment vinove loze čime bi se izgubio regionalni karakter vina.



Slika 1. Vremenski niz nastupa punog zrenja plavca malog za Lastovo (lijevo) te početka cvjetanja masline za Trsteno (desno) s pripadnim linearnim trendovima (crvena linija) i 5-godišnjim kliznim srednjacima (crna linija) u razdoblju 1961–2010.

Tablica 1. Srednja duljina trajanja (dani) zrenja graševine i plavca malog od početka do punog zrenja na postajama Daruvar i Orebić u razdobljima 1961–1990, 1971–2000. i 1981–2010.

Sorta	Postaje	Duljina trajanja zrenja grožđa (dani)		
		1961–1990.	1971–2000.	1981–2010.
Graševina	Daruvar	35	30	22
Plavac mali	Orebić	38	36	27

Cvjetanje masline je ranije 2 dana/10 god na sjevernom Jadranu, a u Dalmaciji 3 dana/10 god (slika 1). Ranije zrenje plodova masline opaža se u Dalmaciji 2 dana/10 god, ali ranija berba nije samo utjecaj vremenskih prilika već ovisi i o raspoloživim postrojenjima za preradu maslinova ulja, količini uroda koja se može u danom trenutku preraditi, te o potražnji tržišta za određenom kakvoćom ulja (Vučetić i Vučetić, 2005). Dakle, fenološka analiza na promatranim kulturama je pokazala raniji početak vegetacije u proljeće, ali ne i jednoznačno produljenje vegetacijskog razdoblja u jesen. Ti rezultati su u skladu i s opaženim izraženijim porastom srednje temperature zraka u proljeće nego u jesen.

Međutim, sve dulja sušna razdoblja kao i sve veća ugroženost od toplinskog stresa, posebice u Dalmaciji, koji se zapaža posljednjih desetljeća, upozorava maslinare i vinogradare da će biti nužno uvođenje navodnavanja u maslinike i vinograde kako bi se ublažile posljedice ekstremnih vremenskih pojava.

4. LITERATURA

Čiček, P, 2011: Utjecaj klimatskih promjena na fenološke faze vinove loze i Huglinov indeks u Hrvatskoj. Geofizički odsjek PMF, Sveučilište u Zagrebu, 64 str.

Krulić, B. i V. Vučetić, 2011: Razvojene faze i zimsko mirovanje jabuke u Hrvatskoj. *Hrvatski meteorološki časopis*, **46**, 35–43.

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

Evapotranspiration and drought in Turkey

Levent Saylan

Istanbul Technical University, Faculty of Aeronautics and Astronautics, Department of Meteorology,
34469, Maslak, Istanbul, Turkey, saylan@itu.edu.tr

1. INTRODUCTION

Located on two continents, Turkey has a total area of 78 million ha with 77 million population (36° – 42° N and 26° – 45° E), where “Europe meets Asia” (Eurasia). Geographically, European part of the country (called as the Thrace) represents 3 % of the total country area whereas 97 % of this total is in Asia and called as Anatolia (Çaldag et al., 2004) (Fig. 1). Furthermore, the country is surrounded by the Black Sea from the north, by the Aegean and Marmara Seas from the west and northwest; respectively, and by the Mediterranean Sea from the south. The mountains situated parallel to the coasts are located in the Mediterranean and Black Sea regions. In addition to these, mountains allocated in the Eastern and Southern Anatolia cause diversity in the climate of Turkey in different regions (Şensoy, 2003; Şaylan, 2004).

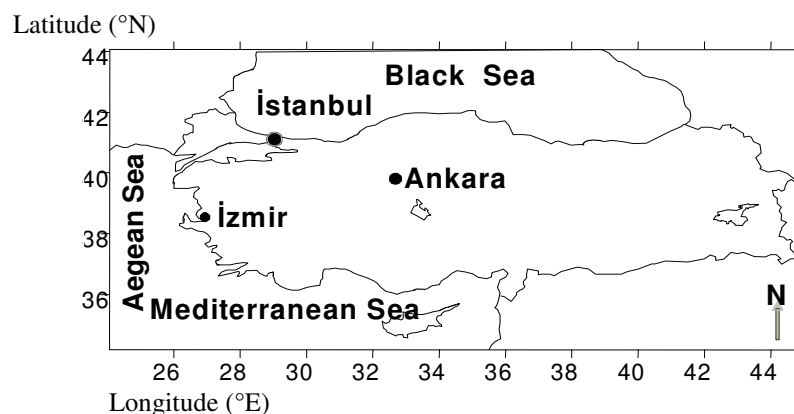


Figure 1. Map of Turkey.

2. CLIMATE OF TURKEY

Turkey is under the influences of continental and maritime air patterns. The influence of the seas is, however; limited by the dominating pressure patterns and mountain ranges so that arid and continental climatic conditions prevail over most of the country (Kadioğlu et al., 1999). In this case, different atmospheric conditions in Turkey can occur at the same time, depending on the geographic location. Long term average (1971–2013) precipitation and temperature rates of Turkey are about 646 mm and about 13°C , respectively (MGM, 2014). Another characteristic of the country's climate is the fact that the greatest amount of the rain falls usually during winter and spring seasons, while summer rainfall is very limited. Due to the increasing temperature and evapotranspiration, water demands of crops are very high during summer season and drought stress occurs by rainfed agriculture. Climatologically, the coasts of the Mediterranean and Aegean regions have mild climate with cool and rainy winters but dry and hot summers. In contrast, the Black Sea coast receives the greatest amount of rainfall and is rainy in all seasons. The driest region in Turkey, however, is the central Anatolia and is followed by southeast Anatolia, where annual total rainfall is less than 300 mm (MGM, 2014; Şensoy, 2003). Therefore, this region is under common influences of semiarid continental climatic conditions. In spite of the dry conditions in central Anatolia, most important part of cereal production is received from this region. Long term average temperature in South-Eastern Anatolia is about 16°C , while 11°C and 9°C are prevailing in central Anatolia and Eastern regions, successively (Kömüşçü, 1998). Nevertheless, there are mild climate conditions in the Mediterranean and Aegean regions with long term annual temperatures of approx. 17°C and 15°C , respectively.

Generally, Turkey can be defined as a semi arid land except its Eastern Black Sea Region, in which water is a main limiting and driving factor for agricultural production like in other arid and semi arid regions of the world.

3. AGRICULTURE OF TURKEY

Turkey's arable land area is approximately 28 million ha except the allocated portion for permanent meadows and pastures. 8.5 million ha arable land is considered as technically and economically irrigable area (Bayazit and Avcı, 1997). In year 2013, it has been reported that an area of only about 5.5 million ha could be irrigated. 74 % of the estimated total water withdrawal has been used for irrigation. Agricultural production in Turkey is generally based on wheat, barley, maize, cotton, sugar beet, tobacco, sunflower, other oilseeds, tea, olives, nuts, fig, apricot, potatoes, grape, and other fruits and vegetables. Additionally, livestock consist of sheep, cattle and poultry (Şaylan, 2004).

Climatic and geographic characteristics of the country permit different types of crops to be grown at the same time in different locations. This is an important advantage of Turkey's agriculture. By these means, hazelnut, tea and maize in Black sea region; vegetables, fruits (such as citrus, orange, olive) in the Mediterranean and Aegean; some industrial crops (cotton) in the Mediterranean, Aegean and Southeast Anatolia regions can be grown. By the way, most of the total sunflower production of Turkey comes from northwestern Turkey (Thrace Region) while most of the olive production is subsided in the western Mediterranean area together with the Aegean, Marmara and South-Eastern Anatolia regions. Also olive is widely produced in those regions so that Turkey became one of the 4th largest olive producers in the world. Furthermore, most of the tobacco production is carried out in the Aegean Region. Cotton, which is one of the most important crops for Turkey's export and textile industry, is produced in the South east, Mediterranean and Aegean regions (ECDGA, 2003).

In 2013, about 5.5 million ha area has been developed by the public sector and state organizations for irrigation in Turkey. Surface irrigation has been applied in most part of the total irrigated areas. Drip irrigation system mostly is in use in the Mediterranean region. The government has some efforts to support the farmers for increasing the usage of drip irrigation.

4. AGRICULTURAL METEOROLOGY

Agriculture works up like a factory without roof and is very sensitive to changes in atmospheric conditions. Agriculture is still the most important sector and plays an essential role in Turkish economy; depending on atmospheric conditions. It is well known that changing atmospheric conditions can cause risks on agricultural production. Generally, Turkey's climate enables farmers grow their crops in a large growing season under semi-arid conditions. In fact, the level of agricultural production is related to the amount and distribution of precipitation, which can cause fluctuations in Turkey's production. In this connection, higher temperatures will result in increasing meteorological-, hydrological- and agricultural drought risks, evapotranspiration and irrigation demands. From the agrometeorological viewpoint, Turkey's agricultural production problems can be divided in several categories. First, the precipitation amount and distribution are not generally adequate. Total precipitation amount is high in the Black Sea region, whereas water demand problem exists in central Anatolia. Second, evapotranspiration rates are higher in central Anatolia, Mediterranean, Southeast Anatolia, Aegean and Marmara regions. Insufficient rainfall with high evapotranspiration and great temperature differences between day and night due to the continental climate limit and affect the growth of crops. Therefore, water deficiency in the root zone has to be completed by irrigation for optimum crop growth. Finally, climate change related to the air pollution is another problem and causes drought and hence, restrict the quality and quantity of crop yield (Şaylan, 2004). According to Şaylan et al., (2003), most severe droughts for northwest Turkey among the last approximately 70 years occurred during 2000 and 2001 (Çaldağ et al., 2004).

According to models, additionally; water scarcity will increase in Turkey's latitudes. For this reason, water in Turkey will be more important in the future than today. In this case; variations, monitoring and early warning about the water balance components such as precipitation, evapotranspiration, soil water content etc. will be more important in the near future. General Directorate of Turkish State Meteorological Service (MGM) with a nationwide observation network as an only legal organization provides all meteorological information for users and it is responsible for measurement, observation and record of meteorological variables (Ceylan, 2003). Monthly agricultural situation reports prepared for farmers are available on the related web site. Agricultural Meteorology section in the MGM provides periodical information such as drought conditions, extreme weather events, agricultural situation and activities, precipitation,

temperature, frost prediction, and other meteorological variables for the users. In some part of MGM's AWOS's, evaporation is measured by evaporation pan and other necessary meteorological variables are measured in order to calculate evapotranspiration ratios of the crops. MGM also measures soil water content using sensors in some part of these AWOS's. In addition to MGM, some hydrometeorological variables have been measured by General Directorate of State Hydraulic Works (DSI), which is responsible for the planning, design, construction and operation of water projects (Bayazit and Avci, 1997). In addition to these, some state agencies depending on the Ministry of Food, Agriculture and Livestock (MFAL) are measuring and collecting meteorological data for the agricultural and hydrological purposes, too. MFAL is also responsible for all corresponding research and policies on agriculture. Some organizations under MFAL are collecting the desired agricultural and meteorological information. In order to analyze the status of crops (yield, production, quality, drought impacts etc.), there are some subject oriented research institutes for special topics under the organization of MFAL. For example, olive research stations in Izmir and Hatay cities, fig research station in Aydın, cotton research station for cotton Nazilli, Aydın, viticulture research stations in Manisa (Aegean region) and Tekirdağ cities (in Marmara region) are working especially on these crops and their interactions between soil, weather and environmental problems.

In recent years, studies on agricultural meteorology in the department of meteorology and in the related state organizations have been focused on the drought analysis of the country by using some drought indices. Concordantly, a research institute for drought and desertification studies has been built in central Anatolia region by MFAL.

Reference evapotranspiration (ET_0) in Turkey varies between 285 and 1200 mm depending on region. In the Black Sea region, ET_0 is lowest whereas it is maximum in the Aegean, Mediterranean, South Eastern Anatolian regions. In this connection, maximum total evaporation is measured in the South Eastern Anatolian region with a total value of 2200 mm between May and October. Hence, water deficit between precipitation and evapotranspiration should be supplied by artificial ways such as irrigation for the sustainability of agriculture (MGM, 2014).

Olive plantation area of Turkey was totally 805.000 ha in 2012. As mentioned, Turkey is world's 4th highest olive producer after Spain, Italy and Greece with a production of 1,820.000 tons. Approximately 400.000 Turkish families are working for olive and olive oil production. According to the FAO data for 2012, Turkey is also the 6th highest grape producer in the world with a total grape production of about 4,276.000 tons in an area of 462.000 ha (FAO, 2014). Aşık et al. (2010) has studied on the influences of different irrigation amounts using drip irrigation on olive production in the Aegean region (Aşık et al, 2010).

5. CONCLUSION

Fluctuations in the agricultural production are mainly controlled by meteorological factors. In this connection, agrometeorological information have an essential role for the farmers. For this reason, agrometeorological data are necessary where the crops are actually growing. Data should be collected in situ and on time and according to the agrometeorological requirements, the interpreted meteorological information should be transferred to the farmers for their location as quickly and clear as possible. As suggested by Murphy and Holden (2002), education and training on the meteorology and agricultural meteorological information, on the other hand; is a clear need for the users to increase the information efficiency. In addition to these, the applied research activities should be concentrated on the actual agricultural problems such as the effects of climate change on agriculture like drought, irrigation water requirement, impacts on quantity and quality etc. Water requirement of crops and trees should be measured using direct methods and necessary coefficients for commonly used evapotranspiration equations should be estimated for each crop for every specific country. In order to supply the abovementioned information, it will be necessary to develop the measuring systems, the type of the recorded and observed data and then support the research by agrometeorological studies based especially on the experiments in the field (Şaylan, 2004).

6. REFERENCES

Aşık, Ş., G. Çamoğlu, E. Akkuzu, Ü. Kaya, M. Şahin, 2010: The effects of different irrigation levels on the vegetative growth and yield of olive (*Olea europaea* L., Memecik). *Journal of Agricultural Science* (in Turkish), **3**, 33–39.

Bayazit, M. and I. Avcı, 1997: Water resources of Turkey: Potential, Planning, Development and Management. *Water Resources Development*, **13**, 443–452.

Çaldağ, B. and L. Şaylan, 2004: Sensitivity analysis of the CERES-Wheat model for variations in CO₂ and meteorological factors in northwest of Turkey. *Int. Environ. and Pollut.* (in press).

Çaldağ, B., L. Şaylan, H. Toros, S. Sırdaş and F. Bakanoğulları, 2004: Drought Analysis in the Northwest Part of Turkey. Agro-environment 2004 Symposium, Udine, Italy, 24–27. October 2004 (Presentation).

Ceylan, A., 2003: Country Report for Clips.

In http://www.wmo.ch/web/wcp/clips2001/html/FP_reports_2003

MGM, 2014: In <http://www.meteor.gov.tr/>

ECDGA, 2003: European Commission Directorate-General for Agriculture, Agricultural Situation in the Candidate Countries. *Country Report Turkey*, prepared by S. Perachino and A. Veidal, In <http://europa.eu.int/comm/agriculture/external/enlarge/publi/countryrep>.

FAO, 2014: In <http://faostat.fao.org>

Kadioğlu, M., N. Öztürk, H. Erdun and Z. Şen, 1999: On the precipitation climatology of Turkey by Harmonic analysis. *Int. J. Climatology*, **19**, 1717–1728.

Kömüşçü, A. U., 1998: An analysis of the fluctuations in the long-term annual mean air temperature data of Turkey. *Int. J. Climatology*, **18**, 199–213.

Murphy, G. and N.M. Holden, 2002: Agrometeorological needs review and analysis for Ireland. *AGMET Group Report 2001*, 1–53.

Saylan, L., 2004: Agricultural meteorology of Turkey: Analysis and Evaluation. *Agricultural Meteorology of Chugoku and Shikoku*, No **17**, Report of the Chugoku-Shikoku Chapter of the Society of Agricultural Meteorology of Japan, November 2004. Tottori, Japan, 96–102.

Şaylan, L., O. Şen, M. Kadioğlu, K. Koçak, H. Toros, B. Çaldağ, F. Bakanoğulları, F. Avsar and M.A. Gurbuz, 2003: The Analysis of drought and the regime of precipitation and the chemical composition of rainwater in Thrace region/Turkey. *Project Report of Istanbul Technical University Research-Development Foundation*.

Şensoy, S. 2003: Climate of Turkey. ETCCDMI-1st Session, Norwich, UK, 24–26 Nov. 2003.

Agrometeorološka mjerenja

Dražen Kaučić

Državni hidrometeorološki zavod, Grič 3, 10000 Zagreb, drazen.kaucic@cirrus.dhz.hr

1. UVOD

Agrometeorološka mjerenja prvi su korak do spoznaja o utjecaju vremena i klime na rast i razvoj poljoprivrednih kultura. S obzirom na raznolik habitus poljoprivrednih kultura, mjerenja imaju svoje specifičnosti. No, zajedničko svima je što sadrže mjerenja osnovnih meteoroloških elemenata: temperature zraka, relativne vlage zraka, količine oborine, trajanja sijanja Sunca i temperature tla.

