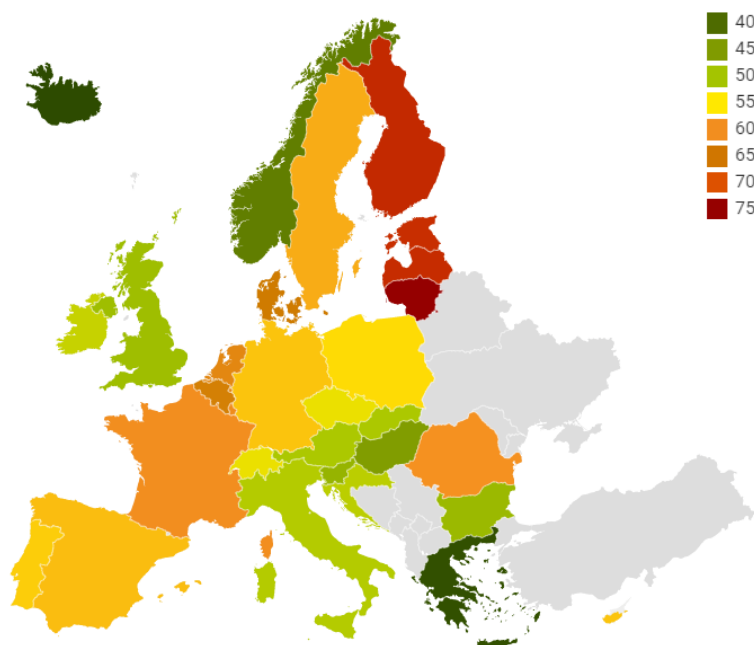


Klimatske promjene i uzgoj usjeva

Prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović i prof. dr. sc. Vesna Vukadinović

Buduće promjene temperature, količine oborina, vlage u tlu i češća pojava klimatskih ekstrema što se sve često naziva i klimatska kriza, mogle bi ugroziti sigurnu opskrbu hranom, odnosno proizvodnju i produktivnost usjeva u Europi, uključujući i Hrvatsku. [Veliki broj studija temeljem višegodišnjeg istraživanja sedam usjeva pokazuje da će njihov prosječni prinos u Europi do 2050-ih godina porasti za 8%](#), ali znatno manje na prostoru južne (+5%) i srednju Europu (+6%). Međutim, očekuje se da će pad prinosa kukuruza u južnoj Europi biti čak -11%. Budući da je u Europi prosječno zaposleno tek 4,7% stanovništva u poljoprivrednoj proizvodnji, globalno zatopljenje će se prvenstveno odraziti na prirodni okoliš zbog promjene u namjeni zemljišta, pomicanju vegetacijskog perioda i veće potražnje za vodom, kako za navodnjavanje, tako i za piće, ali će svakako imati značajan utjecaj na kvalitetu i standard života ruralnog stanovništva juže Europe i Mediterana što predstavlja ozbiljnu pretnju proizvodnji hrane u tim krajevima.

