

# КЛИМАТСКЕ ПРОМЕНЕ У ПОЉОПРИВРЕДИ

Приручник за средње стручне школе  
у подручју рада пољопривредна производња и прерада хране



**Импресум**

## **КЛИМАТСКЕ ПРОМЕНЕ У ПОЉОПРИВРЕДИ**

Приручник за средње школе у подручју рада  
пољопривреда, производња и прерада хране

### **Издавач:**

Удружење средњих школа подручја рада пољопривреда,  
производња и прерада хране

### **Уредници:**

Проф. др Зорица Ранковић-Васић  
Дипл. инж. Светлана Младеновић

### **Аутори:**

Проф. др Зорица Ранковић-Васић, проф. др Ана Вуковић Вимић, проф. др Марија Ћосић,  
проф. др Жељко Долијановић, проф. др Драган Станојевић

### **Рецензенти:**

Проф. др Мирјам Вујадиновић Мандић  
проф. др Драган Терзић  
Дипл. инж. Александра Тошић

### **Дизајн корица:**

LNK studio, Београд

### **Дизајн и прелом практикума:**

LNK studio, Београд

### **Лектура и коректура:**

Маријана Милошевић

**Тираж:** 1.000 комада

**Штампа:** Алта Нова д.о.о.

Београд, 2024. године

### **Фотографије на корицама:**

© Images by Oleksandr Ryzhkov, wirestock, prostooleh, kamchatka, prostooleh, serhii\_bobyk, user6702303, mariiaboiko, ismodin and wisetchat on Freepik



Приручник „Климатске промене у пољопривреди” је настао у оквиру пројекта „Јачање отпорности сектора пољопривреде на елементарне непогоде”, који финансира Европска унија, а реализује Организација за храну и пољопривреду Уједињених нација (ФАО), уз подршку Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије. Овај приручник је објављен у сарадњи са Министарством просвете Републике Србије и Заводом за унапређивање образовања и васпитања.

Приручник „Климатске промене у пољопривреди” је публикован уз финансијску помоћ Европске уније и садржина ове публикације нипошто не изражава званичне ставове Европске уније или ФАО.



# КЛИМАТСКЕ ПРОМЕНЕ У ПОЉОПРИВРЕДИ

---

Приручник за средње школе  
у подручју рада пољопривреда, производња  
и прерада хране

## **Аутори**

Зорица Ранковић-Васић, Ана Вуковић Вимић, Марија Ћосић,  
Жељко Долијановић, Драган Станојевић

## **Уредници**

Зорица Ранковић-Васић  
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет, Београд – Земун

Светлана Младеновић  
Пољопривредно-хемијска школа „Др Ђорђе Радић”, Краљево

Организација за храну и пољопривреду  
Уједињених нација (ФАО)







IX	ПРЕДГОВОР
XI	ЗАХВАЛНИЦЕ
1	ПОГЛАВЉЕ 1 – КЛИМА, КЛИМАТСКЕ ПРОМЕНЕ
1	<b>1.1. Климатски систем, клима и време</b>
1	1.1.1. Климатски систем и циклуси који управљају климатским системом
4	1.1.2. Клима и време
4	<b>1.2. Шта утиче на временске и климатске услове?</b>
4	1.2.1. Топлотни услови
6	1.2.2. Влажност ваздуха
7	1.2.3. Роса, магла, облаци, падавине
8	1.2.4. Ветар
9	1.2.5. Циркулације великих размера
11	1.2.6. Утицај регионалних и локалних карактеристика
13	1.2.7. Климатски чиниоци
14	<b>1.3. Екстремни временски догађаји</b>
14	1.3.1. Екстремни временски догађаји везани за топлотне услове
14	1.3.2. Екстремни временски догађаји везани за услове влажности
15	1.3.3. Екстремни временски догађаји везани за олује
15	<b>1.4. Метеоролошка осматрања и климатске анализе</b>
15	1.4.1. Врсте метеоролошких осматрања
16	1.4.2. Стандардна метеоролошка осматрања
17	1.4.3. Друга осматрања на метеоролошким станицама
18	1.4.4. Постављање мерних станица у зависности од потреба
19	1.4.5. Климатске анализе
20	<b>1.5. Прогноза времена и климатске пројекције</b>
20	1.5.1. Прогнозирање временских услова
20	1.5.2. Пројекције климатских услова
22	<b>1.6. Глобално загревање</b>
22	1.6.1. Промена климе у прошлости Земље
22	1.6.2. Поремећаји циклуса климатског система у савременом добу
23	1.6.3. Пораст средње глобалне приземне температуре ваздуха
26	1.6.4. Највеће глобалне последице климатских промена савременог доба
27	<b>1.7. Климатске промене у Србији</b>
27	1.7.1. Промене у топлотним условима – група климатских опасности од вишка топлоте
28	1.7.2. Промене у падавинским условима – група климатских опасности од вишка или недостатка воде/влаге
30	1.7.3. Промена у олујама и другим пратећим екстремним догађајима
32	<b>1.8. Утицај климатских промена на водне ресурсе и земљиште у Србији и друге опасности изазване климатским променама</b>
32	1.8.1. Климатске промене и водни ресурси
32	1.8.2. Климатске промене и земљиште
35	1.8.3. Друге опасности од климатских промена
35	1.8.4. Преглед утицаја климатских промена на различите секторе У Србији
37	<b>1.9. Митигација и адаптација</b>
37	1.9.1. Мере борбе против климатских промена
38	1.9.2. Решења заснована на природи
39	1.9.3. Емисије гасова са ефектом стаклене баште и планирања мера митигације
41	1.9.4. Процена рањивости и ризика и планирање мера адаптације
42	1.9.5. Приоритетне мере адаптације у Србији
43	Литература

45	<b>ПОГЛАВЉЕ 2 – НАВОДЊАВАЊЕ</b>
45	2.1. Наводњавање као мера адаптације на климатске промене и одрживу пољопривредну производњу
48	2.2. Фактори који утичу на примену наводњавања
50	2.3. Услови за примену наводњавања
50	Квалитет воде
50	Клима
51	Земљиште
52	Текстурна класа земљишта
52	Биљка
54	Литература
57	<b>ПОГЛАВЉЕ 3 – ВОЋАРСТВО</b>
57	3.1. Утицај климе и климатских промена на воће
57	О воћарству
58	О клими
58	Светлост
59	Топлота и температура
62	Вода
64	Ветар
65	3.2. Рејонизација воћарске производње
67	3.3. Мере за смањење ризика од негативног утицаја климатских промена у воћарству
67	Мраз
69	Високе температуре
70	Суша
70	Јаки ветрови
70	Град
71	Литература
73	<b>ПОГЛАВЉЕ 4 – ВИНОГРАДАРСТВО</b>
73	4.1. Утицај климатских промена на виноградарство
77	4.2. Рејонизација виноградарских географских подручја – основ планирања виноградарске производње и свих мера адаптације
82	4.3. Ризици и мере за смањење негативних утицаја климатских промена у виноградарству
82	Ризици изазвани негативним утицајем климатских промена
85	Мере адаптације на последице климатских промена у виноградарству
88	Остале важне мере
90	Литература
93	<b>ПОГЛАВЉЕ 5 – РАТАРСТВО И ПОВРТАРСТВО</b>
93	5.1. Утицај климатских промена на ратарску и повртарску производњу
96	5.2. Толерантност биљака на сушу и аноксију
99	5.3. Утицај климатских промена на гајење просоликих (јарих) жита
102	5.4. Утицај климатских промена на гајење правих (стрних) жита
105	5.5. Утицај климатских промена на гајење зрнено-беланчевинастих биљака
107	5.6. Утицај климатских промена на гајење индустријских биљака
108	5.7. Утицај климатских промена на гајење поврћа на отвореном пољу и у заштићеном простору
113	Литература



115	<b>ПОГЛАВЉЕ 6 – ЛИВАДЕ И ПАШЊАЦИ</b>
115	6.1. Појам и функција травњака
116	6.2. Подела, значај, састав
117	6.3. Састав травњака
118	6.4. Најважније врсте трава и легуминоза на травњацима
121	6.5. Сејани травњаци
123	6.6. Природни травњаци Србије
124	6.7. Улога травњака у ублажавању климатских промена
127	6.8. Очекивани утицаји у будућности и мере прилагођавања
128	6.9. Мере адаптације
129	Литература
131	<b>ПОГЛАВЉЕ 7 – СТОЧАРСТВО</b>
131	7.1. Сточарство и климатске промене
133	7.2. Како да сточарску производњу учинимо отпорнијом на климатске промене?
135	7.3. Физиолошки одговор организма домаћих животиња на климатске промене
138	7.4. Прилагођавање сточарске производње климатским променама
139	Селекција грла на повећану отпорност на топлотни стрес
140	Прилагођавање састава оброка и времена храњења домаћих животиња
141	Пројектовање и опремање нових објеката за држање домаћих животиња
143	Производња сточне хране у измењеним климатским приликама
144	7.5. Климатске промене и инфективне и паразитске болести
149	Литература





### **Поштовани ученици,**

Пред вама је Приручник за изборни предмет Климатске промене у пољопривреди, у оквиру кога учимо да препознамо ризике и применимо мере прилагођавања на измењене климатске услове у биљној и сточарској производњи. Овај нови предмет одговор је на све учесталије догађаје у природи, појаве попут суше, поплаве, олује и града, болести усева и животиња, који наносе штете производњи хране, док приходи пољопривредника постају све рањивији.

Србија се налази у области где се климатске промене дешавају брже од светског просека. Нова знања и вештине за примену климатски паметне пољопривреде су прави пут за јачање отпорности пољопривреде, али и за ваш будући професионални ангажман. На страницама пред вама представљамо појмове и узроке везане за промену климе. На основу примера, занимљивости и практичних задатака, подстичемо вас да заједно са својим наставницима тражите одговоре на најважније производне ризике у вашем региону и да даље усавшавате решења за примену климатски паметне пољопривреде.

Израда овог приручника и успостављање демонстрационих парцела за практичну примену мера и учење на пољима део су пројекта „Јачање отпорности сектора пољопривреде на елементарне непогоде” Организације Уједињених нација за храну и пољопривреду (ФАО), а уз финансијску подршку Европске уније.

Сви чинимо мрежу за климатску акцију у пољопривреди, а вас позивамо да новим знањем будете део промене.



## Захвалнице

Захвални смо ауторима и уредницима за њихову одличну сарадњу и допринос у изради овог приручника. Посебну захвалност изражавамо Заводу за унапређивање образовања и васпитања и Министарству просвете Републике Србије, на препознатој потреби за увођење теме климатских промена у школски програм. Захвални смо Удружењу средњих школа подручја рада пољопривреда, производња и прерада хране и организацији Млади истраживачи Србије на подршци у промоцији новог предмета. Изражавамо захвалност и члановима Радне групе за интегрисање теме климатских промена у наставни програм средњих пољопривредних школа: Радиши Микарићу, Богољубу Лазаревићу, Александри Тошић, Владимиру Поповићу и Дејану Милосављевићу.

Велико хвала професорима Пољопривредног факултета Универзитета у Београду, проф. др Дејану Ћуровићу и проф. др Александру Симићу, који су несебично поделили своје знање, унапредили садржај и стручни део за поглавља утицаја климатских промена на сектор воћарства, ливада, пашњака и крмног биља. Такође, захвални смо проф. др Браниславу Станковићу и мастер дипл. инж. Николији Глиговић са Пољопривредног факултета Универзитета у Београду на помоћи око израде сточарско-ветеринарског дела ове публикације. Захваљујемо се и др Алекси Липовцу, доценту Пољопривредног факултета Универзитета у Београду, на помоћи приликом припреме поглавља о Утицају климатских промена на водне ресурсе и земљиште у Србији.

Захваљујемо и свим ФАО консултантима који су допринели да овај приручник буде написан.

## кључни појмови и дефиниције у поглављу

страна

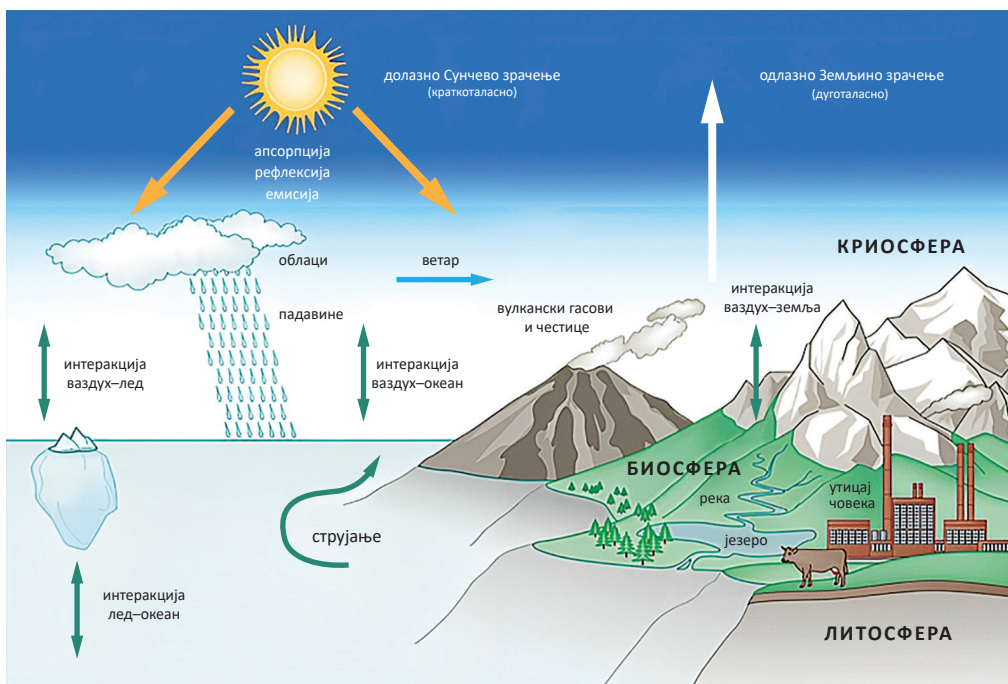
1	климатски систем
2	клима и време
13	гасови са ефектом стаклене баште
14	екстремни временски догађаји
19	климатски индекси
20	сценарији емисија гасова са ефектом стаклене баште
22	глобално загревање
27	климатске промене у Србији
32	расположивост водних ресурса
33	деградација земљишта
37	митигација и адаптација
38	нето емисије гасова са ефектом стаклене баште
38	решења заснована на природи
41	процена ризика
42	приоритетне мере адаптације

# КЛИМА, КЛИМАТСКЕ ПРОМЕНЕ

## 1.1. Климатски систем, клима и време

### 1.1.1. Климатски систем и циклуси који управљају климатским системом

**Климатски систем** се састоји од следећих компоненти: атмосфере, хидросфере (водене површине), криосфере (снег и лед), литосфере (копнене површине) и биосфере (живи свет). Конкретније, климатски систем неке области (пример приказан на **Слици 1**) обухвата врсту подлоге (океан/море, копно), врсту покривача копнене површине (шума, ливада, обрадива површина, голо тло, река, језеро итд.), **заступљеност животиња, људи и људских насеобина** (дивље и гајене животиње, села, градови итд.). Ближе одређивање карактеристика климатског система је описивање врста биљног и животињског света, врста земљишта итд. Климатски систем неке области је најчешће мозаик различитих компоненти, које су у међусобној интеракцији.



Слика 1. Пример климатског система на Земљи (адаптирано на српски, извор: *World Ocean Review 1*)

Главни циклуси који чине међусобне интеракције компоненти климатског система су **циклус енергије, воде и угљеника**. На пример, **циклус енергије чини размена енергије између атмосфере и подлоге**. У зависности од типа подлоге (дрвеће, трава, стене, голо земљиште, водена површина) долази до различитог загревања подлоге Сунчевим зрачењем, а затим загрејана подлога загрева доње слојеве ваздуха (атмосфере). Зато је температура нижа у шуми, воћњаку, изнад ливаде или пашњака него у градовима. Такође, вода испарава с подлоге и утиче на влажност ваздуха, па је ваздух сув у пустињама, а већа влажност ваздуха је у областима где има водених површина, вегетације и земљишта које садржи воду. Из овог примера се види и пример **циклуса воде** у климатском систему. Постојање веће количине водене паре у ваздуху ствара повољније услове за стварање падавина. **Повезаност циклуса енергије и воде** у климатском систему се види из примера како температура ваздуха утиче на релативну влажност ваздуха.

### КЉУЧНИ ТЕРМИНИ

- климатски систем
- циклуси климатског система
- тропосфера
- промена температуре ваздуха с висином
- клима и временски услови
- макроклима, мезоклима, микроклима

Ако у областима различитих температура има исте количине водене паре у ваздуху, релативна влажност ће бити већа тамо где је ваздух хладнији. Такође, у току ноћи, када се хлади ваздух, релативна влажност ће расти и ујутру може настати роса или магла, јер се ваздух довољно охладио да му релативна влажност достигне 100% и мора да потроши вишак водене паре на стварање капљица воде (ако је температура испод 0°C онда се стварају кристалићи леда). **Циклус угљеника у климатском систему заправо представља кружење органске материје.** На пример, из ваздуха биљке користе угљен-диоксид за процес фотосинтезе, па тиме и за свој развој, а када биљка или животиња изумру, разградњом угљеник улази у земљиште. Природно се угљен-диоксид ослобађа у атмосферу из океана, у највећој мери, затим дисањем животиња, декомпозицијом органске материје, шумским пожарима, вулканским ерупцијама. Природни **понори угљеника** су такође океани, земљиште, шуме, али и друге врсте вегетативног покривача у мањој мери. Због глобалног струјања ваздуха који брзо меша угљен-диоксид и носи га далеко од извора, извори и понори не морају бити близу. Размена између природних извора и понора угљеника у климатском систему на глобалном нивоу је у равнотежи. Повезаност циклуса енергије, воде и угљеника је нераскидива и они међусобно реагују и промене које се десе у функционисању једног циклуса могу изазвати промену у другим циклусима климатског система.

**Климатске промене савременог доба** се дешавају због прекомерних емисија највише угљен-диоксида због човекових активности од доба развоја индустрије (индустријске револуције у 19. веку). Ове емисије довеле су до поремећаја циклуса угљеника у климатском систему, који је даље утицао на различите промене у другим циклусима (енергије и воде), а затим и на промене у компонентама климатског система. Овакве промене имају повратни утицај на човекове активности, због чега је проблем климатских промена препознат на глобалном нивоу и изазива поремећаје у производњи хране, изазива и убрзава деградацију природних система (шума, сушење језера и река, нестајање ледника итд.), утиче на здравље људи итд. Проблеми климатских промена биће детаљније обрађени у целинама 1.6, 1.7. и 1.8.

### 1.1.2. Клима и време

**Атмосфера** је једна од компоненти климатског система. Висина атмосфере је неколико хиљада километара, без јасне границе где се завршава због малог броја молекула на висини. Међутим, 99% масе атмосфере је у доњих 30 km, тако да атмосферу сматрамо веома танким омотачем око Земље. Средњи полупречник Земље је 6.371 km. Слој атмосфере у којем се дешавају процеси који одређују временске услове (ветрови, стварање облака и падавина итд.) се зове **тропосфера** и у просеку је висине до око 10 km. У тропосфери **температура ваздуха опада с висином**, осим ако се не десе неки краткотрајни временски услови који стварају инверзију (порастанје температуре с висином, као што је некада случај у долинама у преподневним часовима). У слоју изнад тропосфере је **стратосфера**, у којој се налази озонски омотач, који нас штити од штетног Сунчевог ултраљубичастиог зрачења.