Posljednjih smo godina svjedoci sve veće zainteresiranosti poljodjelaca za praćenjem vremena, pa od tuda i velika ponuda brojnih agrometeoroloških postaja raznih proizvođača iz inozemstva, ali i iz Hrvatske. Cijene postaja su različite, pa se kupac vrlo teško odlučuje ne samo za proizvođača, nego i za konfiguraciju postaje. Upravo zato, cilj rada je ukazati na neke karakteristike agrometeoroloških mjerenja, koja su se unatrag nekoliko godina obavljala u Državnom hidrometeorološkom zavodu, odnosno u Agrometeorološkom odjelu.

2. AGROMETEOROLOŠKA MJERENJA

2.1 Osnove meteoroloških i agrometeoroloških mjerenja

Agrometeorološka mjerenja mogu se obavljati klasičnim meteorološkim instrumentima kao što su: termometri, termografi, higrografi, ombrografi, kišomjeri, heliografi, anemometri i evaporimetri. No, mjerenja mogu biti i automatska pomoću osjetnika (senzora). Osnovno pravilo i za klasična i za automatska mjerenja je da budu točna, a to znači da svi instrumenti prije upotrebe moraju biti umjereni u za to ovlaštenim laboratorijima. I jedna i druga mjerenja imaju svoje prednosti i nedostatke. Prednosti mjerenja klasičnim instrumentima je što su instrumenti relativno jeftini, a mjerenja sigurna i jednostavna. Nedostatak tih mjerenja je što je za njih potrebno prisustvo osobe, tj. motritelja koji svakodnevno mora obavljati mjerenja u zadanim vremenskim terminima. Prednost automatskih mjerenja je što nije potrebna prisutnost motritelja, relativno je laka montaža i demontaža instrumenata, a izmjerene vrijednosti vrlo brzo dolaze do krajnjeg korisnika. Nedostatak ovih mjerenja je prvenstveno još uvijek relativno visoka cijena senzora i pratećih jedinica namijenjenih pohranjivanju i distribuciji podataka. Ova mjerenja u slučaju kvarova traže brzu i pravovremenu intervenciju za to osposobljene osobe, a to katkada u slučaju većih udaljenosti znači i gubitak mjerenja, odnosno očekivanih meteoroloških podataka.

Agrometeorološka mjerenja u odnosu na klimatološka obiluju specifičnostima, pa ako već u početku mjerenja nisu zadovoljeni uvjeti za ostvarenje ciljeva, ona ne donose očekivane rezultate. Specifičnosti mjerenja odnose se na mjerenja tijekom:

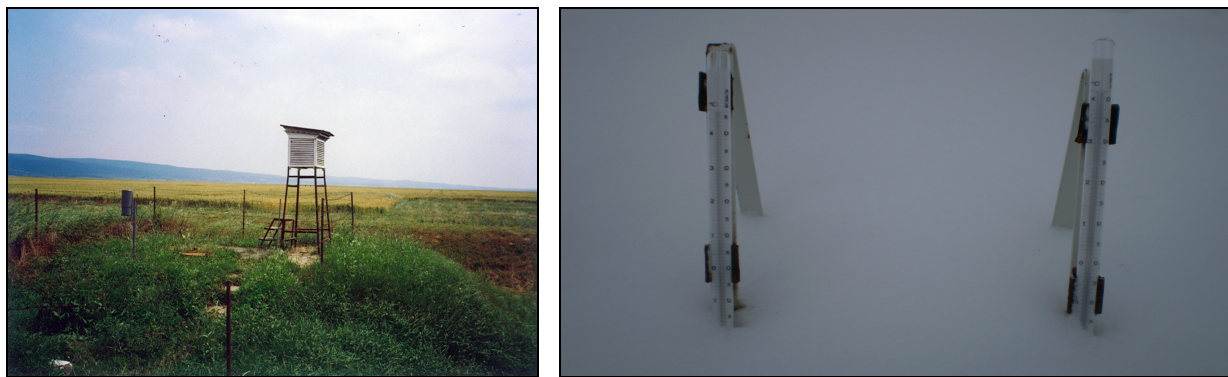
- sjetve
- sadnje
- pojave fenofaza rasta i razvoja poljoprivrednih kultura
- razdoblja kad su kulture najosjetljivije prema minimalnim i maksimalnim temperaturama zraka
- razdoblja kad su kulture najosjetljivije na manjak ili višak potrebne količine vode u tlu.

Neosporno je da lokalitet mjerenja mora biti reprezentativan za mikroklimu unutar nasada. Zbog poznavanja klime šireg područja uzgajanih kultura u kojima se obavljaju mjerenja u nasadima, poželjno je mjerenja uskladiti s mjerenjima na glavnim ili običnim meteorološkim postajama koje su u nadležnosti Državnog hidrometeorološkog zavoda.

2.2 Primjena u praksi

2.2.1 Agrometeorološka mjerenja unutar ratarskih i povrtlarskih kultura

Temperaturu zraka dovoljno je mjeriti na 5 i 200 cm od tla. Posebno su važni podaci mjerenja minimalne temperature zraka na 5 cm od tla čime se dobiva informacija o spuštanju temperature zraka ispod točke smrzavanja. Temperature zraka mjerene na 200 cm (slika 1) koriste se pri izračunavanju temperaturnih suma, odnosno akumulacije topline tijekom vegetacije.



Slika 1. Agrometeorološka postaja za potrebe ratarstva (lijevo) i mjerenje temperature tla tijekom zime (desno).

Tijekom sjetve, ali i prezimljavanja ozimih ratarskih kultura potrebno je mjeriti temperature tla na 2 i 5 cm dubine (slika 1). Mjerenja se obavljaju na golom tlu, tj tlu na kojem nema vegetacije. Na postajama s koljenastim živinim termometrima termini mjerenja su u 7, 14 i 21 h.

Mjerenja temperature zraka kod ozimih ratarskih kultura su potrebna već tijekom jarovizacije, odnosno tijekom zime. Mjerenje minimalne temperatura zraka na 5 cm iznad tla pomaže u otkrivanju pojave golomrazice. Tijekom trajanja golomrazice tlo se smrzava, a zatim odmrzava pri čemu se korjenov sustav odvaja od tla. Kako biljka u takvim uvjetima ne može uzimati potrebna hranjiva i vodu, ona propada. Štete na ozimim usjevima nastaju i zbog pojave ledene kore koja može biti viseća ili ležeća, a i ona je posljedica negativne vrijednosti minimalne temperature zraka na 5 cm od tla, uz uvjet da su usjevi prekriveni vodom.

Isto tako su važne vrijednosti minimalne temperature tla na 5 cm dubine pri kojima sjeme nekih povrtlarskih kultura počinje nicati. Primjerice, prema Rierhuizen (1974) minimalna temperatura tla na 5 cm dubine potrebna za nicanje špinata je 5.0 °C, graška 9.0 °C, a peršina 13.0 °C.

Količina oborine se mjeri jednom dnevno (u 7 h) iz koje se procjenjuje sadržaj vode u tlu, da bi se ustanovio višak ili manjak vode potrebne sjemenu za uspješno klijanje i nicanje. Preporuka je da mjerenja količine oborine počinju već tijekom pripreme tla za sjetvu ratarskih kultura. Kako navodi Martinić (1997) forsiranje pripreme tla i sjetva pri višku oborine osobito se štetno odražava na urod.

2.2.2 Agrometeorološka mjerenja unutar nasada voćaka i vinove loze

Mjerenje minimalne temperature zraka unutar nasada voćaka potrebno je početi već nakon berbe. Naime, prema Hadroviću (1997) osjetljivost pupova bresaka na stradanje od niske temperature zraka najveća je na kraju jeseni, odnosno kad breskve uđu u fazu mirovanja. Mjerenja minimalne temperature zraka moraju se obavljati i tijekom zime. Provedena istraživanja spomenutog autora dokazala su da svi cvjetni pupovi bresaka stradavaju pri temperaturi zraka od -25.0 °C. Međutim, prema Miljkoviću (1991) tijekom zime kad je minimalna temperatura zraka samo 90 minuta na -17.0 °C stradava 98 % cvjetnih pupova bresaka. Naglasak na mjerenja temperature zraka na 50 i 100 cm od tla unutar voćnjaka pa i vinograda, interesantan je tijekom travnja i svibnja kad dolazi do pojave advektivnog ili radijacijskog mraza. U tablici 1. osjetljivost na niske temperature zraka pokazuje kako su voćke najosjetljivije u fazi zametnutih mladih plodova.

Tablica 1. Osjetljivost na niske temperature zraka (Otošec, 1980).

Voćke	Puna cvatnja	Mladi zametnuti plodovi
Jabuka	2.2 °C	1.7 °C
Kruška	2.2 °C	1.1 °C
Breskva	2.7 °C	1.1 °C
Šljiva	2.2 °C	1.1 °C
Orah	1.1 °C	1.1 °C

Tijekom sadnje loznih cjepova vinogradare zanima temperatura tla na 20 cm dubine (slika 2). Njena srednja vrijednost mora biti jednaka ili veća od 10 °C, što je prvi preduvjet ne samo probijanja pupova kroz voštanu ovojnica, nego i početka kolanja sokova iz generativnih u vegetativni dio biljke.



Slika 2. Mjerenje temperature tla nakon sadnje loznih cjepova (ljevo) i mjerenje količine oborine u vinogradu (desno).

Tijekom vegetacije vinove loze potrebna su i mjerenja oborine (slika 2), te relativne vlažnosti zraka na 50 i 100 cm iznad tla. Poznato je da pojava i širenja biljnih bolesti i štetnika ovisi o relativnoj vlažnosti zraka i količini oborine.

2.2.3 Specijalna agrometeorološka mjerenja

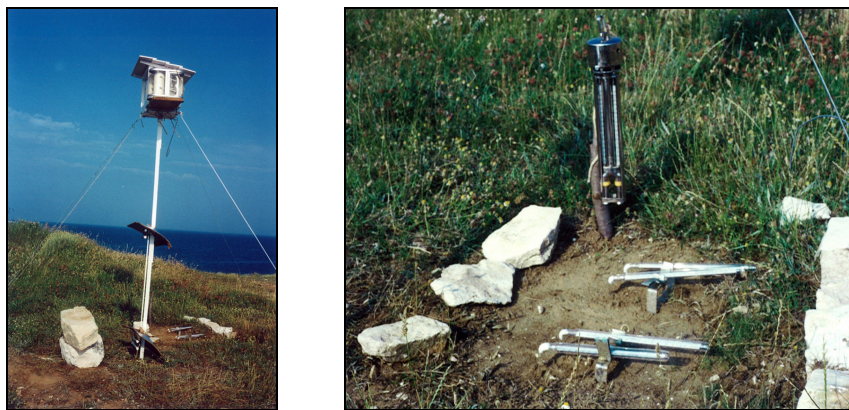
2.2.3.1 Mjerenja na otvorenom prostoru

Agrometeorološka mjerenja mogu biti i specijalna, a to znači da se obavljaju s točno definiranim ciljem. Jedna vrsta takvih mjerenja provodila se tijekom veljače i lipnja 1997. god. na rtu Kamenjak. Cilj je bio utvrditi specifičnosti mikroklimatološke staništa nekih biljnih zajednica. Kako su mjerenja bila učestala, a mjesto Premantura udaljeno od lokaliteta postavljenih instrumenata, unutar kruga mjerenja podignut je logor namijenjen boravku osoblja s pripadajućom opremom (slika 3).



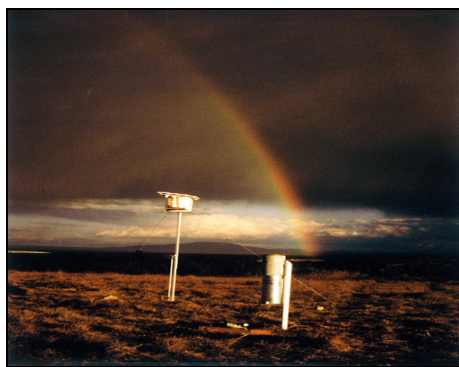
Slika 3. Mjerenja na rtu Kamenjak

Obavljala su se mjerenja temperature i relativne vlažnosti zraka na više razina i temperature tla na 5 i 20 cm dubine (slika 4). Količina oborine je mjerena kišomjerom. Za mjerenje dnevnog hoda temperature i relativne vlažnosti zraka na 200 cm od tla korišten je termohigrograf. Smjer i brzina vjetera mjereni su ručnim anemometrom. Mjerenja su trajala 7 dana, a rezultati su bili dio izvješća projekta geobotaničkih istraživanja spomenutog rta. Nositelj projekta bio je Zavod za botaniku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.



Slika 4. Mjerenje temperature zraka na 5, 100 i 200 cm iznad tla (lijevo) i mjerenje temperature zraka, tla te relativne vlažnosti zraka (desno)

Tijekom boravka na rtu Kamenjak pratile su se i meteorološke pojave. Slika duge (slika 5) iznad meteoroloških instrumenata jedna je od zabilježenih pojava koja nas i danas podsjeća na cjelodnevni, a i noćni boravak uz meteorološke instrumente na tru Kamenjak.



Slika 5. Pojava duge tijekom mjerenja na rtu Kamenjak

2.2.3.2 Mjerenja u zatvorenom prostoru

Jedna vrsta specijalnih mjerenja odnosi se i na mjerenja u stajama (slika 6). Tijekom ožujka i svibnja 1986. na zahtjev Instituta za mehanizaciju, tehnologiju i graditeljstvo u poljoprivredi Fakulteta poljoprivrednih znanosti, današnjeg Agronomskog fakulteta u Zagrebu obavljeno je mjerenje mikroklimе staja za tov junadi PPK „Kutjevo“.



Slika 6. Mjerenja u stajama za tov junadi

Trebalo je utvrditi učestalost oboljenja teladi od Broncho pneumonije. Osim temperature i relativne vlažnosti zraka mjereno je strujanje zraka na prozorima i otvorima za ventilaciju, te koncentracija ugljičnog dioksida, amonijaka i sumporovodika. Mjerenja su se obavljala od 0–24 sata svaka 3 sata u trajanju od 7 dana. Tijekom provedenih mjerenja utvrđene su visoke vrijednosti temperature i relativne vlažnosti zraka u zoni boksova s junadi. Koncentracija ugljičnog dioksida također je bila vrlo visoka. Uzrok neadekvatne mikroklimе staja bio je nepravilno izveden rešetkasti pod, termička izolacija krova, te veličina prozora.

3. ZAKLJUČAK

Svjesni već utvrđenih klimatskih promjena i na području Hrvatske, potreba kontinuiranih mjerenja meteoroloških elemenata u neposrednoj blizini poljoprivrednih kultura iz dana u dan sve je veća. Agrometeorološka mjerenja moraju se obavljati ispravno, tj. prethodno umjerenim instrumentima, moraju se poštovati pravila definirana od Svjetske meteorološke organizacije, te mjerenja moraju zadovoljavati osnovne principe reprezentativnosti mikroklimе poljoprivrednih kultura.

Težeći potpunoj automatiziranosti agrometeoroloških postaja, ne smiju se događati eventualne pogreške vezane na kontinuitet mjerenja. Svaki gubitak i jednog zadanog mjerenja, neovisno o uzroku, je nenadoknadiv. Upravo zato, samo savjesnim pristupom takvim mjerenjima od strane proizvođača automatskih agrometeoroloških postaja, pogreške su minimalne. No, u uvjetima ograničenih novčanih sredstava, agrometeorološka mjerenja klasičnim meteorološkim instrumentima još uvijek bi morala naći svoju primjenu.

4. LITERATURA

Hadrović, A. i I. Miljković, 1997: Prilog istraživanju osjetljivosti cvjetnih pupova sorti bresaka i nektarina na niske zimske temperature. *Gospodarski list*, Zagreb, 445–455.

Martinić-Jerčić, M. Barić, H. Šarčević, 1997: Sorte ozime pšenice u Hrvatskoj za optimalne i prihvatljive rokove sjetve. *Agronomski glasnik*, Zagreb, 495–507.

Miljković, I. 1991: Suvremeno voćarstvo. Znanje, Zagreb, 1–547.

Otorepec, S. 1980: Agrometeorologija. Nolit, Beograd.

Rierhuizen, J. F. and W.A. Wagenvoort, 1974: Some aspects of seed bermination in vegetables. *Sci Hort.* **2**, 213–219.