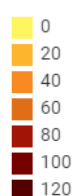
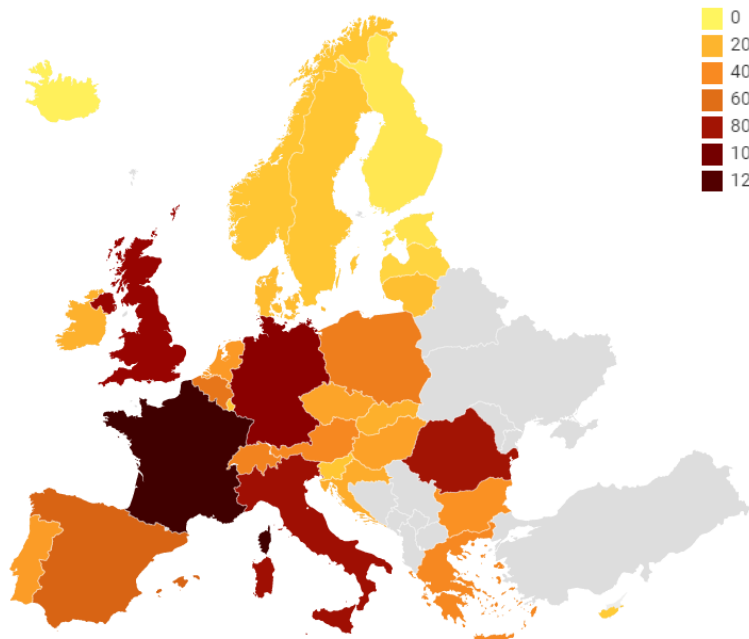
Stariji se zasigurno sjećaju kako su nekad zime (50-ih i 60-ih) bile duge i snježne, kako na selu nije bilo gospodarstva bez zaprežnih saonica, kako su tada školski raspusti obilovali snijegom koji se zadržavao tjednima, a mnogi danas osporavaju klimatske promjene, neovisno od toga da li su one posljedica antropogene aktivnosti (uništavanja šuma, povećane emisije plinova koji uzrokuju efekt staklenog vrta, prometa, veličine urbanih sredina i enormno velike potrošnje energije), ili prirodni ciklus promjene klime koji se tijekom prošlosti redovito događao. Zbog sporosti promjena klime koje se stoga teško i zapažaju, razumljivo je da nema još posve sigurnih projekcija što će se događati s klimom u bliskoj (u životnom vijeku većine stanovništva, npr. do 2050. god.) i daljoj budućnosti. Naime, s jedne strane još uvijek je premalo detaljnih istraživanja i studija o klimatskim promjenama, a s druge dobar dio poljoprivrednih proizvođača postupno mijenja svoju poljoprivrednu praksu. Međutim, premali broj egzaktnih eksperimentalnih rezultata, kao i nesavršeni modeli procesnog modeliranja, pretpostavka su nesigurne projekcije budućih promjena.



Slika 1. [Učinci klimatskih promjena na europske zemlje](#) na temelju ljestvice od 0 do 100 (što je veći rezultat, to je zemlja pogođenija, RH = 48,0)

Promjena klime utjecat će negativno ili pozitivno na cijeli europski prostor (Slika 1.) kao i pojavu više vremenskih ekstrema (Slika 2.), ovisno o agroekološkim uvjetima, kvaliteti i intenzitetu korištenja poljoprivrednog zemljišta, mogućnosti ublažavanja rizika od suše, prvenstveno navodnjavanjem, kao i sociološko-ekonomskoj podršci pojedinih država za ublažavanje posljedica klimatskih promjena. Nasuprot očekivanih problema u poljoprivrednoj proizvodnji, osobito na području siromašnije južne Europe, klimatske promjene mogle bi na sjeveru Europe, zbog viših temperatura i veće koncentracije CO₂, povećati produktivnost većine usjeva. Dakle, klimatske promjene u Europi nisu nužno negativne, premda će neminovno pokrenuti promjene u uvjetima uzgoja, izboru zemljišta i novih vrsta usjeva i kultivara za buduće specifične agroekološke uvjete konkretnih regija. Poljoprivrednici će biti prisiljeni promijeniti kalendar radova, osobito datume sjetve, a za neke je već danas jasno da ne odgovaraju trenutnim klimatskim uvjetima.

[Nedavno sam pisao o uzgoju uljane repice](#) koja se u našim agroekološkim uvjetima uobičajeno sije od kraja kolovoza do sredine rujna, [a s obzirom na klimatske promjene i sve toplije, odnosno kraće i blaže zime, optimalni rok sjetve vjerojatno treba produljiti do kraja rujna](#). Time bi biomasa repice na ulasku u zimu bila optimalna i otporna na hladnoću, a to znači niti preslaba, a niti suviše razvijenog lišća. Međutim, čini se da po navici, poljoprivrednici siju uljanu repicu i dalje krajem kolovoza ili početkom rujna kad je još vrlo toplo i suho. Osim što takva praksa uzrokuje potrebu čestog presijavanja zbog slabog nicanja i neujednačenog, slabog sklopa, često se događa i da uljana repice ulazi u zimu suviše razvijena. Na sreću, kako zime nisu više izrazito hladne ili s visokim i dugotrajnim snježnim pokrovom, repica ipak izgubi do proljetnog kretanja vegetacije



