



Univerzitet u Novom Sadu  
Prirodno-matematički fakultet  
Departman za fiziku



Marija Sudarić

## **Uticaj klimatskih promena na pojavu plamenjače vinove loze u Srbiji**

Master rad

Mentor: dr Branislava Lalić

Novi Sad, 2015.

*Zahvaljujem se svom mentoru dr Branislavi Lalić na pruženom znanju za vreme studija, posebno iz oblasti agrometeorologije i na pomoći i razumevanju u toku izrade ovog master rada. Zahvalnost na pruženim znanjima iz fizike, meteorologije i pedagogije dugujem i svim mojim ostalim profesorima sa kojima sam se susrela za vreme studiranja.*

*Zahvaljujem se i svojim kolegama i koleginicama sa fizike, posebno koleginicama sa meteorologije, sa kojima sam provodila studentske dane u radnoj i opuštajućoj atmosferi.*

*Posebno se zahvaljujem svojoj porodici, Marku i njegovoj porodici, Ines i Milani - svima njima koji su mi pomagali i verovali u mene na celom ovom putu.*

*Moj sin Matija me je već izveo na novi put i zadao mi je novi zadatak i zbog toga njemu posvećujem ovaj rad.*

*Marija*

# Sadržaj

<b>1. Uvod.....</b>	3
<b>2. Klimatske promene .....</b>	5
2.1. Prirodni uzroci klimatskih promena .....	6
2.2. Antropogeni uzroci klimatskih promena .....	8
2.3. Nedavni trendovi klimatskih promena .....	11
2.4 Potencijalni uticaj klimatskih promena na poljoprivredu.....	13
<b>3. Klimatski modeli.....</b>	14
3.1 Prognoze klimatskih promena .....	16
3.2. Modeli opšte cirkulacije kao globalni klimatski modeli .....	17
3.2.1 Komponente klimatskih modela.....	17
3.2.2 Povratna sprega između komponenata klimatskog modela.....	20
3.3. Tehnike regionalizacije rezultata klimatskih modela .....	20
<b>4. Biometeorološki model BAHUS .....</b>	23
<b>5. Plamenjača vinove loze .....</b>	26
<b>6. Materijal i metod .....</b>	30
<b>7. Rezultati i diskusija .....</b>	33
<b>8. Zaključak .....</b>	37
<b>Literatura.....</b>	38
<b>Dodatak .....</b>	40
<b>Kratka biografija.....</b>	41

# 1. Uvod

Klimatske promene su prirodni fenomen. One su umnogome dobine na značaju od kada se povećao uticaj aktivnosti čoveka na njih i od kada se povećao njihov uticaj na čovekove aktivnosti (IPCC (*Ingovernmental panel on climate change*), 2007). Proizvodnja hrane je jedan od najvažnijih razloga zašto se ovim fenomenom bavi veliki broj stručnjaka iz različitih oblasti (Porter *et al.*, 2014). Oni prate na koji način klimatske promene utiču na rast i razvoj biljaka i kako se ponašaju biljne bolesti i štetočine u uslovima izmenjene klime. Sam postupak je kompleksan, jer zahteva uzimanje u obzir velikog broja bioloških i meteoroloških podataka. Pojava i intenzitet napada na biljku domaćina zavisi od vegetacionog perioda i meteoroloških uslova među kojima su najčešće posmatrane temperature vazduha i padavina u posmatranom regionu.

Srbija je oblast koja zbog svojih klimatskih uslova može da bude značajan proizvođač vinove loze u Istočnoj Evropi. Poslednjih nekoliko decenija jedna od najzastupljenijih bolesti vinove loze je plamenjača, koju uzrokuje patogena bakterija *Plasmopara viticola* (Rekanović *et al.*, 2008). Ona utiče i na kvalitet voća i na kvalitet vina. Vreme pojave i intenzitet napada bolesti na ovu biljku mnogo zavisi od vremenskih uslova. Zbog toga se očekuje da će dugoročne promene u meteorološkim uslovima, tj. klimatske promene, izazvati promene i u oblastima gde je zastupljena proizvodnja vinove loze, upravo zbog njene osjetljivosti na plamenjaču.

U radu je dat kratak prikaz aktuelnih stavova o uzrocima i posledicama klimatskih promena, kao i mogućnosti da se one simuliraju. Zadatak je bio što bolje proceniti osjetljivost vinove loze na plamenjaču usled klimatskih promena analizirajući vreme i mogućnost pojave plamenjače. U tu svrhu je korišćen softver za analizu meteoroloških uslova za pojavu biljnih bolesti - biometeorološki model BAHUS (Mihailović *et al.*, 2001, Lalić *et al.*, 2013).

Posmatrano je 11 lokaliteta u Srbiji. Korišćeni su meteorološki podaci o temperaturi vazduha i padavinama za period od 1971. do 2000. godine kao referentni. Iz tri klimatska modela su za izabrane lokalitete preuzeti meteorološki podaci za 2030. i 2050. godinu dobijeni korišćenjem izlaza iz globalnih klimatskih modela ECHAM5, HadCM3 i NCAR-PCM sa SRES-A2 scenarijem za emisiju gasova staklene bašete (greenhouse gas, GHG). Oni su, uz biološke podatke koji se odnose na biljku, činili skup ulaznih podataka za model BAHUS koji je dizajniran tako da, kada se radi o plamenjači vinove loze, daje informacije o danu pojave prvog inkubacionog perioda (DAN\_IP) i broju inkubacionih perioda (IP).

## 2. Klimatske promene

Klimatologija proučava fizičke osnove prosečnih i ekstremnih stanja klime pojedinačnih krajeva sveta i analizira njihov uticaj na prirodu Zemlje. Za razliku od meteorologije, koja analizira atmosferske prilike u kraćim vremenskim periodima (obično nekoliko nedelja), klimatologija se bavi izučavanjem klime u dužim vremenskim periodima i studijom i analizom učestalosti određenih klimatskih uslova u dalekoj i bliskoj prošlosti. Klimatologija se deli na opštu klimatologiju i klimatografiju. Opšta klimatologija proučava fizičke osnove klime kao prosečnog stanja atmosfere. Klimatografija je prikaz klima pojedinih regija ili meteoroloških stanica. Savremena klimatologija je kompleksna nauka, jer osim pojedinačnih klimatskih elemenata istražuje i njihove međusobne odnose kako bi se došlo do što pouzdanih podataka.

Klima ne prouzrokuje vreme. Vremenski obrasci temperature vazduha i padavina u nekom regionu se menjaju tako da poplave ili suše postaju češće ili ređe. Odatle vremenski obrasci izazivaju promenu klimatskih varijabli za taj region. Klima je rezultat dugoročnih vremenskih obrazaca.

Pri razmatranju klime pojavljuju se pitanja: "Šta je uobičajeno, a šta nije?" i "Kakvi su izgledi?" Za meteorološke svrhe, pod "normalnim" se smatra srednja vrednost meteoroloških elemenata izračunata na osnovu niza od 30 godina kontinuiranih merenja. Niz od 30 godina u periodu od 1901. do 1930. se smatra prvim međunarodnim standardnim periodom. Izbor ovog broja godina bio je donekle proizvoljan, ali se smatralo da je dovoljno dug da eliminiše varijacije od godine do godine. Godine 1960. dogovoreno je da zemlje nastave da koriste tridesetogodišnji period, ali da bi "normalno" trebalo da se obnavlja svake decenije pre nego svakih 30 godina, počevši od perioda od 1930. do 1960. godine. Sve izmerene vrednosti van nekog opsega srednjih vrednosti predstavljaju ekstreme klimatskih vrednosti. One mogu biti

minimumi ili maksimumi u celokupnom periodu zapisa. Obično je najzgodnije baviti se ekstremnim događajima procenjujući njihovu verovatnoću nastanka.

Pre nego što započnemo temu o klimatskim promenama važno je napomenuti da se klima na Zemlji stalno menja, odnosno da se oduvek menjala. Nekada, sve do početka industrijske revolucije, klima se menjala kao rezultat promena prirodnih okolnosti. Danas međutim, termin *klimatske promene* koristimo kada govorimo o promenama u klimi, koje se događaju od početka dvadesetog veka. Promene koje su registrovane prethodnih, kao i one koje se predviđaju za narednih 80 godina smatraju se da su nastale kao rezultat čovekovih aktivnosti, a ne kao posledica prirodnih promena u atmosferi.

## 2.1. Prirodni uzroci klimatskih promena

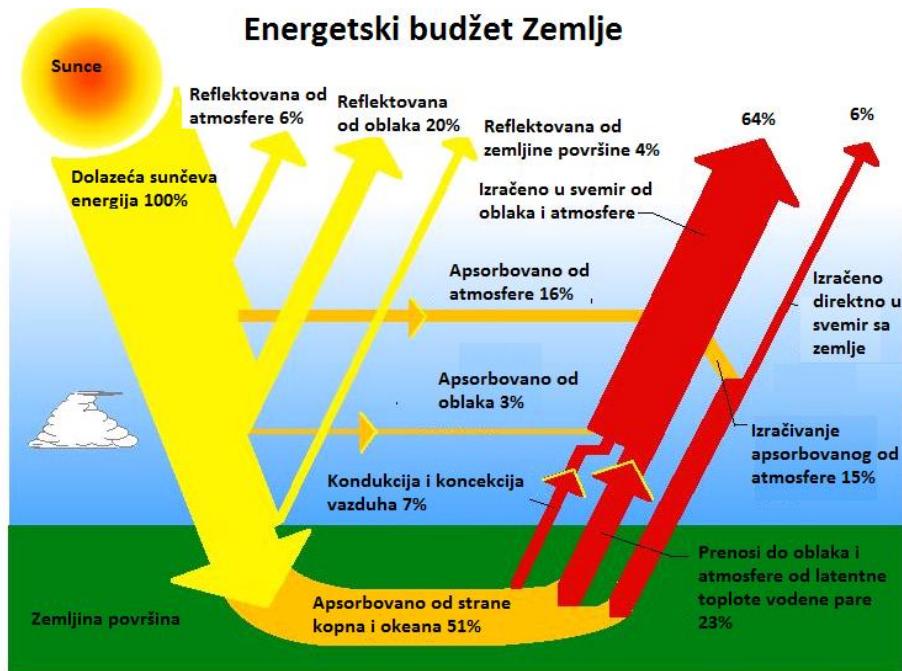
Kroz svoju dugu istoriju Zemlja je najveći deo svog vremena bila pogodna za život. Ona je zadržala svoje početne životne uslove uprkos poremećajima, kao što su stabilan rast intenziteta sunčevog zračenja za oko 30 % tokom protekle 4 milijarde godina. Klima se stalno prirodno menja iz raznih razloga. Posmatrajući vremensku skalu vidi se da neki od faktora klimatskih promena imaju razmer od stotinu miliona godina, a neki variraju tokom vremenskih perioda od samo nekoliko godina. Neki od prirodnih uzroka klimatskih promena su:

- promene u Zemljinoj orbiti,
- promene sunčevog sjaja,
- promene u sastavu Zemljine atmosfere,
- promene u topografiji, geografiji zemlja - more,
- vulkanska aktivnost i
- unutrašnja varijabilnost u sistemu atmosfera – okean.