Agrometeorološka prognoza za potrebe poljoprivrede

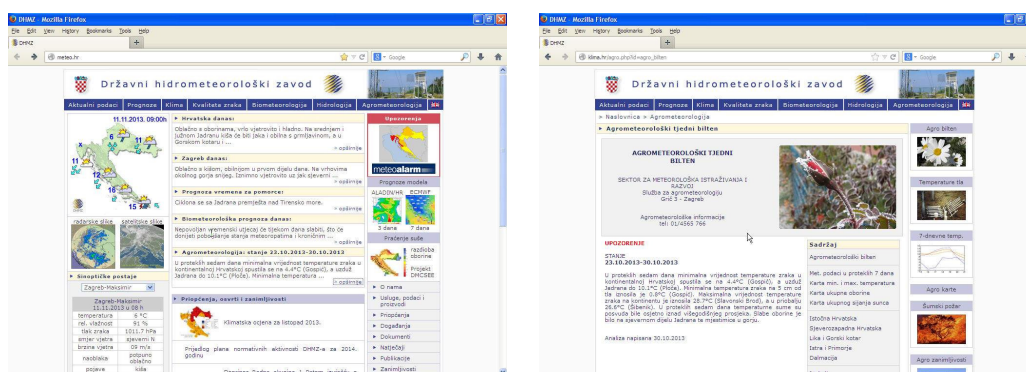
Marko Vučetić

Državni hidrometeorološki zavod, Grič 3, 10000 Zagreb, mvucetic@cirus.dhz.hr

1. UVOD

Prognoza vremena za potrebe poljoprivrede ili preciznije agrometeorološka prognoza, u Hrvatskoj se za širu javnost pojavljuje od 1988. godine prvenstveno u periodičkim časopisima ili specijaliziranim dodacima pojedinih dnevnih novina. Istina, i prije te godine bilo je pokušaja prognoziranja vremenskih situacija nepovoljnih za poljoprivrednu proizvodnju kao što je pojava mraza (pad temperature zraka ispod točke smrzavanja) ili razvoj pojedinih bolesti ili štetnika s obzirom na vremenske uvjete (temperatura zraka, količina oborine, relativna vlažnost zraka i sl.). Međutim, svi su ti pokušaji bili na razini inicijative pojedinaca, prvenstveno voćara, a time i kratkoga vijeka. U početku, agrometeorološke prognoze bile su više klimatološkog karaktera i oslanjale su se na upute Svjetske meteorološke organizacije (WMO, 1981). Naime, više su se oslanjale na klimu pojedinog kraja, a manje na prognoziranje meteorološke vrijednosti. Kako je prognoza vremena bivala sve pouzdanija i sve dugoročnija tako se i agrometeorološka prognoza sve više oslanjala na prognoziranje vrijednosti. Ujedno su se iz prognoziranih osnovnih meteoroloških vrijednosti postupno mogle dobiti i izvedene vrijednosti kao isparavanje s površine tla, te je time agrometeorološka prognoza dobila na još većoj važnosti i postala potreba koju se uvažava kod planiranja obavljanja radova u poljoprivredi.

Danas se agrometeorološka prognoza može čuti na HR-1 (emisija Za selo i poljoprivredu) gdje se redovito emitira od 1990., na HTV-1 (emisije Plodovi zemlje i Dobro jutro Hrvatska (DJH)) od 1999., a nakon kraćeg prekida od 2004., a DJH od 2009. do kraja 2013., te u raznim specijaliziranim časopisima od 2004. (Maslina, Mliječarstvo, Gospodarski list, Maslinar, Vrtal itd.). Na WEB stranicama Državnog hidrometeorološkog zavoda (meteo.hr) od 2004. izrađuje se Agrometeorološki bilten za pet hrvatskih regija (slika 1). Posebno je zanimljiv slučaj izrade agrometeorološke prognoze za potrebe klijenta jedne banke kojima se od 2008. dostavljala putem SMS poruka.



Slika 1. WEB naslovnica Državnog hidrometeorološkog zavoda i agrometeorološkog biltena

2. PODACI I METODE

Osnovne informacije koje nudi danas dostupna agrometeorološka prognoza jesu podaci o očekivanim najvišim i najnižim vrijednostima temperature zraka, količini oborine i srednjoj dnevnoj temperaturi tla obično na 10 cm dubine (ponekad i do 100 cm dubine). Osim ovih podataka objavljuju se i podaci o očekivanoj insolaciji (osunčavanju) odnosno očekivanom broju sati sijanja Sunca, količini isparene vode sa slobodne površine tla, relativnoj vlazi zraka, temperaturnim sumama i dr. Uz individualnu procjenu potreba u pojedinim klimatskim regijama, za odabir prognoziranih vrijednosti i oblik agrometeorološke prognoze, korištene su i upute WMO-a. (WMO, 2012). Kod prognoziranja pojedinih vrijednosti veće poteškoće nastaju kod prognoziranja količine oborine. Međutim, već sama prognoza da li će oborine biti ili ne u nekom razdoblju i te kako je korisna informacija prema kojoj se može planirati košnja livada, žetva

ratarskih kultura, obavljanje zaštite od bolesti i štetnika, gnojidba i sl. Kod prognoze gubitka (isparavanjem) vode sa slobodne površine tla poteškoća nastaje jer mjerenja pomoću isparitelja razreda A, u mreži meteoroloških postaja DHMZ-a, nisu dostupna kao dnevni podatak nego kao mjesečno izvješće te se prognozirane vrijednosti ne mogu usporediti s izmjeranima. Tako su vrijedni podaci o isparavanju, bilo prognozirani bilo izmjereni, neupotrebljivi za agrometeorološku prognozu, a time i za poljoprivredu napose u slučaju potrebe navodnjavanja.

Podaci o temperaturnim sumama su također slabo iskorišteni. Naime, temperaturne sume računaju se po formuli:

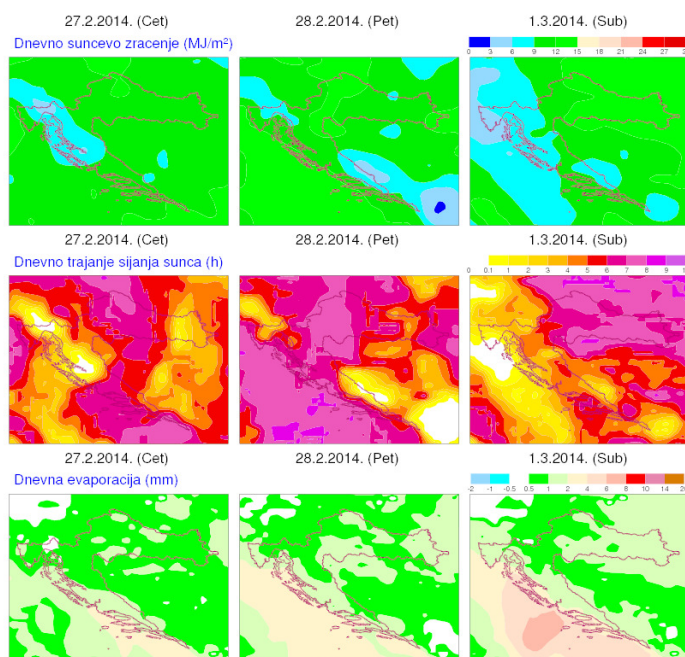
$$TS = ((T_{maks} + T_{min})/2) - T_p$$

gdje su: T_{maks} , T_{min} - dnevna maksimalna i minimalna temperatura, T_p – temperaturni prag (5 °C, 7 °C i 12 °C), (Penzar i Penzar, 2000; Dadaček i Peremin Volf, 2008).

U agrometeorološkoj prognozi obično su se prikazivale temperature sume iznad tri temperaturna praga (5°C, 7 °C i 12 °C) i time uvažavao početak vegetacije kod šumskog drveća i grmlja (5 °C), kod voćaka (7 °C) i iznad praga od 12 °C kao pokazatelj mogućeg temperaturnog stresa kod biljaka. Međutim, ovakav pristup i prikaz temperaturnih suma pokazao se nerazumljiv za veći broj korisnika i time neiskoristiv u praksi što ukazuje na nedovoljno poznavanje korisnosti temperaturnih suma u praksi ali i na potrebu mijenjanja ovakvog oblika prezentacije i time poboljšanja agrometeorološke prognoze.

3. REZULTATI I ZAKLJUČNE NAPOMENE

Poboljšanje agrometeorološke prognoze moguće je postići i korištenjem sve većeg prognostičkog materijala i dakako, poboljšanjem klasične prognoze vremena. Međutim to nije dovoljno. Obim prognostičkog materijala koji stoji na raspolaganju DHMZ-u dovoljno je velik da bi agrometeorološka prognoza bila puno korisnija nego li je danas. Pored standardnog prognostičkog materijala za agrometeorološku prognozu bi se mogli koristiti i specifični produkti Europskog centra za srednjoročnu prognozu (ECMWF) kao što su prognozirane vrijednosti temperature tla i sadržaj vlage u tlu, sve na raznim dubinama, ili dnevno Sunčevo zračenje i dnevno isparavanje s površine tla (slika 2). Međutim, zbog nedostatka ili nedostupnosti tih izmjerenih vrijednosti na meteorološkim postajama nije moguće verificirati prognostičke vrijednosti sa stvarnim stanjem pa se prognozirane vrijednosti niti ne daju za javnost kroz agrometeorološku prognozu.

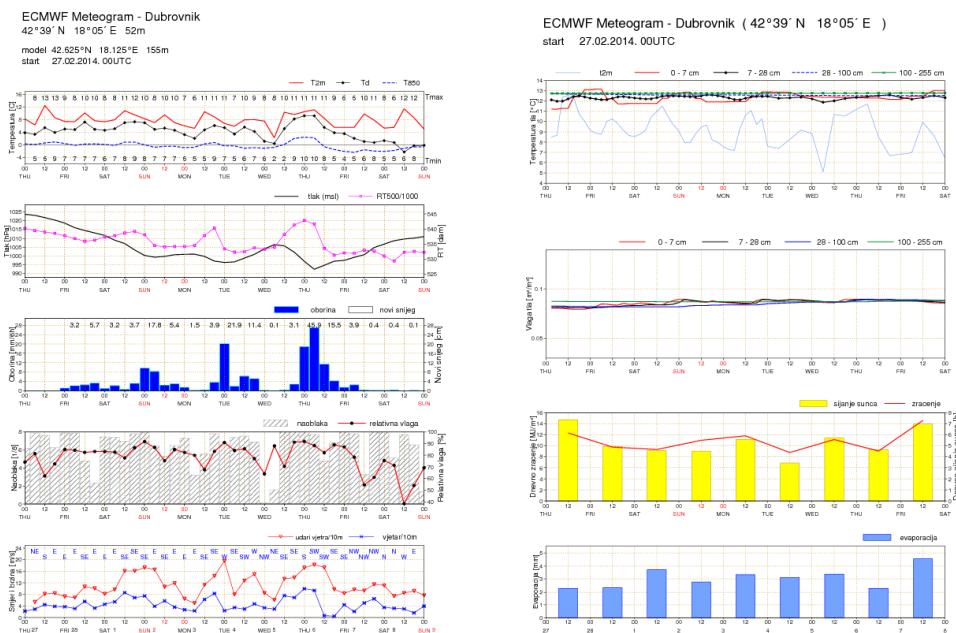


Slika 2. Prognozirane dnevne vrijednosti Sunčevog zračenja, trajanja sijanja Sunca i evaporacije (izvor: ECMWF)

Veliki nedostatak dosadašnjih agrometeoroloških prognoza je potpuni izostanak prognoze pada temperature zraka ispod točke smrzavanja napose one na 5 cm od tla (mrzav) tijekom proljeća i jeseni

kada takva nagla hlađenja prizemnog sloja zraka izazivaju velike štete u voćarstvu i povrćarstvu. Među nedostatke možemo ubrojiti i izostanak prognoze vlažnosti lista i vlažnosti tla odnosno zaliha vode u tlu. Uz već spomenuti nedostatak vezan uz isparavanje vode sa slobodne površine tla ovo čini agrometeorološku prognozu nepotpunom, a raspoloživi prognostički materijal neiskorištenim (slika 3).

U agrometeorološkoj prognozi posebno nedostaje čvršća veza između vremenskih uvjeta i nastupa pojedinih fenoloških faza biljaka, barem onih važnijih u pojedinom uzgojnom području kao i divljih biljaka čije je medenje važno za pčelare. Ovim nedostacima svakako treba pribrojiti i nepostojanje sustavnog upozorenja (postoji *Meteoalarm* koji je preopćenit) kojim bi se upozorilo na vremenske prilike koje izazivaju štete u poljoprivredi kao mraz, tuča, obilna oborina (kiša, snijeg), kiša koja se ledi u dodiru s podlogom, jak i olujan vjetar, suša, poplava itd.



Slika 3. Prognozirane dnevne vrijednosti evaporacije i Sunčevog zračenja (izvor: ECMWF)

Agrometeorološka prognoza nudi iznimno korisne informacije uz pomoć kojih se mogu spriječiti ili barem ublažiti štete u poljoprivredi izazvane nepovoljnim vremenskim uvjetima. Za takvim informacijama postoji „potražnja“ korisnika koju ne prati adekvatna ponuda. Uglavnom se agrometeorološke prognoze svode na procjenu gledanosti emisije ili čitanosti tiska a ne na korisnost i iskorištenost informacije. Time je korisnost agrometeorološke prognoze prepuštena ocjeni urednika emisije ili časopisa i dnevnog tiska. Da bi se povećala korisnost agrometeorološke prognoze trebalo bi sve informacije više usmjeriti na određeno godišnje doba, na određene kulture i njihove osjetljive fenološke faze te na specifične radove koji se obavljaju u danom trenutku. Uz to agrometeorološka prognoza mora povezati vremenske uvjete i nastupe fenoloških faza kod važnih kultura i divljih biljaka čije je medenje važno za pčelare. Poželjno bi bilo uvesti sustav upozorenja na nepovoljne vremenske prilike koje mogu izazvati velike štete u poljoprivredi. Iako je Hrvatska pomorska zemlja (Jadran, Sredozemlje) i ima razvijenu ribarsku pa i riblju prerađivačku industriju, nažalost, specijalne prognoze za te potrebe ne postoje, osim prognoze vremena za pomorce koja ipak samo djelomično može pokriti specifične potrebe ribarstva.

4. LITERATURA

Dadaček, N. i Volf T. Peremin, 2008: Agroklimatologija. Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Križevci, 141 str.

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

WMO, 1981: Priručnik za agrometeorološku praksu. **No 134**, Svjetska meteorološka organizacija, Ženeva, 374 str.

WMO, 2012: Guide to Agricultural Meteorological Practices. **No 134**, (2010 edition), World Meteorological Organization, Ženeva, 796 pp.

Definiranje ugroženih područja za potrebe poljoprivrede na otoku Korčuli

Maja Žuvela-Aloise
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, 1190 Wien, Hohe Warte 38, Austria,
maja.zuvela-aloise@zamg.ac.at

Boris Mifka
borismfk1@gmail.com

1. UVOD

Poljoprivredna proizvodnja u semi-aridnim mediteranskim područjima izuzetno je osjetljiva na utjecaje globalnih klimatskih promjena, posebice na prekomjerno zagrijavanje i pojavu suša. Procjena klimatskih trendova potrebna je za razvoj dugoročnih strategija u priobalnim područjima kao što su srednjodalmatinski otoci. S obzirom da se radi o područjima koja su premala da bi na kvalitetan način bila razlučena pomoću regionalnih klimatskih modela, uvedena je nova metoda za dobivanje klimatske informacije na finijoj prostornoj skali. Pomoću mikroskalnog klimatskog modela MUKLIMO_3, razvijenog u sklopu njemačke meteorološke službe (DWD), provedene su numeričke simulacije atmosferskih uvjeta za tri srednjodalmatinska otoka: Hvar, Korčulu i Brač. U kombinaciji s tzv. "Kuboidnom metodom" i pomoću podataka s nekoliko meteoroloških postaja s promatranog područja, izračunati su klimatski indeksi kao što je srednji godišnji broj toplih ($T_{\max} \geq 25\text{ °C}$) i vrućih dana ($T_{\max} \geq 30\text{ °C}$) za klimatološki period 1981–2010. Dodatno, napravljene su idealizirane simulacije vremenskih uvjeta prema karakterističnim lokalnim vjetrovima. Usporedbom klimatskih indeksa dobivenih iz mjerenih podataka sa 6 lokalnih postaja i simuliranih vrijednosti istih dobiveno je zadovoljavajuće slaganje od preko 84 % na većini postaja i čak 97.5 % na 3 postaje. Rezultati modela, prikazani pomoću karti toplinskog opterećenja u ljetnom periodu, ukazuju na kritična područja za poljoprivredu i potencijalni nastanak šumskih požara. Te karte imaju praktičnu primjenu prilikom planiranja navodnjavanja i zaštite od šumskih požara.

Da bi se napravila detaljnija validacija modela koja bi uključila prostorne gradijente temperature i relativne vlažnosti zraka uzrokovanih prostornim promjenama zbog orografije i korištenja tla, provedena su mjerenja na otocima Hvaru i Korčuli od 7. do 14. kolovoza 2013.