znatan dio mase lišća (i dušika). Također, kad je zima blaga, s malo padalina i bez dugotrajnog snježnog pokrivača, a proljeće suho i toplo, ona cvate prerano u nepovoljnim uvjetima vlage u tlu i temperature ([trajanje nalijevanja sjemena uljana repice precizno je određeno sumom aktivne temperature \(GDD\) pa tako pri 25°C može se završiti u 35 dana, a kad je prosječna temperatura 17°C može potrajati i 55 dana](#)). Stoga je u RH [optimalni rok sjetve uljane repice najvjerojatnije pomjeren na kraj rujna](#), jer je i od tog roka sjetve dovoljna suma aktivne temperature do njene žetve krajem lipnja na području istočne Hrvatske. [Eksperimenti i simulacije pokazuju da trenutna genetska varijabilnost vremena cvatnje kukuruza omogućuje prepoznavanje trajanja ciklusa koji maksimizira njegov prinos na svakom](#)

Slika 2. [Pojava vremenskih ekstrema između 1960. i 2019. god.](#) na temelju ljestvice od 0 do 100 (što je veći rezultat, to je više ekstrema; za RH: suša 2 (-20 mm oborina/dekada), visoka temperatura 7, poplave 14, oluje 2, ukupno 25 vremenska ekstrema)

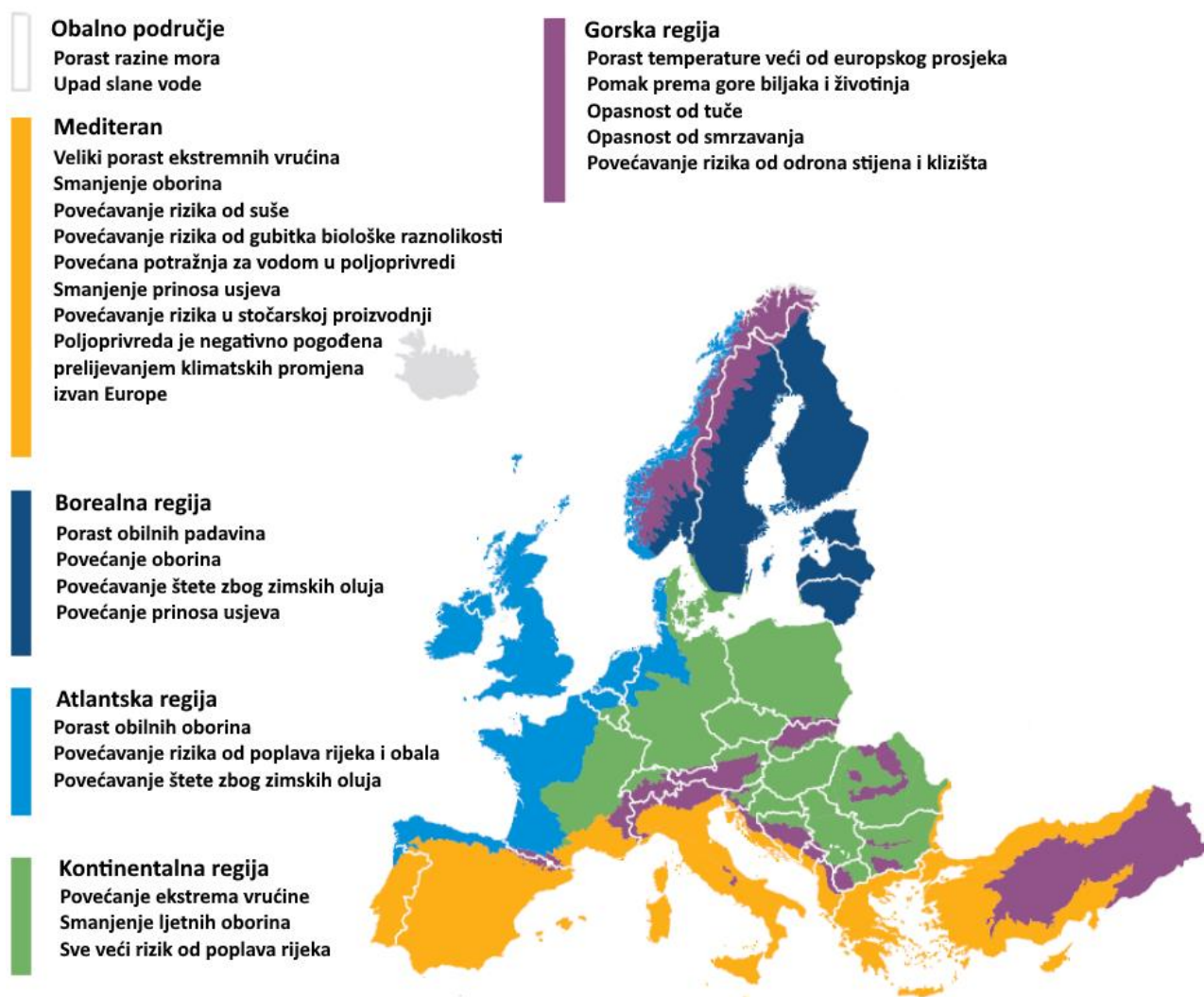
[polju u Europi](#), a pretpostavka da poljoprivrednici već koriste ovu optimalnu duljinu ciklusa na svakoj lokaciji. Naravno, potrebno je provjeriti i druge usjeve u poljskim pokusima i determinirati nove agrotehničke rokove za agroekološke uvjete uzgoja u RH, jer samo utvrđivanje sume aktivne temperature nije dovoljno pouzdano.