Promene Zemljine orbite su rezultat promena uticaja gravitacije drugih planeta. Parametri koji opisuju orbitu su ekscentričnost, ukošenost od rotacione ose i doba godine tj. udaljenost Zemlje od Sunca. Zemljina osa je trenutno nagnuta  $23.5^{\circ}$  u odnosu na ravan njene orbite. Što je veći nagib, više sunčevog zračenja polovi dobiju leti. Trenutno, polovi su dovoljno hladni da su trajno pokriveni ledom. Ako bi se nagib povećao, onda bi polovi

primali više sunčevog zračenja u letnjim mesecima i slojevi polarnog leda bi se topili. Nasuprot tome, smanjenje nagiba bi koristilo ekspanziji tih ledenih pokrivača.

Sunčeva energija je najvažniji faktor u energetskom budžetu Zemlje, a samim tim i površinske temperature (Slika 1). Promene u fluksu ultraljubičastog zračenja, uz ukupne promene u sunčevom sjaju, mogu izazvati promene u količini stratosferskog ozona, što bi značajno smanjilo neto zagrevanje ili hlađenje u zavisnosti od sunčeve energije.



*Slika 1* Energetski budžet Zemlje (<https://edro.wordpress.com/energy/earths-energy-budget/>)

Veliki je značaj CO<sub>2</sub> kao prirodnog gasa staklene bašte. To je verovatno bio ključni faktor u klimatskoj sudbini Venere, Marsa i Zemlje. CO<sub>2</sub> je sačuvao Zemlju od smrzavanja, dok je sunčev sjaj bio nizak. Danas se koncentracija CO<sub>2</sub> u atmosferi vrlo razlikuje u odnosu na koncentraciju CO<sub>2</sub> u atmosferi Venere i Marsa. Opšte je prihvaćeno da je ova razlika uzrok postojanja života na Zemlji, jer vegetacija koristi CO<sub>2</sub> u fotosintezi.

Na topografiju površine zemljišta utiču i vетар и kišа, čime se vrši neposredni uticaj na vremenske obrasce i klimu. Veliki i visoki planinski venci vrše snažan uticaj na regionalnu klimu. Tokom dužeg vremena, pomeranje kontinenata dovodi do promena u odnosu okean-kopno na različitim geografskim širinama. Širenje morskog dna je promenilo zapreminu okeana i površinu Zemlje pokrivene vodom, čime se menja prosečan površinski albedo Zemlje i njena klima. Čak i promene u obliku okeanskih basena mogu da promene obrasce cirkulacije okeana, što menja preraspodelu topline na Zemlji.

Vulkanske aktivnosti utiču na klimu i kroz emisiju SO<sub>2</sub> tokom erupcija. Zbog velike količine SO<sub>2</sub> u stratosferi (češće nego u troposferi), aerosoli se mogu zadržati nekoliko godina i u mogućnosti su da se globalno šire. Ove aerosoli "hlade" klimu odbijajući sunčevu svetlost, ali efekat hlađenja traje tek nekoliko godina. Ako se mnogo vulkanskih erupcija javi tokom kratkog vremena, tada je moguć dugoročni efekat na klimu.

Brojni kompjuterski modeli sistema atmosfera–okean su napravljeni tako da se samoodržive oscilacije klime javljaju bez ikakve spoljne pokretačke sile. Oscilacije tokom vremenskog razmara od nekoliko stotina do nekoliko hiljada godina uključuju naizmenično "ulivanje" topote u duboki okean ili "izlivanje" iz dubokog okeana. Oscilacije na duže vreme mogu biti generisane kroz interakciju između okeana i ledenih pokrivača kontinentalnih razmara.

Na kopnu, anomalije u pogledu temperature i vlažnosti vazduha koje opstaju tokom celog leta mogu da nastanu putem povratne sprege između padavina, vlažnosti zemljišta i površinske temperature. Konkretno, početni suvi uslovi mogu da dovedu do smanjenja količine padavina, jer kruži manje vlage.

## 2.2. Antropogeni uzroci klimatskih promena

Čovečanstvo potencijalno može da menja klimu i na globalnom i na kontinentalnom nivou na više različitih načina. Neki od antropogenih uzroka klimatskih promena su:

- povećanje koncentracije gasova staklene baštne,
- promene na površini zemljišta,
- povećanje koncentracije aerosola i
- promena koncentracije ozona.

Gasovi staklene baštne apsorbuju u atmosferi Zemljino dugotalasno zračenje. Što je veća koncentracija gasova staklene baštne, više zračenja i dugotalasnog zračenja se apsorbuje, koje se emituje u atmosferu i nazad na površinu Zemlje. Ljudska aktivnost može uticati na proizvodnju gasova staklene baštne i njihovu koncentraciju u atmosferi. Ukoliko je životni vek gasova staklene baštne duži, tada je vreme za njihovo transportovanje duže na datoј lokaciji u atmosferi i tada će se ukazati prilika da se na račun atmosferskog mešanja proizvede

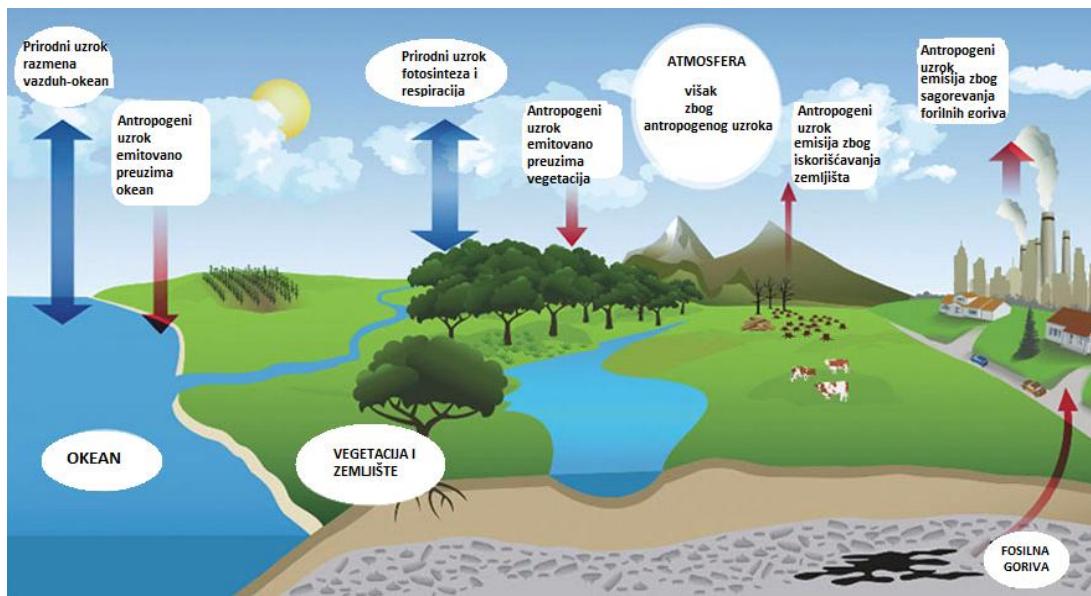
ujednačena koncentracija gasa pre nego što bude uklonjen. Svi gasovi staklene bašte, osim ozona, traju dovoljno dugo da imaju svuda skoro istu koncentraciju u atmosferi. Životni vek gasova staklene bašte je takođe važan u određivanju njihovog uticaja na klimu. Što je duži životni vek, veće će biti gomilanje gasa na datom nivou emisije. Drugi faktor koji određuje klimatski efekat gasa je njegova sposobnost da zarobi toplotu. Mnogi gasovi staklene bašte su nekoliko stotina do nekoliko hiljada puta efikasniji od CO<sub>2</sub> i neki će ostati u atmosferi na stotine ili hiljade godina. Osobine za najpoznatije gasove date su u Tabeli 1.

Gasovi staklene bašte	Reletivni toplotni potencijal	Životni vek u atmosferi (godine)	Koncentracija (ppbv <sup>1</sup> )	
			Preindustrijsko vreme	1995.
CO <sub>2</sub>	1	Promenljivo	278 000	360 000
CH <sub>4</sub>	26	7,9	700	1 725
N <sub>2</sub> O	206	120	275	311

**Tabela 1** Važne osobine nekih gasova staklene bašte

Nema dileme da atmosferska koncentracija CO<sub>2</sub> rapidno raste i smatra se da je to počelo u vreme nakon industrijske revolucije, u drugoj polovini XVIII veka. Kao rezultat toga, povećanje atmosferskog CO<sub>2</sub> se generalno pripisuje antropogenim izvorima, najpre sagorevanju fosilnih goriva i to tokom više od 200 godina. Međutim, veoma je važno napomenuti da podudarnost ova dva događaja ne daje potpun dokaz za direktnu vezu između njih. Iako je ljudska potrošnja fosilnih goriva porasla tokom XX veka, količine ugljenika oslobođene u atmosferu iz ovog izvora su samo deo oslobođenog od disanja zelenih biljaka i zemljišta. Oslobođanje CO<sub>2</sub> fosilnim gorivima je manji deo od direktne rezmene okean - atmosfera. Dakle, pomalo zbunjuje da relativno mali fluks ugljenika na globalnom nivou, ima takav značajan uticaj na atmosferske koncentracije CO<sub>2</sub> (Slika 2).

<sup>1</sup> ppbv ( part per billion by volume) – milijarditi deo zapremine



**Slika 2** CO<sub>2</sub> i globalno kruženje ugljenika

(<http://www.abc.net.au/science/articles/2014/06/04/4018335.htm?site=science/starstuff&>)

O<sub>3</sub> se razlikuje od ostalih gasova staklene bašte u atmosferi i njegov životni vek je relativno kratak (od 10 do 200 dana). Kao rezultat toga, O<sub>3</sub> ne može da se širi veoma daleko pre nego što nestane. Velike razlike se javljaju u koncentraciji od jednog do drugog regionala. O<sub>3</sub> se razlikuje od ostalih gasova staklene bašte, jer se ne emituje direktno u atmosferu. Proizvodi se kroz fotohemijske reakcije uključujući i druge supstance. Takođe, postoji nekoliko hemijskih reakcija koje su uključene u uništavanje O<sub>3</sub>, pa njegova koncentracija na datoj lokaciji zavisi od ravnoteže između proizvodnje i uništavanja, transporta u ili iz drugih regionala. O<sub>3</sub> u stratosferi nastaje uglavnom delovanjem ultraljubičastog zračenja Sunca, koje reaguje sa dvoatomnim kiseonkom. O<sub>3</sub> se u istom ciklusu raspada reakcijom sa jednim atomom kiseonika.

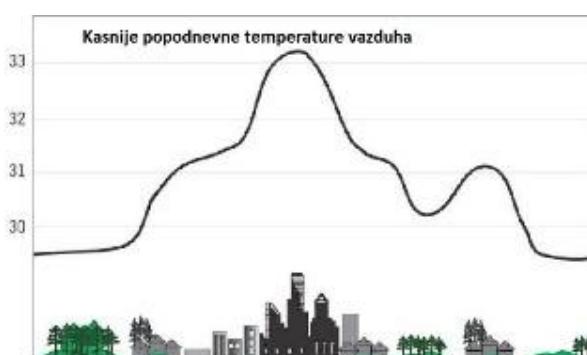
Aerosoli mogu biti proizvedeni i prirodno i putem ljudskih aktivnosti, kao što su spaljivanje biomase i fosilnih goriva. Smatra se da je najvažniji antropogeni aerosol SO<sub>2</sub>, koji se oslobođa sagorevanjem sumpora koji sadrži ugalj, preradom nafte i u topionicama. Svi troposferski aerosoli imaju kratak vek trajanja zbog činjenice da se oni brzo ispiraju kišom. Jačina izvora emisije se značajno razlikuje od lokacije. Uticaj aerosola na bilans zračenja Zemlje je neizvestan. Sa izuzetkom čadi, aerosoli produkuju efekat hlađenja.