2. PODACI I METODE

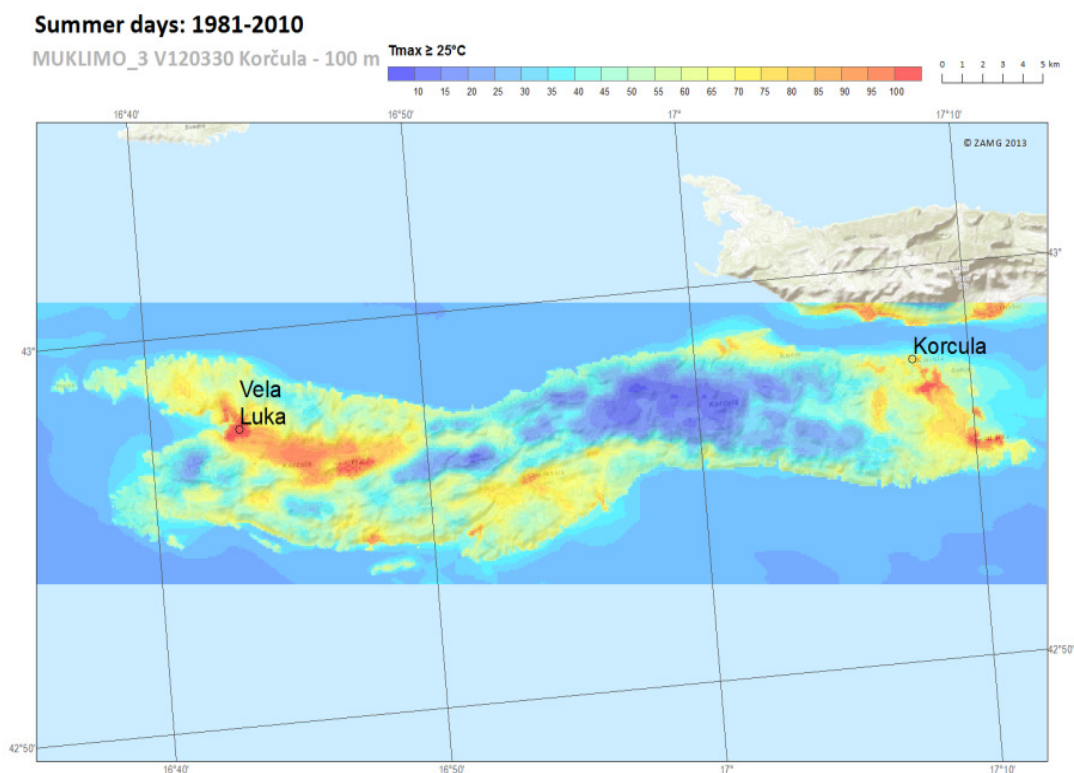
MUKLIMO_3 model namijenjen je za potrebe urbane klimatologije, prvenstveno za određivanje područja urbanih toplinskih otoka. Osnovna verzija modela bazira se na rješavanju Navier-Stokesovih jednadžbi za strujanje fluida (Sievers and Zdunkowski, 1986; Sievers, 1990; 1995). On simulira idealizirane atmosferske uvjete uzimajući u obzir svojstva korištenja tla te interakciju između vegetacije, tla, zgrada i atmosfere. Model koristi mrežu točaka na rezoluciji od 100 i 300 metara te CORINE podatke o korištenju tla i ASTERGDM podatke za orografiju. Za procjenu utjecaja klimatskih promjena na toplinsko opterećenje potrebni su nizovi podataka od 30 godina. Za izračun simulacija baziranih na tako dugim nizovima, bili bi potrebni ogromni računalni resursi. Umjesto toga, uvodi se tzv. "Kuboidna metoda" (Früh et al. 2010) gdje se simulira set karakterističnih meteoroloških uvjeta, a aktualna vremenska situacija za određeni dan izvodi se njihovom interpolacijom. Podaci 30-godišnjih nizova za temperaturu i relativnu vlažnost zraka u periodu 1981.–2010., te za brzinu i smjer vjetera dobiveni su s meteoroloških postaja Bol, Hvar i Korčula. Na temelju tih podataka izračunati su klimatski indeksi koji uključuju srednji godišnji broj dana s maksimalnom dnevnom temperaturom zraka većom od 25 °C (topli dani) i 30 °C (vrući dani), minimalnom dnevnom temperaturom ispod 17 °C (ljetne noći) i 20 °C (tople noći). Modelirani klimatski indeksi su uspoređeni s mjernim podacima na trima referentnim postajama te dodatno na postajama Sutivan, Jelsa i Vela Luka. Idealizirane simulacije predstavljaju polja temperature i relativne vlažnosti zraka, te smjera i brzine vjetera na području srednjodalmatinskih otoka, a provedene su da bi se prikazale varijacije radi lokalnih vjetrova i prilikom situacija ekstremne vlažnosti.

Validacija modela s obzirom na prostorne gradijente temperature i relativne vlažnosti zraka napravljena je pomoću podataka izmjerenih tijekom ljetne mjerne kampanje. Pri tome je MUKLIMO_3 model inicijaliziran vertikalnim profilima modela ALADIN_HR (Stanešić, 2011). Stacionarna i mobilna mjerenja obavljena su korištenjem nekoliko različitih tipova senzora za temperaturu i relativnu vlažnost zraka i nekoliko tipova GPS uređaja. Korištena su tri tipa uređaja: Arduino (samogradnja sa solarnim napajanjem) sa senzorima

Sensirion SHT 21 i AOSONG 2315, Onset Hobo UX100-03 i Lascar EL-USB-2-LCD s nekoliko vrsta zaštite od zračenja za senzore relativne vlažnosti i temperature zraka: Onset radiation shield, obična kartonska tuba te zaštita izrađena na institutu BOKU u Beču. Instrumenti tipa Lascar korišteni su bez zaštite od zračenja. Frekvencija uzorkovanja instrumenata bila je 1 podatak po sekundi, osim za instrumente Lascar kada je bila 1 podatak u 10 sekundi. Da bi se sakupili podaci u najtoplijem dijelu dana kao nosioci instrumenata korišteni su bicikli, motocikl i automobil u periodu između 15 i 17 sati prema ljetnom ukaznom vremenu. Ovisno o danu mjerenja, korišteno je 4 do 5 vozila i 5 do 7 senzora po mjerenom parametru.

3. REZULTATI I ZAKLJUČNE NAPOMENE

Glavni rezultati su klimatološke karte visoke rezolucije dobivene pomoću modela MUKLIMO_3 i "Kuboidne metode" koje prikazuju prekoračenja temperaturnih pragova na srednjodalmatinskim otocima Braču, Hvaru i Korčuli. Validacija modela napravljena je usporedbom simuliranih klimatskih indeksa i indeksa dobivenih sa otočkih meteoroloških postaja. Budući da su lokacije postaja različite od točaka mreže modela, korištena je srednja vrijednost simuliranih rezultata u točkama koje su u radijusu od maksimalno dva prostorna koraka mreže od postaje. Pritom su isključene točke mreže koje se nalaze iznad morske površine. Analiza rezultata bila je fokusirana na srednji godišnji broj toplih dana (slika 1). Razlika između modeliranih i mjerenih indeksa u eksperimentu s mrežom modela od 300 m horizontalne rezolucije, koja se odnosi na područje sva tri otoka, manja je od 8 % za 4 od 6 postaja, a manja od 4 % za 3 od 6 postaja. Najveće odstupanje (model je podcijenio mjerenja za 34.5 %) zabilježeno je na postaji Korčula, koja je smještena blizu mora, što može biti uzrokovano lošim razlučivanjem modela između kopna i mora na mreži od 300 m horizontalne rezolucije.

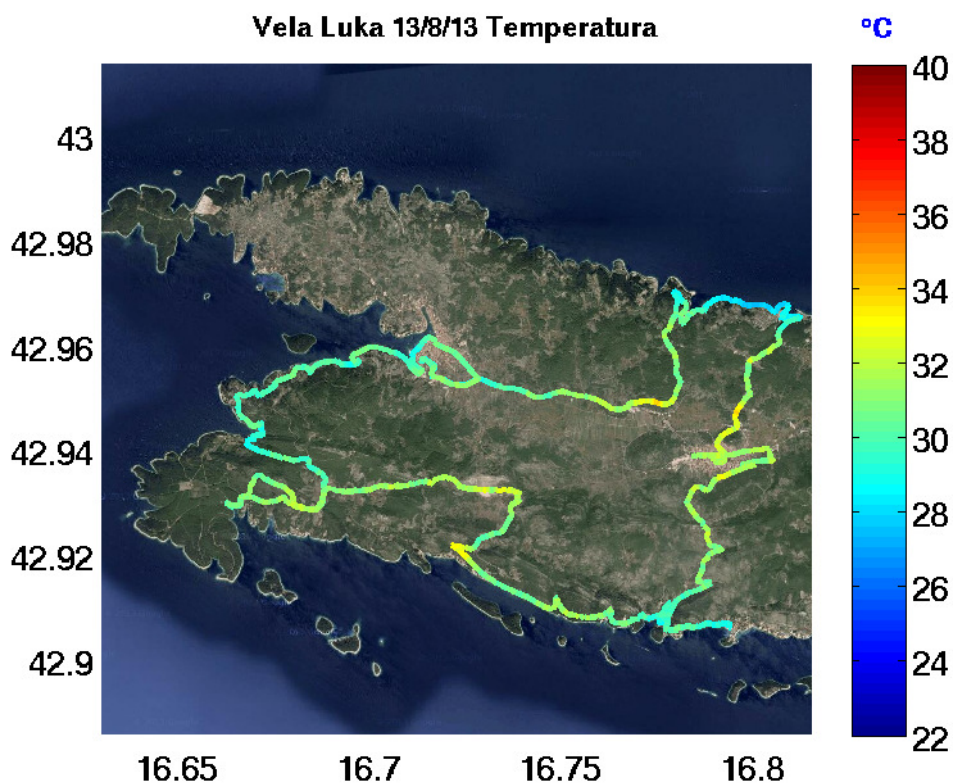


Slika 1. Srednji godišnji broj toplih dana u periodu 1981.–2010.

Na mreži od 100 m horizontalne rezolucije (3 domene posebno za svaki otok), model je dao najbolju aproksimaciju na postaji Vela Luka s 3.1 % devijacije od mjerene vrijednosti, ali za 3 postaje odstupanje je bilo veće od 30 % i čak 47.7 % na postaji Sutivan. Prema tome, bolji rezultati su dobiveni na mreži od 300 m rezolucije nego na onoj od 100 m, što je vjerojatno posljedica bolje reprezentacije polja vjetra na većoj skali nego na ograničenom području pojedinog otoka. Daljna adaptacija postavki modela s obzirom

na točniju reprezentaciju obalne cirkulacije, te podešavanje početnih i rubnih uvjeta može dati bolje rezultate čak i uz veću horizontalnu rezoluciju. Za ostale klimatske indekse, model je dao kvalitativno dobre rezultate (noćne temperature su veće u obalnom području nego u unutrašnjosti otoka), međutim odstupanja za sve indekse veća su od 50 %. Poboljšanje tih rezultata moglo bi se realizirati prilagodbom kuboidne metode na procjenu pojedinačnog indeksa. Nadalje, ista metoda bi se mogla primijeniti na procjenu određenog agrometeorološkog indeksa s obzirom na biološke parametre određene poljoprivredne kulture kao što su npr. maslina ili vinova loza. Reprezentacija temperature površine mora je od posebne važnosti za indekse u koje su uračunate noćne temperature (tople i tropske noći), a ona je u modelu konstantna. Rezultati modela ukazuju na velike toplinske horizontalne gradijente između obalnih područja i unutrašnjosti otoka, što se može dovesti u vezu s utjecajem nadmorske visine, ali i s konvergencijom vjetrova iznad otoka. Validacija rezultata modela s obzirom na razdiobu poljoprivrednih površina ukazala je na nekoliko kritičnih zona s obzirom na prekomjerno zagrijavanje, što se naročito odnosi na područja u unutrašnjosti otoka s niskom nadmorskom visinom (npr. Starigradsko polje). Nažalost sve meteorološke postaje na otocima nalaze se u priobalnom području, pa je teško napraviti validaciju modela s obzirom na temperaturne gradijente u unutrašnjosti i na većim nadmorskim visinama prema podacima s tih postaja.

Radi bolje validacije rezultata modela, provedena su mobilna mjerenja od 7. do 14. kolovoza 2013. na otocima Hvar i Korčula (slika 2), pri čemu je prikupljeno preko 150 000 podataka temperature i relativne vlažnosti zraka.



Slika 2. Temperatura zraka u 15 h zabilježena tijekom mobilnih mjerenja 13.8.2013.

Tijekom kampanje bilo je vruće, suho i sunčano. Prema podacima s loggera, maksimalna izmjerena temperatura tijekom kampanje mjerenja bila je 40.8 °C na otoku Hvaru, a minimalna temperatura od 27 °C bila je na otoku Korčuli. Maksimalna vrijednost relativne vlažnosti zraka od 78 % zabilježena je na otoku Korčuli, a minimalna od 15.6 % na otoku Hvaru. Da bi se napravila što točnija usporedba vrijednosti modela s mjerenim vrijednostima tijekom najtoplijeg dijela dana, podaci su reducirani prema vrijednostima postaje Hvar u 15 sati prema ljetnom ukaznom vremenu.

Vrijednosti mjerenja reducirane su s obzirom na sistematske pogreške instrumenata određene kalibracijom na ZAMG-u u Beču. Za potrebe validacije modela, napravljene su simulacije za tri dana mjerenja na otocima. Korištena je mreža horizontalne rezolucije 100 m pojedinačno za svaki otok.

MUKLIMO_3 model inicijaliziran je s prognostičkim vertikalnim profilima modela ALADIN_HR za svaki dan mjerne kampanje na lokacijama mjernih postaja na otocima. Da bi se provela validacija izračunate su srednje vrijednosti parametara u blizini pojedine točke mreže, te su oduzete od rezultata modela u toj točki, što je učinjeno za sve mjerene podatke. Validacija je pokazala da je model podcijenio mjerne vrijednosti za oba analizirana parametra. Najveća razlika između vrijednosti modela i mjerenja je -3.9 ± 1.7 °C za temperaturu zraka i -18.4 ± 9.9 % za relativnu vlažnost zraka 13. kolovoza 2013. na otoku Korčuli. Mogući razlog za toliko odstupanje je da su ALADIN_HR vertikalni profili koji su korišteni za inicijalizaciju modela podcijenili realne vrijednosti parametara. Također, preniska temperatura mora zadana u modelu mogla bi biti uzrok takvom odstupanju. Stoga je potrebno istražiti ovaj problem i napraviti nove simulacije.

Daljni znanstveni interes postoji u vidu analiziranja atmosferske dinamike vezane uz vertikalne profile i pojavu niske mlazne struje (Vučetić, M. i V. Vučetić, 1999) tijekom mnogih požara u jadranskom priobalju i na otocima.

4. LITERATURA

Früh, B., P. Becker, T. Deutschländer, J-D. Hessel, M. Kossmann, I. Mieskes, J. Namyslo, M. Roos, U. Sievers, T. Steigerwald, H. Turau and U. Wienert, 2010: Estimation of Climate-Change Impacts on the Urban Heat Load Using an Urban Climate Model and Regional Climate Projections. *Journal of Applied Meteorology & Climatology*, **50**, Issue 1, 18pp. 4 Diagrams, 8 Charts, 7 Graphs. 167–184.

Sievers, U. and W. Zdunkowski, 1986: A microscale urban climate model. *Contr. Phys. Atmosph.*, **59**, 13-40.

Sievers, U., 1990: Dreidimensionale Simulationen in Stadtgebieten. *Umwelt-meteorologie*, Schriftenreihe Band **15**: Sitzung des Hauptausschusses II am 7. und 8. Juni in Lahnstein. Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN, Düsseldorf. S. 92–105.

Sievers, U., 1995: Verallgemeinerung der Stromfunktionsmethode auf drei Dimensionen (Generalization of the streamfunction- vorticity method to three dimension). *Meteorologische Zeitschrift*, **3**, 3–15.

Stanešić, A., 2011: Asimilacijski sustav u DHMZ-u: Razvoj i prvi rezultati verifikacije. *Hrvatski meteorološki časopis*, **44/45**, 3–17.

Vučetić, M. i V. Vučetić, 1999: Požari u različitim vremenskim situacijama. *Vatrogasni vjesnik*, **12/99**, 12 -14.

Analiza temperaturnih suma u Hrvatskoj

Tea Blažević

RTL Hrvatska d.o.o., Krapinska 45, 10000 Zagreb, Tea.Blazevic@rtl.hr

1. UVOD

Temperaturne sume su najjednostavniji način da se pokaže utjecaj temperature zraka na biljke. Prema definiciji, temperaturne sume ili stupanj-dani (degree days) su, dakle, mjera koja odražava akumuliranu toplinu iznad specifičnog temperaturnog praga u nekom određenom razdoblju (Salopek, 2007) npr. tijekom dana, mjeseca, u toplom ili hladnom dijelu godine kao i od jedne do druge razvojne faze određene biljke. Kad se od srednje temperature zraka oduzme temperaturni prag, dobijemo temperaturnu sumu. Postoji podjela temperaturnih suma na negativne temperaturne sume, CDD (cooling degree days) pri kojima se zbrajaju sve srednje temperature zraka ispod 0 °C i pozitivne temperaturne sume, HDD (heating degree days) pri kojima se zbrajaju srednje temperature zraka koje su iznad ili jednake 0 °C. Zbrajaju li se samo srednje temperature zraka iznad 5 °C, tada govorimo o GDD (growing degree days).