**Клима представља средње стање атмосфере** у приземним слојевима и служи да би се описала атмосфера као компонента климатског система. Клима се може дефинисати на различитим просторним размерама. **Макроклима** представља опште климатске карактеристике већег региона (величине неколико стотина или хиљада километара). **Мезоклима** представља опште климатске карактеристике области величине која се мери у километрима или десетинама километара, а **микроклима** представља карактеристике области мањих од једног километра, као што је величина неког пољопривредног засада. На пример, за оквирно планирање пољопривредне производње (одређивање врсте, сорте, хибрида итд.) у некој области важни су мезоклиматски услови, а за одређивање агротехника при гајењу потребно је познавати микроклиматске услове и друге локалне карактеристике (земљишта, терена итд.). Климатске анализе се рачунају за потребе сектора (пољопривреда, шумарство, ваздухопловство, здравље итд.). Чак се анализе прилагођавају подсектору, односно у пољопривреди се разликује потреба за анализом климатских услова за потребе производње кукуруза, пшенице, винове лозе, јабуке, кајсије, малине, одређене врсте стоке итд., па чак и за услове гајења одређених сорти и хибрида. **Опис климатских услова треба да пружи произвођачу информацију да ли постоје повољни топлотни услови и услови влажности за гајење и да пружи процену потенцијалних ризика за гајење** (превише високе и ниске температуре, суше, јаке падавине итд.). Клима заправо представља статистички приказ просечних временских услова који владају у некој области и очекује се да ће временски услови бити слични оним описаним климатском анализом.

**Време је реално стање атмосфере**, тренутно или у неком периоду у току године (дан, недеља, месец итд.). Временски услови се описују измереним вредностима у одређеном периоду године. На пример, време у току једног дана се описује тако што се наведу вредности максималне и минималне дневне температуре, која количина падавина је пала (у случају да је било падавина), да ли је било облачно, јачина и смер ветра итд. Временски услови у току једног месеца, сезоне или периода вегетације (или другог реле-

вантног периода) се описују тако што се наведу вредности релевантних параметара: средња температура, количина падавина која је пала у току тог месеца, број дана с падавинама, број дана с вредностима температуре и падавина изнад неке критичне вредности итд. Ако за те параметре постоје и израчунате средње климатске вредности, онда се поређењем временских услова у току неке године и климатских вредности може коментарисати да ли је било топлије или хладније, с више или мање падавина него што је уобичајено. Оно што је уобичајено одређује клима (климатске вредности) и то се назива норма-ла. Оно што се заправо десило представља временске услове. Погледај **Прилог 1** за боље разумевање. Поредињем климатских вредности и вредности за период који се ради анализа може се знати да ли су временски услови значајније одступали од нормале, што је могло имати неке утицаје на производњу.



## Прилог 1. Разумевање појмова време и клима

На слици су приказане средње месечне вредности температура и месечне суме падавина за сваку годину у периоду 1961–2020. година (линије различитих боја) и њихове климатске вредности (нормале) за период 1961–2020. година (приказано црном линијом). Вредности за сваку годину осликавају временске услове (топлотне и падавинске) које су владале одређеног месеца, а климатске вредности представљају опште карактеристике климе. Температурне вредности прате уобичајени годишњи ток који показује да су најхладнији месеци децембар, јануар и фебруар, а најтоплији јун, јул и август. Код падавина су знатно већа одступања. Клима је таква да се највише падавина може очекивати у јуну, али из године у годину може доћи до значајних одступања у количини падавина које падну у току неког месеца, као и у расподели падавина у току године. На пример, најучљивија је вредност за мај 2014, када се пала највећа количина падавина у току једног месеца у целом периоду обухваћеном овим подацима (преко 250 mm). Познато је да су падавине у мају 2014. године излучене на територији Републике Србије изазвале поплаве великих размера. Приказане вредности су добијене из мерења са станице Републичког хидрометеоролошког завода у Београду (Карађорђевог парк).

### ВРЕМЕ

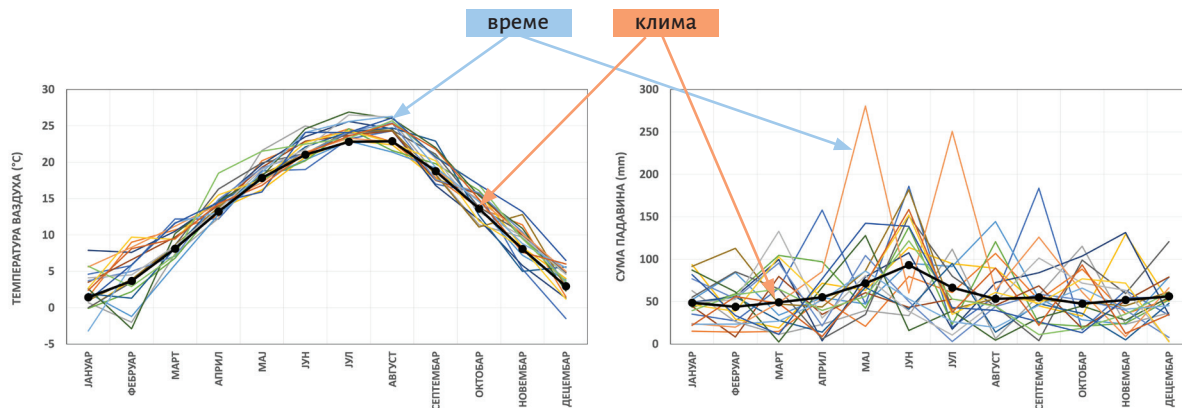
Реално стање атмосфере које се остварило (осмотрено) или се очекује да се деси (прогнозирано). Представља стање атмосфере у неком тренутку или у неком периоду године.

### ВРЕМЕНСКИ УСЛОВИ У ТОКУ ГОДИНЕ

Могу бити у опсегу климатских вредности или могу бити изван опсега нормалних (климатских, односно уобичајених вредности) када се сматрају за екстремне временске догађаје.

### КЛИМА

Представља средње стање атмосфере. Карактеристике климе се описују статистичким величинама. Детаљније, обухвата опсег могућих временских услова који се најчешће јављају у некој области и бројчано се изражавају преко средњих вредности и опсега највероватнијих или могућих вредности, учесталости одређених временских догађаја, екстремних вредности итд.



### Задатак 1. Опиши климатски систем

Пронаћи на интернету неку шему климатског система и навести компоненте и могуће интеракције између компоненти. Пронаћи фотографију неког већег предела или више фотографија различитих предела на Земљи и описати компоненте климатског система које се виде на фотографији. Направите сами фотографију компоненти климатског система.



## Задатак 2. Провери своје знање о разумевању појмова: климатски систем, клима и време.

1. Наведи три главна циклуса климатског система.
2. Наведи пример повезаности циклуса климатског система.
3. Шта описује ситуацију која се реално десила или се очекује да се деси?  
а) време б) клима
4. Објасни зашто је изабран одговор у претходном питању тачан.
5. Који од следећа два параметра по вредностима из године у годину више одступа од климатских вредности?  
а) температура б) падавине

## 1.2. Шта утиче на временске и климатске услове?

### 1.2.1. Топлотни услови

Извор топлоте за планету Земљу је енергија која долази од Сунца. Сунчево зрачење, које у тачно потребној количини долази до Земље, омогућава да постоји живи свет на планети Земљи. **У зависности од упадног угла Сунчевог зрачења**, до површине долази одређена количина топлоте. Код нас (у умереним ширинама), лети је упадни угао Сунчевог зрачења већи него зими, па је и веће загревање. **Експозиција терена**, односно изложеност терена Сунчевом зрачењу, може локално модификовати упадни угао Сунчевог зрачења и трајање осунчаности подлоге. На северној хемисфери, јужне експозиције терена (јужне стране падина) су више изложене Сунчевом зрачењу.

Мера топлоте је **температура**. Колико је топао ваздух, односно атмосфера, изражава се температуром ваздуха. **Температура ваздуха се стандардно мери на 2 m висине изнад травнате површине у хладу**, по међународним правилима за метеоролошка мерења (биће објашњено у целини 1.4).

**Атмосфера у приземним слојевима**, односно ваздух око нас, где обављамо своје активности (производимо храну, градимо куће, зграде, путеве итд.), **највећим делом се загрева од подлоге** (тло, водене површине). Сунчево зрачење ваздух највећим делом пропушта до подлоге. Она апсорбује Сунчево зрачење и загрева се. Подлога емитује топлотно зрачење које атмосфера може да апсорбује и на тај начин се загрева. Зато је **највиша дневна температура тек између 14 и 15 часова, иако је највећи интензитет Сунчевог зрачења у подне. Најнижа дневна температура је у време почетка обданице (изласка сунца)**. Овакав дневни ход (промена) температуре може бити поремећен услед наилаaska временског система других карактеристика који изазива наглу промену времена.

**Колико ће се подлога загрејати услед апсорбовања Сунчевог зрачења зависи од карактеристика подлоге**, односно да ли је водена површина, голо земљиште, земљиште прекривено вегетацијом и то којим типом вегетације, да ли је земљиште влажно или суво итд. Карактеристике подлоге које утичу на загревање су **алbedo површине и топлотни капацитет**.

**Алbedo** је карактеристика површине која показује колика је рефлексивност површине за Сунчево зрачење. **Ако површина има мали алbedo, значи да ће апсорбовати велики део Сунчевог зрачења, па ће се пуно и загрејати**. Асфалт има мали алbedo, па је у градовима много топлије него у околини. Шумска површина или нека друга површина с високим растињем има мањи алbedo од траве и голог земљишта. Ако носите црну мајицу, имаћете мањи алbedo него ако носите белу мајицу, а то значи да ћете на сунцу апсорбовати више енергије и да ћете се више загрејати него ако сте у светлој одећи.

### КЉУЧНИ ТЕРМИНИ

- температура ваздуха
  - загревање ваздуха
    - алbedo
  - топлотни капацитет
  - експозиција терена
  - релативна влажност ваздуха
    - роса, магла, облаци
      - ветрови
  - циклони и антициклони
  - континенталност климе
    - климатски чиниоци

**Топлотни капацитет** је карактеристика која показује колико треба енергије да би се нека површина (средина, тело) загрејала за одређен број степени. Вода има велики топлотни капацитет, а земљиште има нижи топлотни капацитет. Ово значи да је потребно много више енергије за загревање воде да би се загрејала колико и земљиште. У току дана водена површина ће достићи нижу температуру него површина земљишта. У току ноћи ће се због тога површина воде мање охладити него површина земљишта. Ако се пореди загревање и хлађење сувог и влажног земљишта, брже се загрева и хлади суво земљиште од влажног, па је и његова промена температуре у току једног дана већа него влажног земљишта. Разлог за то је што влажно земљиште има већи топлотни капацитет од сувог, јер уместо ваздуха у себи садржи воду.

Температуру ваздуха и промену температуре ваздуха неке области највећим делом одређују **комбиноване карактеристике подлоге (Прилог 2)** од којих зависи колико ће подлога добити енергије од Сунца апсорпцијом Сунчевог зрачења (одређено албедом површине) и колико ће променити своју температуру (одређено топлотним капацитетом). Пошто ваздух изнад неке области не стоји већ се стално креће и меша, на температуру ваздуха утичу и други процеси, као што је кретање ваздушних маса великих размера, локални ветрови, олује итд.

Мозгалица...



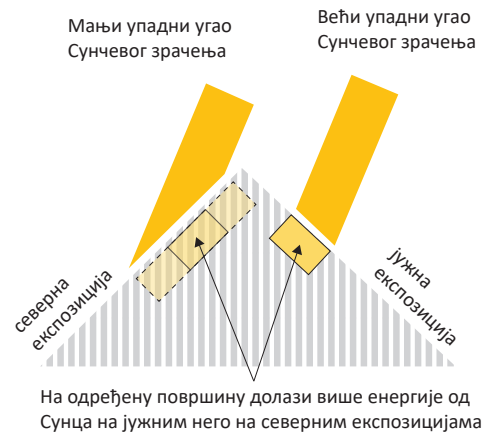
Објасни како се загрева ваздух. Које су главне карактеристике подлоге и терена које утичу на загревање?

## Прилог 2. Утицај положаја терена и карактеристика подлоге на загревање

### ЗАВИСНОСТ ДОЛАЗНЕ ЕНЕРГИЈЕ ОД УПАДНОГ УГЛА СУНЧЕВОГ ЗРАЧЕЊА

Лети је већи упадни угао Сунчевог зрачења па се више загревају подлога и ваздух

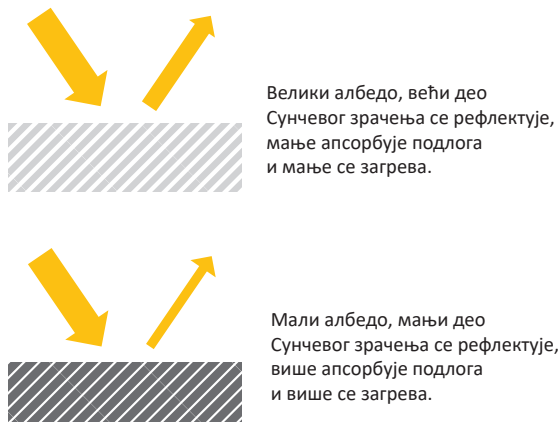
На северној полулопти Земље је већи упадни угао на јужним експозицијама



### УТИЦАЈ КАРАКТЕРИСТИКА ПОДЛОГЕ НА ЗАГРЕВАЊЕ

Ако је АЛБЕДО површине већи, више Сунчевог зрачења рефлектује подлога. Светлија земљишта, камен, снег, имају већи алbedo од асфалта, тамног земљишта, шумских површина.

Ако је ТОПЛОТНИ КАПАЦИТЕТ подлоге већи онда се мање загрева, али се мањи и хлади. Влажно земљиште има већи топлотни капацитет од сувог земљишта.



## 1.2.2. Влажност ваздуха

**Водена пара** је један од гасова (невидљивих) у атмосфери. Ваздух може садржати само одређену количину водене паре и то највише зависи од његове температуре. Ако је ваздух топлији, може садржати више водене паре него хладнији ваздух. Када количина водене паре у ваздуху достигне највећу могућу вредност, тада је **ваздух засићен воденом паром**.

Мозгалица...



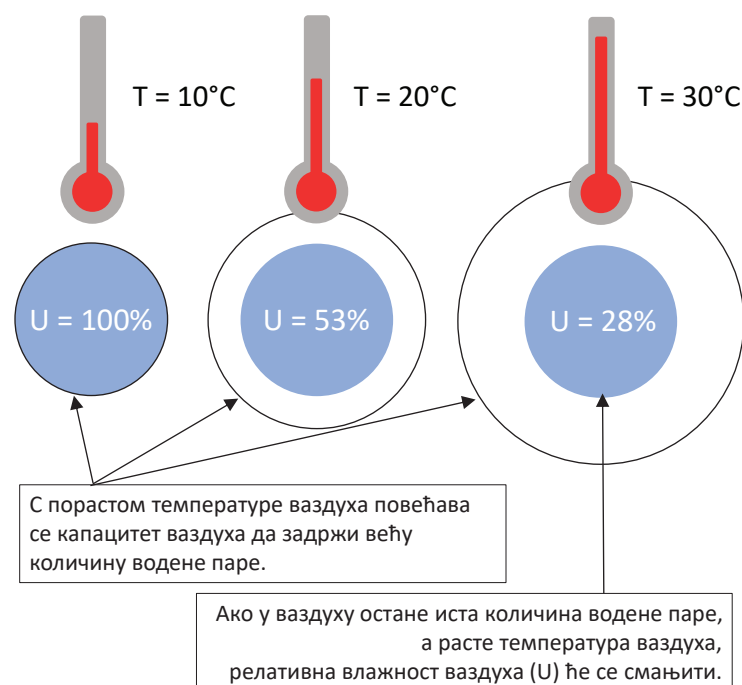
Шта значи да је ваздух засићен воденом паром? Како температура ваздуха утиче на релативну влажност ваздуха? Које појаве настају када се ваздух засити воденом паром?

Ваздух може постати засићен воденом паром на два начина. Један начин је да се у ваздух доводе молекули водене паре (нпр. испаравањем воде с неке површине) све док их не буде довољно да ваздух постане засићен воденом паром. Други начин је да се ваздух хлади. Ако се ваздух довољно охлади, онда постаје засићен воденом паром. При даљем хлађењу, вишак водене паре мора се потрошити из ваздуха и стварају се капљице или кристалићи леда ако је температура ваздуха испод 0°C. Дакле, када би се у некој просторији само хладио ваздух, могла би се створити магла. Температура до које је потребно охладити ваздух да би постао засићен воденом паром зове се **температура тачке росе**.

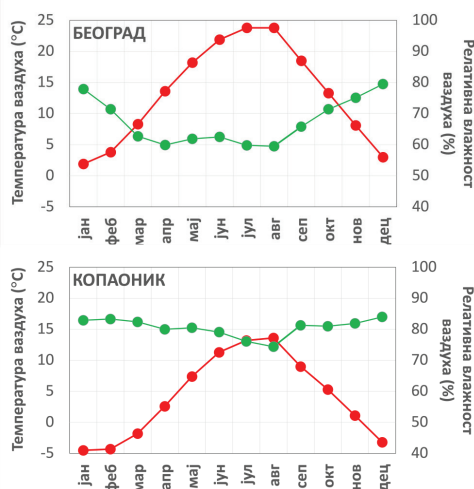
Влажност ваздуха показује колико има водене паре у ваздуху. Најчешћа величина која се користи да се опише влажност ваздуха је **релативна влажност ваздуха (Прилог 3)**. Она се изражава у процентима и показује колико има количине водене паре у односу на највећу могућу при тренутној температури ваздуха. Ако је релативна влажност ваздуха 40%–50% то у нашој области значи да је ваздух ниске влажности, а ако је вредност 90% то значи да је ваздух високе влажности. У пустињама је нормална релативна влажност ваздуха око 20%, док је у тропским шумама око 90%. Када је ваздух засићен воденом паром, релативна влажност ваздуха је 100%. У **Прилогу 3** приказана је зависност релативне влажности од температуре.

**Дневна промена релативне влажности ваздуха** највише зависи од промене температуре ваздуха у току дана. У току дана, док расте температура ваздуха, вредност релативне влажности ваздуха се смањује. Најмања вредност релативне влажности ваздуха у току дана је углавном и када је највиша температура ваздуха. **Годишња промена релативна влажности ваздуха** зависи од годишње промене температуре. Највећа влажност ваздуха је зими када је најхладније, а најмања лети када је најтоплије.

### Прилог 3. Зависност релативне влажности ваздуха од температуре ваздуха



Колико температура има утицаја на релативну влажност види се из примера за Београд и Копеоиник. Најнижа је релативна влажност лети. Нижа релативна влажност је у Београду где је већа температура ваздуха.



### 1.2.3. Роса, магла, облаци, падавине

Ноћу, када нема долазне енергије од Сунчевог зрачења, тло се хлади излучивањем (емисијом) топлотног зрачења и оно утиче на хлађење слоја ваздуха уз тло. Када се довољно охлади (до температуре тачке росе), ваздух постаје засићен воденом паром и када додирне охлађено тло, нпр. траву или лист биљке, водена пара се моментално кондензује и настају капљице воде. На овај начин се формира **роса**. Повољни услови за настајање росе су када је ведрог ноћ, слаб ветар и већа влажност ваздуха. Истим процесом, ако је температура испод 0°C, из водене паре ће се директно формирати кристалићи леда и настаје **слана**.

**Магла** настаје када се ваздух засити воденом паром и када у њему дође до формирања капљица воде (или кристалића леда ако је температура испод 0°C), које су довољно мале да не могу пасти на тло под утицајем силе Земљине теже, већ лебде у ваздуху. Процеси који могу довести до формирања магле су процеси који доводе до хлађења ваздуха. На пример, исто као код формирања росе или слане, тло се ноћу хлади излучивањем и хлади приземни слој ваздуха. Ако се тај ваздух довољно охлади, доћи ће до формирања магле. Магле које настају овим процесом зову се **радијационе магле** и честа су појава на нашим просторима. Ове магле су углавном краткотрајне и не захватају велике области. Ујутру, када Сунчево зрачење долази до подлоге и загрева је и она загрева ваздух изнад, долази до испаравања капљица (или кристалића леда), најпре у најнижим слојевима па кажемо „подиже се магла”. Магле могу настати и мешањем ваздушних маса различитих температура. Ове магле које настају премештањем (хоризонталним премештањем – адвекцијом) великих ваздушних маса називају се **адвективне магле**. Оне су дуготрајније и захватају веће области.