Pretpostavljen je da bi ljudski uticaj mogao da izazove i promene u površinskom albedu koje bi mogle da imaju primetan uticaj na regionalne i globalne trendove temperature. Promene zemljinih pokrivača, seča šuma i salinizacija izazvaju povećanje albeda i hlađenje.

## 2.3. Nedavni trendovi klimatskih promena

Brojne studije su ispitivale zapise klime tokom prošlog veka, uglavnom zapise površinskih temperatura i padavina. Trendovi su obično ispitivani korišćenjem normalnih vrednosti za određenu tridesetogodišnju vremensku seriju, a zatim poređenjem godišnjih vrednosti sa normalom. Rezultati takve analize mogu da budu pod snažnim uticajem izbora klimatološke stanice.

Veoma je bitno u račun uvrstiti i veštačke efekte, kao što su efekat topote urbanog ostrva. Tokom dana, gradovi akumuliraju solarnu energiju i oslobođaju je nakon zalaska sunca. Temperatura u gusto urbanizovanim oblastima može biti nekoliko stepeni viša nego u okolnim ruralnim oblastima zbog fenomena poznatog kao "efekat urbanog topotnog ostrva" (Slika 3).



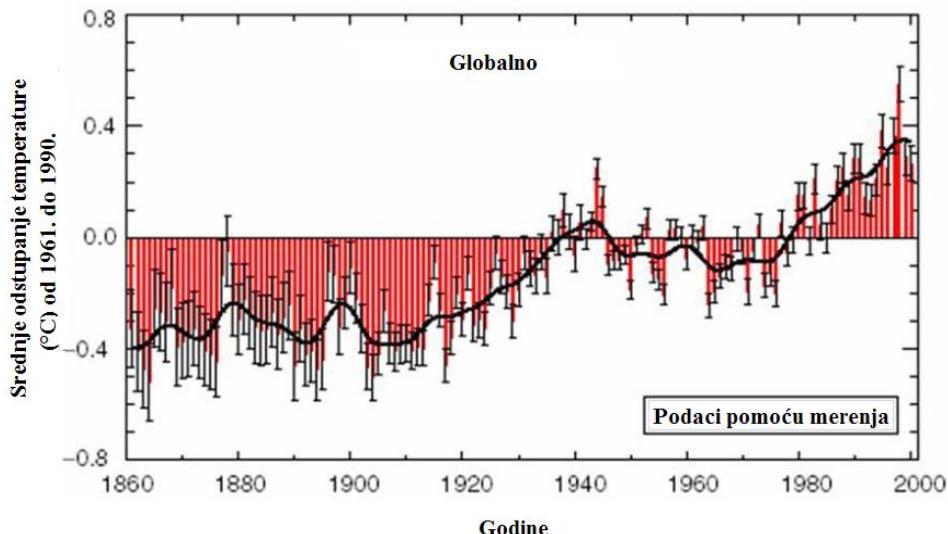
Slika 3 Prikaz "efekta urbanog topotnog ostrva"

[http://www.vuk.edu.rs/index.php?option=com\\_content&view=article&id=402:efekat-&catid=52:glavna&Itemid=107](http://www.vuk.edu.rs/index.php?option=com_content&view=article&id=402:efekat-&catid=52:glavna&Itemid=107)

Uprkos izazovima koji su uključeni u odgometanju šta su "prave" klimatske promene, došlo je do značajnog nivoa slaganja među naučnicima i utvrđeni su sledeći trendovi (IPCC, 2001):

- globalna površinska prosečna temperatura (koja uzima u obzir efekat urbanog ostrva topote) je porasla za  $0,6^{\circ} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$  u XX veku.,
- većina otopljenja se desila tokom dva perioda, (1910 – 1945 i 1976 – 2000),
- između 1950 – 1993, prosečni dnevni minimum temperature preko noći povećan je za oko  $0,2^{\circ}\text{C}$  po dekadi, duplo brže od stope rasta dnevne maksimalne temperature.

Grafik 1 pokazuje srednje globalne temperature vazduha za proteklih 150 godina u odnosu na 1961. - 1990. Trend ne bi trebalo da se smatra predstavnikom bilo koje određene lokacije, jer uslovi variraju od lokacije do lokacije i iz godine u godinu. IPCC (2001) izveštaj takođe navodi da je posmatran porast u severnoj hemisferi tokom XX veka verovatno najveći porast do kojeg je došlo u poslednjih 1000 godina.



**Grafik 1** Srednje globalne temperature vazduha za proteklih 150 godina u odnosu na period od 1961. do 1990. godine (IPCC, 2001)

Mogućnost da temperatura vazduha češće prevazilazi ekstremne vrednosti je veći problem nego što je dugoročno povećanje prosečne temperature. U prošlom veku je došlo do smanjenja učestalosti ekstremno niskih temperatura i povećanja učestalosti ekstremno visokih temperatura (IPCC, 2001).

Trendovi padavina dokumantovani u IPCC (2001) su složeniji:

- povećanje padavina bilo je 0,5 do 1,0% po deceniji u srednjim i visokim geografskim širinama severne hemisfere;
- povećanje padavina u tropskim oblastima bilo je 0,2 do 0,3% po dekadi;
- došlo je do smanjenja padavina 0,3% po dekadi u suprtropskim geografskim širinama severne hemisfere;
- na južnoj hemisferi nije detektovan trend;
- nema dovoljno podataka da se uspostavi trend okeana.

Problem vezan za padavine nije samo njihova količina već i raspodela. Veliki problem za poljoprivredu je povećanje učestalosti suša. Na primer, IPCC (2001) izveštaj navodi da postoji povećanje letnjih suša na većini lokacija srednjih geografskih širina (verovatnoće 66 -

90%) i sa tim u vezi postoji i veći rizik. Nažalost, ovo je i dalje veoma spekulativno, međutim, nema sumnje da je povećana učestalost suše i / ili intenzitet će veoma štetiti poljoprivrednim regionima za proizvodnju žita širom sveta.

## **2.4 Potencijalni uticaj klimatskih promena na poljoprivredu**

Potencijalni uticaj klimatskih promena na poljoprivredu će se odraziti najdirektnije kroz odgovor useva, stoke, zemljišta, korova, insekata i bolesti na elemente klime na koje su najosetljiviji. Povećanje temperature može prouzrokovati širenje topoljubivih korovskih vrsta na više severne geografske širine. Insekti, patogene gljivice i bakterije od značaja za poljoprivrednu proizvodnju su osjetljivi na klimatske promene kroz direktne efekte promene temperatura i vlage, na osjetljivost domaćina i odnos između domaćina - parazita. Stoka je osjetljiva na klimatske uticaje preko ishrane i krmnog bilja, i kroz direktne efekte ekstremnih vremenskih događaja na zdravlje životinja, kao i kroz bolesti stoke.

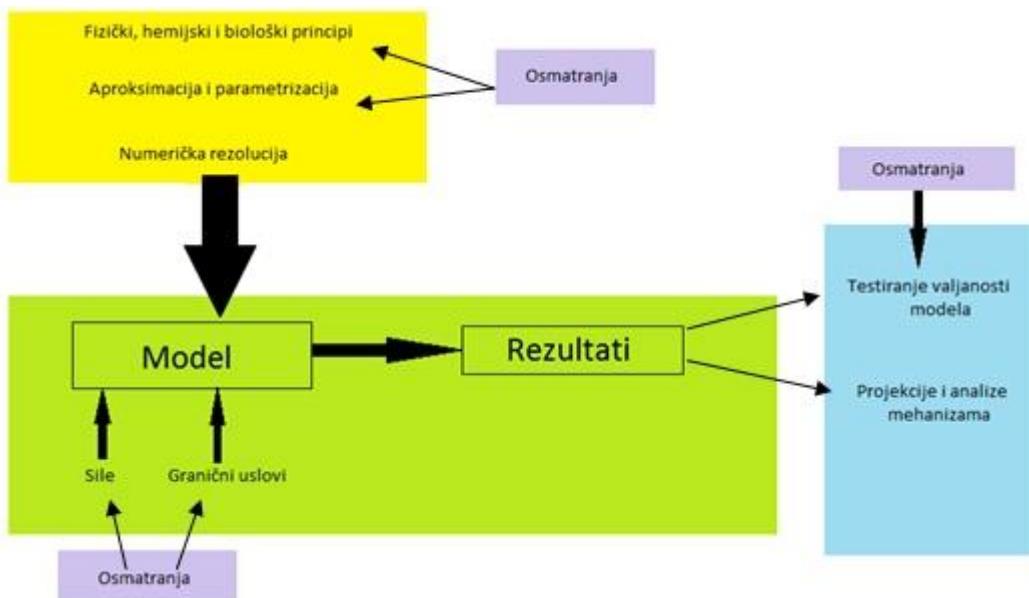
### 3. Klimatski modeli

Klimatski model je matematička reprezentacija klimatskog sistema bazirana na osnovnim fizičkim, biološkim i hemijskim principima. Ovi modeli koriste fizičke zakone o održanju impulsa, mase, vlage i energije da stvore detaljan 3D model okeana i atmosfere. Oni simuliraju način na koji će različiti klimatski parametri evoluirati tokom vremena sa različitim skupovima ulaznih parametara. Jednačine koje se izvode iz ovih principa su suviše kompleksne i ne mogu da se reše analitički, niti da se primene u celokupnoj oblasti od interesa. Iz tog razloga moraju da se rešavaju numerički. Posledica toga je da su rezultati simulacija klimatskih modela diskretni u prostoru i vremenu, što opet podrazumeva da dobijeni rezultati reprezentuju neko srednje stanje tokom izabranog vremenskog intervala i za posmatrani region čije dimenzije zavise od rezolucije modela. Neki modeli obezbeđuju samo globalno ili zonalno osrednjene vrednosti dok drugi imaju numeričku mrežu, čija prostorna rezolucija može biti i manja od 100 km (što je običajna rezolucija ovih modela). Vremenski korak u modelu može da bude od nekoliko minuta do nekoliko godina i zavisi od procesa koji su uključeni u model.

Numerička mreža kod modela sa najvećom rezolucijom je i dalje suviše gruba da bi mogli eksplisitno da se uključe procesi malih razmera. Pod takvim procesima se misli na turbulenciju u atmosferskom i okeanskom graničnom sloju, interakciju toka sa malim elementima orografije, nepogode i mikrofizičke procese u oblacima. Mnogi od ovih procesa još nisu dovoljno dobro izučeni da bi mogli biti eksplisitno izraženi u modelima. Posledica toga je da ovi procesi moraju da budu parametrizovani korišćenjem empirijskih rezultata i izvesnih egzaktnih zakonitosti kako bi bio uzet u obzir uticaj ovih procesa na velikim razmerama u modelu. S obzirom da se parametrizacijom procesi reprodukuju samo u prvoj iteraciji i da ovako prikazani nisu primenljivi u svim mogućim uslovima, oni su u modelima često značajan izvor neodređenosti.

Za sam klimatski model i opisivanje ponašanja skoro svih elemenata sistema, dovoljno je poznavati: intenzitet sunčevog zračenja, zemljin radius i period rotacije, topografiju kontinenata, neke karakteristike zemljišta i stena. Navedene stavke predstavljaju važne ulazne podatke koji se dobijaju na osnovu osmatranja ili drugih studija i simulacija. Pored toga, modeli koji treba da obezbede informacije koje su rezultat eksplizitnog tretmana procesa u atmosferi, okeanu ili okeanskom ledu, moraju da obezbede i granične uslove za sve podsisteme klimatskog sistema koji nisu eksplizitno uključeni u model, a tada se misli na raspodelu vegetacije, topografiju glečera i sl..