2. PODACI I METODE

U okviru ovog istraživanja analizirane su srednje temperaturne sume za sve raspoložive postaje u Hrvatskoj u razdoblju 1981.–2010. Posebno su promatrane srednje sezonske temperaturne sume (CDD) ispod 0 °C i -5 °C u hladnom dijelu godine (od 1. listopada do 31. ožujka) i temperaturne sume (HDD) za temperaturne pragove iznad 0 °C, 5 °C, 10 °C, 15 °C, 20 °C, i 25 °C u toplom dijelu godine (od 1. travnja do 30. rujna). Također su obrađeni podaci srednjih temperaturnih suma za navedene temperaturne pragove za pet postaja u Hrvatskoj koje raspolažu sa sekularnim nizovima meteoroloških podataka u razdoblju 1901.–2010. Postoji više metoda određivanja temperaturnih suma no u ovom radu je korištena metoda srednjaka koja je ujedno i najjednostavnija metoda. Ova metoda računa temperaturnu sumu (TS) za određeni dan oduzimanjem temperaturnog praga (Tp) od srednje temperature zraka (S).

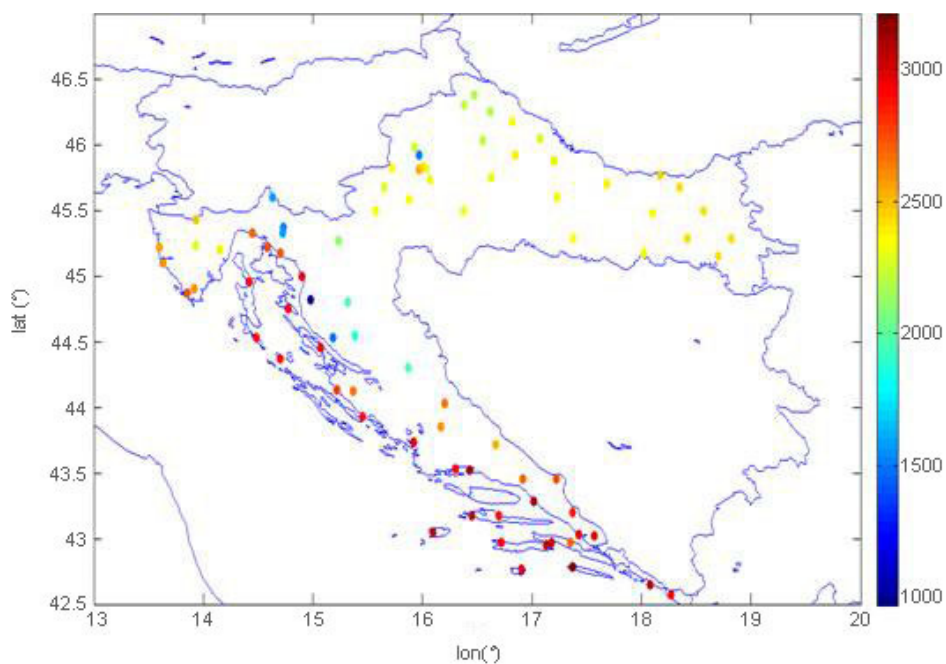
3. REZULTATI I ZAKLJUČNE NAPOMENE

Ono što se može zaključiti na osnovu prostorne razdiobe jest da porastom temperaturnog praga vrijednosti srednje sezonske temperaturne sume opadaju. Također se uočava da je u kontinentalnom području akumulirano manje pozitivnih temperaturnih suma, a više negativnih, osobito u gorskoj Hrvatskoj i na Medvednici, u odnosu na jadransku obalu i otoke. Prostorna razdioba HDD je približno slična do temperaturnog praga 15 °C, a za više pragove najveće srednje vrijednosti HDD zahvaćaju puno manje područje. Za pragove < 0 °C i 5 °C najniže vrijednosti CDD su na Zavižanu koji je smješten na sjevernom Velebitu. Analiziranje linearnih trendova srednjih sezonskih pozitivnih i negativnih temperaturnih suma pokazala je signifikantan pozitivan linearni trend za postaju Zagreb-Grič za sve temperaturne pragove. Postaje Osijek i Gospić ne pokazuju postojanje signifikantnog trenda srednjih sezonskih vrijednosti temperaturnih suma osim postaje Gospić za temperaturne pragove, -5 °C, < 0 °C i ≥ 0 °C. Signifikantni pozitivan trend HDD za temperaturni prag 25 °C ukazuje da je područje Jadrana (primjer su postaje Crikvenica i Hvar) područje najvećih klimatskih promjena u Hrvatskoj.

Kao primjer izdvajamo prag 5 °C koji se smatra početkom vegetacije u unutrašnjosti Hrvatske. Srednja vrijednost HDD veća od 2900 °C javlja se uzduž obale i otoka Kvarnera do dubrovačkog područja. Najmanje srednje vrijednosti HDD su u Gorskoj Hrvatskoj i na Medvednici. U nizinskoj Hrvatskoj se ističe toplije područje u istočnoj Slavoniji, gdje je HDD veći od 2400 °C, te hladnije u sjevernom dijelu nizinske Hrvatske, HDD je 2100 °C.

4. LITERATURA

Salopek, I, 2007: Različite metode izračuna temperaturnih suma i njihova primjena u poljoprivredi. Diplomski rad, Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu.



Slika 1. Prostorna razdioba srednjih pozitivnih temperaturnih suma za temperaturni prag 5 °C u Hrvatskoj od 1.travnja do 30. rujna u razdoblju 1981.–2010.

Klimatske varijacije ekstremnih temperatura tla

Petra Jakovčić

Državni hidrometeorološki zavod, Grič 3, 10000 Zagreb, petra.jakovcic@cirrus.dhz.hr

1. UVOD

Iako se smatra jednim od ključnih čimbenika klimatskog sustava, temperatura tla nije toliko analizirana u literaturi kao neki drugi elementi, poput temperature zraka, oborine, tlaka zraka ili vlage u tlu. Temperatura tla određuje intenzitet fizičkih, kemijskih i bioloških procesa u tlu te je stoga važna u procesima razvojnih faza biljaka, razvoju mikroorganizama u tlu, utječe na vlažnost i prozračivanje tla. Novije analize trendova srednje temperature tla do 100 cm dubine za razdoblje 1961.–2009. pokazuju signifikantne pozitivne trendove u gornjem sloju od 0.3–0.7 °C/dekadi te u donjem sloju od 0.3–0.6 °C/dekadi (Derežić i Vučetić, 2011). Također, primjećen je porast godišnje srednje temperature tla posljednjih 30 godina na gotovo svim dubinama za 0.4 do 0.9 °C u odnosu na standardno klimatsko razdoblje, a najveći porast zabilježen je upravo u Dubrovniku i to za 1.3 °C u cijelom promatranom sloju. U prvom desetljeću 21. stoljeća godišnja vrijednost srednje temperature tla ponegdje je veća i za 2 °C, a u Dubrovniku čak i za 3.5 °C u odnosu na standardno razdoblje. Analizom broja uzastopnih dana s kritičnom maksimalnom temperaturom tla na različitim dubinama na području Hrvatske za razdoblja 1961.–1990. i 1981.–2010. utvrđena je velika ugroženost od visokih temperatura tla u gornjem sloju za cijelu Hrvatsku u novijem razdoblju, a posebno je izražena ekstremna ugroženost od temperatura većih od 35 °C u priobalnom pojasu, ponajviše šireg dubrovačkog područja (Filić, 2013). Usporedba ugroženosti područja od maksimalne temperature zraka (Feist, 2011) i ugroženosti područja od maksimalne temperature tla, pokazuje da se s povećanjem kritične temperature do 35 °C područje ugroženosti smanjuje i slabi s obzirom na temperaturu zraka, dok s obzirom na temperaturu tla ono ostaje vrlo do ekstremno ugroženo uzduž Jadrana. Slijedom toga, svrha ovog rada je nadopuniti dosadašnje rezultate u Hrvatskoj analizom godišnjih i sezonskih trendova maksimalne i minimalne temperature tla na 2 cm, 5 cm, 10 cm, 20 cm, 30 cm, 50 cm i 100 cm dubine za razdoblja 1961.–2010. i 1981.–2010.

2. PODACI I METODE

Podaci o ekstremnim temperaturama tla su analizirani za 11 postaja za različite dubine do 100 cm s dovoljno dugim vremenskim nizovima. Godišnji apsolutni ekstremi dobiveni su iz mjesečnih ekstrema, a oni na osnovi dnevnih mjerenja u standardno klimatološko vrijeme (7 h, 14 h i 21 h prema lokalnom vremenu). Sezonske vrijednosti dobivene su izvlačenjem ekstrema od prosinca do veljače za zimsku sezonu; ožujka do svibnja za proljetnu sezonu; lipnja do kolovoza za ljetnu sezonu; rujna do studenog za jesensku sezonu. Za zimsku sezonu uključen je prosinac prethodne godine te siječanj i veljača trenutne godine. Napravljena je statistička analiza s naglaskom na analizu linearnih trendova godišnjih i sezonskih vrijednosti metodom linearne regresije za dva razdoblja 1961.–2010. i 1981.–2010. Za provjeru statističke značajnosti trendova na 95 % razini značajnosti primjenjen je neparametarski Mann-Kendall-ov test (Gilbert, 1987).

3. REZULTATI I ZAKLJUČNE NAPOMENE

Najviše vrijednosti apsolutne maksimalne temperature tla nalaze se u vrlo plitkom površinskom sloju te se smanjuju prema većim dubinama u oba promatrana razdoblja. U površinskom sloju apsolutni maksimum temperature tla u novijem razdoblju nerijetko prelazi 50 °C, posebice u istočnoj Slavoniji i priobalnoj Hrvatskoj, a vrijednosti su već na 5 cm i do desetak stupnjeva niže (tablica 1). Raspon između najveće i najmanje godišnje apsolutne maksimalne temperature tla u površinskom sloju puno je veći u novijem razdoblju. To bi značilo da su ekstremi puno izraženiji posljednjih 30 godina. Srednja godišnja maksimalna temperatura tla u novijem razdoblju izraženije je veća u odnosu na referentno razdoblje (1961.–1990.) u istočnoj Slavoniji i priobalnom dijelu, posebice u zaleđu Istre i srednje dalmatinskom zaleđu. U dubljim slojevima razlike među srednjim maksimalnim temperaturama tla nisu toliko izražene kao pri površini. Najniže vrijednosti minimalne temperature tla nalaze se pri površini i s dubinom se povećavaju. Sjeverozapadna i gorska Hrvatska bilježe apsolutne minimume u oba razdoblja, a na krajnjem jugu vrijednosti rastu prema pozitivnima.

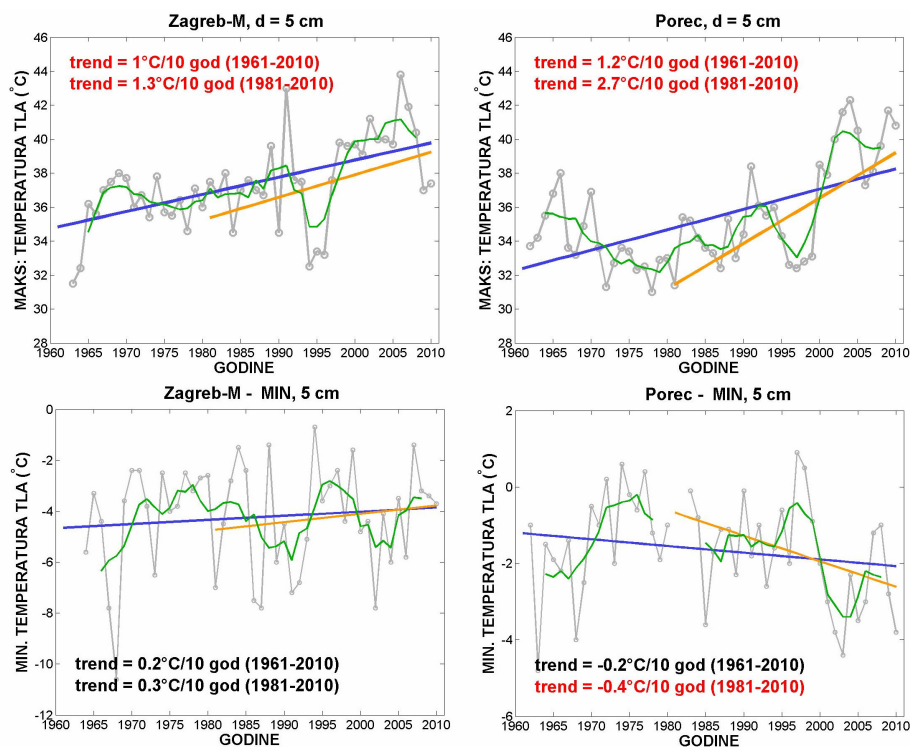
Tablica 1. Vrijednosti apsolutnih ekstrema temperature tla (T_{maks} i T_{min}), raspon ekstrema za pojedino razdoblje (A), srednjak pojedinog razdoblja ($sredT_{maks}$ i $sredT_{min}$) te razlike srednjaka dvaju promatranih razdoblja (ΔT_{maks} i ΔT_{min}) za odabrane postaje na dubini od 5 cm u razdobljima 1961.–1990. i 1981.–2010.

OS	ZG	GS	KN	PO	RA	VL				OS	ZG	GS	KN	PO	RA	VL
36.0	39.6	34.1	38.6	38.0	42.6	39.5	T_{maks}	1961-90	T_{min}	-6.4	-10.6	-8.0	-6.9	-4.8	-3.6	-1.3
39.4	43.8	37.0	48.8	42.3	47.4	41.2		1981-10		-6.0	-7.8	-10.2	-4.1	-4.4	-3.0	-0.5
4.8	8.1	7.6	8.2	7.0	6.5	13.9	A	1961-90	A	6.0	9.2	6.5	7.0	5.4	4.8	3.8
8.0	11.3	9.7	19.6	10.9	11.3	15.6		1981-10		6.2	7.1	8.5	4.3	5.3	3.9	3.0
34.0	36.3	30.5	33.1	33.8	39.4	32.7	$sredT_{maks}$	1961-90	$sredT_{min}$	-3.4	-4.3	-5.0	-2.2	-1.4	-0.4	0.9
35.1	38.1	31.7	35.5	36.3	41.8	33.9		1981-10		-2.8	-4.3	-4.5	-1.9	-1.8	-0.4	0.9
1.1	1.8	1.2	2.4	2.5	2.4	1.2	ΔT_{maks}	5 cm	ΔT_{min}	0.6	0.0	0.5	0.3	-0.4	0.0	0.0

Legenda: OS – Osijek; ZG – Zagreb; GS – Gospić; KN – Knin; PO – Poreč; RA – Rab; VL – Vela Luka

U odnosu na maksimalne temperature tla, raspon između najviše i najniže apsolutne minimalne temperature tla nije toliko izražen i općenito se smanjuje s dubinom. Razlike među srednjim minimalnim temperaturama tla promatranih razdoblja ne prelaze 1 °C te je na godišnjoj razini primijećeno ohlađivanje sloja do 30 cm dubine u sjeverozapadnoj Hrvatskoj te dijelu istarskog područja dok je u istočnoj Slavoniji primijećeno zagrijavanje sloja do 10 cm, a ponegdje i do 30 cm dubine.

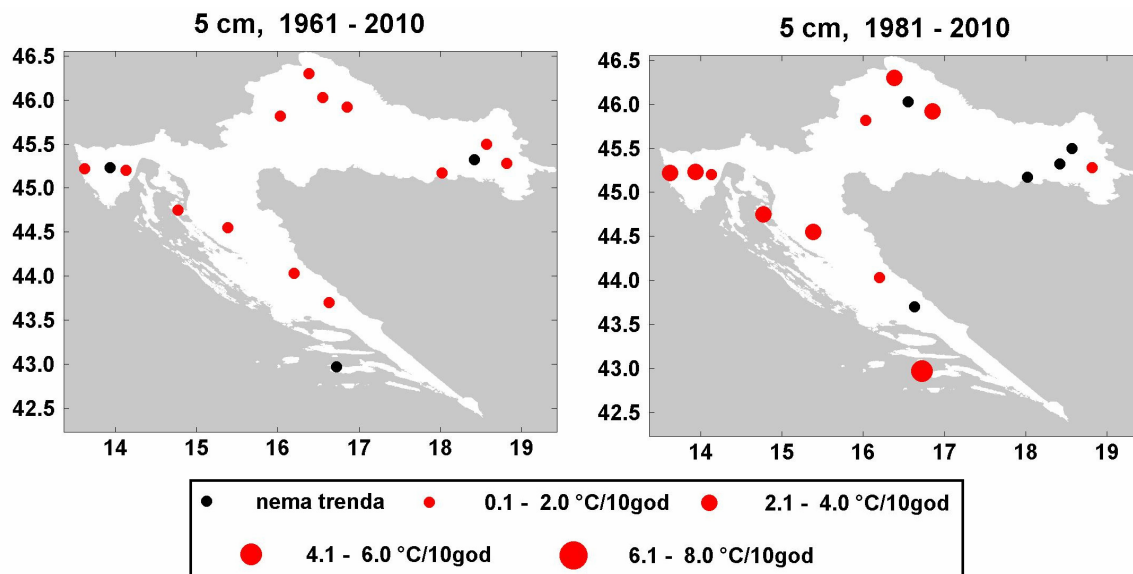
Sezonske razlike srednjih maksimalnih temperatura tla referentnog razdoblja i novijeg razdoblja pokazuju da su u toplijem razdoblju razlike veće nego u hladnijem razdoblju. To je posebice izraženo u srednjedalmatinskom zaleđu u površinskom sloju te na otocima u dubljem sloju. U jesen u dubljim slojevima primijećen je njihov porast na ličkom području. Što se tiče minimalnih temperatura, u gotovo svim sezonama i dubinama primijećen je porast srednjih vrijednosti u novijem razdoblju, osim u zimi gdje dolazi do zahladnjenja u većem dijelu Hrvatske, izuzev istočne Slavonije.