Мозгалица...



Пронађи слике или сликај облаци који ће највероватније продуковати падавине (кумулуси, кумулониimbusи, стратуси, стратокумулуси, нимбостратуси).



**Облаци** настају када на висини дође до засићења ваздуха воденом паром и формирају се капљице воде (или кристалићи леда, у зависности од температуре) које су довољно мале да не могу пасти на тло већ лебде у ваздуху. У атмосфери услед различитих утицаја долази до вертикално уздицања ваздуха. Температура ваздуха опада при његовом подизању. Ако се ваздух довољно хлади на висини (до температуре тачке росе), долази до формирања облака. Основне врсте облака су: **кумулуси** (гомилести облаци), **стратуси** (слојевити облаци) и **цируси** (перјасто-праменести облаци). Могуће су и комбинације ових врста, као на пример: **стратокумулуси, циростратуси, цирокумулуси** итд. Облаци који сигурно продукују падавине имају у свом називу *nimbus* (на латинском има значење киша) и то су: **кумулониimbusи** и **нимбостратуси**. Облаци који се формирају у средњем слоју атмосфере имају на почетку назива алто. Основна класификација је дана на **Слици 2**.

**Кумулониimbusи** су облаци који се простиру од нижих слојева па све до врха тропосфере. Ови облаци се формирају када постоје услови за интензивно подизање ваздуха и **продукују олујне фронтове с јаким ветром и интензивне падавине**. Олујни фронт се манифестује као изненадна појава јаких удара ветра, а затим у неколико минута се осети велики пад температуре и појава јаких падавина, а често и града. Изнад једне тачке, трајање ове појаве је мање од сат времена. Целокупна појава траје од сат времена до неколико сати и локалног је карактера, али може нанети велике штете. Најчешће се јавља у топлијем делу године, када је велико загревање подлоге. У току дана најчешће се овакве непогоде формирају у поподневним часовима, након периода највећег загревања подлоге и ваздуха. Може настати и при наиласку хладне ваздушна маса (хладног фронта). Може се формирати и више оваквих облака изнад веће површине.

Слика 2. Класификација облака. Слика је преузета од MetOffice (*Cloud spotting guide*) и адаптирана на српски језик

**Нимбостратуси** су облаци велике распрострањености. Они су тамне боје, јер садрже велику количину воде која не пропушта Сунчево зрачење. Настају када се у атмосфери дешавају премештања ваздушних маса већих размера, што проузрокује издизање ваздуха. **Падавине из оваквих облака не морају бити интензивне као из кумулонимбуса, али дуже трају и захваћају већи простор.**

Падавине се могу јавити и из **стратуса** и **стратокумулуса**, али су **мањег интензитета**. **Цируси** су облаци који се формирају у високим слојевима тропосфере, танки су и прозачни и **у њима се не могу формирати падавине**. Када је висока влажност ваздуха у горњим слојевима, авиони који туд лете остављају за собом дуготрајније беле трагове и они могу формирати цирусе.

#### 1.2.4. Ветар

Ваздух у атмосфери се креће у различитим правцима (вертикално, хоризонтално, косо). Ако се ваздух креће косо у атмосфери, има и вертикалну компоненту (колико ће се преместити вертикално за неко време) и хоризонталну компоненту (колико ће се преместити хоризонтално за неко време). **Ветар је по дефиницији хоризонтална компонента струјања ваздуха**. Међутим, у ширем смислу ветар подразумева свако струјање ваздуха у атмосфери. **Струјање ваздуха** у атмосфери настаје због појаве разлике у вредности атмосферског (ваздушног) притиска. Ваздух тежи да се креће с места вишег на место нижег притиска, али његово кретање је модификовано услед утицаја фактора великих размера (целина 1.2.5) и топографијом. Локално струјање ваздуха настаје услед разлике у загревању различитих површина. Изнад површине која је хладнија је хладнији и ваздух и у приземним слојевима је висок ваздушни притисак. Изнад површине која је топлија је топлији ваздух и у приземним слојевима је нижи притисак. Дакле, ваздух ће се кретати с места где је хладније ка месту где је топлије.

Различито загревање и хлађење површина, па тиме и ваздуха у току дана, проузрокује стварање локалних ветрова и промену њиховог смера у току дана и ноћи. То су **дневни периодични ветрови**. У приобалним областима долази до појаве ветра услед различитог загревања мора и копна. У току дана мање се загреје море него копно, па дува ветар с мора на копно – **маестрал**. У току ноћи дува ветар са копна на море – **бурин**. У областима с брдима, планинама и долинама долази такође до формирања локалног ветра. Како је у долини у преподневним часовима хладније, ваздух струји из долине ка врху падине, односно ствара се **долински ветар**. Након заласка сунца, падине се интензивније хладе, и расхлађени ваздух се спушта низ падине у долину, односно настаје **планински (или горски) ветар**. Сличан ефекат који проузрокује локалне ветрове јесте различито загревање различитих врста подлоге које су релативно близу, нпр. локални ветар између области под шумом и ливадама или градовима, а и унутар самог града због постојања паркова. **Монсуни** су пример ефекта различитог загревања копна и мора, али на сезонском нивоу и захваћају веће размере, доносећи различите сезонске услове. **Летњи монсун** дува с мора на копно и доноси влажнији ваздух. **Зимски монсун** дува са копна на море и углавном проузрокује сувље услове. Најизразитији су монсуни у јужној и југоисточној Азији. У Индији летњи монсун доноси влажан ваздух на копно, наилази на велике планине и подиже се, а ово утиче на формирање јаких падавина. У Черапунцију у Индији је светски максимум падавина. Годишње падавине тамо су око 10.000 mm, а дневно може пасти и око 1.000 mm. Ово значи да је могуће да се у току једног дана излучи око два пута више падавина него што се излучи у току две године у неким низијским областима Србије.

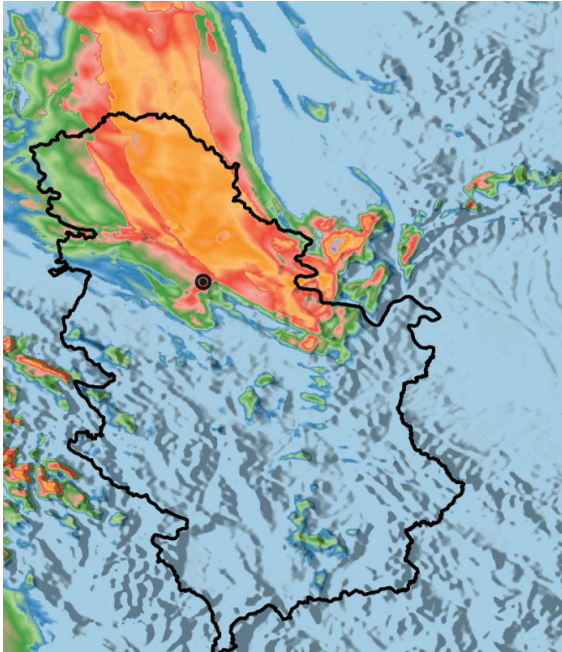
**Слаповити ветрови** настају услед утицаја топографије, односно када ваздух прелази неку препреку. Ваздух се подиже при наиласку на брдо или планину, хлади се и може доћи до формирања облака и падавина. С друге стране препреке он онда има мању влажност, спушта се и загрева. У долину доноси нагли пораст температуре и ниску релативну влажност ваздуха. Овај ветар се зове **фен**. Када се хладан ваздух са копна нагомила иза планинског венца, а затим пребаци на другу страну и нагло спусти ка мору, доноси јаке ударе ветра и хладан ваздух. Овакав ветар који дува са копна на море зове се **бура**. Његова појава је уобичајена на Јадранском приморју услед утицаја Динарских планина.

Мозгалица...



Објасни зашто настају локални ветрови. Који карактеристичан ветар продукује најјаче ударе ветра у Србији?





■ **Слика 3.** Брзина ветра у децембру 2020. године; случај када је дувала јака кошава. Највеће брзине ветра су у областима црвене и наранџасте боје (симулација урађена прогностичким моделом у оквиру пројекта SEE-MHEWS)

**Кошава** је јак ветар који дува на нашим просторима и може бити топао или хладан. Кошава која дува са истока (**Слика 3**) у нашој земљи доноси хладан ваздух и највише је заступљена у Подунављу и источном делу Војводине. Због преласка ваздуха преко Карпата она има карактеристике буре. Кошава која дува из југоисточних предела доноси топао ваздух у нашу земљу. Ова кошава има фенски карактер. Узроци настанка кошаве су расподела система великих размера и њихов утицај на кретање ваздуха које је модификовано топографијом преко које прелази ваздух. Највећи удари ветра за време кошаве су забележени у Вршцу и могу бити преко 30 m/s.

**Југо** је ветар који дува с мора на копно и доноси из Средоземља влажан ваздух, а може донети и песак из Сахаре. Када наиђе на планинске венце, ваздух се подиже и стварају се облаци који продукују велике падавине. Због овог ефекта је у Црквицама у Црној Гори европски максимум падавина (излучи се око 5.000 mm годишње, што је скоро десет пута више него на територији Војводине).

### 1.2.5. Циркулације великих размера

**Циркулације великих размера** настају због разлике у загревању екваторијалне области и полова, јер ваздушне и морске струје теже да изједначе ту разлику. Ова струјања модификују разлике у загревању копнених и океанских површина, као и ротација планете Земље. Комбиновани утицај сва три ефекта доводи до **премештања великих ваздушних маса**. У току премештања доносе промену времена, а и саме се мењају. На северној хемисфери у умереном појасу, где се налази Србија, доминантно је струјање са запада. Временски услови које настају због кретања великих размера долазе услед наиласка система који се формирају на западу. Основни временски системи великих размера су циклони и антициклони.

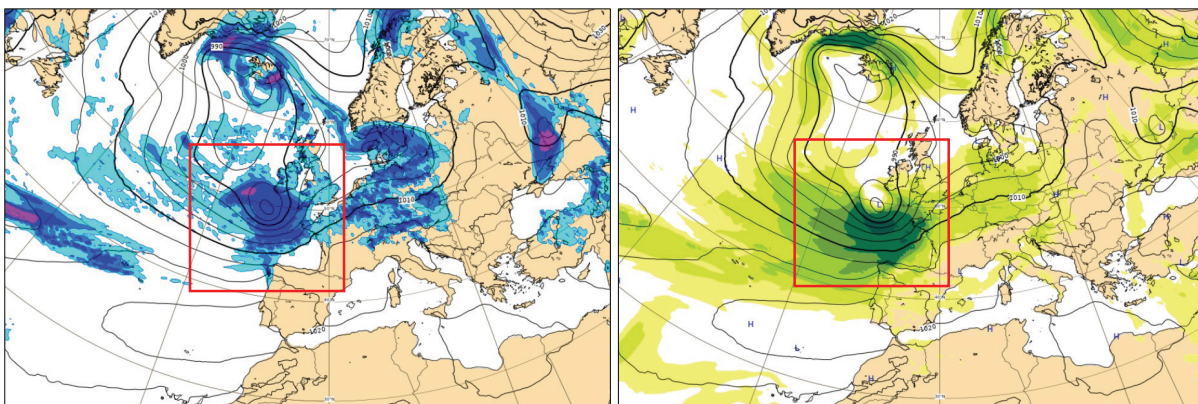
**Циклони су временски системи ниског ваздушног притиска.** У центру овог система је најнижи ваздушни притисак, а расте ка спољним областима (периферији) циклona. Циклон се може замислити као велика област ваздуха пречника од хиљаду до неколико хиљада километара, а висине колико и тропосфера, само 10 km. Приближно је кружног облика. На северној хемисфери ваздух у области циклona ротира обрнуто казаљкама на сату, а цео систем се премешта од запада према истоку, али може мењати правац кретања ка северу или југу. Циклони који се формирају изнад северног Атлантика прелазе преко западне и средње Европе и даље ка истоку. Утицај ових циклona који пролазе највећим делом северно од Србије доносе хладније време, јер захватају ваздух са севера и доносе га у јужније области. Циклони који се формирају изнад Средоземља и прелазе Медитеран углавном пролазе јужном страном Србије и доносе топлији ваздух с југа. Пошто су то велики системи, онда су и временски услови које они доносе дуготрајнији, у трајању од око пет до око десет дана. Погледати **Прилог 4**.



#### Прилог 4. Пример циклона

Циклони се виде када се нацртају изобаре (линије које повезују места истог притиска) и добију концентричне заворене линије. У области Атлантика створи се поља ниског притиска зими, јер је море топлије од копна Европе. У тој области долази до стварања циклона који се креће ка истоку, ка Европи. Односно, у Европу ови системи стижу са запада. На сликама је приказан пример циклона који се налази у области у црвеном квадрату. Њима ваздух ротира у хоризонталној равни, а цео систем се премешта ка Европи. Приказан је пример из прогнозе Европског центра за средњорочну прогнозу времена, за 30. март 2023. године.

На слици лево нијансама плаве боје приказане су падавине које се излучују из циклона. На слици десно, нијансама зелене боје приказане су брзине ветра. Тамније боје представљају веће вредности. Овај систем је најјачи док је изнад мора, а при наиласку на копно полако слаби. Овакви циклони могу на свом путу захватити и област Србије.



**Антициклони су временски системи високог ваздушног притиска.** У центру овог система је највиши притисак, а опада ка спољном делу система. Такође су великих размера као циклони, и углавном се крећу са запада према истоку на северној хемисфери, али ваздух у њима ротира у правцу казаљки на сату. Ови системи су спорији, доносе стабилно време. За време антициклона време је без ветра и углавном ведро. У току зиме то значи устаљено хладно време, док у току лета може довести до дужег трајања веома топлог периода без ветра и падавина. Неповољни утицаји су недовољно мешање ваздуха па се загађење у недостатку падавина и струјања ваздуха може дуго задржати. Временске прилике које ови велики системи доносе су такође дуготрајни, од пет до десет или више дана.



Мозгалица...

Објасни шта су циклони, а шта антициклоли. Какве временске прилике они доносе?

У случају да циклон током свог премештања од запада према истоку наиђе на јак антициклон, може се десити да не може да прође (слично као када вода у реци наиђе на препреку, нпр. велики камен), већ га мора заобићи с јужне или северне стране, што значи да циклон скреће са своје уобичајене путање. **Овај утицај поља високог притиска на кретање циклона се зове блокирање.** На тај начин циклоли који би прошли северно од нас, могу се померити јужно и донети знатно хладније време на територији Србије. Ако је антициклон великих размера, може се десити да потпуно блокира кретање циклона. Ово значи да ће циклон бити заглављен изнад једне области и ту излучити све падавине. Овакав ефекат изазива велику опасност од велике количине падавина. Поплаве 2014. године у Србији је изазвала управо оваква ситуације. За неколико дана пале су падавине које се у нормалним временским условима излуче за неколико месеци. Ако се уочи да из дана у дан опада ваздушни притисак, може се очекивати да промена времена, односно наилазак временских услова карактеристичних за циклон. Ако се уочи да из дана у дан расте ваздушни притисак, може се очекивати да наилази стабилно време карактеристично за антициклон.



## 1.2.6. Утицај регионалних и локалних карактеристика

Разлика између летњих и зимских температура ваздуха је мања изнад мора и океана, а већа изнад копнених области. Ово је последица разлике у топлотном капацитету, због чега се копно више загрева лети и више хлади зими.

**Маритимни утицај** на климу неке области је утицај близине мора на **годишње колебање температуре** (разлику између летњих и зимских температура). У копненим областима близу мора и океана, због утицаја мора, ублажено је годишње колебање температуре ваздуха. Ово је карактеристично за западну Европу. Са удаљавањем од мора, ка истоку, у средњој Европи је мањи маритимни утицај, па је веће годишње колебање температуре. А у источној Европи се готово губи утицај мора, већ доминира утицај загревања и хлађења копна, па су лета топлија и зиме хладније, односно повећано је још више годишње колебање температуре. Другим речима, повећава се **континенталност климе**. Континенталну климу карактеришу жарка лета и хладне зиме са снежним покривачем.

Поред утицаја на годишње колебање температуре, маритимна и континентална клима се разликују и по **годишњој расподели падавина**. У западној Европи, где је највећи маритимни утицај на климу (маритимна клима), највише падавина се излучи у току зиме. Зиме додатно ублажава пролазак Голфске струје која доноси топлу воду из јужних предела. У источној Европи, где је континентална клима, највише падавина се излучи у току лета. У средњој Европи је прелазни облик климатских карактеристика између маритимне и континенталне климе (умереноконтинентална).

**Србија** је релативно близу мора, али утицај мора на климу Србије се значајно смањује због високих планина које се простиру дуж обале Јадранског мора (Динариди). Зато су у низијским областима Србије заступљене карактеристике континенталне климе. У Србији од југа ка северу и од запада ка истоку слаби маритимни утицај на климу, а јача континенталност климе. Такође, на климу утиче и положај Карпата и Алпа. Ове опште климатске карактеристике модификоване су због топографије, односно планина. Узимајући све у обзир, **у Србији се могу идентификовати два главна типа климе: топла умереноконтинентална и планинска клима**. Погледати **Прилог 5** о општим климатским карактеристикама у Србији.

Опште климатске карактеристике обухватају широк опсег различитих локалних услова климе, које ближе одређују **локалне карактеристике области**, као што је облик терена (расподела низија, брда, планина, висоравни) и врста покривача (голо земљиште, шуме, травнате површине, заступљеност водених површина итд.), па чак и тип земљишта. Разлози за ово су објашњени у претходним целинама (1.2.1–1.2.4) и обухватају различито загревање и хлађење површина, локална струјања ваздуха, повољност за формирање локалних непогода итд. Иако области могу спадају под исте опште климатске категорије, оне се могу разликовати по количини падавина које падну у току године или у току неке сезоне или месеца, по појави локалних непогода, као што су јаке падавине и град, јаки ветрови, по појави периода с недостатком падавина, појави неповољно високих температура итд. Зато познавање климатских карактеристика неке локације за потребе практичне примене (одлучивање о врсти, сорти, хибриду који ће се гајити, о начину гајења, процену опасности од појаве болести, опасности од временских непогода) захтева анализу локалних климатских услова. Карактеристике терена такође одређују и колика је опасност од задржавања воде и поплава услед екстремних падавина.

Мозгалица...



Који су главни типови климе у Србији? Објасни најважније опште карактеристике климатских услова.