Iako nisu savršeni, klimatski su modeli trenutno najpouzdanije oruđe koje imamo na raspolaganju za interpretaciju dosadašnjih i prognozu budućih klimatskih promena (Slika 4). Većina takvih modela ukazuje na dominantan antropogeni doprinos klimatskim promenama kao i na njegov nastavak i pojačavanje tokom ovog veka. U ovakvim modelima se forsiranjem jednog parametra testiraju reakcije drugih parametara ili čitavih komponenata klimatskog sistema. Brojni klimatski modeli se razlikuju po nameni odnosno da li se koriste za dobijanje mesečne ili sezonske prognoze klime, za procenu međugodišnje do dekadne varijabilnosti pojedinačnih parametara, za dobijanje scenarija klimatskih promena itd. Sigurno je da će se ubuduće, praviti sve bolji numerički modeli vremena i klime, a dobijeni rezultati biti sve pouzdaniji i primenljiviji.



**Slika 4** Šematska reprezentacija razvoja i korišćenja klimatskog modela.  
[\(http://www.climate.be/textbook/chapter3\\_node3.html\)](http://www.climate.be/textbook/chapter3_node3.html)

S obzirom na to da klimatolozi ne mogu da sprovode eksperimente u realnom vremenu, jedino što mogu je da testiraju neku hipotezu korišćenjem klimatskih modela. Samo dizajniranje testova (često nazvanih i testovi osetljivosti) u slučaju ovako visoko nelinearnih sistema mora biti pažljivo obavljeno. U jednostavnim eksperimentima zanemarivanje jednog procesa ili elementa sistema može u prvoj iteraciji da obezbedi korisnu informaciju o sistemu i njegovom ponašanju. Kao primer se može navesti uticaj porasta koncentracije CO<sub>2</sub> na radijacione karakteristike atmosfere. Mnogi klimatski modeli su razvijeni kako bi bile obezbeđene klimatske projekcije, odnosno kako bi bile simulirane i objasnjene promene klime koje su posledica emisije gasova staklene bašte i aerosola. Pored toga, modeli mogu biti korisna alatka koja će omogućiti da se unaprede saznanja o karakteristikama i ponašanju pojedinih delova sistema i uzrocima varijacije klime.

Zbog toga što svaki poremećaj energetskog bilansa atmosfere direktno dovodi do promene temperature atmosfere potrebno je da svi klimatski modeli (sa različitim stepenom sofistikovanosti) uzimaju u obzir iznos elektromagnetskog zračenja koje stiže do gornje granice atmosfere, tj. površine Zemlje, kao i dugotalasno zračenje koje od površine odlazi u pravcu atmosfere, odnosno napušta planetu.

## 3.1 Prognoze klimatskih promena

Prognoze klimatskih promena su generisane korišćenjem modela opšte cirkulacije. Najčešća primena ovih modela je da se utvrdi osetljivost klimatskog sistema na promene u jednom od svojih ključnih elemenata. Strogo govoreći, rezultat nije predviđanje klime, više su to odgovori na "šta ako" pitanja. Na primer, "Šta će biti odgovor klimatskog sistema ukoliko bi se koncentracija CO<sub>2</sub> udvostručila?"

Postoje regionalne prognoze koje se generišu od strane raznih modela opšte cirkulacije i rezultati variraju. Generalno, većina modela prognozira porast temperature i najveći uticaj se очekuje da bude u polarnim regionima, posebno na severnoj hemisferi. Na mestima gde se очekuje da zemljišta budu suvla u umerenom pojasu, modeli predviđaju veće zagrevanje u letnjim mesecima.

## 3.2. Modeli opšte cirkulacije kao globalni klimatski modeli

Model opšte cirkulacije je matematički model opšte cirkulacije atmosfere ili okeana zasnovan na Navier-Stoksovim jednačinama primenjenim na sferu koja rotira i sa članovima u jednačinama termodinamike koji uključuju različite izvore i ponore toplote (zračenje, latentna toplota). Ove jednačine su osnova kompleksnih kompjuterskih programa koji služe za simulaciju stanja i kretanja atmosfere i/ili okeana. Bilo da su atmosferski ili okeanski, modeli opšte cirkulacije su ključna komponenta klimatskih modela.

Od kraja XX veka, razvoj modela opšte cirkulacije je išao u pravcu korišćenja modela, kao komponenti planetarnog sistema koji se sastoji od modela opšte cirkulacije integrisanih sa modelima koji simulirajutopljenje leda (što je neophodno za opisivanje dinamike u zoni Grenlanda i kretanja antarktičkog leda) i hemijskim modelima. Uobičajeno je da nekoliko hemijskih modela čini planetarni sistem kako bi bili obuhvaćeni svi gasovi koji su od značaja za izmene klime na Zemlji.

### 3.2.1 Komponente klimatskih modela

Trodimenzionalni model opšte cirkulacije bazirani su na diskretizaciji jednačina kretanja fluida i njihovoј integraciji (unapred) u vremenu. Oni, takođe, uključuju parametrizaciju procesa kao što je konvekcija koja se, sa stanovišta ovih modela, odigrava na suviše malim razmerama da bi mogla biti rešena direktno u jednačinama kretanja, kao i parametrizaciju procesa vezanih za ciklus ugljenika i nekih drugih gasova u atmosferi.

Sistem jednačina koji se rešava u okviru klimatskog modela sastoji se ne samo od prognostičkih jednačina, što je tipično za izračunavanje komponenti brzine vetra, temperature, vlažnosti vazduha i pritiska pri tlu, već i od dijagnostičkih jednačina iz kojih se izvode promenljive koje nisu predmet izračunavanja prognostičkih jednačina. Komponente klimatskih modela su atmosfera, okean, okeanski led i kopno.

Model opšte cirkulacije za atmosferu je namenjen modeliranju atmosfere i uključuje temperaturu površine mora. U nekim varijantama sadrže i hemijski model ili su tesno

kombinovani sa njima. Svi modeli opšte cirkulacije za atmosferu uključuju parametrizaciju: konvekcije, procesa na površini od kojih zavisi albedo i hidrološke karakteristike i oblačnosti.

Njihove osnovne komponente su:

- *dinamički modul* – obavlja integraciju jednačina kretanja fluida kako bi bile izračunate (prognozirane) vrednosti: površinskog pritiska, horizontalne komponente brzine u svakom od slojeva, temperature i sadržaja vodene pare u slojevima.
- *modul za zračenje* – uključuje interakciju kratkotalasnog i dugotalasnog zračenja sa atmosferom i izračunavanje svih flukseva zračenja koji dolaze u neki sloj ili ga napuštaju.
- *parametrizacija* – se koristi kako bi efekti različitih procesa, koji zbog svoje prirode, vremenskog ili prostornog razmera ne mogu eksplisitno da budu uzeti u račun, ipak bili deo modela.

Osnovne jednačine koje opisuju stanje i kretanje atmosfere mogu se formulisati kao sistem od 7 jednačina sa 7 nepoznatih: 3 komponente brzine  $V$  (zonalna, meridionalna i vertikalna), atmosferski pritisak  $p$ , temperatura  $T$ , specifična vlažnost  $q$  i gustina vazduha  $\rho$ . Ovaj sistem jednačina čine jednačina Drugog Njutnovog zakona, jednačina kontinuiteta, zakon održanja mase, prvi princip termodinamike (zakon održanja energije) i jednačina stanja.

Standardne aproksimacije koje je potrebno primeniti prilikom rešavanja ovog sistema jednačina u modelima atmosfere su hidrostatička aproksimacija i kvazi Businek aproksimacija.

Ovih 7 jednačina ne čine zatvoren sistem jednačina. Najpre treba da se specificira sila trenja i dovedena količina toplote. Da bi ovaj iznos toplote mogao da se izračuna potrebno je detaljno poznavati sve elemente transporta zračenja kroz atmosferu, uzimajući u obzir kratkotalasno i dugotalasno zračenje u posmatranom stubu vazduha, ali i transport toplote koji je povezan sa procesima isparavanja, kondenzacije i sublimacije.

Formiranje i egzistencija oblaka u ovim procesima uvek unosi visok stepen neodređenosti u celu analizu procesa. Ovaj deo modela se obično naziva „fizički paket“, dok se modul koji se odnosi na izračunavanje različitih komponenata transporta naziva „dinamika“ modela.

Neophodno je parametrizovati procese koji nisu eksplisitno izraženi u pomenutom sistemu jednačina iako se time uvode nove promenljive u ovaj sistem. Na kraju, potrebno je

definisati granične uslove u jednačinama koje opisuju interakciju između atmosfere i drugih komponenata klimatskog sistema (led, okean, kopno i sl.)

Model opšte cirkulacije okeana je namenjen modeliranju procesa u okeanu. U obzir se može uzeti i komponenta koja simulira dinamiku okeanskog leda. U ovom modelu izmereni ili simulirani atmosferski fluksevi se koriste kao forsirajuće veličine. Okeanski modeli ne zaostaju za atmosferskim u pogledu složenosti procesa koje simuliraju i kompleksnosti samog programa.

Osnovne jednačine na kojima se zasniva dinamika okeana zasnovane su na istim principima na kojima se zasniva model opšte cirkulacije atmosfere. Jedina značajna razlika je u tome što nije potrebno rešavati jednačine za specifičnu vlažnost, ali je zato potrebno uvesti jednačinu saliniteta. Jednačina stanja je, takođe, fundamentalno drugačija.

Mnogo je jednostavnije izračunati brzinu grejanja okeana nego atmosfere. Pored razmene toploće na granici sa atmosferom, jedini značajan izvor toploće za okean je apsorbovano sunčevu zračenje. Ovo je uzeto u račun pretpostavkom da intenzitet sunčevog zračenja između slojeva opada eksponencijalno. Kada je salinitet u pitanju, situacija je još jednostavnija, jer u okeanu nema ni izvora ni ponora soli.

Termodynamički procesi narastanja ili topljenja leda zavise od razmene energije sa atmosferom i okeanom. Kod ovakvih procesa, horizontalni transport toploće kroz led može da bude zanemaren, jer je horizontalni razmer ovih sistema mnogo veći od vertikalnog. Iz tog razloga se okeanski led modelira korišćenjem jednodimenzionalnog modela (u vertikalnom pravcu).

Horizontalni transport toploće može biti zanemaren u klimatskim modelima kada je reč i o kopnu. Za parametrizaciju površinskih procesa koje se koriste u klimatskim modelima kod jednostavnijih šema koristi se jednoslojni model zemljišta. Kod složenijih modela opšte cirkulacije se koriste višeslojni modeli. Iz jednačine energetskog bilansa može da se odredi temperatura površine kopna, a ako na njemu ima snega, onda i debljina i gustina snežnog pokrivača. Ovaj proračun je veoma važan za izračunavanje albeda površine koji je funkcija njenih karakteristika, a ujedno i centralni element površinske šeme sa stanovišta klimatskog modela.

### **3.2.2 Povratna sprega između komponenata klimatskog modela**

Potrebno je poznavati interakciju između pojedinih delova klimatskog modela, jer one imaju krucijalnu ulogu u dinamici klime. Vazdušne struje, toplota i fluksevi nove vode koji postoje na površini okeana, glavni su pokretači okeanske cirkulacije. Isparavanje sa površine okeana najveći je izvor vodene pare za atmosferu koji utiče na radijacione karakteristike vazduha i transport toplote kroz atmosferu.