Rast prosječne temperature i sve češća pojava ekstremnih vrućina postupno će uzrokovati pomak u rasporedu klimatskih zona te utjecati na rasprostranjenost i brojnost mnogih biljnih i životinjskih vrsta zbog gubitka staništa, kao i na fenološke promjene poljoprivrednih biljnih vrsta, moguću pojavu novih štetnika, invazivnih korova i bolesti uz pad prinosa. Više temperature povećavaju evapotranspiraciju što uz pad količine oborina povećava rizik od dugotrajnih suša, šumskih požara i nestašice pitke vode. Presušivanja bunara ruralne Slavonije ukazuje na već postojeće probleme s nestašicom vode u ovom stoljeću. [U Europi se gubici od suše procjenjuju na ~9 milijardi eura godišnje, a porastom temperature za 3°C će se povećati na 40 milijardi eura godišnje \(poljoprivreda, energetska sektor i javna vodoopskrba\)](#).

Klimatska kriza će u nekim područjima zapadne Europe (Slika 2.) dovesti do povećanja oborina i riječnih poplava, jer će obilne kišne oluje postati češće i intenzivnije zbog viših temperatura. Također, razina mora porasla je tijekom 20. stoljeća (u RH ~1,27 mm/god.), a tendencija se ubrzavala posljednjih desetljeća zbog zagrijavanja oceana i ubrzanog topljenja ledenjaka Arktika i Antarktika pa se očekuje do kraja stoljeća porast razine mora u Europi 60-80 cm. [Stoga je važno naglasiti da 1/3 stanovništva Europe živi unutar 50 km od obale mora u kom prostoru se generira 30% BDP EU, a vrijednost imovine unutar 500 m od obale je između 500 i 1000 milijardi €.](#)

U kontinentalnom dijelu Europe, osim porasta prosječne godišnje temperature, povećat će se i broj ekstremno visokih ljetnih temperatura i broj poplava što će izravno utjecati na biljnu proizvodnju (Slika 3.).

Budući da je voda u hijerarhiji drugi najvažniji abiotički faktor, odmah iza Sunčevog zračenja (svjetlost, toplina, duljina i kvaliteta osvjetljenja), manjak slatke vode trenutno jedna od najvećih briga EU i čovječanstva. Približno 70% slatke vode iz rijeka i podzemnih voda potroši se za navodnjavanje, oko 10% u kućanstvima, a



Slika 3. Prilagodba klimatskim promjenama u poljoprivrednom sektoru Europe, [Izveštaj EEA br. 4/2019](#)