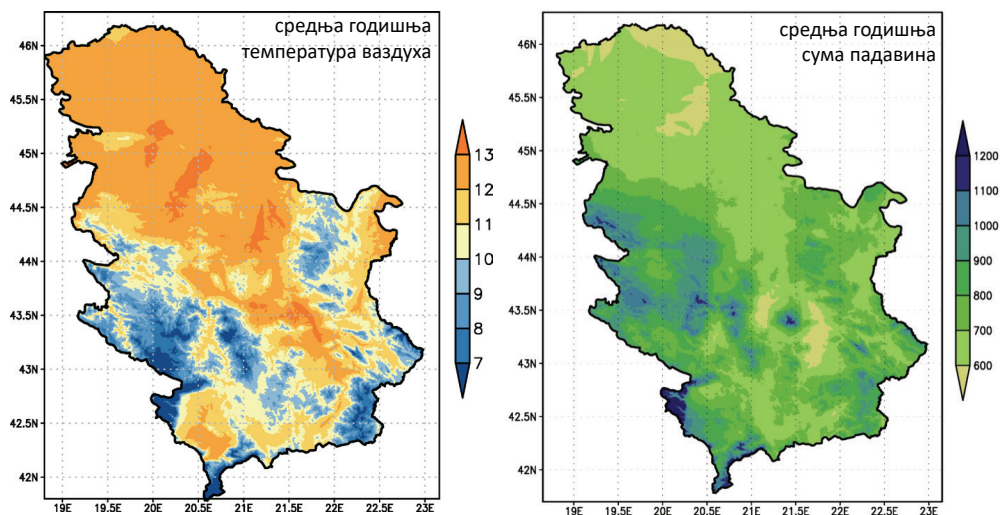


## Прилог 5. Климатске карактеристике у Србији

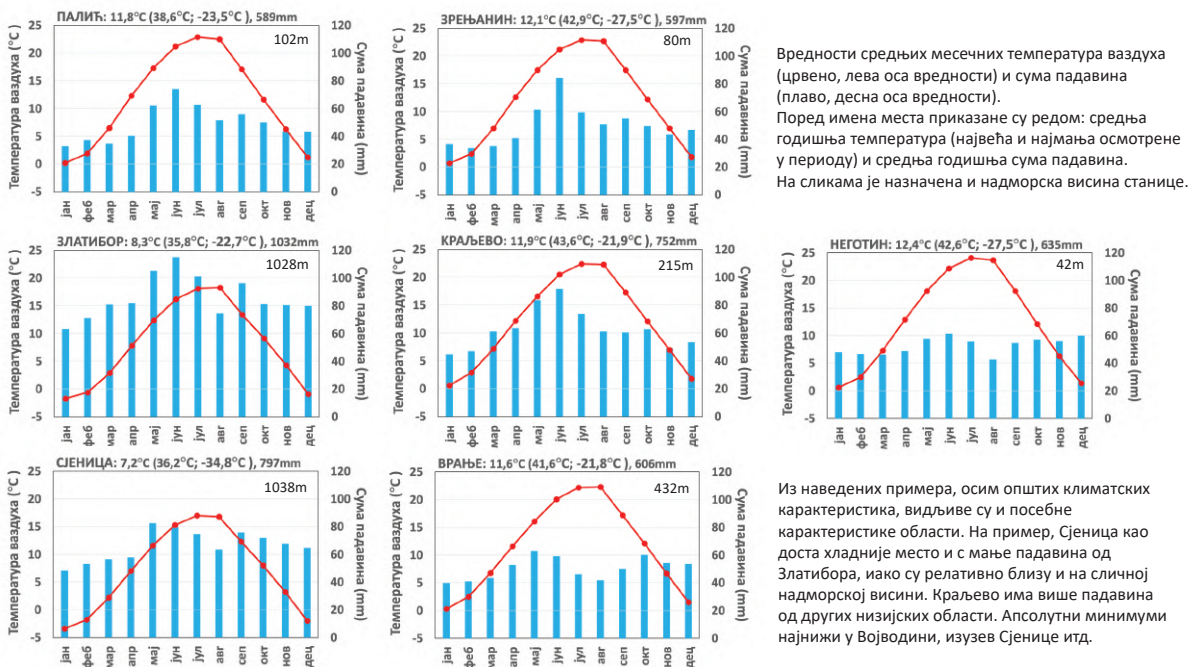
Средња годишња температура у низијским пределима Србије је преко 12°C, а у планинским пределима испод 9°C. Средња годишња количина падавина опада од запада ка истоку и од југа ка северу. У низијским пределима је највећим делом у опсегу 500–800 mm, а у планинским пределима преко 1.000 mm. Досад је највећа дневна температура ваздуха (44,9°C) измерена у Смедеревској Паланци 24. 7. 2007. године.

Топлу умереноконтиненталан климу карактерише годишњи максимум падавина у касно пролеће и рано лето и веће годишње колебање температуре. У планинским областима су зиме хладније, с дужином задржавањем снежног покривача, а лета блажа.

У току зиме у Србији је нестабилније време и чешћи су циклони, док је у току лета стабилније време.



На доњим графицима представљене су основне климатске карактеристике за поједина места у Србији, преузета од Републичког хидрометеоролошког завода Србије. Представљене вредности су добијене из података за климатски период 1991–2020. У овом периоду свака наредна деценија је била топлија од претходне, услед убрзаних климатских промена. Мапа средњих температура представља вредности за последњу деценију овог периода, због чега су вредности у низијама већ преко 12°C, док на графицима у појединим местима у низијама нису. О овоме ће бити речи у целини 1.7.



### 1.2.7. Климатски чиниоци

На опште карактеристике климатских услова на планети Земљи утичу: 1) **положај планете Земље у односу на Сунце** и количина енергија која се зрачењем преноси са Сунца на Земљу, као и како је та количина енергије распоређена на планети Земљи; 2) **расподела копна и мора**; 3) **ваздушне и морске струје**; 4) **састав атмосфере** и 5) **човекове активности**. Набројани фактори представљају главне **климатске чиниоце** на планети Земљи. Начини њихових утицаја су објашњени на претходним странама овог поглавља, а овде су истакнути главни ефекти које имају на климатске карактеристике области планете Земље.

**Положај планете Земље** у односу на Сунце одређује колико енергије ће доћи до Земље. Због приближно лоптастог облика Земље, највећи упадни угао Сунчевог зрачења је на екватору, а најмањи на половима. Зато је најтоплије у екваторијалним, а најхладније у поларним областима. Земља кружи око Сунца приближно кружном путањом и у исто време ротира око своје осе. Једну ротацију око своје осе обави за 24 часа (узрок смене обданице и ноћи), а обиђе Сунце за једну годину. Земљина оса је нагута све време на исту страну. Ово значи да при кружењу око Сунца у једном делу путање је северна хемисфера више нагнута ка Сунцу, а на другом делу путање је јужна хемисфера нагнута више ка Сунцу. Када је северна хемисфера више нагнута ка Сунцу, онда је већи упадни угао Сунчевог зрачења на северној хемисфери, а то значи да више енергије добија од Сунца и више се загрева. Тада је на северној хемисфери, па и у Србији, лето и дан траје дуже. Зими је мањи упадни угао па је и загревање мање. Северни пол је тада потпуно заклоњен од Сунца и током целе зиме је ноћ. Дакле, **промена упадног угла Сунчевог зрачења у току године проузрокује постојање годишњих доба**. Положај планете Земље у односу на Сунце (промена у нагибу осе ротације и путање Земље око Сунца) се мало периодично мењају (промене се па се врате у почетни положај). Ове промене се дешавају у периодима од десетина и стотина хиљада година и подударују се са сменом леденог и међуледеног доба. Објашњене су теоријом која је позната као **Миланковићеви циклуси**. Важно је разумети да ове промене нису значајне на мањим временским размерама и не могу се искусити за време животног века човека, па чак ни за време живота десет и више генерација људи.

**Промена активности Сунца**, односно промена Сунчевих пега (период промене око 12 година), утиче на малу промену количине зрачења која долази до планете Земље. Међутим, овај ефекат нема значајног утицаја на климу планете Земље.

**Морске и ваздушне струје** преносе топлоту из екваторијалних и тропских области ка половима и транспортују хладан ваздух и воду у топлије области. На овај начин смањују разлику у топлоти између екваторијалних области и полова, али модификују климатске карактеристике области доносећи топлији или хладнији ваздух и воду. У овај ефекат спадају циркулације великих размера.

Захваљујући **саставу атмосфере**, у климатском систему планете Земље се задржава довољно топлоте, која долази са Сунца, да би било живота. Атмосфера се највећим делом састоји од азота (78%) и кисеоника (21%). Други гасови укупно чине 1% атмосфере, али неки од њих имају значајну улогу у задржавању топлоте која долази од Сунца. Најзначајнији су угљен-диоксид, метан и водена пара. Ови гасови се називају **гасови са ефектом стаклене баште**. Када гасови са ефектом стаклене баште не би постојали у атмосфери, средња температура ваздуха на планети Земљи би била око **-18°C** (планета би била потпуно залеђена), а сада је **око 15°C**. Дакле, иако их је укупно јако мало у атмосфери (испод 1%) они чине температуру планете Земље топлијом за више од 30°C.

**Човекове активности** утичу на промену карактеристика подлоге и на састав атмосфере. **Промена карактеристика подлоге** подразумева, на пример, изградњу градова, крчење шума или пошумљавање, исушивање језера, промену карактеристика земљишта итд. Такође, подизање различитих врста засада и гајење усева с покровним усевима или без њих испаша, могу изменити значајно карактеристике подлоге, па тиме и локалне климатске карактеристике. У зависности на којој територији се десила промена, биће мање или више изражени утицаји на климатске карактеристике. Ово се дешава због: промене у албеду површине, топлотног капацитета, утицајима на струјање ваздуха. Ипак, опште климатске карактеристике се на овај начин не могу изменити, јер зависе од других, много јачих фактора. Утицај човека на глобалне климатске карактеристике настао је услед прекомерне **емисије гасова са ефектом стаклене баште**, првенствено угљен-диоксида и метана. На овај начин човек мења састав атмосфере, а тиме и ефекат стаклене баште који постоји у атмосфери. Разлог је развој индустрије, који је почео у 19. веку. Овај утицај је одговоран за глобално загревање и климатске промене.

Мозгалица...



Објасни који све фактори утичу на климу планете Земље.

Ако неки чинилац има стални или учестали утицај на временске услове неког места, он се сматра климатским чиниоцем. У том смислу су повезани време и клима. Односно, оно што увек или врло често утиче на временске услове неког места, заправо ће се одразити у утицају на климатске услове тог места. На пример, већи упадни угао Сунчевог зрачења у току лета утиче да временски услови буду окарактерисани вишом температуром ваздуха. Велики пожар утиче да ваздух постане знатно топлији, али је утицај краткотрајан. Из овог разлога пожар се не може сматрати климатским чиниоцем док упадни угао Сунчевог зрачења може.

### 1.3. Екстремни временски догађаји

#### КЉУЧНИ ТЕРМИНИ

- климатске опасности
- топлотни и хладни таласи
- екстремне падавине
- суша

**Екстремни временски догађаји** су атмосферске појаве или услови који значајно одступају од уобичајених временских услова, односно климатских услова за то доба године и ту локацију. Под екстремним временским догађајима се подразумевају **топлотни таласи, јаке падавине, град, суша, олујни ветрови итд.** У зависности од интензитета и распрострањености, екстремни временски догађаји могу нанети значајне штете пољопривредној производњи. Величина штете зависи и од тога колико је одређена врста производње осетљива на појаву одређеног временског догађаја и од периода када се он јавио. Они могу изазвати и друге догађаје које праве штете, а то су: пожари, поплаве, клизишта, одрони и други облици ерозије. Екстремни временски догађаји, као и други екстремни догађаји које проузрокују, заједно се називају **климатске опасности**.

#### 1.3.1. Екстремни временски догађаји везани за топлотне услове

**Топлотни и хладни таласи** су екстремни временски услови везани за топлотне услове. Топлотни талас, по дефиницији, представља појаву најмање шест узастопних дана с максималним дневним температурама које спадају у 10% највиших за тај период године у неком климатском периоду. Хладни талас представља појаву најмање шест узастопних дана с минималним дневним температурама које спадају у 10% најнижих за тај период године у неком климатском периоду.

**Појава топлотних таласа у различитим областима заправо представља различите вредности температура.** У Србији, у низијским областима у току лета то су вредности углавном преко 35°C, док у планинским пределима то представља вредности, нпр. преко 25°C. Ово значи да топлотни услови не морају свуда да представљају појаву екстремно високих температура, већ само високих за дату локацију. Слично је и с појавом хладних таласа, они у низијским пределима подразумевају појаву периода који јесу хладни, али не толико хладни као када се јаве у планинским пределима. **Топлотни и хладни таласи се могу јавити и у различитим годишњим добима.** Ако се топлотни талас јави током зиме, може изазвати цветање биљака, а након тога, када се температура врати на нормалне вредности за зиму, може се десити да мраз и оштетити биљке.

**Појава ризично топлих или хладних услова ради практичне примене,** уместо преко топлотних и хладних таласа, одређује се преко учесталости појаве дана у којима су температуре биле изнад или испод неке одређене критичне вредности. Углавном, критично висока температура која може изазвати поремећај у расту и развоју биљака је температура ваздуха изнад 35°C. За неке врсте биљака и животиње ова гранична вредност може бити 30°C или нижа. Важно је и колико се често јављају такви дани и да ли се јављају узастопно. Ризично хладни услови се могу дефинисати кроз граничне вредности за минималну дневну температуру, нпр. да ли се јављају дани с минималним дневним температурама испод -20°C. Како је толеранција биљака на ниске температуре различита, ове граничне вредности зависе од врсте, као и сорте, подлоге итд.

#### 1.3.2. Екстремни временски догађаји везани за услове влажности

Екстремни временски догађаји везани за услове влажности подразумевају појаву догађаја с великом количином падавина или догађаја када има недовољно падавина.

**Екстремни падавински догађаји** подразумевају појаву велике количине падавина које се излуче у кратком времену. Може се јавити период од неколико дана када су веће количине падавина,



Мозгалица...

Пронађи информације о неким екстремним временским догађајима у својој области. Које неповољне утицаје (суша, поплаве, олује, град итд.) су они имали?



а екстремне падавине се могу излучити и у току једног дана. Ризици од ових временских догађаја се дефинишу преко граничних вредности количине падавина која падне за неколико дана или само у току једног дана. На пример, **ако падне преко 30 mm, онда је то дан са екстремно јаким падавинама, док су мале и умерене падавине у данима с падавинама испод 10 mm.** Ипак, граничне вредности се одређују у складу с наменом података и проблема које могу изазвати одређени догађаји.

**Суша** је појава која подразумева да постоји недостатак воде. Међутим, недостатак воде је различито видљив за различите струке. **Метеоролошка суша** је када је пало значајно мање падавина од средње климатске вредности. **Хидролошка суша** је када је водостај у рекама нижи од нормалног или када је низак ниво подземних вода. **Пољопривредна суша** је када не постоји довољно воде за раст и развој биљака и често се препознаје као земљишна суша, односно недовољна влажност земљишта. Она зависи од потреба биљака за водом, па се може рећи и да се дефинисање суше може разликовати за различите културе. Суша може трајати месец дана, неколико месеци, па чак и по неколико година. Не постоји прецизна дефиниција суше нити јединствен начин за праћење суше или најаву суше. Један од најбољих начина за праћење суше је мерење влажности земљишта у дубљим слојевима (око пола метра). У случају краткотрајних пљускова, а дужи период није падала киша, може се десити да то значи прекид метеоролошке суше, али да и даље траје пољопривредна суша за неке културе, јер вода није стигла да се инфилтрира до кореновог система.

### 1.3.3. Екстремни временски догађаји везани за олује

Екстремни временски догађаји везани за олује су **јаки удари ветра, интензивне падавине и град**, а у зимском периоду и јаке снежне падавине. Олује могу настати услед формирања кумулонимбуса и наиласка јаких циклона који доводе до нагле промене времена.

## 1.4. Метеоролошка осматрања и климатске анализе

### 1.4.1. Врсте метеоролошких осматрања

Метеоролошка осматрања се деле на: приземна, висинска и сателитска. **Приземна осматрања** се обављају инструментима који се постављају при површини Земље. У ова осматрања спадају стандардизована метеоролошка мерења уређена прописаним правилима од стране Светске метеоролошке организације. За обављање и контролу ових мерења у Србији је одговоран Републички хидрометеоролошки завод (РХМЗ). Постоје две врсте метеоролошких станица, главне и климатолошке. На главним станицама осматрања се врше на сваких сат времена и подаци се шаљу у међународну размену података. На климатолошким станицама осматрања се врше три пута дневно (у 7 h, 14 h и 21 h) и записују у месечне климатолошке дневнике. По завршетку сваког месеца се сакупљају с територије Србије и врши се контрола ових података. Поред ових метеоролошких станица, где се осматрања врше за више метеоролошких параметара, постоје и додатне падавинске станице, због велике просторне променљивости падавина. Такође, постоје осматрања за специјалне намене, као што су, на пример, агрометеоролошке станице. Подаци који се користе за анализу климатских услова локације обезбеђују се с приземних станица с дугогодишњим низом података.

**Висинска осматрања** обухватају мерења метеоролошких параметара на различитим висинама у атмосфери. У ова осматрања спадају мерења која се врше радио-сондама (радиосондажни балони који носе сензоре за различита мерења) и авионима.

**Сателитска осматрања** пружају додатне информације о стању атмосфере, океана и копнених површина. Даљинска осматрања се могу вршити и **дроновима** с потребном опремом, који надлећу непосредно изнад површине и могу продуковати податке изузетно високе резолуције на нивоу неке пољопривредне површине.

#### КЉУЧНИ ТЕРМИНИ

- мерење температуре
- мерење падавина
- мерење стања земљишта
- постављање станица
- климатски период

## 1.4.2. Стандардна метеоролошка осматрања

Инструменти за мерење метеоролошких параметара на станицама налазе се у ограђеној површини која се назива **метеоролошки круг**. Ту су смештени **метеоролошки заклон са инструментима за мерење температуре ваздуха и влажности ваздуха, инструменти за мерење падавина, ветра и других величина** (у зависности од станице постоје и мерења температуре ваздуха изнад самог тла, мерење температуре земљишта, мерење интензитета зрачења и трајање сунчевог сјаја итд.). Погледај **Слику 4**.

### Мерење температуре ваздуха

**Температура ваздуха се мери на 2 m висине** у хладу изнад травнате површине. **Живин термометар** је постављен у метеоролошки заклон, који је беле боје како се не би додатно загревао апсорпцијом Сунчевог зрачења. Заклон није потпуно затворен да би кроз њега струјао ваздух. Поред термометра за мерење тренутне температуре ваздуха у заклон су постављени **максимални и минимални термометри**, који служе за мерење максималне и минималне дневне температуре ваздуха. У случају аутоматске метеоролошке станице, **сензори** за мерење су постављени такође у специјалан бели заклон на 2 m висине. Овако измерени подаци представљају званичне податке о температури ваздуха.

Специјално, мере се максимална и минимална **температура ваздуха на 5 cm изнад тла**. Температура ваздуха при тлу може имати различите вредности од оне на 2 m висине. На пример, у току ноћи и при изласку Сунца температуре ваздуха при тлу могу бити ниже, а у току дана нарочито када није облачно и када је интензивно Сунчево зрачење, температуре могу бити више. Ово је због утицаја тла на температуру ваздуха који је израженији ближе тлу.

### Мерење влажности ваздуха

Влажност ваздуха се мери на 2 m висине у хладу, односно у метеоролошком заклону, изнад травнате површине. Изражава се најчешће преко величине **релативна влажност ваздуха (%)**. За мерење се користи **психрометар**. Психрометар се састоји из два термометра. Један служи за мерење *температуре ваздуха*, а други мери *температуру мокрог штермометра*. Око његовог резервоара са живом је обавијена влажна крпича која испарава и температура на њему опада. Из осмотрене температуре ваздуха и мокрог термометра добија се вредност релативне влажности ваздуха. **Сензор** за мерење влажности ваздуха на аутоматској станици се поставља заједно са сензором за мерење температуре.

### Мерење падавина

**Дневна количина падавина** представља укупну количину падавина која је пала за 24 часа. Количина падавина се изражава у **милиметрима (mm)**. Вредност 1 mm значи да је на површину од 1 m<sup>2</sup> пао један литар воде. Инструмент који се користи за мерење падавина је **кишомер**, који чини посуда са кружним отвором одређеног пречника (200 cm<sup>2</sup>) која сакупља падавине током 24 часа. Инструмент се поставља на отвореном у метеоролошки круг, тако да му отвор буде на висини од 1 m. Сваког дана у 7 часова ујутру инструмент се празни, вода се пресипа у мензурку одакле се читавају вредности падавина. У случају да су падале чврсте падавине (снег, град), потребно је да се прво истопе, а затим да се измери количина воде. **Аутоматски кишомер** се поставља по истим стандардима.