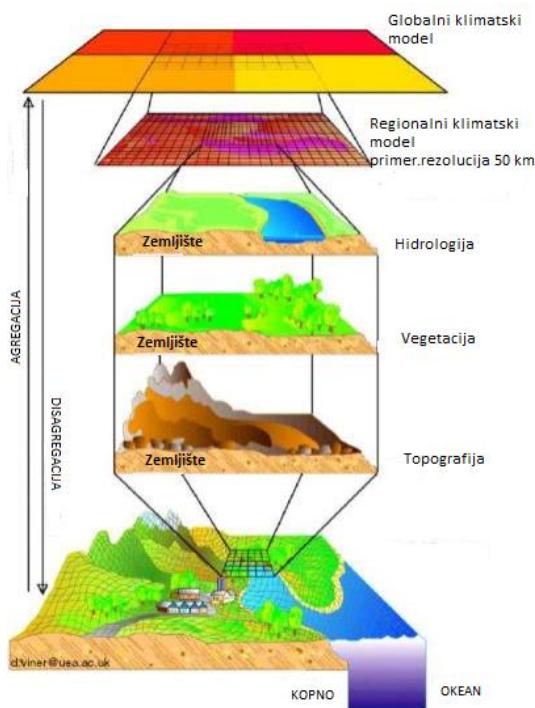
Neke promenljive koje opisuju efekte različitih povratnih sprega mogu da se izračunaju iz osnovnih jednačina modela, ali većina njih zahteva komplikovane parametrizacije. Tipičan slučaj je izračunavanje smicanja vetra i flukseva topline na donjoj granici atmosfere. Iako se ove veličine izračunavaju na osnovu teorija koje važe u celom planetarnom graničnom sloju, ipak je za njihovo određivanje potrebno poznavati i niz empirijskih parametara koji unose izvesnu neodređenost u izračunavanje flukseva, ali i funkcionisanje celog modela.

Tako je integrисани *model atmosfera-okean* poslednjih decenija predmet interesovanja, jer se najčešće koristi za veoma sofistikovana predviđanja očekivanih promena klime (IPCC, 2001, GODINA). On predstavlja sistem nastao sprezanjem („coupling“) modela opšte cirkulacije atmosfere i okeana (HadCM3, ECHAM itd.) u jedan model. U njemu nije potrebno eksplisitno definisati flukseve koji se razmenjuju na granici okean-atmosfera, već su oni deo ukupne integracije i izračunavanja različitih promenljivih.

## **3.3. Tehnike regionalizacije rezultata klimatskih modela**

Modeli opšte cirkulacije atmosfere u funkciji klimatskih modela, pogotovo u prvim složenijim simulacijama ove vrste, koristili su se rezolucijom koja je iznosila oko 150-300 km. Ovakvim korakom u prostoru nisu se mogli uzeti u obzir važni procesi podmrežnih razmera kao što su oblaci, topografija terena i mnogi drugi fenomeni mezo i manjih razmera.

Iz tog razloga rezultati modela opšte cirkulacije nisu mogli direktno da se koriste za analizu lokalnih efekata klimatskih promena. Vremenom su razvijene brojne tehnike regionalizacije (“downscaling”-a) kojima su, na osnovu atmosferskih promenljivih regionalnih razmara obezbeđivane informacije o prizemnom vremenu lokalnih razmara ( Slika 5).



*Slika 5 Kompleksnost procesa regionalizacije (David Viner, UK Climate impact LINK Project)*

Uobičajena podela tehnika regionalizacije je na:

- dinamičke,
- statističke i
- kombinovane tehnike.

Dinamičke tehnike obuhvataju:

- korišćenje modela opšte cirkulacije atmosfere sa podizanjem rezolucije modela u izabranom višedecenjskom periodu (“Time-Slice” eksperimenti);
- korišćenje modela opšte cirkulacije atmosfere sa promenljivom rezolucijom;
- korišćenje regionalnih modela visoke rezolucije kao regionalnih klimatskih modela.

Statističke tehnike obuhvataju:

- regresione metode;
- metode zasnovane na vremenskim “obrascima”;
- stohastičke vremenske generatore.

Pri tom treba imati u vidu da povećavanje rezolucije ne znači prosto smanjivanje koraka na mreži već i uvođenje i parametrizaciju fizičkih i dinamičkih procesa koji odgovaraju ovim smanjenim prostornim razmerama.

## 4. Biometeorološki model BAHUS

U svetu se poslednjih decenija povećava potražnja za većom količinom hrane bez gubitka na kvalitetu. U tom pogledu je potrebno da se obezbede pouzdane informacije o nastanku biljnih bolesti i štetočina i da se obezbedi njihova efikasna kontrola. Pouzdanost informacija se bitno povećava ukoliko i meteorološke i biološke veličine (izmerene ili modelovane) budu adekvatno integrisane u prognostički sistem. Stoga, zajedničkim naporom autora je napravljen biometeorološki sistem BAHUS za obaveštavanja o pojavi najvažnijih bolesti voća i vinove loze. BAHUS model je u potpunosti razvijen u Centru za meteorologiju i modeliranje životne sredine na Univerzitetu u Novom Sadu ( Mihailović et al.,2000).

Postoji nekoliko bolesti biljaka veoma važnih u poljoprivrednoj proizvodnji voća i vinove loze. Neke od njih su veoma štetne ili ih je teško kontrolisati. Među njima, možemo izdvojiti neke koje su uzrokovane bakterijama: *Erwinia amylovora* (plamenjača kod jabuke), *Plasmopare viticola* (plamenjača kod vinove loze) i *Venturia inaequalis* (krastavost kod jabuke), koje mogu da unište cvast, vegetativne izdanke, ogranke, čak i celo drvo. Kontrolisanje bolesti je skupo i kompleksno, jer se epidemija dešava sporadično i zbog toga postojeći načini za efektivnu kontrolu najviše leže u agrotehnici i ograničenoj upotrebi antibiotika. Pošto se važeći program za kontrolu bolesti oslanja na kontrolna merenja, koja moraju da se vrše pre pojave infekcije, neophodno je dobiti kompletirane biološke i meteorološke informacije za efikasnu primenu. To znači da je teško razviti stalan i isplativ program kontrole bolesti bez pouzdanih metoda vezanih za javljanje o pojavi infekcije.

Osnovna osobina ovog sistema predviđanja je jedinstveno integrisanje meteoroloških i bioloških informacija, pri čemu su meteorološke informacije asimilovane kao izmerene promenljive ili simulirane od strane odgovarajućeg atmosferskog modela. Ova kombinacija

modela za prognozu vremena različitih razmara i modela za pojavu štetnih organizama je novi pristup koji može da ima veliku praktičnu primenu.

Bolest kod biljaka je složen patološki proces, koji se javlja pri postojanju međudejstva biljke domaćina, parazita i faktora spoljašnje sredine i koji se manifestuje pojavom simptoma ili menjanjem kvaliteta prinosa. Zagrevanje može povećati osjetljivost biljaka prema patogenima, prema kojima do sada nisu bile osjetljive. Biljke gajene u izmenjenim (pogoršanim) klimatskim uslovima su pod stresom i podložnije su napadu bolesti. Temperatura potencijalno može uticati na pojavu biljnih bolesti preko biljke domaćina i preko patogena.

Veliki broj metoda za predviđanje pojave prethodno pomenutih bolesti počeo je da se razvija i nadopunjuje u posledje 3 decenije. Metode koje daju zadovoljavajuće rezultate su zasnovane na izvanrednom empirijskom znanju sa biološke tačke gledišta. U Tabeli 2 se nalaze samo neki metodi.

Metodi	Autori	Patogeni
1. Maryblyt	Steiner et al, 1990.	<i>E. amylovora</i>
2. Milerov inkubacioni metod	Grupa autora, 1983.	<i>P. viticola</i>
3. Mils Laplasov metod	Grupa autora, 1983.	<i>V. inaequalis</i>

**Tabela 2** Metodi koji se koriste za prognozu bolesti u BAHUS sistemu

Zavisno od izabranog metoda sledeći meteorološki podaci su bitni za obaveštavanje o pojavi bitnih bolesti:  $T_{max}$  - maksimalna temperatura vazduha,  $T_{min}$  - minimalna temperatura vazduha,  $T_d$  - srednja dnevna temperatura vazduha,  $T$  - trenutna temperatura vazduha,  $H$  - padavine,  $h_l$  - dužina vlažnosti listova. Lista ovih meteoroloških veličina i uslova kao i bioloških uslova potrebnih kao ulaz za korišćenje metoda u BAHUS sistemu je data u Tabeli 3.

Metod	Monitoring						Biologija	
	Meteorologija							
	Veličine							
	$T_{max}$	$T_{min}$	$T_d$	$T$	$H$	$h_l$	Uslovi	
1.	*	*					Kišovito, sveže ili maglovito	
2.			*	*	*		Kišovito	
3.				*		*	Vlažan list	

**Tabela 3** Meteorološke veličine i biološki uslovi potrebni kao ulazni u BAHUS sistem. Zvezdica označava parametre potrebne za odgovarajući metod.

Postoje dva nivoa asimilacije podataka. Prvi su izmereni podaci sa meteoroloških stanica u okviru mreže RHMZ-a ili dobijeni kroz sistem monitoringa lociranog u voćnjaku. Izlazna poruka se kreira u vidu informacije koja ukazuje na postojanje meteoroloških uslova za: pojavu infekcije različitog intenziteta kao i početak ili kraj inkubacionog perioda.

Logička struktura obezbeđuje poruke kroz organizaciona pravila sadržanih od uslova i dozvola praćenih upozorenjem ili zaključkom (AKO i DOK uslovima, TADA porukom).

## 5. Plamenjača vinove loze

Plamenjača je prouzrokovana patogenom bakterijom latinskog naziva *Plasmopara viticola* koja je donešena iz Severne Amerike u Francusku krajem XIX veka. Sada je ona prisutna širom Evrope. Za efikasnu kontrolu ovih bolesti je od ogromne važnosti precizno predviđanje početka infekcije kao i razvoj i trajanje inkubacionog perioda.

Plamenjača zahvata sve organe vinove loze: lišće, cvet i cvasti sa peteljkama, mlade plodove i vitice (Slika 6). Najkarakterističniji simptomi javljaju se na lišću, cvetovima i grozdovima. Na lišću se prvi znaci pokazuju u vidu lako prozirnih pega, zvanih "uljaste pege". U okvirima tih pega, s naličja, stvara se, kad je vreme vlažno, beličasta paperjasta prevlaka, koja predstavlja najkarakterističniji simptom plamenjače (Kišpatić, 1972 ).



*Slika 6* Delovi biljke zahvaćeni plamenjačom (Rekanović et al., 2008)

Ova bolest u celom svetu spada među najštetnije u vinogradarstvu. Svake godine, u našoj kao i u ostalim zemljama, nanosi osetne gubitke, a u godinama plamenjače može i pored

primene zaštitnih mera upropastiti znatan deo berbe i ozbiljno iscrpiti lozu usled masovnog uništavanja lišća.