~20% u industriji. Na žalost, u RH se trenutno navodnjava između 23 000 i 26 000 ha, odnosno između 2,1-2,4% poljoprivrednog zemljišta (od ukupno 1 077 403 ha) po čemu smo na začelju u Europi (npr. mediteranske zemlje navodnjavaju ~12,5% obradivih površina). Prema „Nacionalnom projektu navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama“ (2005.) [zacrtao je da će se do kraja 2020. godine navodnjavati 65.000 ha ili oko 6% obradivih poljoprivrednih površina te su uložena enormna sredstva u sustave za navodnjavanje](#) koji su malo ili nikako korišteni zbog skupog priključivanja na sustave, visokih troškova investiranja u opremu za navodnjavanje, a koji ni približno ne pokrivaju porast prinosa, visoke cijene utrošene vode i dr. Često se postavlja pitanje: Jesu li ti sustavi osmišljeni i projektirani radi veće produktivnosti u poljoprivredi ili su spomenici politike, ljudske taštine i gluposti i zašto investicija često prelazi trostruku vrijednost zemljišta? Prije planiranja, projektiranja i izgradnje sustava za navodnjavanje morao se istražiti interes poljoprivrednika, voditi računa o njihovim potrebi, educirati ih za promjenu agrotehničke prakse i organizirati im stručnu pa i ekonomsku pomoć za nove, profitabilnije proizvodnje (npr. uzgoj povrća, voća, sjemenskih usjeva, cvijeća i sl.). Također, moralo se istražiti poljskim pokusima [potrebu bilja za vodom](#) (npr. koeficijenti usjeva K_c su preuzeti od drugih zemalja i nisu provjereni u našim agroekološkim uvjetima), omogućiti monitoring i stanje usjeva, uključujući permanentno praćenje vlage u tlu na proizvodnim parcelama radi pravovremene primjene pojedinih rata navodnjavanja, promjene u tlu (npr. pH, EC, humus, raspoloživost hraniva, struktura i dr.) i onečišćenje podzemnih i tekućih voda itd.

Pored očekivane potrebe za navodnjavanjem više poljoprivrednih površina, češće i dugotrajnije suše smanjit će vlagu tla i otežati usvajanje hraniva i smanjiti sadržaj humusa zbog pojačane oksidacije organske tvari u tlu što će dodatno smanjiti poljski vodni kapacitet i produktivnost usjeva. Potrebno je istaći kako je efekte suše moguće donekle ublažiti povećanjem sadržaja organske tvari, odnosno humusa u tlu. Naime, humus zadržava vodu u omjeru 1:2,6 do 1:6 te bi povećanjem humusa u tlu s ~2 na 3% (što nije lako, niti brzo, ali je moguće postići promjenom poljoprivredne prakse, npr. zaoravanjem svih žetvenih ostataka, češćom primjenom organskih gnojiva, zelenom gnojibom, primjenom konzervacijske obrade tla i dr.) omogućilo zadržavanje ~540.000 kg ha⁻¹ vode (čak i više), što je ekvivalent od 54 mm oborina. Mnoga istraživanja pokazala su da konzervacijska obrada smanjuje zbijanje i eroziju tla, a povećava organsku tvar i sposobnost infiltracije vode u tlu te će vjerojatno biti sve češća, premda nije prikladna za sve agroekosustave.

Problemi vezani uz sjetvu rastu s manjkom vode u tlu zbog otežana priprema sjetvenog sloja, nedovoljno vlage za klijanje i nicanje, pojave solnog stresa kod startne prihrane usjeva, izbor kultivara otpornih na sušu i dr.). Zatopljenje povećava rizik od pojave štetnika i nekih bolesti, ali je smanjen rizik od mraza, omogućena je kasnija sjetva ozimih usjeva (dulja vegetacija jarih) te ranija sjetva jarih usjeva i povrća. Također, zbog porasta temperature biljke će rasti brže, vegetacija će biti kraća što će utjecati na pad visine prinosa, kao i njegove kvalitete. Naime, globalno zatopljenje većim dijelom je posljedica porasta koncentracije ugljičnog dioksida (CO₂) u atmosferi što intenzivira fotosintezu, ali jače ubrzava i proces disanja (respiraciju) te je neto fotosinteza (prirast organske tvari) ipak ukupno niža.

Prilagođavanje klimatskim promjenama bit će sigurno dugotrajno i uz ozbiljne ekonomske i društveno-socijalne posljedice, zahtijevat će nove, inventivne strateške planove, permanentnu edukaciju poljoprivrednika i velika ulaganje u proizvodne (zemljišne i tehničko-tehnološke) resurse. Zapravo, tek moramo naučiti kako se najbolje prilagoditi klimatskim promjenama.

U Osijeku, 20. ožujka 2021.