### Мерење ветра

Пошто је ветар векторска величина, за његово мерење потребно је осматрати **брзину ветра и смер из кога дува**. Брзина ветра се изражава у m/s, а смер из кога дува по категоријама које обележавају стране света одакле дува ветар. Инструменти који се користе за мерење ветра се зову **анемометри**. Лопатице које служе за мерење брзине ветра и оне које служе за одређивање стране са које дува ветар, постављају се по стандарду на 10 m висине. Ако у околини постоје виши објекти, инструмент је потребно подићи на већу висину како мерење ветра не би било поремећено. Пошто су вредности брзине и смера ветра веома променљиве у приземним слојевима ваздуха, ове вредности знатно варирају из тренутка у тренутак. Вредности за ветар се добијају као средња вредност података из претходних 10 минута или сат времена. Како су удари ветра често краткотрајни, највеће брзине које је достигао ветар при ударима често нису видљиве у стандардним подацима за ветар.



Метеоролошки круг у Карађорђевоу парку у Београду



Метеоролошки заклон



Унутрашњост метеоролошког заклона и инструменти за мерење температуре и влажности



Заклон аутоматске станице



Кишомер



Кишомер одозго



Аутоматски кишомер



Лопатице анемометра



Геотермометри и бели заклон за мерење температуре ваздуха изнад површине тла

**Слика 4.** Приземна метеоролошка мерења по стандарду. Метеоролошки круг и инструменти у Карађорђевоу парку у Београду. Мерење ветра је издигнуто на зграду, због околних високих зграда

### Мерење атмосферског притиска

Атмосферски (ваздушни) притисак се мери по стандарду **живиним (станичним) барометром**. Јединице у којима се изражава су **милибари (mb)**. Он се поставља у посебну просторију или орман, изолован од извора топлоте, како загревање живе не би утицало на мерење ваздушног притиска.

### Други инструменти за мерење метеоролошких параметара

За мерење наведених величина постоје и други инструменти за мерење, који се не користе за добијање званичних података с метеоролошких станица. То су углавном инструменти који сами записују измерене вредности на тракама константно током мерења. То су нпр. **термограф** (за температуру ваздуха), **барограф** (атмосферски притисак), **анемограф** (брзина ветра), **хигрограф** (релативна влажност ваздуха). Иако имају мању прецизност, из вредности које се читавају с трака виде се нагле промене вредности, као при проласку олујног фронта када се промене дешавају за неколико минута.

## 1.4.3. Друга осматрања на метеоролошким станицама

### Мерење температуре земљишта

На неким главним метеоролошким станицама врше се и мерења температуре земљишта. Инструменти за мерење се зову **геотермометри**. Стандардни нивои на којима се мери температура земљишта су: 0 cm (температура површине), 2 cm, 5 cm, 10 cm, 20 cm, 30 cm, 50 cm, 100 cm дубине. Дневна промена температуре земљишта се дешава у горњим слојевима, док у дубини нема дневне промене температуре већ се осете промене температура у току сезона. У току дана површински део земљишта се највише загрева, а затим се топлота преноси у дубље слојеве. При хлађењу у току ноћи, највише се охладе површински слојеви. Највиша температура површинског слоја земљишта је у јулу у Србији, док највише годишње температуре на већим дубинама су месец дана касније или више. У површинским деловима је најнижа у Србији у јануару, а на већим дубинама тек месец дана касније или више. У већини области може се сматрати да се промене температуре земљишта у току године дешавају до око 2 m дубине, али у појединим областима се осећају и дубље. Ово зависи од типа, влажности земљишта и вегетације. Постоје и **сензори** за мерење температуре земљишта, који се користе у оквиру аутоматских метеоролошких станица.



### Мерење влажности земљишта

Мерења влажности земљишта се данас раде помоћу **сензора** који се постављају на различитим дубинама. Мерења влажности земљишта су од изузетног значаја за праћење појаве и трајања суше. Површински слој земљишта се суши и влажи услед падавина. Међутим, земљиште у дубљим слојевима (нпр. од око пола метра) боље „осећа” **сушу**, односно недостатак влажности као последицу дужег периода без падавина, које се не могу лако надокнадити само појединим краткотрајним падавинама. Колико ће недостатак падавина у одређеном периоду (месец дана, неколико месеци, пола године, годину дана или више) утицати на услове сушности зависи од захтева за водом, односно културе која је ту заступљена, од карактеристика земљишта и од температуре ваздуха која повећава евапотранспирацију. Дуже суше се виде у смањеној влажности земљишта у дубљим слојевима.

На појединим станицама се мери и **интензитет Сунчевог зрачења (у ватима по метру квадратном,  $W/m^2$ )** и **трајања сунчевог сјаја** (осунчавање – колико је укупно трајање периода у току дана, изражено у часовима, у коме је Сунчево зрачење несметано долазило до подлоге - сијало је сунце, односно временски услови су били без облака). Иако нису много заступљена, могу бити важна информација да ли довољно енергије и светлости од Сунца прима биљка на датом месту.

### 1.4.4. Постављање мерних станица у зависности од потреба

Препоручује се да пољопривредни произвођачи имају **сопствене аутоматске метеоролошке станице**, локалних климатских карактеристика, лакше доступности подацима и због разумевања и праћења екстремних временских догађаја. Ово помаже у прилагођавању производње климатским и временским условима и одређивању и спровођењу мера за смањивање штетних утицаја екстремних временских догађаја.

**Основне величине које се прате и обрађују у климатским анализама за потребе пољопривреде су температура ваздуха и падавине, влажност ваздуха, ветар и друге.** Како сензори за мерење температуре и влажности ваздуха углавном иду заједно у закључку о коме је раније било речи, нема разлога да се не прате обе величине, јер не утиче значајно на потребна улагања. Постављање инструмената за ветар захтева већа улагања, јер је потребно да буду издигнути (стандард је 10 m висине или више у случају потребе) да не би дошло до заклањања струјања ваздуха, па њихова употреба није честа, ако не постоје лако испуњиви услови за постављање.

**У случају да је интерес мерити услове који су репрезентативни за већу област**, где је заступљена различита врста производње, најбоље је поставити мерења на већем простору с ниском травом, с мерењем температуре и влажности на 2 m висине, отвором кишомера на 1 m висине. Овакви подаци се могу сматрати упоредиви с мерењима на станицама које обавља РХМЗ, јер су постављени по истом стандарду. **Ако је потребна информација да се зна температура и влажност ваздуха у самом засаду**, онда се сензори за температуру ваздуха и влажност постављају унутар засада на жељеној висини и за добијене вредности се сматра да оличавају микроклиму засада, која се такође може разликовати у различитим деловима засада, нарочито ако је на терену с нагибом. Ови подаци не представљају стандардне услове по којима су развијени климатски индекси који се користе у климатским анализама. Они служе да пруже додатну информацију произвођачу о стању у засаду у односу на услове климе локалитета, да укажу на локално постојање већег ризика од неких неповољних догађаја као што је **мраз, екстремне температуре, превелика влага итд.**

Препоручује се да се обезбеде осматрања метеоролошких параметара по стандарду, а да се додатно, по потреби, поставе сензори на специфичним локацијама за мерење микроклиматских услова. Може се сматрати да мерења по стандарду дају репрезентативне вредности за ширу територију (нпр. до око 20 km удаљености), али за области сличних надморских висина. Температура ваздуха просечно опада с висином око  $0,5^{\circ}C-0,6^{\circ}C$  на 100 m. Поред мерења температуре ваздуха на 2 m висине, додатно мерење температуре ваздуха може бити изнад саме површине (по стандарду је то 5 cm изнад површине земљишта), из разлога који су претходно објашњени у целини 1.4.2.

Иако недовољно коришћена, велике користи имају **мерења влажности земљишта**, јер пружају информације о суши. Дакле, уз ове податке могуће је знати колики је недостатак влаге за развој биљака и колике су резерве влаге у дубљим слојевима. Како за сада не постоји релевантан податак, који ће пружити произвођачу поуздану информацију о суши, по коме треба да планира своје

Мозгалица...



Опишите како бисте поставили станицу на неком пољопривредном газдинству. Која мерења бисте изабрали и зашто?

активности, ова мерења могу знатно олакшати доношење одлука за ублажавање неповољних утицаја суше. Расподела сензора по дубини зависи од културе. Треба имати у виду да се промене влажности услед киша више осете на самој површини, док влажност дубљих слојева показује тенденцију сушности услова дужег периода. Што је дубље мерење, видљивији је сигнал тенденције услова влажности за све дужи период. **Мерења температуре земљишта** могу бити корисна ради оптимизације датума сетве.

#### 1.4.5. Климатске анализе

Климатске анализе се раде у зависности од потреба корисника података. Оне представљају статистичку обраду осматраних података, која даје информације о климатским карактеристикама неког места или области. Вредности које се добијају климатском анализом су **климатски параметри**. Климатски параметри обухватају стандардне климатске параметре и климатске индексе.

**Стандардни климатски параметри** обухватају величине које дају опште климатске карактеристике неког места. Углавном су то средње температуре ваздуха, средње максималне и средње минималне температуре ваздуха и средње суме падавина. Рачунају се за сваки месец, сезону, период вегетације, као и средње годишње вредности. Погледај графиконе у **Прилогу 5**.

**Климатски индекси** представљају вредности неких изведених величина, које су дефинисане формулама и рачунају се на основу метеоролошких података. На пример, **у пољопривреди су то суме температура ваздуха за вегетациони период или у одређеном периоду развоја биљке**, које се користе за процену топлоте која је на располагању биљци. Затим, то је **средњи број дана (учесталост или честина) са критично високим температурама ваздуха** (нпр. дани с максималном дневном температуром преко 35°C) **или са критично ниским температурама** (нпр. дани с минималним дневним температурама испод -20°C), затим **учесталост дана са критично високим падавинама** (нпр. дани с падавинама преко 10 mm) итд. Јасно је да одабир климатских индекса зависи од намене података.

**Климатски период** је период узастопних година за који се ради климатска анализа. Стандардно је да се **за климатски период узима период од 30 узастопних година**. Услед убрзаних климатских промена, сматра се да климатски услови добијени за период претходних 30 година не могу добро представити климатске услове. Ово нарочито важи за процену екстремних временских догађаја, чија се учесталост и интензитет повећавају. За дужину климатског периода прихватљиво је период од 20 узастопних година. Краћи периоди се не могу назвати климатским периодима. Због убрзаног пораста температуре свака декада (период од десет година) је топлија од претходне и релативно брзо се повећавају учесталост топлотних таласа и периода са екстремно високим температурама. Да би се одредили актуални топлотни услови, најбоље је поред вредности за климатски период, користити и вредности за последњу декаду.

#### Практична настава: посета метеоролошкој станици

За време посете метеоролошкој станици сазнати следеће информације:

1. Шта се све мери на станици? Којим инструментима се мери? Ако си у прилици, сликај инструменте.
2. Питати осматрача да ли је на станици осматрен неки екстремни временски догађаји или више њих (топлотни таласи, суша, велике падавине, јаки удари ветра итд.).
3. Припремити слике облака (може се повезати са **Мозгалицом** на стр. 14) и продискутовати са осматрачем ког типа су облаци, по категоризацији са слике из Поглавља 1.2.3.

## КЉУЧНИ ТЕРМИНИ

- прогностички модел
  - врсте прогноза
- климатски модели
- сценарији емисија гасова са ефектом стаклене баште

## 1.5. Прогноза времена и климатске пројекције

### 1.5.1. Прогнозирање временских услова

Прогноза времена се ради прогностичким моделима за различите временске периоде у будућности и пружа информације о временским условима у наступајућем периоду. **Постоје краткорочне, месечне и дугорочне (сезонске) прогнозе времена.** За израду прогноза потребни су велики компјутерски системи. Побољшање квалитета прогноза повезано је с развојем компјутерских ресурса.

**Прогностички модели** су нумерички модели који симулирају физичке и динамичке процесе у климатском систему, односно представљају софтвер у коме су садржане физичке једначине и карактеристике области. Они рачунају вредности у одређеним тачкама простора које су равномерно распоређене (мрежа модела), чије међусобно растојање зависи од резолуције модела. Прогностички модели су изузетно комплексни и на њиховом развоју раде велике групе научника. Модели се развијају деценијама. Прогноза времена се ради тако што се пушта више симулација и одређује највероватнија будућа вредност температуре, падавина и других параметара, затим и вероватноћа да ли ће уопште бити падавина.

**Краткорочне прогнозе времена** служе да дају информације о временским условима по данима. Обухватају информације о максималним и минималним дневним температурама, падавинама, ветру итд. Оне се израђују (обнављају) бар два пута дневно за наредних пет до десет дана. Обнављање прогнозе је потребно да би прогнозе узеле у обзир најновије почетне услове. Што је даљи период прогнозе, то је мања прецизност.

**Месечна прогноза времена** даје процену на недељном нивоу за наредних месец дана, односно за наступајуће недеље да ли ће бити и колико топлије или хладније од неких средњих климатских вредности, с више или мање падавина. Оне служе да укажу на просечну даљу тенденцију промене времена, али не могу дати процену временских услова по данима. Ове прогнозе се обнављају на сваких недељу дана.

**Дугорочне или сезонске прогнозе времена** дају процену, у најбољем случају, на месечном нивоу или за наступајућу сезону. Ово значи да дају процену за наредне месеце или сезону да ли ће бити топлији или хладнији и колико од неке средње климатске вредности, с више или мање падавина, као и за прогнозу вероватноће појаве неких екстремних догађаја који ће бити карактеристични за наступајуће месеце. Оне се обнављају једном месечно. Употреба месечних и сезонских прогноза у широј јавности, односно од стране корисника за доношење одлука, још увек није распрострањена, јер продукти још увек нису прилагођени различитим корисницима.

### 1.5.2. Пројекције климатских услова

Пројекције климе се раде симулацијама климатских модела за дугачке временске периоде. **Климатски модели** у данашње време су у ствари модели за прогнозу, прилагођени да симулирају климатске услове. Термин пројекције се користи у климатским симулацијама (а не термин *прогнозе*), због начина рада модела, и типа информација које пружају резултати модела.

**Сценарији емисија гасова са ефектом стаклене баште** су главне улазне информације за климатске моделе за симулације будућих климатских услова. Ови сценарији представљају процене глобалних емисија гасова са ефектом стаклене баште у будућности узимајући у обзир развој друштва, укључујући развој индустрије, енергетике, производње хране итд. На пример, у зависности од начина и брзине развоја друштва користиће се различити извори енергије, различито ће се третирати површина земљишта (пошумљавање или крчење шума, начин обраде земљишта итд.), процеси производње можда ће у већој мери користити методе за смањење емисија (на пример, филтере на димњацима) итд. Ови начини развоја зависе и од глобалних политика, глобалне економије, промена начина живота и захтева за производњом одређеног типа хране (производња меса проузрокује велике емисије метана) и многих других фактора.

Највећи утицај на повећање концентрација гасова са ефектом стаклене баште има коришћење фосилних горива, односно емисије угљен-диоксида. У преиндустријско доба његова **концентрација је била 280 ppm** (*parts per million*), сада концентрација достиже вредности преко **420 ppm**. Сценарији се зову *Representative Concentration Pathways* и често се за њих користи само скраћеница RCP уз коју се додаје одређено број који, грубо речено, означава колики ће утицај имати на биланс зрачења. **Сценарио RCP2.6** подразумева да ће концентрације гасова са ефектом стаклене баште бити такве да ће се пораст средње глобалне температуре ваздуха у односу на вредност у преиндустријско доба задржи на око 1,5°C до краја 21. века. Ово значи испуњење Париског споразума из 2015. године, који су потписале скоро све државе. По RCP2.6 сценарију концентрација угљен-диоксида ће бити нижа него сада, око 400 ppm. **Сценарио RCP4.5** подразумева да ће пораст средње глобалне температуре бити око 2,7°C до краја 21. века. Он подразумева да ће се пораст емисија стабилизовати у периоду око половине 21. века и задржати на вредностима између 550 и 600 ppm. Овај сценарио се сматра за „сценарио на средини пута” у испуњењу Париског споразума, односно сценарио који подразумева да су спроведене активности смањења емисија, али не довољно. **Сценарио RCP8.5** подразумева да ће будуће емисије имати стопу пораста као и досад, односно да се неће спровести никакве значајне активности у глобалним смањењима емисија. У овом случају концентрације ће достићи вредности преко 1000 ppm, а пораст средње глобалне температуре око 4,4°C до краја 21. века.

У процени будућих климатских услова узети су у обзир и будући **социо-економски сценарији**, односно колико ће расти број становника на планети, да ли ће бити велике разлике између богатих и сиромашних, какве ће бити промене начина живота итд. Треба имати у виду да је могуће да социо-економски развој буде такав да се смање неједнакости између људи, да буду високи приходи, али да се производња ослања на интензивно црпљење ресурса (вода, земљиште), интензивна индустријализација, изградња итд. Овакво друштво у будућности би имало побољшан квалитет живота, али овакав развој не би био одржив. Емисије гасова са ефектом стаклене баште би биле велике и климатске промене би се убрзале.

**Очекиване информације из будућих климатских пројекција** јесу да дају процену промене климатских услова у будућности по различитим сценаријима, процену ризика од екстремних догађаја, и да дају процену утицаја климатских промена на различите компоненте климатског система. Свеукупне промене значајно утичу на здравље и безбедност људи, као и на квалитет живота. Климатске пројекције се не могу користити да се прикажу временски услови за неку годину.



Мозгалица...

Навести који најважнији сценарији су улазни подаци за будуће климатске пројекције и шта показују.

#### Практични рад (ако постоји могућност): верификовати прогнозу времена

Пратити прогнозу времена током неког периода (било коју, нпр. с мобилног телефона) и осмотерне вредности температуре с најближе станице. Упоредити измерене и прогнозиране вредности за максималну дневну температуру (нпр. пратити прогнозу за следећи дан, за пети дан и за десети дан).

## 1.6. Глобално загревање

### 1.6.1. Промена климе у прошлости Земље

#### КЉУЧНИ ТЕРМИНИ

- ледена и међуледена доба
- климатске промене савременог доба
- поремећаји у климатском систему
- неравномерно загревање

Клима планете Земље се одувек мењала у прошлости, али на далеко већим временским размерама (промене су много дуже трајале) него што је то случај у скорашњем периоду, које у овом делу називамо *савремено доба*. **У давној прошлости коју меримо десетинама милиона година**, у време диносауруса, атмосфера је садржала више угљен-диоксида и на Земљи је било доста топлије. Главни узрок велике количине угљен-диоксида су емисије које су се дешавале услед сударања континената. Ово раздобље обухвата периоде пре око 100 милиона година. Након изумирања диносауруса, које се сматра последњим великим изумирањем врста на планети Земљи, пре око 66 милиона година, услед смиривања тектонских поремећаја, долази до складиштења угљеника у земљишту и океанима. Овај процес је обухватао период који је трајао милионима година. Затим су се формирале ледене капе, односно ледени покривачи на половима и тада се појављују хомосапијенс, предак човека (пре око осам милиона година).