U razvojnom ciklusu plamenjače postoje: vegetativni organ - micelija i dva reproduktivna stadijuma - bespolni konidiji i polni oospore (zimske spore). Oospore se razvijaju u lisnom tkivu, najčešće u okviru poligonalnih pega. Prezimljavaju u otpalom lišću i u proleće, kad srednja dnevna temperatura vazduha dostigne  $11^{\circ}\text{C}$  i kada nastane duži kišni period s najmanje 10 mm padavina, One klijaju stvarajući jednu krupnu sporu - makrokonidiju, iz koje se oslobađaju zoospore. Zoospore prenesene kapima kiše na prizemno vlažno lišće loze ostvaruju primarne zaraze. Neko vreme nakon zaraze, na lišću se javljaju uljaste pege. Vreme koje protekne između zaraza i pojave uljastih pega označava se kao **period inkubacije**.

Dužina ovog perioda zavisi od visine temperature i kreće se u našim krajevima u maju i junu obično 7-14 dana. Po isteku inkubacije stvaraju se, ako je vreme vlažno, konidije koje stvaraju beličastu paperjastu prevlaku s naličja uljastih pega. Konidije vrše sekundarne zaraze, pod uslovom da se nađu u kapi kiše ili rose, kad je temperatura vazduha iznad  $13^{\circ}\text{C}$ . Posle novog perioda inkubacije pojavljuje se druga generacija konidija i to se tako ponavlja u toku čitave vegetacije vinove loze. Zatoj u razvoju parazita i širenju bolesti nastaje jedino u periodima suvog, beskišnog vremena.

Kao jedini uspešan način borbe protiv plamenjače smatra se pravovremena primena posebnih preventivnih hemijskih sredstava. Najpogodniji trenutak, kada treba pristupiti zaštiti loze, može sigurno utvrditi jedino dobro organizovana prognoza - antiperonospora služba. Prilikom suzbijanja plamenjače vinove loze neophodno je odrediti tačno nastupanje infekcije i trajanje inkubacionog perioda. Za prognozu ovih veličina uglavnom se koristi Milerov metod (Grupa autora, 1983).

Prema Mileru, čiji se metod koristio u ovom radu, do primarne infekcije oosporama iz makrokonidija u vinogradu može doći ako su zadovoljeni sledeći uslovi:

- ima zrelih klijavih oospora,
- lišće je široko najmanje 2-3 cm,
- tokom dva dana je palo najmanje 10 mm kiše i
- srednja dnevna temperatura vazduha je tokom ovih dana bila veća od  $12^{\circ}\text{C}$ .

Samo kada su svi ovi uslovi ispunjeni može da dođe do ostvarenja primarne infekcije. Tada na osnovu Milerove tabele (Tabela 5) i jednačine (1), možemo da odredimo *trajanje inkubacionog perioda*, tj. kada će izbiti konidije.

$$c = \frac{a}{b} - b \quad (1)$$

gde je:  $a$  - zbir inkubacija određenih za svaki dan na osnovu srednje dnevne temperature i Milerove inkubacione krive, počevši od dana primarne infekcije,  $b$  - broj dana proteklih od dana nastupanja zaraze do onog dana do kog se vrši izračunavanje,  $c$  - broj koji pokazuje koliko će još dana trajati inkubacija.

T(°C)	Temperatura									
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
12	13,0	12,8	12,5	12,3	12,0	11,8	11,6	11,5	11,2	11,1
13	10,9	10,7	10,5	10,4	10,2	10,1	10,0	9,9	9,7	9,5
14	9,4	9,3	9,2	9,0	8,9	8,8	8,7	8,5	8,4	8,3
15	8,2	8,1	8,0	7,9	7,8	7,6	7,5	7,4	7,3	7,2
16	7,1	7,1	7,0	6,9	6,8	6,7	6,6	6,5	6,5	6,4
17	6,3	6,2	6,1	6,1	6,0	5,9	5,8	5,8	5,7	5,6
18	5,6	5,5	5,4	5,4	5,3	5,3	5,2	5,1	5,1	5,0
19	5,0	4,9	4,9	4,8	4,8	4,7	4,7	4,6	4,6	4,5
20	4,5	4,4	4,3	4,3	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
21	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
22	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
23	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
24	4,0	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,2	4,2	4,2	4,2
25	4,3	4,3	4,3	4,4	4,4	4,5	4,5	4,5	4,6	4,6
26	4,7	4,7	4,7	4,8	4,8	4,9	5,0	5,0	5,1	5,2
27	5,3	5,3	5,4	5,5	5,6	5,6	5,7	5,7	5,9	6,0
28	6,1	6,2	6,3	6,4	6,6	6,7	6,9	7,0	7,2	7,3

**Tabela 5** Vrednosti Milerove inkubacione krive izražene u danima trajanja inkubacije na određenim temperaturama.

Pri tom treba imati u vidu da ukoliko tokom inkubacionog perioda dođe do pada temperature ispod 12 °C onda se taj dan ne uzima u obzir i račun se nastavlja tek kada temperatura ponovo pređe 12 °C. Naravno, pretpostavlja se da krajem maja, vreme pri kome je  $T_{sr} < 12$  °C ne može da traje više od 1-2 dana u kontinuitetu.

Prema Mileru, u računu za trajanje inkubacionog perioda, prema gore navedenoj formuli uzimaju se u obzir samo dani, tokom perioda inkubacije, u kojima je srednja dnevna temperatura bila veća od 12 °C. Obrazovanje sporonosnih organa obavlja se noću. Za pojavu konidija je potrebno da je temperatura posle ponoći veća od 12 °C (optimum 17-21 °C), a relativna vlažnost vazduha da je veća od 80 % (optimum 90-100 %). U osnovi, konidije mogu da klijaju na temperaturama između 3 i 30 °C, ali je optimum temperature 22-24 °C i pri ovim,

optimalnim, temperaturama konidije klijaju za 40 min. Za ostvarenje sekundarne zaraze klijanjem zoospora iz letnjih spora ili konidija moraju biti zadovoljeni sledeći uslovi:

- ima klijavih konidija,
- zeleni delovi loze su vlažni najmanje 2 - 2,5 časa,
- srednja dnevna temperatura vazduha je manja ili jednaka 12 °C,
- zeleni delovi nisu zaštićeni fungicidom.

Prskanje se signalizira pred sam kraj inkubacije, uobičajeno je na dva dana do kraja ovog perioda.

Kada je konstatovano da su ispunjeni svi gore navedeni uslovi za ostvarenje primarne infekcije može se izvesti praktično određivanje trajanja inkubacionog perioda Milerovom metodom.

## 6. Materijal i metod

Srbija se delom nalazi na Zapadu Balkana (jugoistok Evrope) i delom u Panonskom basenu (oblast centralne Evrope). Ona leži između  $41^{\circ} 52'$  i  $46^{\circ} 11'$  severne geografske širine i između  $18^{\circ} 51'$  i  $23^{\circ} 01'$  istočne geografske dužine. Severni deo zemlje je pretežno ravan teren Panonske nizije sa Dunavom, kao najvećom rekom. Centralni deo zemlje sačinjavaju brda, planine niske i srednje visine i mnogobrojne reke, često sa širokim dolinama. Zbog geografskog položaja i meridionalne orijentacije klima u Srbiji varira od izmenjene kontinentalne na severu, do kontinentalne u centralnom delu zemlje. Južni i jugozapadni delovi zemlje su pod mediteranskim uticajem, dok visoke planine mogu imati tipičnu planinsku klimu (Lalić et al., 2012).

Vrednost srednje temperature vazduha je od  $6^{\circ}\text{C}$  (na planinama višim od 1000 m) do  $12^{\circ}\text{C}$  (u nekim oblastima ispod 300 m visine). Režim padavina je kontinentalan sa srednjom količinom od 570 mm u nižim oblastima do 1000 mm na visokim planinama (Lalić et al., 2012).

U radu je razmatrano 11 lokaliteta u Srbiji čije se geografske karakteristike mogu videti u Tabeli 7. Za opisivanje aktuelne klime na izabranim lokalitetima se koriste dnevni podaci o vremenu dobijeni merenjima na glavnim klimatološkim stanicama Hidrometeorološkog zavoda Srbije u periodu od 1971. do 2000. godine. Aktuelno stanje klime se smatra uporedivim sa klimatskim uslovima u periodu od 1971. do 2000. godine. Ovaj period se uzima kao referentni. Očekivane klimatske prilike za 2030. i 2050. godinu su preuzete iz klimatskih modela ECHAM5, HadCM3 i NCAR-PCM za SRES-A2 scenario za emisiju gasova staklene bašte (Lalić et al., 2012). Globalni klimatski modeli korišćeni u ovoj

studiji su razvijeni u Velikoj Britaniji u Hadlej centru za prognozu i proučavanje klime (HadCM3), Maks–Plankovom institutu za meteorologiju (ECHAM5) i Sjedinjenim Američkim Državama u Nacionalnom centru za proučavanje atmosfere (NCAR-PCM). Procena klimatskih promena je rađena na osnovu regionalizacije podataka iz klimatskog modela, a u tu svrhu se koriste dinamički ili statistički “downscaling”. Za sintezu serija dnevnih podataka o vremenu, Met&Roll vremenski generator (Dubrovsky 1996, 1997) koristi statistički “downscaling” podataka iz HadCM3, ECHAM5 i NCAR-PCM klimatskih modela koristeći A2 scenario za emisiju gasova staklene bašte za dva integraciona perioda (2030. i 2050. godinu).

Lokacija	Geografska dužina	Geografska širina	Nadmorska visina (m)
Sombor (SOM)	19.08 °E	45.47 °N	88
Novi Sad (NOV)	19.50 °E	45.15 °N	80
Požega (POZ)	20.03 °E	43.83 °N	310
Kraljevo (KRA)	20.70 °E	43.72 °N	215
Kruševac (KRU)	21.35 °E	43.57 °N	166
Čuprija (CUP)	21.37 °E	43.93 °N	123
Niš (NIS)	21.90 °E	43.33 °N	201
Zaječar (ZAJ)	22.28 °E	44.88 °N	144
Dimitrovgrad (DIM)	22.75 °E	43.02 °N	450
Prizren (PRI)	20.73 °E	42.22 °N	402
Vranje(VRA)	21.90 °E	42.48 °N	432

**Tabela 7** Geografske karakteristike izabranih lokaliteta u Srbiji

Uticaj klimatskih promena na ostvarivanje povoljnih meteoroloških uslova za pojavu plamenjače vinove loze u Srbiji ispitana je poređenjem izračunatih vrednosti pojave prvog inkubacionog perioda, DAN\_IP i broja inkubacionih perioda IP na osnovu aktuelne i buduće klime.

Dnevne vrednosti meteoroloških elemenata koji se odnose na aktuelnu i buduću klimu su korišćeni kao ulazni podaci u biometeorološki model BAHUS koji ima tri komponente. Prva je *ulazni modul* za koji su obezbeđeni meteorološki i biološki podaci. Druga je *prognostički modul* koji sadrži nekoliko podmodula za svaku sa liste bolesti. Svaki ovaj

modul je baziran na empirijskim jednačinama koje povezuju pojavu bolesti sa biološkim i meteorološkim uslovima. Treća komponenta je *izlazni modul* koji izdaje poruku koja se može odnositi na rizik od infekcije, trajanje inkubacionog perioda, vreme prvih simptoma i druge informacije. U podmodulu PLASMOPARA, BAHUS koristi Milerov metod (Grupa autora, 1983) da na osnovu ulaznih podataka izračuna dan pojave prvog inkubacionog perioda (DAN\_IP) i broj inkubacionih perioda (IP) tokom vegetacionog perioda prema aktuelnoj klimi i projekciji buduće klime.