Slika 1. Vremenski nizovi maksimalnih temperatura tla (gore) i minimalnih temperatura tla (dolje) za postaje Zagreb-Maksimir i Poreč na dubini 5 cm. Siva crta pokazuje izmjerene vrijednosti, zelena 5-godišnji klizni srednjak, plava trend za razdoblje 1961-2010. te žuta trend za razdoblje 1981–2010.

Međutim, porast srednjaka minimalnih temperatura tla nije toliko izražen kao kod maksimalnih temperatura. Vremenski nizovi pokazuju općeniti porast maksimalne temperature tla na gotovo svim postajama i dubinama (slika 1). Posebno je izražen porast maksimalne temperature tla od sredine 90-tih godina 20. st. u plićim slojevima. Na većim dubinama taj porast nije toliko izražen. Međutim, za minimalne temperature tla primijećen je općeniti pad vrijednosti u novijem razdoblju u odnosu na referentno.

Na godišnjoj razini, rezultati analize trenda pokazuju da postoji pozitivan linearan trend maksimalnih temperatura tla na gotovo svim postajama i dubinama. Porast pozitivnog trenda temperature tla posljednjih 30 godina na dubini 5 cm gotovo svuda je dvostruko veći, a na istoku Slavonije i u priobalju ponegdje i trostruko veći. S povećanjem dubine iznos trenda se smanjuje i tek ponegdje na sjevernom i južnom Jadranu se ističe u odnosu na ostatak područja. Na slici 2. prikazana je prostorna raspodjela trendova godišnjih maksimalnih temperatura tla na 5 cm dubine za oba promatrana razdoblja.



Slika 2. Prostorni prikaz trendova godišnjih maksimalnih temperatura tla na 5 cm dubine za razdoblja 1961.–2010. i 1981.–2010.

U svim sezonama zabilježen je porast trenda maksimalne temperature tla na gotovo cijelom području Hrvatske, osim u jeseni, u kojoj je tek u dijelu priobalja zamijećen porast pozitivnog trenda maksimalne temperature tla. Značajan porast trenda u odnosu na referentno razdoblje, osim u ljetnoj sezoni, ima i proljetna sezona na sjevernom i južnom Jadranu te u sjeverozapadnoj Hrvatskoj gdje utjecaj zatopljenja prodire do dubine od 10 cm. S daljnjom dubinom vrijednost trenda se smanjuje. Za razliku od maksimalnih temperatura tla, broj statistički značajnih trendova je vrlo malen u slučaju minimalnih temperatura tla.

4. LITERATURA

Derežić D. i V. Vučetić, 2011: Tendencija povećanja srednje temperature tla u Hrvatskoj. *Hrvatski meteorološki časopis*, **46**, 85–96.

Filić S., 2013: Uzastopni dani s kritičnim maksimalnim temperaturama tla na različitim dubinama u Hrvatskoj. *Diplomski rad*, Geofizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Sveučilište u Zagrebu, 90 str.

Feist O., 2011: Analiza toplinskog stresa za potrebe poljodjelstva u Hrvatskoj u prošlim, sadašnjim i budućim klimatskim uvjetima. *Diplomski rad*, Geofizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Sveučilište u Zagrebu. 54 str.

Gilbert, R.O., 1987: Statistical methods for environmental pollution monitoring. Van Nostrand Reinhold, New York.

Opažene promjene sušnih razdoblja u Hrvatskoj

Ksenija Cindrić

Državni hidrometeorološki zavod, Grič 3, 10000 Zagreb, ksenija.cindric@cirius.dhz.hr

1. UVOD

U radu su prikazane prostorne i vremenske promjene sušnih razdoblja u Hrvatskoj. Opažena maksimalna trajanja tih razdoblja, s dnevnim količinom oborine manjom od 1 mm, pripadaju skupu indeksa oborinskih ekstrema koje je definirala Zajednička radna grupa za utvrđivanje klimatskih promjena Komisije za klimatologiju Svjetske meteorološke organizacije (WMO-CCL) i Istraživačkog programa o klimatskoj varijabilnosti i prediktabilnosti (CLIVAR) (ETCCDI, Peterson i sur. 2001). Na području Hrvatske, Cindrić i sur. (2010) su analizirali prostorno vremenske karakteristike sušnih razdoblja u razdoblju 1961.–2000. Međutim, evidentno je da je prva dekada 21. stoljeća bila dekada ekstremnih događaja u Europi, uključujući i suše (WMO, 2013). Stoga je cilj ovoga rada istražiti vremenske trendove sljedova sušnih dana u posljednjem 50-godišnjem razdoblju (1961.–2010.).

2. PODACI I METODE

Vremenske promjene sušnih razdoblja u Hrvatskoj prikazane su pomoću godišnjeg i sezonskog trenda njihovih maksimalnih trajanja. Sušno razdoblje je definirano kao uzastopni slijed dana s dnevnim količinom oborine manjom od određenog praga: 1 mm i 10 mm. Te kategorije će u ovom tekstu biti označene s CDD1 i CDD10 za sušna razdoblja (od engl. *consecutive dry days*). Razdoblja koja počinju u jednoj sezoni, a nastavljaju se u drugu, pridružena su onoj sezoni u kojoj su započela. Analiza je provedena za 137 meteoroloških postaja u Hrvatskoj. Trend je procijenjen metodom linearne regresije, a neparametarski Mann-Kendallov test (Gilbert, 1987) primijenjen je za procjenu statističke značajnosti trendova na 95 % razini značajnosti. Trend je izražen kao odstupanje po dekadi u odnosu na srednjak iz klimatološkog razdoblja 1961.–1990. (%/10god).

3. REZULTATI I ZAKLJUČNE NAPOMENE

Prema rezultatima trenda (slika 1) najizraženije su promjene sušnih razdoblja u jesenskim mjesecima (SON) kada je u cijeloj Hrvatskoj uočen statistički značajan negativan trend. To smanjenje se kreće od -14 %/10god do -1 %/10god za kategoriju CDD1 odnosno od -11 %/10god do 5 %/10god za CDD10. U ostalim sezonama je trend sušnih razdoblja za obje kategorije slabije izražen od jesenskog. Ipak, uočava se produljenje sušnih razdoblja u proljeće (MAM) na sjevernom Jadranu (od 7 %/10god do 12 %/10god), dok se ljeti takva tendencija uočava i duž južne jadranske obale dosežući vrijednosti do 24 %/10god. Ljeti se uočava statistički značajan trend sušnih razdoblja prve kategorije (CDD1) i u istočnoj Slavoniji (od 4 %/10god do 7 %/10god). Zimi nema značajnog prostornog trenda, ali se uočava tendencija povećanja CDD1 u cijeloj Hrvatskoj, osim u Gorskom kotaru i Lici gdje prevladava negativan trend, te smanjenje CDD10 u kontinentalnom dijelu Hrvatske. Godišnje duljine sušnih razdoblja prve kategorije (CDD1) pokazuju tendenciju smanjenja u južnom dijelu kontinentalne Hrvatske i na sjevernom Jadranu, te statistički značajan porast na južnom Jadranu. S druge strane, sušna razdoblja kategorije CDD10 imaju tendenciju povećanja duž Jadrana i u gorju, a smanjenja u unutrašnjosti, osobito u istočnoj Slavoniji. Takav predznak trenda CDD10 može se povezati s uočenim porastom vrlo vlažnih dana (R95) u unutrašnjosti odnosno smanjenjem u gorju i na Jadranu (Gajić-Čapka i sur. 2013).

4. LITERATURA

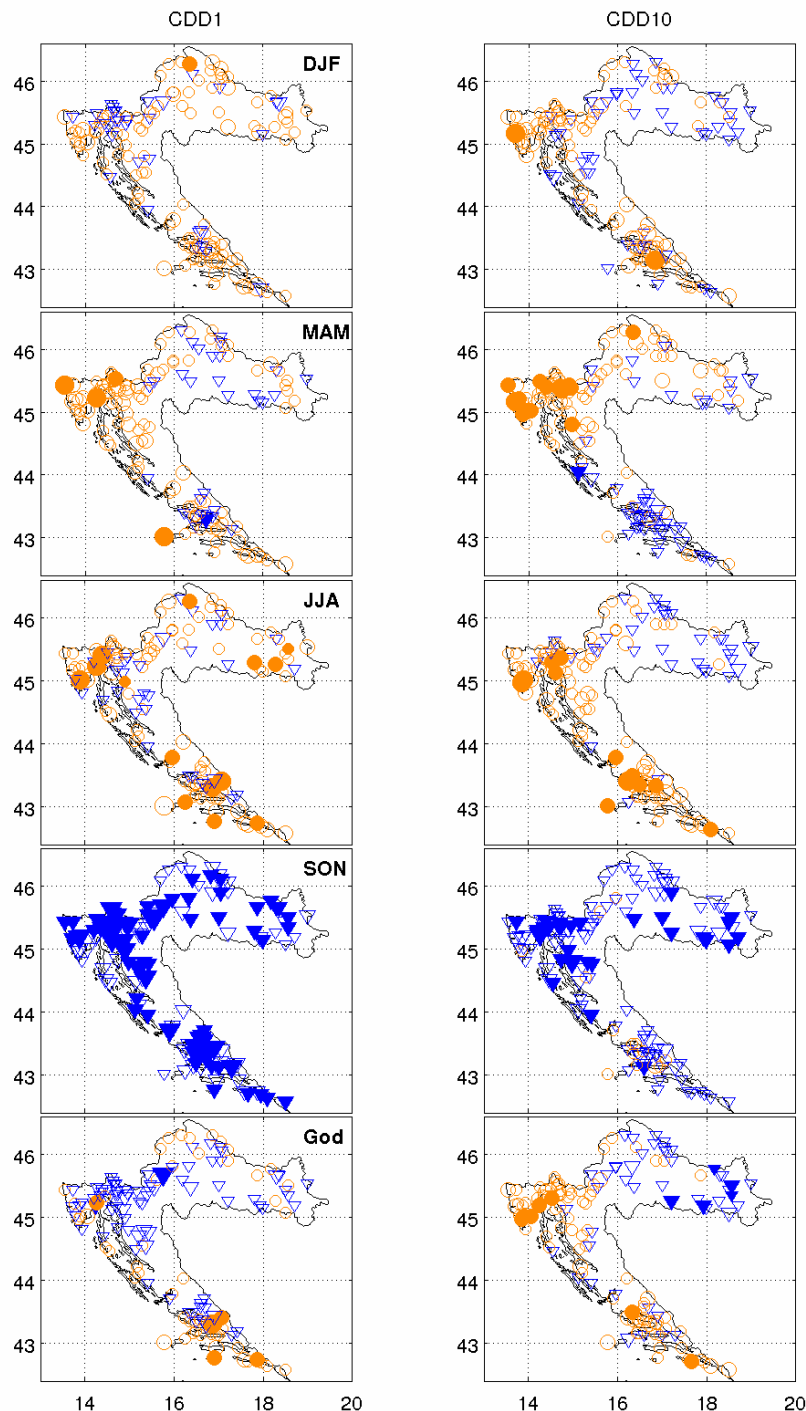
Cindrić K., Z. Pasarić and M. Gajić-Čapka, 2010: Spatial and temporal analysis of dry spells in Croatia. *Theoretical and Applied Climatology*, **102**, 171–184.

Gajić-Čapka M., K. Cindrić and Z. Pasarić, 2013: Trends in indices of precipitation extremes in Croatia, 1961–2010. *Theoretical and Applied Climatology*, (prihvaćeno)

Gilbert, R.O., 1987: Statistical methods for environmental pollution monitoring. John Wiley & Sons, Inc., New York.

Peterson, T.C., C. Folland, G. Gruza, W. Hogg, A. Mokssit and N. Plummer, 2001: Report on the activities of the Working Group on Climate Change Detection and Related Rapporteurs 1998–2001. *World Meteorological Organization Rep. WMO-TD No 1071, WCDMP-No 47*, Geneva, Switzerland.

WMO, 2013: The global climate 2001–2010: a decade of climate extremes, Summary report. *WMO-No 1119*.



Slika 1. Dekadni trendovi (%/10god) maksimalnih sušnih razdoblja za kategorije 1 mm i 10 mm (CDD1, CDD10), po sezonama i za godinu u razdoblju 1961.—2010. Krugovi označavaju pozitivan trend, trokuti negativan, a popunjeni znakovi označavaju statistički značajan trend. Četiri veličine znakova su proporcionalne relativnim vrijednostima promjena na desetljeće u odnosu na odgovarajući srednjak iz razdoblja 1961.–1990: <5 %, 5–10 %, 10–30 % i >30 %.

Osnovne karakteristike tuče u Hrvatskoj i mjere zaštite od tuče Dubrovačko-neretvanska županija

dr.sc. Damir Počakal

Državni hidrometeorološki zavod, 10000 Zagreb, Grič 3, damir.pocakal@cirus.dhz.hr

1. UVOD

Tuča je česta pojava u toplom dijelu godine i u mnogim područjima na svijetu nanosi veliku štetu u poljoprivredi, a u gradskim sredinama na pokretnoj i nepokretnoj imovini. Područja s većom čestinom pojave tuče nalaze se u umjerenim geografskim širinama. Zbog zaštite i smanjenja šteta većina zemalja provodi mjere aktivne ili pasivne obrane od tuče. Hrvatska se također nalazi u tom području, poznatom kao „Europski tučonosni pojas“ te je zbog toga, posebno u ljetnim mjesecima (kontinentalni dio), izložena čestim pojavama grmljavinskih oluja. Da bi zaštitila poljoprivrednu proizvodnju u kontinentalnom dijelu, 1960-tih je godina uveden aktivni (rakete) sustav obrane od tuče.

Tuča je kruta oborina sastavljena od zrna ili komada leda, promjera većeg od 5 mm (WMO, 1992) i nastaje isključivo u grmljavinskim oblacima jakog vertikalnog razvoja, kumulonimbusima (Cb).

Cilj ovog rada je analizirati pojavu tuče na području Dubrovačko-neretvanske županije na osnovi podataka broja dana s tučom zabilježenim na meteorološkim postajama koje se nalaze na području županije.

2. PODACI I METODE

Podaci o broju dana s tučom za razdoblje od 1981. do 2013. godine, dobiveni su s 13 meteoroloških postaja: (glavne meteorološke postaje Dubrovnik, Lastovo i Ploče, klimatološke postaje Molunat (od 1998.), Ston, Opuzen, Metković, Kuna, Orebić (do 2012.), Korčula, Vela Luka, Palagruža (od 1997.) i Goveđari.

Pomoću metode relativnih čestina prikazan je mjesečni broj dana s tučom, te metodom linearne interpolacije izrađena je prostorna karta razdiobe srednjeg broja dana s tučom Dubrovačko-neretvanske županije (nije prikazano).

3. REZULTATI I ZAKLJUČNE NAPOMENE

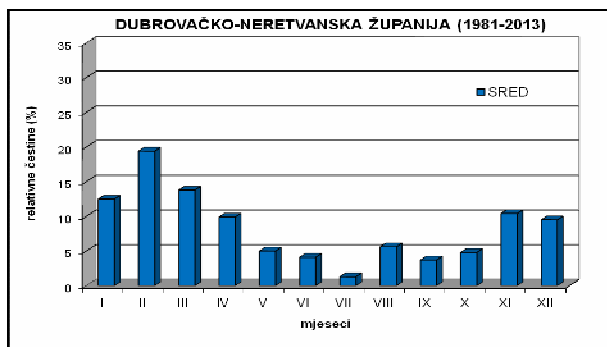
Na području Dubrovačko-neretvanske županije najveći srednji broj dana s tučom imaju Dubrovnik (2.5; tablica 1) i Metković (2.2). Najmanji srednji broj dana s tučom imaju otoci (od 0.4 do 0.9 dana) osim Korčule koja ima 1.7 dana.

Mjesečni hod broja dana pokazuje da sve postaje u prvih 5 mjeseci imaju najveći broj dana s tučom (između 50 i 72 %), dok je u ljetnim mjesecima broj dana s tučom najmanji (slika 1). U Dubrovniku u 33 godine nije zabilježen niti jedan dan s tučom u srpnju (slika 2).