Промене климатских услова на планети Земљи као последица промене положаја Земље у односу на Сунце, о чему је било раније речи, најизраженије су кроз **смену ледених (глатијалних) и међуледених (интерглатијалних) доба**. Ове промене су у складу с математичком теоријом Милутина Миланковића (Миланковићеви циклуси, целина 1.2.7), који обухватају периоде промене нагиба и оријентације осе ротације Земље и промене у путањи Земље око Сунца. Ово утиче највише на промену расподеле долазне енергије са Сунца по планети Земљи, и спуштање сталног снежног и леденог покривача у ниже географске ширине (ледено доба) или његово повлачење ка половима (међуледено доба). Циклуси који доводе до ових промена трају неколико десетина хиљада година или стотину хиљада година. **Последње ледено доба** завршено је пре око 10.000 година. На крају последњег леденог доба средња глобална температура ваздуха била је око 4°C нижа него средња температура процењена за наступајућу период међуледеног доба у којем данас живимо. Пораст температуре у прелазном периоду између леденог и међуледеног доба трајало је хиљадама година. За то време климатски систем се прилагођавао овим променама и трансформисао у стање које познајемо данас (ниво мора, топлотно стање и циркулације атмосфере и океана, живи свет на Земљи итд.). У овом међуледеном добу било је варијација средње глобалне температуре, али у опсегу око  $\pm 0,5^\circ\text{C}$ . У појединим деловима света осећале су се варијације климатских услова, али на регионалном нивоу. Овакве промене нису одражавале промене климатских услова целе планете Земље.

### 1.6.2. Поремећаји циклуса климатског система у савременом добу

У току неког дужег периода, као што је период међуледеног доба у којем живимо, **стање климатског система је стабилизовано и циклуси климатског система функционишу у равнотежи**. Ово значи да се не дешавају значајне промене у стању компоненти климатског система (расподела вегетације, вода, климатских карактеристика, снежног и леденог покривача). Чак и ако се деси неки поремећај изазван, на пример, великом вулканском ерупцијом, изазвани поремећаји се након неког времена враћају у равнотежу. То је зато што је појава неких узрока поремећаја релативно краткотрајна и недовољно великих размера и/или интензитета.

Од индустријске револуције у 19. веку почиње **убрзан раст коришћења фосилних горива** у развоју индустрије, енергетике, саобраћаја итд. Једноставно речено, угљеник који је депонован у земљи милионима година, нагло је почео да се користи и да се угљен-диоксид емитује у атмосферу. Он се стотинама година задржава у атмосфери и меша глобално. У односу на преиндустријски ниво, концентрација угљен-диоксида у атмосфери до данас се повећала за око 50%. Пораст је видљив из године у годину и пробија своје рекордне вредности концентрација. **Угљен-диоксид је гас са ефектом стаклене баште**, па утиче на задржавање топлоте у климатском систему и пораст глобалне температуре.

Због прекомерне екстракције угљеника и емисије угљен-диоксида у атмосферу, **поремећен је природан циклус угљеника** у климатском систему. Како циклуси климатског система међусобно реагују, овај поремећај довео је до **поремећаја у циклусу енергије и воде**. Има много



примера ових поремећаја, а неки могу довести и до додатног пораста температуре. Неки од примера повезаности поремећаја циклуса климатског система, који имају значајне позитивне повратне спреге, јесу:

- пораст концентрације угљен-диоксида у атмосфери (поремећај циклуса угљеника), због повећања ефекта стаклене баште, утиче на пораст температуре (поремећај циклуса енергије), а топлија атмосфера може да садржи више водене паре (поремећај циклуса воде) што ствара погодне услове за формирање већих падавина, а како је водена пара гас са ефектом стаклене баште, онда и њена већа концентрација у атмосфери утиче на додатно загревање;
- пораст концентрације угљен-диоксида у атмосфери (поремећај циклуса угљеника), утиче на пораст температуре (циклус енергије), а то утиче на топљење (повлачење) ледника (циклус воде), што проузрокује смањење албеда површине и те површине могу апсорбовати више топлоте апсорпцијом Сунчевог зрачења и више се загревати, а затим и више загревати ваздух (утицати на циклус енергије);
- пораст концентрације угљен-диоксида у атмосфери (поремећај циклуса угљеника) утиче на пораст температуре (циклус енергије), што може изазвати пропадање природне вегетације услед неспособности да се тако брзо прилагоде (поново утицај на циклус угљеника), а то може изазвати промену албеда површине, деградирати земљиште, смањити његову способност да задржи воду (циклус воде), дакле проузроковати деградацију земљине површине и способност да се обнавља, што надаље има многоструке последице.

Емисије гасова са ефектом стаклене баште константно расту па се данас сматра да оне представљају форсирајући фактор за климатски систем Земље. Ово значи да је утицај човека толико велики да је упоредив с поремећајима које би изазвали велики природни процеси, као што су они описани Миланковићевим циклусима, ударима великих метеора итд.

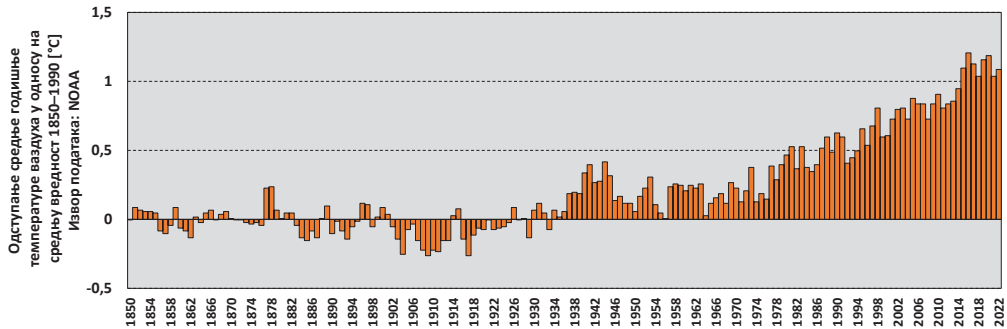
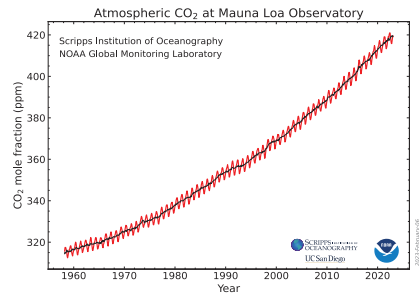
### 1.6.3. Пораст средње глобалне приземне температуре ваздуха

Највише коришћена мера топлоте климатског система је **средња глобална приземна температура ваздуха**. Она представља средњу вредност температуре ваздуха на 2 m висине на целој Земљи. Каже се да су измерене вредности осредњене глобално. Дакле, ако је вредност средње глобалне приземне температуре ваздуха приближно константна, а јесте била (из године у годину разлике су се мериле десетим деловима степена), онда знамо да постоји енергетска равнотежа између долазне енергије у климатски систем (од Сунца) и одлазне енергије (из климатског система ка космосу).

Прекомерним емисијама гасова са ефектом стаклене баште од стране човека, које се називају **антропогене емисије**, ова енергетска равнотежа је нарушена. Пошто сада у атмосфери има знатно више гасова са ефектом стаклене баште (најпре угљен-диоксида и метана, емитованих услед човекових активности), јачи је ефекат стаклене баште у атмосфери, више се топлоте задржава, а мање одлази назад у космос. На овај начин климатски систем стално добија све више и више топлоте и све више се загрева. Индикатор, односно показатељ тог загревања, јесте **пораст средње глобалне приземне температуре ваздуха**, па се овај проблем савременог доба назива и **глобално загревање**. Погледај **Слику 5** и **Прилог 6**.

Пошто климатски систем стално добија више енергије, односно топлоте, то изазива многе промене у овом огромном систему, најпре видљиве у стању атмосфере која је најосетљивија на појачани ефекат стаклене баште. Како клима представља карактеристике стања атмосфере, изазване промене у стању атмосфере препознате су као **климатске промене**. Да би се разликовало о којим променама климатских услова је реч, јер су се оне дешавале из различитих разлога кроз историју планете Земље, али у много дужим временским размерама (много дуже су трајале), може се рећи да су климатске промене изазване антропогеним емисијама гасова са ефектом стаклене баште заправо **климатске промене савременог доба**, јер се дешавају након индустријске револуције.

Пораст концентрације угљен-диоксида у атмосфери појачава ефекат стаклене баште у атмосфери, што нарушава енергетску равнотежу у размени енергије између Земље и космоса и долази до пораста температуре, односно глобалног загревања.



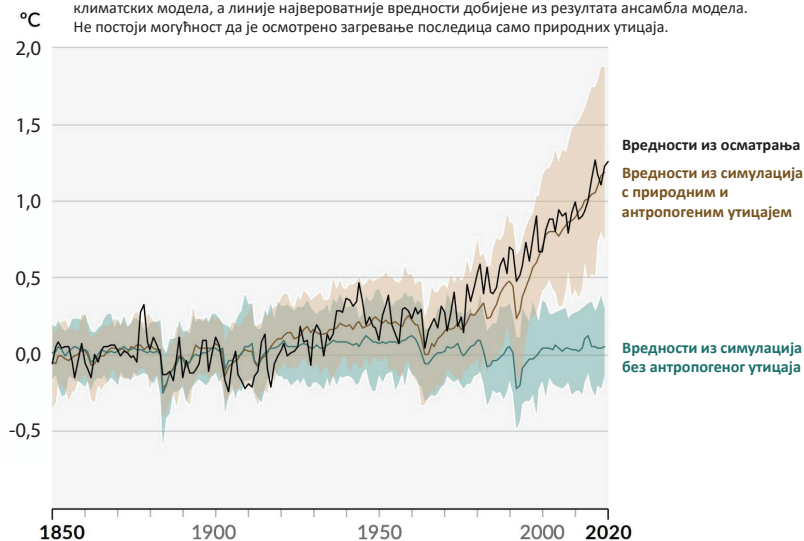
**Слика 5.** Одступање средње глобалне приземне температуре ваздуха за сваку годину у односу на средњу вредност за период 1850–1990 (доња слика). Подаци су добијени из базе NCEI, NOAA (USA). Осмотрене вредности концентрације угљен-диоксида од 1955. године, Мауна Лоа опсерваторија, Хаваји (горња слика, црвена линија месечне вредности, црна линија годишње вредности)

## Прилог 6. Како знамо да је глобално загревање последица антропогенних емисија гасова са ефектом стаклене баште?

Због доброг познавања физичких и динамичких процеса климатског система и осмотрених промена које се дешавају у компонентама климатског система, доказано је да су ове промене изван природне варијабилности. То значи да су промене веће него што се дешавало кроз историју Земље и да не могу бити изазване природним факторима. Најсликовитији доказ да је немогуће достићи оволико глобално загревање пружају резултати симулација комплексним математичко-физичким глобалним моделима. Ако се симулира климатски систем узимајући у обзир само природне факторе који утичу на климатски систем, односно на климу (поред многих укључујући и промену активности Сунца, вулканске ерупције итд.) није могуће да се достигне оволики пораст температуре. Ако се укључе антропогени утицаји, онда се резултати промене средње глобалне температуре поклапају са осмотреним вредностима. Слика је преузета из IPCC AR6, WG1 SPM и адаптирана (преведена на српски језик).

### Промена средње годишње приземне температуре ваздуха

Осмотрени тренд промене температуре се поклапа с трендом пораста температуре у симулацијама са укљученим антропогеним утицајем. Осенчене области представљају опсег резултата различитих климатских модела, а линије највероватније вредности добијене из резултата ансамбла модела. Не постоји могућност да је осмотрено загревање последица само природних утицаја.



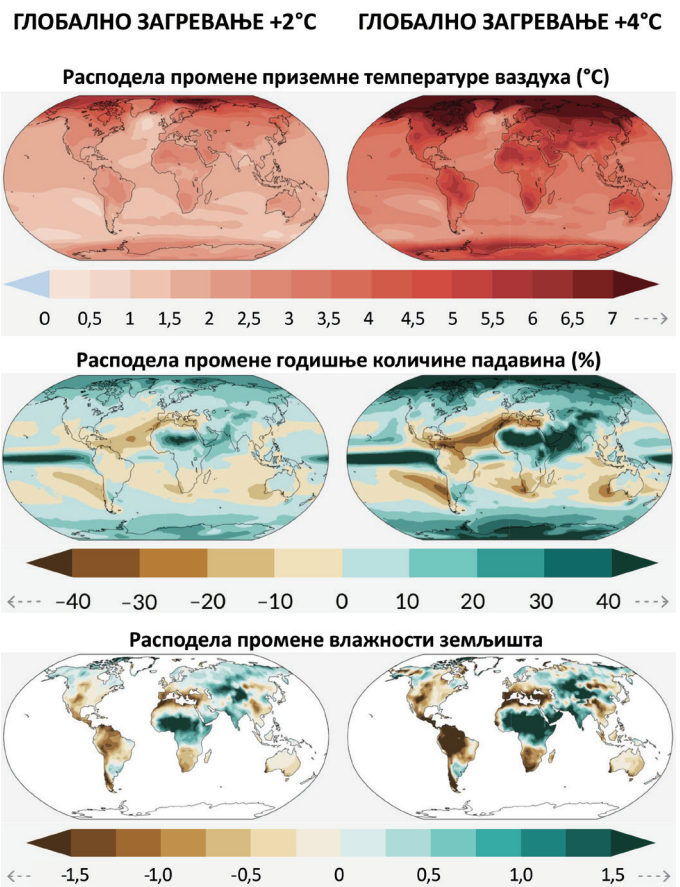


**Карактеристике климатских промена** су мање или више другачије за сваки регион, па чак и за локацију. Клима зависи од временских услова, а временски услови се разликују на различитим локацијама због фактора о којима је раније било речи (положај на Земљи, близина мора, циркулације великих размера топографија области, тип земљишта и површинског покривача, заступљеност копнених вода, ледника итд.). Одрас глобалног загревања на климу локације је различит (појава екстремних временских догађаја, промена количине и режима падавина итд.), изазива различите утицаје на промену компонента климатског система те локације (утицај на шуме, пољопривредну производњу, влажност земљишта, протоке у рекама итд.). Оно што је заједничко за све локације на Земљи јесте да се средње (климатске) вредности температура ваздуха повећавају.

**Средња глобална температура ваздуха за период 2011–2020. година** је била виша за 1,1°C у односу на средње вредности у преиндустријском периоду и наставља да расте. Вредност је превазишла температуру које су владале у последњих преко сто хиљада година. **Глобално десет најтоплијих година се десило од 2010. године.** Распоред најтоплијих година није исти свуда у свету, јер временски услови из године у годину су променљиви од места до места, али је свуда јасно да су се рекордно најтоплије године у свакој области десиле управо у скорој прошлости.

**Загревање није равномерно распоређено на Земљи.** Већи је пораст температуре ваздуха изнад копна него изнад океана, јер океан има већи топлотни капацитет па складишти велику топлоту и мешањем транспортује топлоту у дубље слојеве због чега се мање загрева. На северној хемисфери је већа површина под копном него на јужној, зато се и у средњој вредности северна хемисфера више загрејала. Загревање смањује стални ледени покривач у поларним областима и тиме се смањује алbedo површине, па површина апсорбује више топлоте од Сунца, више се загрева, а затим више загрева ваздух (пример позитивне повратне спреге од глобалног загревања). Зато је и највеће загревање у поларним областима.

На **Слици 6** приказан је глобални распоред у променама неких параметара у случају да глобално загревање достигне 2°C и 4°C у односу на период 1850–1900. У промени приземне температуре ваздуха види се да би највише били погођене северне области. У случају да пораст глобалне температуре достигне 4°C, оне ће се загрејати преко 7°C. Анализа промена годишњих вредности падавина је комплекснија, јер постоје области где ће се знатно повећати и знатно смањити падавине. Што се тиче Европе, медитеранска област ће трпети смањење у средњим годишњим падавинама, а средња и северна Европа имаће пораст. Слична је расподела промене влажности земљишта, али не потпуно иста због утицаја евапотранспирације, која се повећава услед пораста температуре и зависи од карактеристика подлоге. Иако се годишње количине падавина мало мењају у неким областима, промене унутар године су значајне, због чега и расту опасности од поплава и суша.



**Слика 6.** Процена просторне расподеле промена изабраних параметара климатског система, у случају да глобално загревање достигне 2°C (слике с леве стране) и да достигне 4°C (слике с десне стране). Изабрани параметри су: промена средње приземне температуре ваздуха (горње слике), промена у средњој годишњој количини падавина (средњи ред) и промена у влажности земљишта (доње слике). Сlike су преузете и адаптиране из IPCC AR6, WG1, SPM. Промена температуре је изражена у °C у односу на средњу вредност за свако место на планети, промена падавина у %, а промена влажности земљишта у промени стандардне девијације у расподели вредности по годинама. Позитивне вредности промене температуре су на целој планети (нијансе црвене боје), док су промене друга два параметра и негативне (браон боја) и позитивне (зелена боја)

#### 1.6.4. Највеће глобалне последице климатских промена савременог доба

Истраживања су доказала да су постојеће климатске промене, односно **климатске промене савременог доба, најмање десет пута брже него икада у прошлости**. Убрзане промене, изазване појачаним ефектом стаклене баште у атмосфери услед антропогених емисија, осмотрене су у свим компонентама климатског система. Дакле, **осим пораста температуре ваздуха, расте средња температура површинског слоја земљишта и мења се његова влажност, расте температура океана, смањује се ледни покривач на Земљи, расте ниво океана и мора итд.**

Поред пораста температуре површинских слојева океана, измерено је да се мења **температура на великим дубинама океана**, што указује колико је заправо велики тај вишак топлоте који се задржава у климатском систему. Када не би било океана на Земљи, досад би глобална температура порасла скоро 40°C, а не око 1°C, што показује колико је заиста велика енергија коју задржава климатски систем услед појачаног ефекта стаклене баште.

**Повлачење ледника**, односно смањење сталног снежног и леденог покривача, осмотрено је у свим деловима света. Главни индикатор овог утицаја је промена минималне површине под ледом на Арктику, која се стално смањује. У 2023. години достигао је досад најмању вредност. У периоду око половине 21. века постоји могућност да ће се јављати периоди потпуно без леда на Северном полу, а затим се очекује његов перманентни нестанак.

Једна од последица климатских промена, која међу млађом популацијом привлачи највише пажње, јесте изумирање поларних медведа због губљења станишта. Међутим, дешава се убрзано **изумирање многих врста**, због комбинованог утицаја, директног и индиректног од стране човека. **Директно човек мења станишта биљака и животиња конверзијом земљишта** (коришћењем за руднике, пољопривреду итд.) и **загађењем станишта**, али и **ловом и риболовом директно убија читаве врсте у појединим регионима света**. **Највећи индиректни утицај на изумирање врста је због климатских промена, јер не могу да мигрирају довољном брзином**. Неке врсте, као што је поларни медвед, немају ни где да мигрирају. Истраживања упозоравају да смо на прагу шестог великог изумирања врста, које је заправо изазвао човек, а знатно се брже дешава него претходних пет у прошлости, која су била саставни део еволуције живог света. Последње велико изумирање врста је било пре око 65 милиона година када су изумрли диносауруси. Ово показује колико је велики и интензиван утицај човека на живи свет планете.

**Пораст нивоа мора**, до сада (време када је писан овај приручник), износи око 20 см и предвиђа се да ће, у случају да се не смање емисије гасова са ефектом стаклене баште, бити око 1,3–1,6 м. Осмотрени пораст нивоа већ изазива већа плављења приобалних области. Пресељења становништва и планирања за расељавање становништва из најугроженијих области су већ почела. Приоритет су мала острва с малом надморском висином, која ће потпуно бити потопљена. Како у атмосфери има више угљен-диоксида, океани га више апсорбују. Ово утиче на смањење рН вредности, односно расте им киселост. То се назива **ацидификација океана**. Ово утиче на живи свет океана, нарочито на остриге и корале, који за формирање свог скелета користе минерале из морске воде. Ово значи изумирање читавих значајних коралних гробена и врста које трпе сличне последице.

Последице климатских промена се стално прате и повећава се број научних истраживања који уочавају нове последице и квантификују (поред констатовања да постоји промена, процењују величину промене). Научници упозоравају да су покренути процеси у климатском систему, који се **неће зауставити до краја 21. века**, све и да се стабилизује средња глобална температура (престане да расте). На пример, пројекције до 2500. године показују да ће ниво океана и даље наставити да расте. По сценарију по којем ће емисије наставити да расту трендом као досад, пораст средње глобалне температуре ће се стабилизовати око 2300. године и достићи ће 7°C, а пораст нивоа мора ће бити до око 6 м.