## 7. Rezultati i diskusija

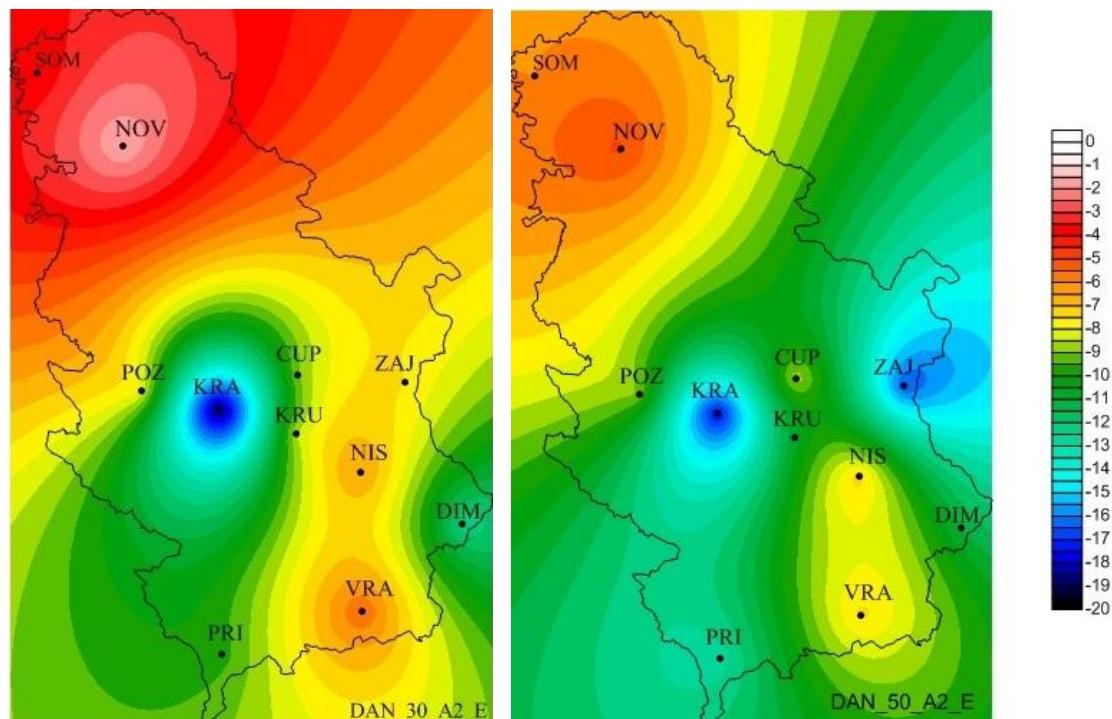
Prvi dan inkubacionog perioda (DAN\_IP) i broj inkubacionih perioda (IP) su dve veličine koje se posmatraju u toku vegetacionog perioda biljke kada je vreme pogodno za pojavu bolesti. One su izračunate korišćenjem PLASMOPARA modula za 2030. i 2050. godinu u odnosu na referentni period. U svim računima u svrhu ove studije 1. mart je uzet kao dan od kada su mogući zadovoljavajući uslovi za pojavu plamenjače. U radu je prikazana detaljna analiza rezultata dobijenih na osnovu simulacija modela ECHAM5 sa A2 scenarijem za emisiju gasova staklene baštne, dok rezultati dobijeni korišćenjem drugih klimatskih modela mogu da se nađu u dodatku ovog rada.

U Tabeli 8 i na Slici 7 je prikazana promena DAN\_IP za 2030. i 2050. godinu u odnosu na referentni period. U severnim krajevima zemlje (SOM, NOV) je uočeno da je DAN\_IP za 2030. godinu oko 3 dana ranije u odnosu na referentni period, dok je 19 dana ranije kada se posmatra centralni deo zemlje (KRA). Od 5 do 10 dana ranije je u ostalim krajevima.

U svim krajevima zemlje za 2050. godinu regionalna raspodela DAN\_IP skoro da je ostala ista kao za 2030. godinu, na osnovu koje se, takođe, mogu očekivati ranija nastupanja DAN\_IP. Za 2050. godinu je promena u odnosu na referentni period izraženija na većini lokaliteta u poređenju sa podacima za 2030. godinu.

Lokacija	2030	2050
Čuprija	-9,07	-8,64
Dimitrovgrad	-12,38	-11,1
Kraljevo	-19,21	-17,75
Kruševac	-8,55	-10,65
Niš	-6,36	-7,23
Novi sad	-1,42	-4,89
Požega	-7,94	-9,03
Prizren	-9,72	-12,79
Sombor	-4	-6
Vranje	-5,44	-7,35
Zaječar	-7,51	-16,59

**Tabela 8** Promena DAN\_IP za 2030. i 2050. godinu u odnosu na referentni period ( od 1971. do 2000. godine)



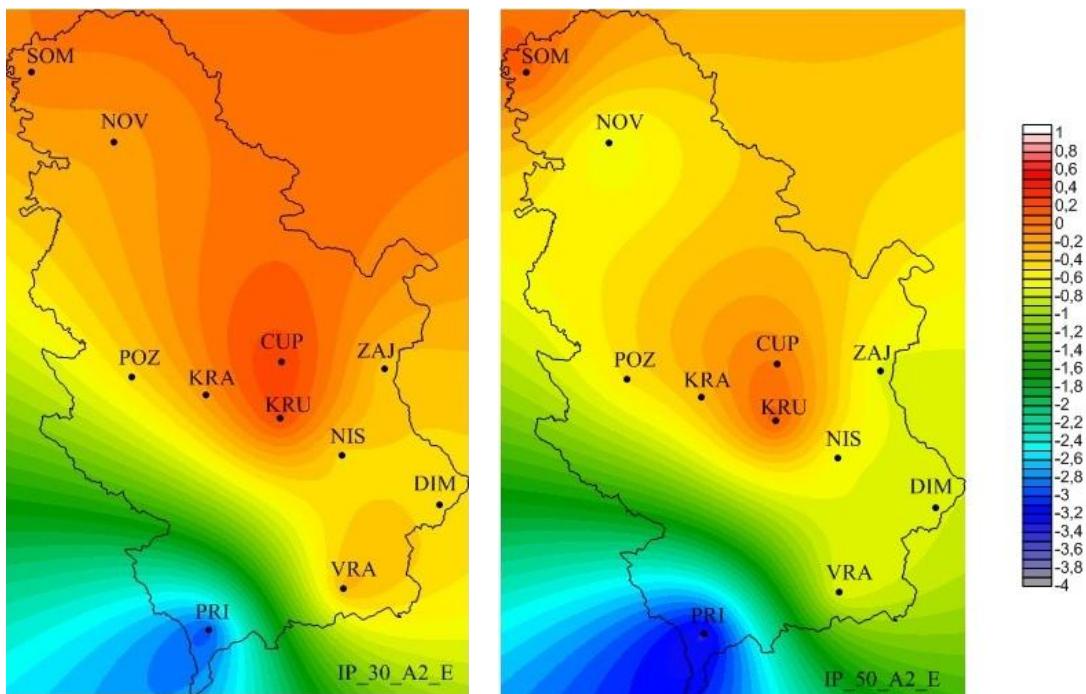
**Slika 7** Očekivane promene u DAN\_IP za 2030. i 2050. godinu izračunate korišćenjem ECHAM5 modela sa A2 scenarijem GHG u odnosu na referentni period ( od 1971. do 2000. godine), ( Lalić et al., 2013)

Imajući u vidu Milerov metod i meteorološke uslove koji su potrebni da bi došlo do primarne infekcije oosporama iz makrokonidija u vinogradu, može se zaključiti da se u Srbiji u budućnosti očekuju uslovi pri kojima će ranije da dođe do pojave prvog inkubacionog perioda nego u prošlosti, s tim što će to biti najviše izraženo u centralnim delovima zemlje, a najmanje izraženo u Vojvodini ( Lalić et al., 2013). Ovakav rezultat je posledica pojave viših temperaturi vazduha i veće količine padavina u centralnim delovima Srbije u kritičnom delu godine.

U Tabeli 9 i na Slici 8 je prikazana promena broja IP za 2030. i 2050. godinu u odnosu na referentni period. Prema dobijenim rezultatima, očekuje se da broj perioda sa meteorološkim uslovima povoljnim za pojavu plamenjače vinove loze varira u različitim regionima. Ovo ukazuje da će u budućnosti postojati različita osetljivosti regiona na pojavu ove bolesti.

Lokacija	2030	2050
Čuprija	0,28	0,01
Dimitrovgrad	-0,44	-0,78
Kraljevo	-0,13	-0,3
Kruševac	0,23	0,15
Niš	-0,43	-0,66
Novi sad	-0,17	-0,71
Požega	-0,45	-0,48
Prizren	-2,95	-3,33
Sombor	-0,01	0,13
Vranje	-0,27	-0,72
Zaječar	-0,35	-0,73

**Tabela 9** Promene broja IP za 2030. i 2050. godinu u odnosu na referentni period ( od 1971. do 2000. godine)



**Slika 8** Očekivane promene za broj IP za 2030. i 2050. godinu izračunate korišćenjem ECHAM5 modela sa A2 scenarijem GHG u odnosu na referentni period (od 1971. do 2000. godine),  
 ( Lalić et al.,2013 )

U ovom slučaju se pokazalo da se pojava plamenjače u Srbiji značajno razlikuje po oblastima, ali ipak za većinu lokacija i oba integraciona perioda može da se očekuje smanjenje broja IP. Ovaj trend se povezuje sa smanjenjem padavina i pojmom sušnijih perioda u budućnosti. Najizraženije smanjenje broja IP se javlja u južnoj Srbiji (NIS, DIM, PRI, POZ), naročito u Prizrenu, dok se jedino u Ćupriji i Kruševcu očekuje malo povećanje broja IP.

U Dodatku su prikazane očekivane promene oba parametra (DAN\_IP i broj IP) izračunate za 2030. i 2050. godinu za sva 3 modela. Iz prikazanih podataka se može videti kako mala razlika u meteorološkim elementima može mnogo da utiče na simulaciju.

## 8. Zaključak

Većina klimatskih modela pokazuje da će se uslovi usled promene klime razlikovati od regiona do regiona i da će se najčešća karakteristika ovih promena ogledati u porastu temperature vazduha i drugačijoj i neujednačenoj raspodeli padavina. Iz tog razloga će se neki organizmi štetni za poljoprivredu pojaviti u nekim regionima Srbije, a neki će da budu manje važni nego ranije.

Na osnovu simuliranih meteoroloških uslova u budućim vegetacionim periodima očekuje se da će se na svim lokalitetima u Srbiji prvi dan inkubacionog perioda javljati ranije u toku godine u odnosu na podatke iz referentnog perioda. Ta očekivanja su najizraženija u centralnom delu zemlje, dok su najmanja odstupanja u Vojvodini. Na svim lokalitetima se očekuje variranje broja inkubacionih perioda u odnosu na referentni period, ali na većini lokaliteta se očekuje smanjenje. U slučaju ostvarivanja ovih očekivanja moglo bi da dođe do smanjenja proizvodnje vinove loze u osetljivim regionima Srbije.

Očekivani ishod ove studije je usredsređen na minimiziranje gubitaka izazvanih uslovima klimatskih promena, povećanje efikasnosti strategije upravljanja bolestima i pažljivo praćenje geografske raspodele bolesti vinovi loze u Srbiji.