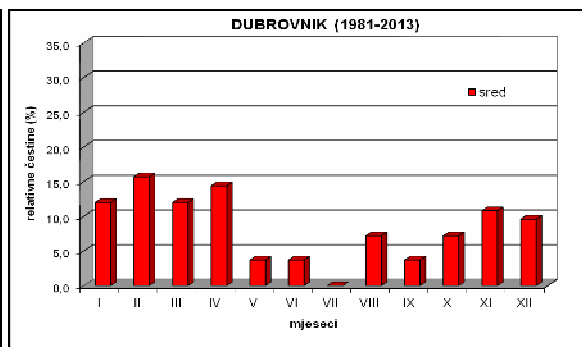
Za većinu meteoroloških postaja tog područja karakteristično je smanjenje broja dana s tučom u posljednjih desetak godina, tj. zabilježen je negativni trend broja dana s tučom. Taj trend je najveći u Dubrovniku (slika 3), gdje se iz podataka vidi da je u razdoblju od 1981.–2000. srednji broj dana s tučom iznosio 3.3, a u razdoblju od 2001.–2013. samo 1.1 dana. Ovo smanjenje ne mora nužno značiti i manju ugroženost Županije od tuče, jer rezultati analiza s drugih područja pokazuju da je u posljednjih desetak godina uz isti ili manji broj dana s tučom, došlo do povećanja intenziteta grmljavinskih oluja (Počakal, 2011).

Tablica 1. Srednji (SRED) i maksimalni (MAKS) mjesečni i godišnji broj dana s tučom za Dubrovnik u razdoblju 1981.–2013.

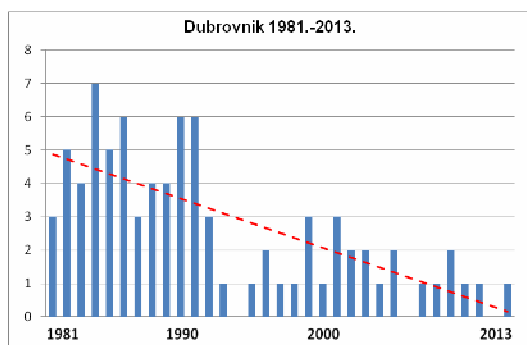
mjeseci	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	GOD
SRED	0.3	0.4	0.3	0.4	0.1	0.1	0.0	0.2	0.1	0.2	0.3	0.2	2.5
MAKS	2.0	3.0	2.0	3.0	1.0	1.0	0.0	2.0	1.0	2.0	3.0	3.0	13.0
ZBROJ	10.0	13.0	10.0	12.0	3.0	3.0	0.0	6.0	3.0	6.0	9.0	8.0	83.0



Slika 1. Relativne čestine (%) broja dana s tučom za Dubrovačko-neretvansku županiju u razdoblju 1981.–2013.



Slika 2. Relativne čestine (%) broja dana s tučom za Dubrovnik u razdoblju 1981.– 2013.



Slika 3. Godišnji broj dana s tučom i trend za Dubrovnik u razdoblju 1981.–2013. godine.

4. LITERATURA

Počakal, D., 2011: Hailpad data analysis for continental part of Croatia. *Meteorologische Zeitschrift*, 20., 4, 441–447.

WMO, 1992: International Meteorological Vocabulary, WMO.

Utjecaj navodnjavanja na prirodu, kvalitetu ploda i randman ulja sorte Istarska bjelica

Željko Prgomet

Veleučilište u Rijeci, Poljoprivredni odjel u Poreču, Carla Huguesa 9, 52140 Poreč, skink@pu.t-com.hr

1. UVOD

Maslina je kultura koja se od davnina uzgaja na škrtim i plitkim tlima. Za razliku od većine drugih mediteranskih kultura, relativno dobro podnosi nedostatak vode u tlu. Klimatske promjene koje se dešavaju posljednjih godina, posebice sušna razdoblja u vrijeme vegetacije, itekako utječu i na rentabilnost uzgoja ove ne tako zahtjevnog kulture. Promjene klime koje nam slijede zahtijevaju i drugačiji pristup u tehnologijama uzgoja pojedinih kultura. Agrotehničke mjere uzgoja koje su bile prije 50 i više godina ne mogu se u današnje vrijeme u potpunosti koristiti. Tu prvenstveno mislim na obveznu uporabu navodnjavanja u određenim fenofazama razvoja masline, kako bi se dobila sigurna i dohodovno isplativa proizvodnja. Cilj ovog rada je da se prikaže utjecaj navodnjavanja na prirodu, kvalitetu i randman ulja kod uzgoja maslina. Važnost i potrebu za navodnjavanjem u uzgoju maslina ističu danas svi stručnjaci u svijetu koji se bave ovom kulturom.

2. PODACI I METODE

Za ovo istraživanje smo izabrali nasad maslina u vlasništvu OPG Bruno Flego, Zamask u središnjem dijelu Istre. Pratili smo po 7 stabala sorte Istarska bjelica, starosne dobi od 10 godina. Uzgojni oblik je polikonična vaza s deblom 0.8 m visine i razmakom sadnje 5x5 m. Zbog velikog nagiba terena izrađene su terase na kojima su posađena po dva reda maslina. Tlo je antropogenizirana rendzina na flišu. Postavljen je sustav za navodnjavanje kap po kap s cijevima postavljenim na tlo ispod stabala sa obje strane. Voda za navodnjavanje je korištena iz sustava vodovoda Butonigla. Ubrane plodove smo izvagali te preradili u uljari "Agro-Millo" u Baredinama. Sve smo faze rada zabilježili i fotografijama.

3. REZULTATI I ZAKLJUČNE NAPOMENE

Obzirom da je 2012. godina bila vrlo sušna te je u Istarskoj županiji proglašena elementarna nepogoda, učinak navodnjavanja je imao još veće djelovanje na istraživane parametre. Na navodnjavanim stablima smo u prosjeku imali prirod od 30 kg dok je na nenavodnjavanim izmjereno 14,28 kg ploda. Prosječna težina plodova s navodnjavanih stabala je bila 2,91 g i bili su vrlo ujednačeni. Plodovi s nenavodnjavanih stabala imali su prosječnu težinu 2,12 g s velikim razlikama u težini.

Kod prerade plodova s navodnjavanih stabala randman je bio 15,2 % a kod plodova s nenavodnjavanih stabala 17,6 %.

Kada te dobivene rezultate sa istraživanih stabala stavimo na površinu od 1 hektara dobijemo kod navodnjavanja prinos od 1988,16 litara a kod nenavodnjavanih 1095,79 litara maslinovog ulja. Skoro dvostruko veća količina ulja potvrđuje isplativost navodnjavanja u uzgoju maslina. Dobit nije te godine samo u količini ulja nego i u dovoljnom vegetativnom porastu jednogodišnjih izboja koji garantiraju dobru rodost i iduću godinu.

Tablica 1. Prinos maslinovog ulja navodnjavanih i nenavodnjavanih maslina (L/ha) u 2012. godini.

	Prosječan prinos po stablu (kg)	Težina 100 plodova (g)	Randman (%)	Težina ploda (kg / ha)	Težina ulja (kg ulja / ha)	Količina ulja (litara ulja / ha)
Navodnjavano	30	291,94	15,20	12000	1824	1988,16
Nenavodnjavano	14,28	212,25	17,60	5.712	1005,21	1095,79

Tablica 2. Bilanca navodnjavanog i nenavodnjavanog maslinika (u kunama).

	Navodnjavano	Nenavodnjavano
Prihod maslinovog ulja	198.816,00	109.579,00
Trošak vode/ha	6.902,36	/
Trošak berbe	30.000,00	14.280,00
Trošak prerade	18.000,00	8.568,00
Suma	143.913,64	86.731,00

Razlika: 54.902,36 kn 22.848,00 kn

Ukupna dobit na navodnjavanim maslinama na površini od 1 hektra je veća za 32.054,36 kn od nenavodnjavanih što sigurno dugoročno opravdava instaliranje sustava za navodnjavanje u nasade maslina.



Slika 1. Nenavodnjavana (lijevo) i navodnjavana (desno) maslina.

4. LITERATURA

Sraka, M., J. Milković, I. Bratović, Ž. Prgomet, 2009: Utjecaj klime na režim vlažnosti tla u Istri. *Zbornik radova s IV Znanstveno-stručnog savjetovanja hrvatskih voćara*, Rovinj, 4.–6. ožujka 2009.

Sraka, M., I. Bratović, Ž. Prgomet, 2012: Potrebe masline za vodom u agroekološkim uvjetima Istre. *Zbornik radova s Međunarodnog znanstvenog kongresa "Novi pristupi istraživanja u maslinarstvu"*, Portorož (Slovenija), 16.–17. veljače 2012.

Utjecaj ekstremnih klimatskih čimbenika na ishranu bilja

Tomislav Čosić

Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, tcosic@agr.hr

Tomislav Karažija

Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, tkarazija@agr.hr

1. UVOD

Glavni cilj rada je ukazati na nepovoljne klimatske čimbenike, posebice nedostatak vode, u ishrani bilja. Pokazat ćemo nekoliko važnijih momenata o vlazi u tlu, pritjecanju hraniva vodom do korijena biljke, premještanju hraniva iz korijena u nadzemne dijelove biljke vodom i općenito o ulozi vode u biljci.

2. REZULTATI I ZAKLJUČNE NAPOMENE

2.1 Uloga vode u tlu

Voda je od presudne važnosti za pritjecanje hraniva do korijena biljke, ulazak hraniva u apoplast korjenove dlačice, a posebice za premještanje pojedinih hraniva iz korijena u nadzemne organe biljke (list). Kretanje hraniva otopinom i ulazak otopine u korijen, a koje sadrži nisko molekularne spojeve poput iona, organskih kiselina, aminokiselina, šećera, u stanice korijena u „slobodni prostor“ (eng. *free space*) pasivan je proces (nemetabolitički), a vođen je **difuzijom ili masovnim strujanjem vode**. Difuzija je kretanje čestica plina ili otopine iz veće koncentracije u manju i proporcionalna je razlici koncentracija, a naziva se difuzijski ili koncentracijski gradijent. Naime, kad biljka troši hraniva, u neposrednoj okolini korijena dolazi do „pražnjenja“, odnosno smanjenja koncentracije u odnosu na okolni medij. Hraniva stoga slučajnim termalnim gibanjem (difundiranjem) počinju strujati iz više koncentracije u nižu, odnosno iz okolnog medija ka korijenu, dok se koncentracije ne izjednače.

Čimbenici koji utječu na brzinu pritjecanja iona do korijena difuzijom (fluks) su:

- koncentracija pojedinog iona u otopini tla,
- mobilnost iona,
- intenzitet primanja iona,
- vlaga tla.

Koncentracije pojedinih iona u okolini korijena se mijenjaju. Na početku absorpcijskog perioda mogu biti vrlo visoke, a onda polako padaju, na što značajno utječe kapacitet tla iz kojeg se hraniva oslobađaju u otopinu tla (plodnost tla). Što je veća koncentracija iona u otopini tla bolje je primanje, odnosno korijen prima više iona po jedinici površine.

Mobilnost iona je različita pa i difuzija nije jednaka za sve ione. Korijen se difuzijom snabdijeva uglavnom s ionima kojih ima malo u otopini tla (fosfatni, K^+ te NH_4^+). Najmobilniji je NO_3^- ($D = 5 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{s}$) te ima i najveću zonu pritjecanja do korijenove dlačice (do 2 cm udaljenosti).

U nedostatku vlage u tlu otežan je difuzijski tok otopine prema korijenu. Razlog tome je što se suze promjeri pora po kojima se normalno kreće voda jer se napune zrakom. Vlažna opna koja okružuje čestice tla je sve tanja, pa je i veća privlačna moć između pojedinih čvrstih čestica i više se iona veže. Time se povećava kapacitet zamjene, otopina tla postaje sve razrijeđenija, a koeficijent se smanjuje tako da u suhom tlu može biti 10 do 100 puta niži u odnosu na vlažno tlo.

Masovno ili slobodno strujanje vodom ima značajnu ulogu za hraniva koja se nalaze u otopini tla u visokim koncentracijama te kada je visoka transpiracija. Tada se značajne količine vode kreću prema korijenu noseći sa sobom otopljene tvari (hraniva) koje biljka zajedno s vodom prima. Svakako, ukoliko nema dovoljno vode u tlu, nema ni strujanja hraniva, dok prevelike količine vode mogu povećati ispiranje hraniva. U sušnom razdoblju limitirajući čimbenik rasta biljaka je nedostatna opskrbljenost hranivima, a potom vodom. Transport hraniva masovnim strujanjem vode značajan je za anione: NO_3^- , BO_3^- , HBO_3^- , $H_2BO_3^{2-}$, SO_4^{2-} , MoO_4^{2-} , kao i za katione koji se iz tla premješaju prvenstveno ksilemom (Ca^{2+} , Mg^{2+}).

2.2 Uloga vode u biljci

Život biljke, kao i svih ostalih bića, ovisi o vodi. Prosječan sadržaj vode u biljci kreće se oko 70 %, sadržaj organske tvari iznosi oko 27 %, a mineralne tvari oko 3 %. Mlado tkivo biljke sadrži i daleko više vode, od 90 do 95 %. U biljci razlikujemo nekoliko vrsta vode, a svaka od njih ima određenu funkciju.

Transpiracijska ili slobodna voda struji od korijena do lišća i cvjetova i isparava se nadzemnim organima biljke, prvenstveno preko lista. Ona služi za hlađenje, odnosno reguliranje topline biljke kao i za translokaciju tvari iz korijena u nadzemne organe biljke.

Voda koja ulazi u kapilarne prostore staničnih stijenki i drugih dijelova stanica je **imbibiciona** voda. Ta voda predstavlja samo mali dio od ukupne vode u biljci i prouzrokuje bubrenje, npr. sjemena. Ona je adsorbirana na površini organela, staničnih stijenki, ionima i molekulama. Voda u biljci je često vezana i u organskim spojevima. To je **metabolitička ili vezana voda**.

Uloga vode u biljnom organizmu je višestruka. Ona se može smatrati biljnim hranivom jer snabdijeva biljku vodikovim atomima i kisikom, koji se oslobađaju prilikom cijepanja vode kod fotosinteze (fotoliza vode), a potrebni su za tvorbu svih organskih spojeva. Voda je neophodno potrebna za proces fotosinteze, iako se za taj proces troši samo 0,01 % ukupne količine vode koju biljka koristi. Bez vode ne može doći do premještanja i raspodjele hraniva i metabolita u biljci. Ona omogućuje premještanje hraniva iz korijena u nadzemne dijelove biljke te premještanje stvorenih asimilata iz lišća u druge organe biljke. Sve biokemijske i fiziološke reakcije u biljci odvijaju se uz učešće vode. Voda u vakuoli potrebna je za održavanje **turgescenosti** biljnih stanica. Voda je također potrebna za klijanje sjemena jer pomoću nje dolazi do bubrenja organske tvari u sjemenu i do aktivacije enzima. Voda u biljci omogućava otapanje organskih i anorganskih soli i šećera.

3. LITERATURA

Anić, J., 1973: Ishrana bilja. Zagreb.

Anić, J., 1991: Voda u sistemu tlo – biljka – atmosfera. Zagreb.

Butorac, A. 1999: Opća agronomija. Školska knjiga, Zagreb.

Vukadinović, V. i V. Vukadinović, 2011: Ishrana bilja. „Zeba“ Vinkovci.

Prilagodba na klimatske promjene i ublažavanje posljedica u poljoprivredi

Milan Mesić

Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, mmesic@agr.hr

Ivana Šestak

Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, isestak@agr.hr

1. UVOD

Poljoprivreda je djelatnost koja je usko povezana s klimom. Opći model razvoja poljoprivrede kroz duže vremensko razdoblje podrazumijeva međusobni utjecaj klimatskih, ekoloških i ekonomskih čimbenika u proizvodnji. Glavni problem u shvaćanju učinaka klimatskih promjena na poljoprivredu Hrvatske je taj što se ne može precizno predvidjeti gdje će se i kada pojaviti negativni ili pozitivni utjecaji. Dugoročno, klimatske promjene su problem kojem se današnja poljoprivreda mora prilagoditi, posebice ako se uvažavaju sve uloge poljoprivrede i gospodarenja tlom u društvu. Ipak, uvodno je potrebno naglasiti da danas nismo u stanju predvidjeti mogućnosti prilagodbe poljoprivrede prognoziranim promjenama klime, već i zato što se u budućnosti mogu razviti tehnologije proizvodnje koje danas ne poznajemo, kao što je primjerice, prije 100 godina bilo nemoguće poznavati današnji način uzgoja biljaka i domaćih životinja.

Cilj ovog rada je da se prikaže utjecaj suše na prinos pšenice, agronomsku učinkovitost gnojidbe, te gubitke dušika iz tla. Važnost povećanja iskorištenja mineralnog dušika primijenjenog u gnojidbi ističu i drugi autori (Raun i Johnson, 1999., Vuković i sur., 2008).