**Није могуће да климатски систем вратити на претходно стање, већ је главни циљ успорити промене, односно смањити емисије, како би климатски систем, а и човек у њему, стигао да се адаптира, без катастрофалних последица.**

#### Мозгалица...



Зашто кажемо да се дешава глобално загревање? Објаснити како се климатске промене савременог доба разликују од промене климе кроз давну историју Земље. Како знамо да је главни узрок климатских промена човеков утицај? Навести примере утицаја климатских промена уочених у свету.

## Истражи знање о утицајима климатских промена

Изабери тему да истражиш утицаје климатских промена (нпр. на здравље људи, шуме, животиње, производњу хране, појаве суша, поплава итд.). Истражи на интернету информације о овим утицајима.

## 7. Климатске промене у Србији

Када се ради процена климатских промена за неки регион, ради примене резултата у неком планирању активности како би се смањили негативни утицаји, ради се анализа осматрених промена за претходни период и процена будућих промена, до средине 21. века или чак до краја века. Како се раде анализе зависи од тога чему служе резултати, односно да ли служе за процену утицаја на пољопривреду, шумарство, инфраструктуру итд.

**Промене климатских услова** се могу идентификовати кроз следеће групе последица које изазивају: 1) **вишак топлоте**; 2) **вишак воде односно влаге**; 3) **недостатак воде односно влаге** и 4) **промене у олујама**.

Важно је разумети да се климатске карактеристике неког места или области (укључујући и уобичајене климатске варијабилности) више не сматрају фиксираним карактеристикама, већ динамичким. Ово значи да су промене климе толико убрзане да је потребно у доношењу одлука увек располагати информацијама добијеним анализом најновијих података. Дакле, процена садашње климе заправо није могућа, већ постоји процена садашње тенденције промене климе.

Следеће процене климатских промена за Србију односе се на период 1961–2100. Будуће промене климе обухватају процене по сценаријима емисија гасова са ефектом стаклене баште RCP4.5 и RCP8.5 (сценарија су објашњена у целини 1.5.2). До средине 21. века нема значајних разлика у климатским променама по различитим сценаријима. У другој половини 21. века промене се стабилизују по RCP4.5 сценарију, а појачавају по RCP8.5 сценарију. Период 1961–1990. година се сматра за референтни период у односу на који се посматрају промене климатских услова. У току овог периода још увек није био велики утицај климатских промена, а за њега постоји довољан број дигитализованих и доступних података о метеоролошким параметрима. Периоди друге половине 20. века се узимају као референтни за анализе регионалних и локалних климатских промена.

### 1.7.1. Промене у топлотним условима – група климатских опасности од вишка топлоте

**Осматрени и будући пораст средњих температура** (погледај Прилог 7)

**Средња (годишња) температура ваздуха** на територији Србије је виша за 1,4°C за период 2001–2020. година (1,8°C за 2011–2020) од средње вредности за 1961–1990. **Више се повећала средња вредност дневне максималне температуре** него средње минималне температуре. Највећи је пораст средње температуре **за летњу сезону (јун–јул–август: ЈЈА)**, 2,4°C за 2011–2020. година у односу на средњу вредност за ЈЈА сезону у периоду 1961–1990. У другим сезонама такође је осматрен пораст средњих температура, али нешто мање изражен од пораста средње температуре за ЈЈА сезону. Вредности средњих температура ће наставити да расту. **Пораст средње температуре за територију Србије за период 2041–2060. година** ће највероватније достићи вредност око **3,1°C** у односу на вредност за период 1961–1990. И даље ће се највише повећавати температуре током ЈЈА сезоне. У другој половини 21. века очекиване промене зависе много од успешности спровођења глобалних мера за смањивање антропогених емисија гасова са ефектом стаклене баште. **По RCP8.5 сценарију у периоду 2081–2100. година** очекује се да ће средња температура на територији Србије бити виша за око 5,8°C у односу на вредност за период 1961–1990, а у току лета чак за 6,0°C. Оволике промене температуре значе да ће младе генерације доживети промене које су се давнијој прошлости Земље (када су деловали само природни фактори) дешавале хиљадама година и то у прелазним периодима између ледених и међуледених доба.

## КЉУЧНИ ТЕРМИНИ

- пораст температуре
- повећање топлотних таласа
- повећање учесталости суша
- појачавање јаких падавина
- промене у летњој сезони

## Осмотрени и будући пораст у учесталости топлотних таласа

Топлотни таласи се нису појављивали сваке године у периоду 1961–1990. У периоду 2011–2020. година просечно су се појављивали три пута годишње. У појединим годинама било је и више овако топлих периода и то током лета, као што су на пример 2012. и 2017. година. У климатским условима у периоду 2041–2060. година просечан број топлотних таласа по години ће бити око пет. Ово значи да су могуће године када ће број топлотних таласа бити далеко већи него што се икада десило у овим областима, али и да ће се појављивати топлотни таласи с још вишим температурама. У периоду 2081–2100. година по RCP8.5 јављаће се око осам до десет пута годишње, са знатно екстремнијим температурама него икада досад.

### Промене у броју дана с високим температурама (погледај Прилог 7)

Број летњих дана (дани с максималним дневним температурама преко 25°C) се повећао већ преко 30 дана у просеку на територији Србије (наравно више у топлијим деловима, низијама и то означава да је заправо дужина лета по топлотним условима већ достигла трајање од око четири месеца. Врелих дана (максималне дневне температуре преко 35°C) у низијским областима било је око 2–3 просечно по години у периоду 1961–1990, или су изостајали у појединим годинама. У периоду 2011–2020. година у неким областима њихов број појављивања по години је порастао чак и за десет дана по години. У периоду 2041–2060. година биће их просечно по години више од 20, а у 2081–2100. година око 25 по RCP4.5 и 35–45 по RCP8.5. У будућности ризик од појаве високих температура се повећава на све већим надморским висинама даље у будућности, односно овакви дани биће очекивани и у планинским пределима услед интензивних глобалних емисија гасова са ефектом стаклене баште.

Највећи топлотни екстреми су у урбаним срединама (ефекат урбаног топлотног острва), где су температуре веће неколико степени у односу на околину. Ово значи да у градским срединама, када је топлотни талас, температуре изнад асфалта и бетона су далеко веће него изнад пољопривредних површина, шума итд.

### Промене у броју дана с ниским температурама

Просечан број појављивања мразних дана (дани с минималним температурама испод 0°C) по години током референтног периода 1961–1990. година на територији Србије је око 106 дана. Наравно, у низијским пределима испод 100 је била њихова просечна учесталост, а у планинским пределима преко 130. На највишим планинама чак и преко 150. У периоду 2011–2020. година просечан број се смањило за око 20. Смањење је веће у низијским областима, јер су тамо температуре наравно веће, па је пораст температуре био довољан да утиче на веће смањење. Њихово смањење се наставља и повећава на све већим надморским висинама. Средње смањење за територију Србије у периоду 2041–2060. година очекује се да ће бити чак око 30 у односу на вредност 1961–1990, а по RCP8.5 у периоду 2081–2100. година биће их мање за 60–70. У низијским пределима најпре ће овакви дани постати редак догађај. Просечан број појављивања ледених дана (дани с максималним дневним температурама испод 0°C) по години током референтног периода 1961–1990. година на територији Србије је био око 28, у низијским пределима 10–20, а у планинским пределима преко 30. На највишим планинским областима преко 45. У периоду 2011–2020. година њихов број је смањен за око 12. У периоду 2041–2060. година у низијским областима биће учестале године без ледених дана, а у планинским областима њихов број ће се преполовити. По RCP8.5 сценарију у климатском периоду 2081–2100, у низијама готово неће бити ледених дана. У планинским пределима ће их бити просечно око 10. Толико велики пораст температуре по RCP8.5 сценарију до краја века може изазвати појаву година потпуно без ледених дана на целој територији Србије.

### 1.7.2. Промене у падавинским условима – група климатских опасности од вишка или недостатка воде/влаге

Промене у годишњим сумама падавина нису значајне, међутим услед климатских промена дешавају се промене у режиму падавина које показују значајне поремећаје падавинских услова. Значајне промене у количинама падавина изазивају поремећаје у условима влаге. Дешавају се следеће промене у падавинским условима у Србији: промена у годишњој расподели падавина, промена у расподели падавина по интензитету и повећана варијабилност падавинских услова. Ове промене могу изазвати периоде с превише падавина или периоде с премало падавина,



и оба носе одређене последице. Комбиновано са утицајем промене температуре, периоди с недостатком падавина могу бити знатно интензивнији догађаји.

### Промене у средњим сумама падавина (погледај Прилог 7)

**Средња годишња сума падавина** на територији Србије је порасла за неколико процената у односу на средњу вредност у периоду 1961–1990. **Смањење је осмотрено у сезони ЈЈА**, а у другим сезонама просечне падавине су се мало повећале. Промене нису равномерно распоређене на територији Србије. Из тог разлога анализе промене падавина је далеко комплекснија него анализа промене температуре. Смањење падавина током ЈЈА у великом делу Србије је између 10% и 20%, док је у западним пределима знатно мање или чак и с малом позитивном променом. **Просечни годишњи максимум падавина на територији Србије се помера ка ранијем периоду**, односно из касног пролећа и раног лета у ранији период пролећа (досад по просечним вредностима померио се из јуна у мај), што указује да се (с порастом температуре) летња сезона продужава и постаје сушнија. Померање максимума падавина ка сезони када се отапа снег и земљиште је влажно, представља опасност за чешћу појаву површинских отицаја, акумулација, односно поплава. **Будуће промене средњих годишњих сума падавина** неће бити значајне све до друге половине века. У другој половини века, у случају да се оствари RCP8.5 сценарио, годишње падавине ће се такође смањивати. До средине 21. века у ЈЈА сезони смањење просечне количине падавина за целу територију ће бити преко 20% (није равномерно на целој територији, дакле негде се очекују и доста већа смањења). До краја 21. века по RCP8.5 у ЈЈА сезони просечно ће на територији Србије бити мање падавина и преко 40%. Што се тиче других сезона, велика је неодређеност резултата модела за промене у прелазним месецима, а за ДЈФ сезону се очекује повећање.

### Промене у учесталости догађаја с великом количином падавина (погледај Прилог 7)

**Осмотрено је да се мења расподела падавина по интензитету** на територији Србије. Ово значи да се смањује број дана с малим и умереним падавинама и да се повећавају дани с jakim падавинама и екстремним падавинама (мале и умерене падавине су када у току дана падне испод 10 mm, а екстремне када падне преко 30 mm). Количина падавина која се излучи у облику екстремних падавина на територији Србије просечно се већ повећала за 100%. Ови догађаји су били ретки, односно нису се на сваком месту у Србији јављали сваке године. Када се јаве, обично значи да се десио неки значајан негативни утицај, као што је поплава, јер их у највећој мери продукују интензивни временски системи (кумулонимбуси). Ово заправо значи да падавине нису биле равномерно заспоређене у 24 часа, већ су биле изузетно интензивне, а можда и праћене градом (ако се јављају у топлијем делу године) или великим снежним покривачем. Услед смањења дана с ниским температурама, а и појаве топлотних таласа зими када се загрева и земља, трајање снежног покривача се свакако смањује. **Промене у расподели падавина по интензитету се повећавају у будућности.** Може се очекивати да ће овакви догађаји с веома jakim и чак екстремним падавинама бити нормална појава у највећем делу Србије. Такође, повећаваће се и интензитет падавина, па се може очекивати да се локално често појаве падавине које нису уобичајене за тај период године или уопште нису очекиване. У периоду 2001–2020. година процењено је да је око 7% територије Србије под високим ризиком од екстремних падавина, а у периоду 2041–2060. година очекује се да ће површина под високим ризиком бити преко 50% територије Србије. Дакле, интензивне падавине ће постајати све интензивније, а ризик од интензивних падавина ће захватати све већу територију.

У разумевању ових резултата треба имати у виду да је могуће да се појаве и догађаји са 100 mm падавина, па чак и више на одређеним локацијама, и да се могу узастопно јавити дани с већом количином падавина.

### Промене у учесталости и интензитету суша и повећање степена аридности климе (погледај Прилог 7)

Године са сушом су се јављале просечно за територију Србије једном у десет година, током периода 1961–1990. **У периоду 2011–2020. година било је чак пет година са сушом.** У периоду средине 21. века, односно **2041–2060, предвиђа се да ће свака година бити са сушом** просечно на територији Србије. **Јака суша је сада могућа једном у десет година, а у периоду 2041–2060. година јака суша ће се јављати три до четири пута током деценије.** У периоду 2081–2100, у случају остваривања сценарија RCP8.5, јака суша ће се јављати у осам до девет година по деценији. Суша је догађај који има свој почетак и крај, али **аридност (сува клима)** је стална карактери-



стика климе, која указује на устаљене недостатке воде. Промене у категоријама карактеристике климатских услова који показују расположивост воде (од хумидне до аридне) се не мењају. Међутим, услед убрзане промене климатских услова, а нарочито због пораста температуре и повећане евапотранспирације, падавине које се излуче на територији Србије постају недовољне. Клима у Србији је просечно хумидна (влажна клима). У низијским пределима је сува субхумидна (Војводина, долина Велике Мораве, делом јужни и источни предели). Односно класа која показује да постоји опасност од недостатка воде. **У периоду 2041–2060. година просечно Србија прелази у класу суве сабхумидне климе. Хумидна клима остаје само на већим надморским висинама у западном делу Србије.** Поједине области централне, јужне, источне Србије и Војводине средином века добијају карактеристике такозване **полуаридне климе**. Ова категорија означава већ висок ризик од сталног недостатка воде. У периоду 2081–2100. година по RCP8.5, просечно ће Србија имати полусушну климу. Иако информација о категорији аридности климе није много корисна у практичном смислу, она само потврђује да ће оно што сада препознајемо као временски догађај – сушу, заправо бити нормална климатска карактеристика у будућности.

**Додатни проблем за Србију је неравномерна расподела падавина у току године, па је недостатак падавина далеко већи у периоду вегетације, а нарочито у периоду ЈЈА сезоне, када се повећавају потребе за водом услед повећања температуре.**

### Промена у климатској варијабилности у падавинским условима

Промена у варијабилности падавинских услова подразумева повећани опсег могућих падавинских услова. Годишња количина падавина, као што је већ речено, не мења се значајно. Међутим, вредности из године у годину се више разликују (више одступају) од средњих климатских вредности. Ово је случај и с месечним количинама падавина. Повећану варијабилност у падавинским условима потврђује и чињеница да се повећавају догађаји с великом количином падавина (повећава се горња граница очекиваних падавинских услова), али и да се повећава учесталост и интензитет суша (помера се и доња граница падавинских услова). Повећана варијабилност се очекује у било ком делу година, па и током зиме. Из овог разлога могуће су веће снежне падавине, али свакако са краћим задржавањем снежног покривача.

### 1.7.3. Промена у олујама и другим пратећим екстремним догађајима

Олује су временски догађаји који продукују велике падавине, падавине у облику града, јаке ударе ветра итд. Њихове карактеристике зависе и од дела године када се јављају. Не очекује се да ће доћи до промене у средњој вредности брзине ветра. Може се очекивати да ће бити **чешће олује с јаким ударима ветра и интензивним падавинама и са градом. Области под ризиком од града се повећавају.** Дакле, ако постоји потенцијални ризик од града у некој области, он се неће смањити, већ се постати учесталији. Како јаче олује могу да продукују и већа зрна града, у будућности је могуће да ће и доћи до промене у просечној величини града који пада.

#### Додатни задатак (обрада података) – користи Атлас климе Србије

Из Атласа климе Србије ([atlas-klime.eko.gov.rs](http://atlas-klime.eko.gov.rs)) изабери неке индексе (у документацији је објашњено значење индекса) и уради анализу. За скидање података кликни на „осмотрене вредности”, изабери „област” (општину или тачку са географском ширином и дужином) и скини податке (у фајлу могу бити, у зависности од индекса, дневни, месечни и годишњи подаци). У *Microsoft Excel*-у израчунај средње вредности за период 2011–2020. Уместо рачунања, промене индекса можеш видети и на мапама.

Мозгалица...



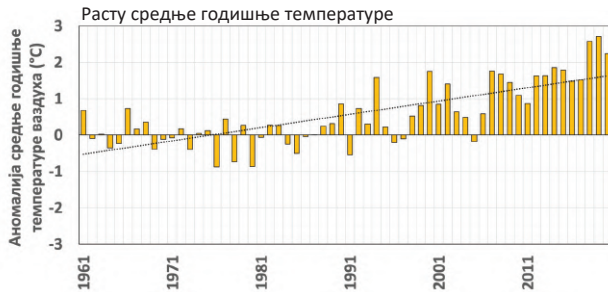
Изабери најважније информације о климатским променама које могу утицати на пољопривредну производњу у твом региону и опиши их.



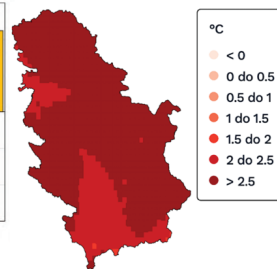
## Прилог 7. Неки резултати о климатским променама у Србији

(подаци су преузети из Атласа климе Србије, слике за ризике од екстремних падавина и о аридности из: Животић и Вуковић Вимић, 2023)

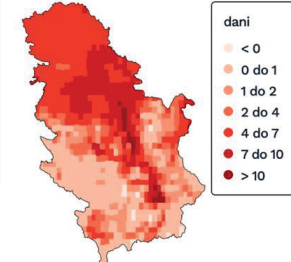
### Пораст средње температуре на територији Србије



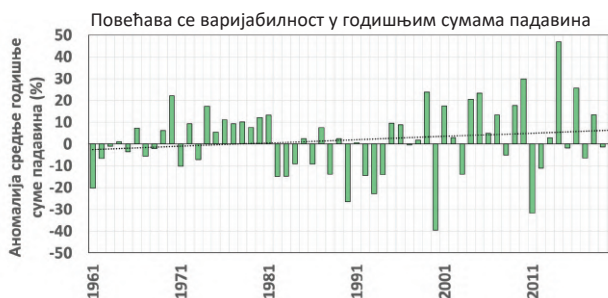
Пораст средње максималне температуре за јун–јул–август



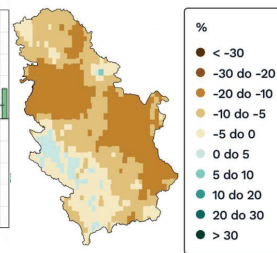
Пораст просечног броја дана по години с максималним дневним температурама преко 35°C



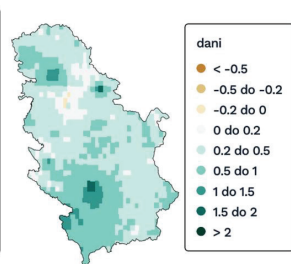
### Промена у падавинама на територији Србије



Смањење средње суме падавина за јун–јул–август



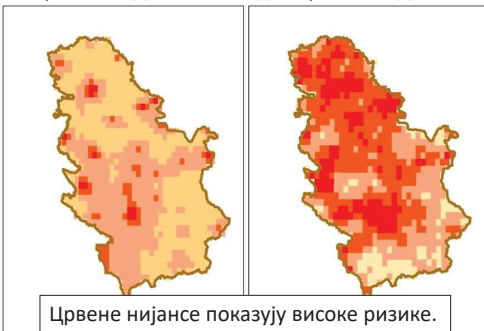
Пораст просечног броја дана по години са екстремним падавинама



### Ризик од екстремних падавина се просторно повећава

Сада је 7% територије под високим ризиком од екстремних падавина.