# Literatura

Dubrovsky, M., 1996: *Met&Roll: the stochastic generator of daily weather series for the crop growth model.* Meteorologicke Zpravy 49, 97–105.

Goosse H., Barriat, P.Y., Lefebvre, W., Loutre, M.F., and Zunz, V., 2008-2010: *Introduction to climate dynamics and climate modeling. Online textbook available at <http://www.climate.be/textbook>.*

Kišpatić, J., 1972: *Diseases of Fruit and Vine.* Faculty of Agriculture, University of Zagreb, Zagreb (in Serbo-Croatian).

Lalić, B., Eitzinger, J., Mihailović, D. T., Thaler, S., Jancić, M., 2012: *CLIMATE CHANGE AND AGRICULTURE RESEARCH PAPER, Climate change impacts on winter wheat yield change – which climatic parameters are crucial in Pannonian lowland?, Journal of Agricultural Science (2013), 151, 757–774., Cambridge University Press 2012*

Lalic, B., Jankovic, D., Ninkov, M., 2013: *Assessment of Climate Change impact on Downy Mildew Appearance in Serbia using ECHAM5 Climate Model Outputs., 1-4.*

Mihailović, D.T., Koči, I., Lalić, B., Arsenić, I., Radlović D., Balaž, J., 2000-2001: *The main features of BAHUS — biometeorological system for messages on the occurrence of diseases in fruits and vines.* Published by Elsevier Science 2001, *Environmental Modelling & Software:* 691–696

Porter, J.R., et al., 2014: in chapter 7: *Food security and food production systems , in IPCC AR5 WG2 A 2014*

Rekanović, E., Potočnik, I., Stepanović, M., Milijašević S. and Todorović, B., 2008: *Field Efficacy of Fluopicolide and Fosetyl-Al Fungicide Combination (Profiler®) for Control of Plasmopara viticola (Berk. & Curt.) Berl. & Toni. in Grapevine*

Steiner, P.W. 1990: Predicting Apple Blossom Infections by *Erwinia amylovora*. Using the Maryblyt Model. *Acta Horticulturae* 273:139-148.

- <http://www.cru.uea.ac.uk/documents/421974/1295957/Info+sheet+%238.pdf/a5a16591-36da-42f0-8c23-6e35e549d92e>
- [http://www.vuk.edu.rs/index.php?option=com\\_content&view=article&id=402:efekat-&catid=52:glavna&Itemid=107](http://www.vuk.edu.rs/index.php?option=com_content&view=article&id=402:efekat-&catid=52:glavna&Itemid=107)
- <https://edro.wordpress.com/energy/earths-energy-budget/>
- <http://www.abc.net.au/science/articles/2014/06/04/4018335.htm?site=science/starstuff&>
- [http://www.climate.be/textbook/chapter3\\_node3.html](http://www.climate.be/textbook/chapter3_node3.html)

# Dodatak

Očekivane promene DAN\_IP i broja IP za 2030. i 2050. godinu u odnosu na referentni period (od 1971. do 2000. godine) izračunate klimatskim modelima ECHAM5, HadCM3 i NCAR-PCM sa SRES-A2 scenarijem za emisiju gasova staklene bašte

**PRVI DAN INKUBACIONOG PERIODA**

<b>Gradovi</b>	A2, 2030			A2, 2050		
	<b>ECHAM5</b>	<b>hadCM3</b>	<b>NCAR-PCM</b>	<b>ECHAM5</b>	<b>hadCM3</b>	<b>NCAR-PCM</b>
Čuprija	-9,07	-10,37	-5,61	-8,64	-6,62	-7,64
Dimitrovgrad	-12,38	-12,38	-15,77	-11,10	-10,11	-13,70
Kraljevo	-19,21	-19,22	-17,87	-17,75	-19,00	-20,15
Krusevac	-8,55	-9,30	-13,09	-10,65	-14,53	-11,59
Niš	-6,36	-6,72	-7,24	-7,23	-9,75	-9,13
Novi Sad	-1,42	-4,89	-26,24	-4,89	-9,81	-6,95
Požega	-7,94	-9,04	-11,38	-9,03	-12,03	-11,48
Prizren	-9,72	-9,78	-11,38	-12,79	-14,91	-15,28
Sombor	-4,00	-5,03	-3,69	-6,00	-8,41	-7,66
Vranje	-5,44	-7,83	-11,05	-7,35	-11,54	-8,78
Zaječar	-7,51	-12,72	-6,02	-16,59	-16,24	-10,65

**INKUBACIONI PERIOD**

<b>Gradovi</b>	A2, 2030			A2, 2050		
	<b>ECHAM5</b>	<b>hadCM3</b>	<b>NCAR-PCM</b>	<b>ECHAM5</b>	<b>hadCM3</b>	<b>NCAR-PCM</b>
Čuprija	0,28	0,54	0,73	0,01	0,73	0,88
Dimitrovgrad	-0,44	0,15	0,12	-0,78	0,10	0,14
Kraljevo	-0,13	0,30	0,31	-0,30	0,39	0,76
Kruševac	0,23	0,84	0,69	0,15	0,92	0,66
Niš	-0,43	-0,02	0,13	-0,66	-0,09	0,36
Novi Sad	-0,17	0,17	-0,31	-0,71	-0,19	0,54
Požega	-0,45	0,40	0,37	-0,48	-0,21	0,48
Prizren	-2,95	-2,67	-2,50	-3,33	-2,73	-2,54
Sombor	-0,01	0,13	0,38	0,13	0,16	0,59
Vranje	-0,27	0,33	0,11	-0,72	0,22	0,16
Zaječar	-0,35	-0,01	0,00	-0,73	-0,13	0,07

# Kratka biografija

Marija Sudarić je rođena 6. februara 1988. godine u Somboru. Osnovnu školu "Bratstvo- jedinstvo" u Somboru je završila 2003. godine. Iste godine je upisala društveno - jezički smer gimnazije "Veljko Petrović" u Somboru. Posle završetka gimnazije, 2007. godine, upisala je studije meteorologije na Departmanu za fiziku na Prirodno - matematičkom fakultetu u Novom Sadu. Osnovne studije je završila u avgustu 2013. godine i stekla zvanje diplomirani fizičar. Odmah zatim je upisala master studije meteorologije na istom fakultetu za vreme kojih je 8 meseci radila na Glavnoj meteorološkoj stanici u Somboru. Zaključno sa januarskim ispitnim rokom je položila sve predviđene ispite i grupu od 6 ispita pedagoško metodičkog tipa.

Supruga je Marka i majka malog Matije.



UNIVERZITET U NOVOM SADU  
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj:

**RBR**

Identifikacioni broj:

**IBR**

Tip dokumentacije: monografska dokumentacija

**TD**

Tip zapisa: tekstualni štampani materijal

**TZ**

Vrsta rada: master rad

**VR**

Autor: Marija Sudarić

**AU**

Mentor: dr Branislava Lalić

**MN**

Naslov rada: Uticaj klimatskih promena na pojavu plamenjače vinove loze u Srbiji

**NR**

Jezik publikacije: srpski (latinica)

**JP**

Jezik izvoda: s/en

**JI**

Zemlja publikovanja: Republika Srbija

**ZP**

Uže geografsko Vojvodina  
područje:

**UGP**

Godina: 2015

**GO**

Izdavač: autorski reprint

**IZ**

Mesto i adresa: Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 4

**MA**

Fizički opis rada: (8/48/14/9/8/1/1)

**FOR** (broj poglavlja, strana, lit.citata, tabela, slika, grafika,  
priloga)

Naučna oblast: Fizika

**NO**

Naučna disciplina: Meteorologija

**ND**

Predmetne odrednice,  
ključne reči:  
klimatske promene, globalni klimatski modeli,  
biometeorološko modeliranje, plamenjača vinove loze

**PO,UDK**

Čuva se: U biblioteci Departmana za fiziku

**ČU**

Važna napomena:

**VN**

Izvod:  
**IZ**  
Klimatske promene su prirodna pojava. Većina klimatskih modela potvrđuje njihovo pojačano prisustvo usled aktivnosti čoveka. Time je čovek doveo u pitanje kvalitet i količinu potrebne hrane. Fokus ove studije o klimatskim promenama su njene posledice na poljoprivredu. Promenom meteoroloških uslova dolazi i do promene u prisustvu štetnih organizama u osetljivim regionima. Procena pojave bakterije *Plasmopara viticola* u Srbiji, koja izaziva plamenjaču vinove loze, izvedeno je pomoću rezultata iz klimatskog modela ECHAM5 za 2030. i 2050. godinu u odnosu na referentni period (1971. do 2000. godine). Prema rezultatima, u Srbiji se očekuje ranija pojava prvog dana inkubacionih perioda u toku godine u svim osetljivim regionima i variranje broja inkubacionih perioda, ali u većini regiona se očekuje smanjenje.

Datum prihvatanja teme: 24.04.2014.

**DP**

Datum odbrane: 25.09.2015.

**DO**

Članovi komisije:

**KO**

Predsednik: dr Zorica Podraščanin, docent, Prirodno-matematički fakultet u Novom Sadu

Član: dr Igor Balaž, Poljoprivredni fakultet u Novom Sadu

Mentor:

dr Branislava Lalić, vanredni profesor, Poljoprivredni  
fakultet u Novom Sadu

UNIVERSITY OF NOVI SAD  
FACULTY OF SCIENCE  
KEY WORDS DOCUMENTATION

Serial number:

**SNO**

Identification number:

**INO**

Document type: Monograph type

**DT**

Type of record: Printed text

**TR**

Content code: Master's thesis

**CC**

Author: Marija Sudarić

**AU**

Menthor: dr Branislava Lalić

**MN**

Title: The impact of climate change on the occurrence of  
downy mildew on grapevine in Serbia

**TI**

Language of text: Serbian (Latin)

**LT**

Language of abstract: English

**LA**

Country of publication: Republic of Serbia

**CP**

Locality of publication: Vojvodina

**LP**

Publication year: 2015

**PY**

Publisher: Author's reprint

**PU**

Publication place: Faculty of Science and Mathematics, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 4

**PP**

Physical description: (8/48/14/9/8/1/1)

**PD** (chapters/pages/literature/tables/pictures/  
graphs/add.lists)

Science field: Physics

**SF**

Scientific discipline: Meteorology

**SD**

Subject, Key word: climate change, global climate model, biometeorological

**SKW** modeling, downy mildew of grapevine

Holding data: In library of Department of Physics

**HD**

Note: None

**N**

**Abstract:** Climate change is a natural phenomenon. Most climate models confirmed their increased presence as a result of human activity. This man is brought into question the quality and quantity of food needed. The focus of this paper is climate change as its impact on agriculture. Changing weather conditions comes as a change in the presence of harmful organisms in sensitive regions. Assessment emergence of the bacteria *Plasmopara viticola* in Serbia, which causes downy mildew of vines, carried out by results from climate model ECHAM5 for 2030 and 2050 compared to the reference period (1971 to 2000). According to the results there are expected earlier occurrence of the first day of incubation period in all sensitive regions and varying the number of incubation period, but in most regions are expected to decline.

**Accepted on Scientific Board on:** 24.04.2014.

**AS**

**Defended:** 25.09.2015.

**DE**

**Thesis defended board:**

**DB**

**President:** Zorica Podraščanin, PhD, assistant professor, Faculty of Sciences, University of Novi Sad

**Member:** Igor Balaž, PhD, Faculty of Agriculture, University of Novi Sad

**Mentor:** Branislava Lalić, PhD, associate professor, Faculty of Agriculture, University of Novi Sad