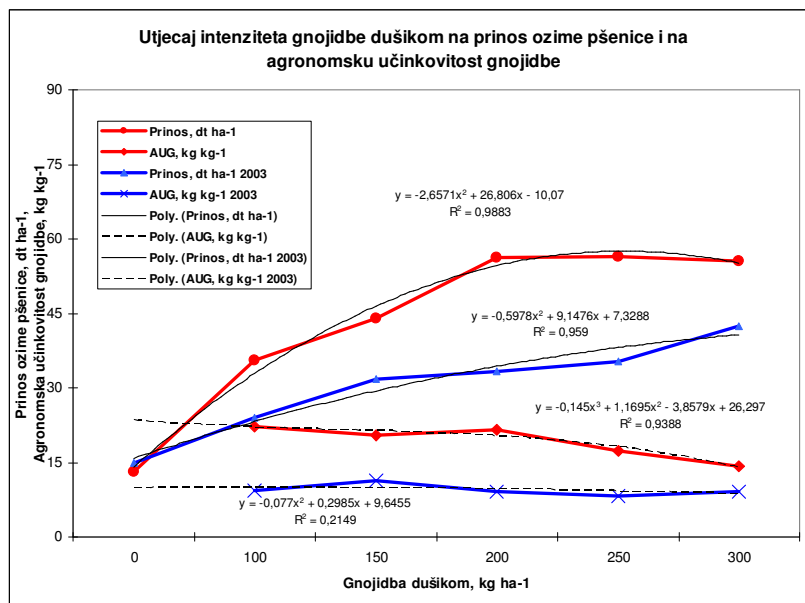
2. PODACI I METODE

Za prikaz učinaka nepovoljnih vremenskih prilika tijekom vegetacije ratarskih kultura izabran je primjer sa ozimom pšenicom u sušnoj 2003. godini. Na pokusnom polju u Potoku pokraj Popovače provode se istraživanja utjecaja gnojidbe različitim količinama mineralnog dušika na prinos nekih ratarskih kultura, promjene u tlu, te ispiranje dušika s vodom iz lizimetara, te iz drenskih cijevi. U radu je prikazana usporedba utjecaja gnojidbe na prosječan prinos pšenice za vegetacijske godine 1996/97. i 1999/2000. s prinosom ostvarenim 2003. godine, agronomska učinkovitost gnojidbe, kao i gubici dušika s vodom iz drenskih cijevi.

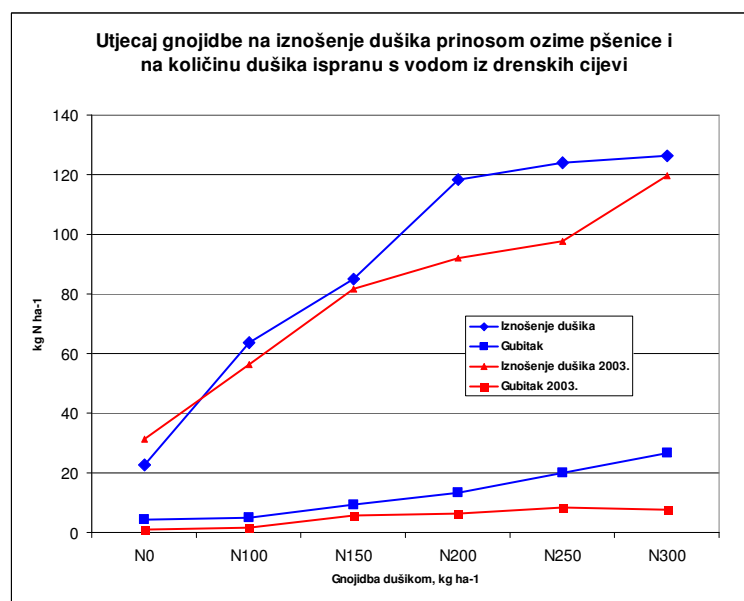
3. REZULTATI I ZAKLJUČNE NAPOMENE

Prinos ozime pšenice u 2003. godini bio je značajno manji od prosječnog ostvarenog u vegetacijskim godinama 1996/97. i 1999/2000., ali različito prema pojedinim varijantama gnojidbe mineralnim dušikom (slika 1). Najmanja razlika u visini prinosa zabilježena je u kontrolne varijante bez gnojidbe. Međutim, prinos ostvaren u kontrolne varijante u sve je tri analizirane godine prenizak da bi bio isplativ. Istovremeno, prosječna agronomska učinkovitost gnojidbe bila je znatno manja u 2003. godini i u svih se varijanata pokusa kretala oko 10 kg kg^{-1} , za razliku od dvogodišnjeg prosjeka kad se kretala od 15 do 20 kg kg^{-1} .

Osim prinosa, zanimljiv je i podatak o iskorištenju dušika, preciznije o njegovom iznošenju s prinosom zrna ozime pšenice, te o gubitku dušika s vodom iz drenskih cijevi (slika 2). Značajnija razlika u iznošenju dušika javila se tek u slučajevima 200 i 250 kg primijenjenog dušika, u kojih je iznošenje u 2003. godine bilo znatno manje pri usporedbi s prosjekom. Istovremeno, gubitak dušika s vodom iz drenskih cijevi bio je, zahvaljujući malom drenskom isteku, niži u 2003. godini. Dio apliciranog dušika ispran je u sljedećoj godini, pa se ovdje ne prikazuje, a može se samo pretpostaviti da su određene količine dušika izgubljene volatilizacijom. Osim gnojidbe na ispiranje vode iz drenskih cijevi utječe i sam razmak drenova (Šimunić i sur., 2011). Ako se pretpostavi učestalo ponavljanje ovakvih vremenskih prilika u vrijeme intenzivnog porasta, cvatnje, oplodnje i zriobe pšenice, za očekivati je smanjenje prinosa, manju iskoristivost primijenjenih dušičnih gnojiva, a samim tim i manju isplativost proizvodnje, te veći negativan utjecaj na okoliš.



Slika 1. Usporedba prosječnog prinosa ozime pšenice i agronomске učinkovitosti gnojidbe s onima zabilježenim u sušnoj 2003. godini



Slika 2. Iznošenje dušika s prinosom zrna ozime pšenice i gubitak dušika s vodom i iz drenskih cijevi u prosjeku i za 2003. godinu.

4. LITERATURA

Raun, W.R. and G.V. Johnson, 1999: Improving nitrogen use efficiency for cereal production. *Agron. J.*, **91**(3), 357–363.

Šimunić, I. M. Mesić, M. Sraka, T. Likso and L. Čoga, 2011: Influence of Drainpipe Spacing on Nitrate Leaching and Maize Yield. *Cereal Research Communications*, **39** (2), 273–282.

Vuković, I., M. Mesić, Z. Zgorelec, A. Jurišić, and K. Sajko, 2008: Nitrogen use efficiency in winter wheat. *Cereal Res. Commun*, **36**(2) Supl. 5, 1199–1202.

Utjecaj lokacije maslinika na fizičke karakteristike ploda tijekom dozrijevanja i na kvalitetu maslinova ulja sorte Leccino

Stanislav Štambuk

Savjetodavna služba, 21460 Stari Grad, Zbora narodne garde 9, Stanislav.Stambuk@savjetodavna.hr

1. UVOD

Maslina se kod nas počela uzgajati još za vrijeme stare Grčke. Ovu pretpostavku potkrepljuje i pronalazak kamenog mlina za mljevenje maslina u iskopinama stare Salone (Solin) kod Splita, koji potječe iz I st. poslije Krista.

Krajem 18. st. ukupan broj stabala maslina iznosio je 20–30 milijuna, a proizvodnja ulja je u prosjeku iznosila 20.000 do 30.000 tona.

U drugoj polovici 19. st. dolazi do nagle stagnacije našeg maslinarstva. Propadanjem vinove loze u Francuskoj, zbog pojave filoksere, koje je počelo 1868., izvoz vina iz Dalmacije naglo je porastao i trajao je do 1890. godine. U tom su razdoblju poljoprivrednici, zavedeni visokim cijenama vina, naveliko počeli vaditi masline i saditi vinovu lozu. Time započinje stagnacija maslinarstva.

Točan broj stabala masline u Hrvatskoj nije poznat, a prema procjeni maslinarskih stručnjaka on se kreće od 3.5 do 4.5 milijuna stabala. Godišnja proizvodnja maslinovog ulja značajno varira iz godine u godinu, a u 2007. godini proizvedeno je 34.527 tona ploda od čega je proizvedeno 46.396 hl maslinovog ulja (DZS, Statistički ljetopis, 2008). Pored ovog Hrvatska proizvodi i oko 550 tona stolnih maslina. No u strategiji razvoja hrvatskog maslinarstva morat će se posebno voditi računa o proizvodnji ekstra djevičanskog ulja visoke kvalitete. Tu kvalitetu možemo zadovoljiti uzgojem visokokvalitetnih sorti maslina te uz primjenu suvremenih tehnologija koje zadovoljavaju sve značajne čimbenike koji utječu na kvalitetu ulja. Jedan od presudnih čimbenika u dobivanju ekstra djevičanskog ulja visoke kvalitete je odabir optimalnog roka berbe određene sorte u određenim ekološkim uvjetima (Škarica, 1965; Škarica, 1971).

Sorta Leccino je talijanska sorta koja se 70-tih godina proširila po cijelom Sredozemlju i gotovo u sve maslinarske zemlje svijeta. U našim je maslinicima susrećemo od Istre do Konavala. U ovom se radu želim pozabaviti istraživanjem dinamike dozrijevanja njezinih plodova uzgojenih na dvije lokacije u Hrvatskoj. Jedan se maslinik nalazi u Poreču – zapadna obala Iste, a drugi u Hvaru (na otoku Hvaru). Rezultati ovih istraživanja dali bi značajan doprinos u određivanju optimalnog roka berbe vodeće uljne introducirane sorte Leccino u hrvatskim maslinicima.

2. PODACI I METODE

Kako bi se bar djelomično rasvijetlio ovaj problem i došlo do konkretnih rezultata relevantnih za određivanje optimalnog roka berbe i morfoloških svojstava plodova sorte Leccino pokrenuto je istraživanje na dva lokaliteta; jedan na području otoka Hvara, u srednjoj Dalmaciji i drugi na području Červar (okolica Poreča), u Istri.

Istraživanjima su bili obuhvaćeni maslinici sorte Leccino iz dva klimatski različita područja uzgoja, prvi na lokaciji Červar (Poreč) u Istri i drugi na Obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu Novak, na otoku Hvaru. Tlo je u na obje lokacije crvenica s ponešto različitim udjelom skeleta.

Pokus je postavljen po slučajnom bloknom rasporedu, te je praćeno po pet stabala iz svakog uzgojnog područja ujednačene razvijenosti, agrotehnike i starosti stabala.

Sa svakog istraživnog stabla ubirani su plodovi (20 plodova u jednom ponavljanju, bilo je 5 ponavljanja po svakom istraživnom stablu). Plodovi su uzimani s oboda krošnje u visini ramena istraživača sa svih strana krošnje.

Berba se obavljala svakih petnaest dana s početkom od 15. kolovoza pa do 15. studenoga svake godine. Berba se obavljala ručno. Prerada se vršila istog dana na centrifugalnoj liniji uz tzv. hladno prešanje (Pieralisi). Dobiveni uzorci ulja čuvali su se u staklenoj ambalaži, u mraku, na temperaturi od +14 °C.

Morfološka istraživanja (visina, širina, debljina i masa ploda te masa koštice) obavljani su po metodi Barranco i Rallo, 1984.

Sadržaj ulja u plodu određen je ekstrakcijom po Soxhletu, a sadržaj suhe tvari određen je metodom sušenja na temperaturi od 105 °C.

Ulja dobivena iz optimalnog roka berbe, na obje lokacije, u godini istraživanja, bila su podvrgnuta osnovnim kemijskim analizama:

1. Sadržaj slobodnih masnih kiselina (SMK) određivan je metodom titracije s natrij-hidroksidom (NaOH), (ISO 660, 1983) izraženo kao oleinska kiselina.
2. Peroksidni broj (PB) određivan je standardnom metodom izraženo kao mmol aktivnog kisika na 1 kg ulja (ISO 3960, 1977).
3. Senzorsko ocjenjivanje ulja napravljeno je općeprihvaćenom metodom panel testa (COI)

Dobiveni rezultati istraživanja obrađeni su analizom varijance za svako istraživano svojstvo i godinu istraživanja.

3. REZULTATI I ZAKLJUČNE NAPOMENE

Istraživalo se sljedeće:

1. morfološka svojstva ploda sorte Leccino iz dva različita klimatska područja,
2. razlika u osnovnim parametrima kvalitete maslinovog ulja sorte Leccino pod utjecajem lokacije maslinika,
3. dinamika nakupljanja ulja u plodovima, te odnos sadržaja suhe tvari i količine ulja u plodu s obzirom na istraživane lokacije uzgoja sorte Leccino.

Dobivena saznanja u ovom istraživanju, doprinos su određivanju optimalnog roka berbe s ciljem postizanja vrhunske kvalitete maslinovog ulja.

Naime, postoji datumska razlika u postizanju optimalnog stupnja zrelosti sorte Leccino uzgojene u Červaru (Poreč) u Istri u odnosu na istu sortu uzgojenu na Hvaru.

Rezultati ovog istraživanja dijelom su u suglasnosti s podacima iz literature. Na temelju ovih istraživanja proizlazi da je sorta Leccino u području Poreča zadržala svoja karakteristična sortna obilježja uz manju razliku, dok su u Hvaru prosječne težine plodova i koštice bile iznad prosječne težine koje ima sorta Leccino.

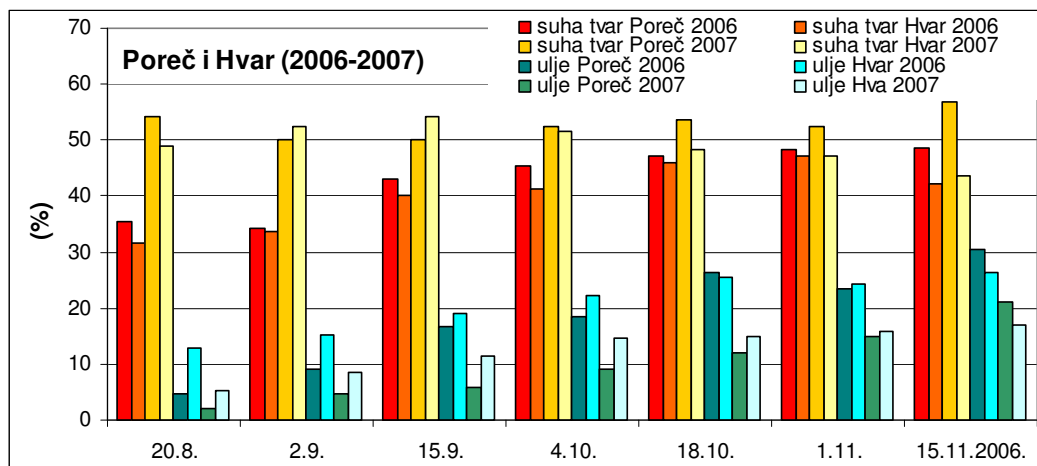
Količina suhe tvari u većem dijelu se podudara sa istraživanjima Miljković i Vešnik (1976). U 2006. godini bila je veća nego u 2007. i to na obje istraživane lokacije. Ta činjenica se može povezati s količinom oborine i temperaturom i trajanjem sijanja Sunca.

Isto je i s količinom ulja; 2006. godine postotak ulja je bio znatno manji što se također može pripisati većim dijelom klimatskim čimbenicima.

Prema praćenju DHMZ Zagreb, u 2007. godini, kod praćenja fenofaze masline Leccino, zabilježen je datum pune cvatnje 5. travnja. Može se zaključiti da je ta pojava vezana uz klimatske čimbenike te godine, kao i početak šaranja plodova, koji se javlja krajem kolovoza te pojava zrelih plodova 10. rujna.

Za svaku sortu, pa tako i za istraživanu sortu Leccino, zbog postojanja genetskih specifičnosti, treba odrediti optimalno vrijeme berbe koje je povezano s najprikladnijim kemijskim sastavom dobivenog ulja.

Istraživanja su u odnosu na rokove berbe, dala jednu dobru podlogu, jer su se iz njih utvrđivali podaci od početka stvaranja, to jest nakupljanja ulja i suhe tvari, a posebno između rokova berbe, a sve utjecajem lokacije i klimatskih čimbenika.



Slika 1. Usporedba količine suhe tvari i ulja u maslinama (%) za Poreč i Hvar u razdoblju 2006.–2007.

Tablica 1. Fenološke faze masline za Poreč i Hvar tijekom 2006. i 2007. godine.

Fenološke faze	Poreč		Hvar	
	2006	2007	2006	2007
Datumi				
Početak cvatnje	12. 6.	18. 5.	19. 5.	3. 4.
Puna cvatnja	16. 6.	23. 5.	23. 5.	5. 4.
Završetak cvatnje	20. 6.	28. 5.	26. 5.	15. 4.
Pojava zrelih plodova	8. 11.	27. 10.	9. 10.	10. 9.
Berba	15. 11.	3. 11.	3. 11.	5. 11.
Urod po stablu (kg)	25	37	16	20.5

4. LITERATURA

Državni zavod za Statistiku RH, 2008: Statistički ljetopis za 2007.

Miljković, I. i F. Vešnik, 1976: Elajografska svojstva plodova introduciranih sorata maslina u ekološkim uvjetima zapadne obale Istre. *Agronomski glasnik*, **1**, (3), 57–70.

Škarica, B., 1965: Utjecaj stepena zrelosti važnijih sorti maslina u makarskom proizvodnom području na fizikalne i kemijske osobine ulja. *Doktorska disertacija*.

Škarica, B., 1971: Fizikalno-kemijska svojstva maslinova ulja sorti oblice i levantinke tokom dozrijevanja u uzgojnim uvjetima makarskog primorja. *Agronomski glasnik*, **1-2**, 69–97.