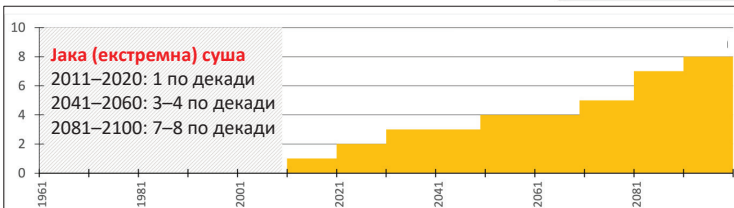
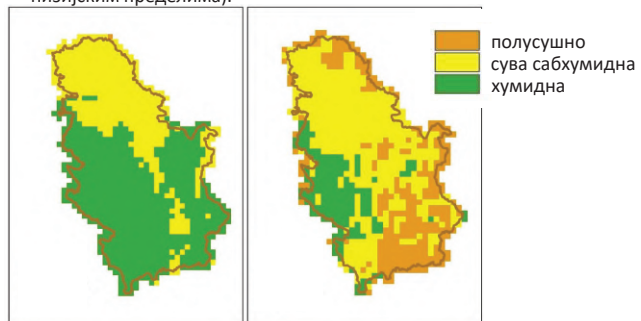
Половином 21. века биће 56% територије под високим ризиком од екстремних падавина.



### Повећава се степен аридности (сушности) климе

Сада је просечно хумидна клима на територији Србије (сува сабхумидна у низијским пределима).

Половином 21. века просечно ће бити сува сабхумидна клима (у појединим пределима полусушно).



### Учесталост суша се повећава

Суше ће бити уобичајена појава сваке године на територији Србије, а јаке суше ће се појављивати просечно сваке треће или сваке друге године у клими средином 21. века.

## 8. Утицај климатских промена на водне ресурсе и земљиште у Србији и друге опасности изазване климатским променама

### 1.8.1. Климатске промене и водни ресурси

#### КЉУЧНИ ТЕРМИНИ

- угроженост водних ресурса
- деградација земљишта
  - неутрализација деградације земљишта
- климатске опасности

Климатске промене утичу на површинске воде, на влажност земљишта и на обнављање подземних вода. Око 92% воде у рекама на територији Србије чине **транзитне воде**, па су ове водни ресурси угрожени климатским променама много већег региона, које обухватају њихови сливови. Дobar пример за то је јака суша 2022. године у Европи која је проузроковала изузетно ниске протоке у Дунаву, свуда па и у Србији. У Србији јесте била суша, али не толико јака као у осталим деловима Европе (западна и централна). У областима јужно од Саве и Дунава, становништво доста зависи од домаћих (домицилних) вода, које чине 8% укупних површинских вода у Србији. Ове воде су изузетно угрожене климатским променама на територији Србије, али и експлоатацијом од стране становништва.

Промене које су идентификоване у протицајима површинских река су: **продужење сезоне ниских протицаја, смањивање најмањих протицаја, повећање највећих протицаја**. За домаће реке просечан максимум протицаја из априла помера се раније ка зимском периоду. За расположивост водних ресурса из површинских река, ово показује да ће бити дужи период када ће водостај у рекама бити толико низак да вода неће моћи да се користи. Такође, **мање реке могу често и пресушивати**. У периоду већих протицаја очекује се пораст високих водостаја, што показује опасност од изливања и **бујичних поплава**.

Услед утицаја климатских промена **смањује се брзина обнављања подземних вода**. У периоду средине 21. века очекује се смањење средње брзине обнављања око 20%–30%, а надаље расте по RCP8.5 сценарију на око 50%, с већим смањењем на истоку и југоистоку земље. Ове промене указују на велику опасност од климатских промена, да ће пореметити обнављање подземних вода које се експлоатишу за многе потребе, па и за потребе пољопривреде. **Климатске промене утичу на квалитет воде и на температуру воде**, што има многе последице по живи свет у води и расположивост воде за пиће.

**Расположивост водних ресурса зависи од климатских промена**, због чега треба имати у виду да њихово коришћење за решавање других проблема климатских промена може бити поремећено услед смањење расположивости воде. На пример, наводњавање у пољопривреди може решити проблем суше, али могуће је да ће то значити ослањање на ресурсе воде који нису увек на располагању или може водити до прекомерне експлоатације. Из тог разлога, било које планирање које обухвата потрошњу воде треба узети у обзир располагање водом у климатски променљивим условима. **Значајан водни ресурс јесу атмосферске воде (падавине)**, које се могу искористити тако што се сакупљају у **вештачким акумулацијама** и користе у периоду када постоји недостатак воде у другим ресурсима.

### 1.8.2. Климатске промене и земљиште

**Климатске промене и земљиште су повезани двосмерном интеракцијом**. Климатске промене утичу на земљиште, углавном на негативан начин, као **покретач деградације или појачивач постојеће деградације земљишта**. **Земљиште представља велико складиште угљеника** (друго по величини у климатском систему, након океана) и враћање угљеника у земљиште, повећањем садржаја органског угљеника и продуктивности земљишта уопште, може имати и ефекат ублажавања (митигације) климатских промена (у целини 1.9.1. биће више о смањењу нето емисија).

На земљиште утиче много фактора који угрожавају његово стање, односно одрживост продуктивности и мултифункционалности. Мултифункционалност земљишта се огледа у томе да пружа ресурсе за производњу хране, одржава природне екосистеме, учествује у размени воде према дубљим слојевима и подземним водама и према атмосфери итд.



Мозгалица...

Објаснити како климатске промене утичу на расположивост воде на територији Србије.

**Деградиција земљишта** је физички, хемијски и биолошки пад у продуктивности и/или квалитету земљишта. Представља промену стања земљишта која се манифестује смањеним капацитетом да обезбеди потребе екосистема, укључујући и агрооекосистеме. Процеси који утичу на деградицију су:

- **Ерозија земљишта** (облик физичке деградиције) – уклањање површинског слоја ветром, водом и обрадом земљишта. Брзина ерозије на обрадивим површинама и на онима где се врши интензивна испаша је 100 до 1000 пута већа него брзина процеса ерозије која се дешава природним путем, а то је много пута брже од процеса формирања земљишта. **Утицај климатских промена на ерозију** је кроз повећање учесталости и интензитета екстремних догађаја (екстремне падавине, олује, поплаве) и кроз промену климатских услова (пораст температуре и промена режима падавина) које утичу на формирање земљишта. Еродирано земљиште смањује капацитет за складиштење угљеника и смањује доприносе смањењу нето емисија гасова са ефектом стаклене баште.
- **Губитак органског угљеника у земљишту** (облик хемијске деградиције земљишта, често се користи као индикатор чија промена указује на деградицију земљишта) – представља губитак садржаја органске материје у земљишту, а тиме и смањење продуктивног потенцијала земљишта. Може га узроковати промена начина коришћења земљишта (најочљивије код конверзије шума у пољопривредно земљиште, а затим прекомерна експлоатација у пољопривредној производњи). **Климатске промене могу изазвати покретање овог процеса у природним екосистемима**, нпр. услед изумирања шума због неспособности за брзу природну миграцију услед убрзаних климатских промена. **Климатске промене могу појачати процес деградиције у областима које се експлоатишу од стране човека** из много разлога, а нарочито услед смањене способности обнављања у измењеним климатским условима. Овај облик деградиције директно указује на смањење садржаја угљеника у земљишту, односно указује на потенцијални допринос повећању нето емисија.
- **Салинизација земљишта** (облик хемијске деградиције земљишта) – изазвана је вишком природних соли; смањује способност биљака да апсорбују воду. Може бити изазвана издицањем подземних вода и директним загађењем итд. **Повећање екстремних падавина, изазвано климатским променама, и промена режима падавина** у току године, могу изазвати прекомерно влажење па и појачавање овог ефекта. Пошто утиче на смањену продуктивност земљишта, што утиче на развој биљног покривача који везује угљеник, индиректно се сматра да доприноси повећању нето емисија.
- **Губитак земљишног биодиверзитета** (облик биолошке деградиције) – када различити фактори утичу на екосистем испод површине. Земљишни биодиверзитет је потребан за снабдевање чистом водом, контролу болести и штеточина, плодност земљишта. Доприноси ублажавању (митигацији) климатских промена, јер утиче на повећање капацитета земљишта да складишти угљеник. Утиче на: брзину декомпозиције земљишта, обнављање хранљивих материја, развој структуре земљишта. **Директан утицај човека** на губитак земљишног биодиверзитета је неодрживо управљање земљиштем, односно активности које утичу на смањење биодиверзитета (ремећење структуре земљишта, загађивање прекомерним ђубрењем или наводњавањем водом која није одговарајућег квалитета, неправилна ротација усева итд.). **Климатске промене утичу** на ремећење животног циклуса подземних екосистема, јер узрокују превисоке температуре, исувише сушне услове, превлаживање и задржавање површинске воде итд. Поремећај функционисања земљишног биодиверзитета индиректно смањује способност да се угљеник складишти у земљишту и биљном покривачу.
- **Загађивање земљишта** (облик хемијске деградиције) – узрокован погрешним коришћењем пољопривредних пракси (нпр. неадекватно спровођење ђубрења), остављање остатака од рударства, фосилних горива, неадекватно управљање отпадним водама и отпадом уопште, као што су дивље депоније итд. Проузрокује повећање садржаја, до нездравог нивоа, тешких метала у земљишту и других елемената (нпр. микропластика, супстанце услед сагоревања вештачких материјала), пестицида, нутријената за биљке (услед неадекватног ђубрења) итд. **Климатске промене** мењају услове за успешно спровођење пољопривредних пракси. На пример, могу утицати да успешне праксе, као што је ђубрење, постану праксе које загађују земљиште, због великих промена у временским условима и повећане учесталости суша и високих температура, великих падавина и поплава које могу и раширити загађујућу материју и загадити и воде. Загађено земљиште има смањену продуктивност, чиме је смањено и везивање угљеника у земљишту и биљном покривачу, па ове површине доприносе повећању нето емисија.

Мозгалица...



Изабери три типа деградиције земљишта и објасни како се дешавају. Како климатске промене утичу на деградицију и шта би требало радити да би се спречила даља деградиција?



Други облици деградације земљишта су **ацидификација земљишта** (ограничава расположивост хранљиве материје за биљке), **компакција** (сабијање) земљишта (оне могућава инфилтрацију воде) итд. Сви облици деградације и последице које проузрокују могу бити појачани климатским променама.

**На деградацију земљишта у Републици Србији највећи утицај тренутно има људски фактор.** Неки од примера су: **конверзија земљишта, напуштање пољопривредних ораница и остављање изложених ерозији, прекомерна експлоатација земљишта у пољопривреди** (укључујући неадекватну обраду и прекомерну испашу), **неадекватно ђубрење, стварање дивљих депонија, неконтролисано испуштање загађујућих материја и акумулација остатака материјала из рудника, паљење различитих вештачких материјала**, али и **природних**, услед чега се земљиште излаже и екстремно високој температури, која убија земљишни биодиверзитет и уопште утиче на карактеристике земљишта итд. **Утицаји климатских промена имају тенденцију да погоршају процес деградације и да покрећу и/или убрзавају деградацију природних система.** Према доступним подацима и информацијама, просечан садржај органског угљеника у земљишту (индикатор, односно један од показатеља степена деградације земљишта) у Србији је знатно опао, с даљом тенденцијом смањења. Ово се дешава највише због неадекватног начина коришћења земљишта у пољопривреди, у комбинацији с негативним утицајима климатских промена, који још увек нису препознати у довољној мери. Неадекватно коришћење земљишта укључује нпр. начине обраде земљишта и третирања ђубривима, излагање земљишта ерозији услед некоришћења сталног вегетационог покривача, неправилну ротацију усева, напуштање земљишта с ниским капацитетом да се одупре даљој ерозији и деградацији уопште.

**Свако земљиште је формирано у одговарајућим климатским условима па је очекивано да ће, када се ти услови поремете, бити поремећен процес формирања, односно обнављања земљишта** како би оно задржало своје карактеристике, одговарајуће за одређени регион. Овај процес укључује и одржање земљишног биодиверзитета и површинског екосистема (првенствено биљног покривача). Пропадање функционалности ових процеса, који су прилагођени климатским условима области, сматра се да представља **дезертфикацију** области. Иако је дезертфикација процес који се највише јавља у сушнијим регионима, она (услед климатских промена) постаје проблем и других региона. У Србији ће ризик од дезертфикације услед климатских промена расти у будућности, највише због пораста температуре и повећања учесталости и трајања сушних периода и повећања степена аридности (**Прилог 7**).

Изражени утицај климатских промена на деградацију земљишта у Србији долази и од повећања **ризика од ерозије услед екстремних падавина**. До средине века овај ризик биће заступљен на преко 50% површине Србије (**Прилог 7**). Због повећања учесталости суша, а земљиште је остављено изложено (без вегетационог покривача), ризик од **ерозије ветром** се повећава услед климатских промена, нарочито у Војводини. Свакако, комбиновани утицај различитих фактора климатских промена, односно затупљеност суша, екстремних падавина, високих температура, јаког ветра итд. има већи утицај на деградацију.

**Неутрализација деградације земљишта** је циљ који обезбеђује да земљиште задржи или побољша свој квалитет и да може да пружи потребне ресурсе за производњу хране и опстанак екосистема. Ово значи да се спрече различити облици деградације који су могући у одређеној области. Спровођење мера неутрализације деградације земљишта је **веома важно у пољопривреди**. Из овог разлога, где је могуће, предлаже су **следеће мере: нулта обрада** (без орања које нарушава структуру), **оптимално коришћење ђубрива** (у периоду када временски услови и стање земљишта то дозвољавају и у мери које није штетно по здравље земљишта), **оптимално наводњавање** (прекомерно наводњавање или наводњавање у неадекватним периодима могу утицати на деградацију), **коришћење покровних усева** (заштита земљишта од ерозије), **употреба система за дренажу** (спречавање превлаживања земљишта), **друге мере агротехнике које зависе од гајених култура** итд. Свако земљиште је специфично па свако планирање и спровођење мера треба да је у складу са карактеристикама области где се спроводи.

Озбиљност проблема деградације земљишта огледа се у томе што то може бити процес који споро и неприметно започиње, али се тешко зауставља и захтева све већа улагања што је земљиште више деградирано. Превентивне мере, односно **мере које спречавају покретање деградације (било које врсте) су најјефтиније и обезбеђују дугорочну продуктивност земљишта.**



### 1.8.3. Друге опасности од климатских промена

**Поплаве, клизишта, одрони и уопште ерозија земљишта** су највише последица промена у режиму и расподели интензитета падавина и ризик од ових опасности зависи од карактеристика терена где делују ови екстремнији падавински услови. Од карактеристика терена зависи да ли постоје услови за стварање бујица, да ли је земљиште изложено дејству временских услова, да ли постојећа вегетација може да издржи екстремне временске услове, да ли постоји адекватна одбрана од ових опасности. Ерозија зависи и од промене топлотних услова, суше и ветра, као што је објашњено у претходним поглављима.

**Опасност од пожара** се значајно повећава због повећања температура, екстремних топлотних услова и повећања суша. Пожари услед климатских промена могу лакше настати, дуже трајати и захватати веће територије. Њихова појава зависи од карактеристика области, односно заступљености шума, депонија, сметлишта итд.

**Квалитет и доступност воде** су такође угрожени климатским променама. У случају да постоји извор загађења вода, услед утицаја климатских промена (поплава и суша) повећава се ризик за ширење и дуже задржавање загађења. У областима где је мања доступност воде за пиће или је веће загађење, изузетно је велики ризик од појачавања ових негативних ефеката.

**Загађеност земљишта** може такође бити повећана услед утицаја климатских промена на много начина, о чему је већ било речи у делу о деградацији земљишта. Ако постоји извор загађења земљишта, као што је нерационално ђубрење, изливање штетних материја итд. климатске промене могу појачати ове негативне ефекте. Загађеност земљишта и вода је уско повезана, јер може доћи до повећане учесталости транспорта штетних материја услед поплава, повећаних површинских и подземних отицаја услед великих падавина.

**Загађеност ваздуха** се може повећати у периодима повољним за задржавање загађења, који постају учесталији услед климатских промена. Ако постоји извор загађења ваздуха, временски услови који омогућавају да се оно нагомилава и дуже задржава постају дужи и учесталији. То су управо они временски системи који проузрокују стабилно време, односно време с мање ветра и мањим вертикалним мешањем ваздуха (антициклони, локална стабилност ваздуха услед појаве језера хладног ваздуха у долинама). Ако дуже постоје изнад неке области, ови системи могу бити одговорни и за појаву топлотних таласа. Дакле, опасност од задржавања загађења у ваздуху се знатно повећава, како лети тако и зими, односно у било ком периоду. Краткорочне епизоде с падавинама могу само привремено решити овај проблем. Овај ризик је изузетно изражен у урбаним срединама, али и у другим срединама које су под утицајем емисија из термоелектрана на угаљ, индустрије, у срединама с домаћим ложиштима итд. Зими је загађење видљивије због емисија честица сагоревањем, али лети је подједнако опасно због емисија невидљивих гасова. Током лета је далеко већа и опасност од пожара (горења) на депонијама и сметлиштима, због повољнијих временских услова за те догађаје. Ово је пример утицаја климатских промена и на продукцију загађења ваздуха.

### 1.8.4. Преглед утицаја климатских промена на различите секторе у Србији

#### Утицај климатских промена на пољопривредну производњу

Пољопривреда у Србији трпи засад највеће идентификоване губитке услед климатских промена. Климатске промене делују директно на приносе, али угрожавају и цео климатски систем у којем је затупљена пољопривредна производња, односно агроекосистем. Анализа утицаја климатских промена на пољопривреду је изузетно сложена и специфична за сваки подсектор, па чак и за поједине врсте, сорте, хибриде у оквиру једног подсектора. Позитивна страна пољопривреде је што је контролише човек и може прилагодити производњу тако да смањи ризике, а чак и да повећа потенцијалне користи које се јављају услед климатских промена (увођење у производњу нових врста и сорти). Свакако је најважније узети у обзир постојеће и могуће утицаје и успоставити праксе које воде до одрживе пољопривредне производње у климатски променљивим условима, односно спроводити климатски паметну пољопривреду (енгл. *climate-smart agriculture*). Како ће се у наредним поглављима детаљније обрадити ова тема, овде је дат само основни преглед утицаја климатских промена на пољопривреду (**Табела 1**).



Мозгалица...

Из информација добијених у **Мозгалици на стр. 14**, о екстремним временским догађајима, објаснити да ли услед климатских промена постоји опасност да ти екстремни догађаји буду чешћи и/или интензивнији.

**Табела 1.** Примери утицаја климатских промена на сектор пољопривреде у Србији и последице које ти утицаји изазивају. Напомена: врста и величина утицаја су различити у различитим деловима Србије

Климатске промене	Утицаји климатских промена	Последице
Пораст температуре, топлотних таласа и дана са екстремно високим температурама	<ul style="list-style-type: none"> <li>• поремећај фенолошког развоја: убрзавање фенофаза и раније сазревање услед топлијег периода вегетације, раније почетак вегетације услед топлотног таласа и повећан ризик од мраза у вегетацији</li> <li>• повећан топлотни стрес услед екстремно високих температура</li> <li>• оштећења приноса услед високих температура</li> <li>• смањење квалитета приноса услед неповољних топлотних услова</li> <li>• смањење квалитета земљишта и доступности воде</li> </ul>	Повећана је варијабилност у квантитету, али и квалитету приноса из године у годину.
Превише влаге услед великих падавина	<ul style="list-style-type: none"> <li>• неповољни услови за клијање и развој корена услед превелике влаге земљишта или површинске акумулације воде</li> <li>• ремећење оплодње ако се јаве велике падавине у време цветања и опрашивања</li> <li>• погодни услови за развој болести</li> <li>• услед поплава, потпуно уништавање приноса у ратарству, помор животиња, уништавање пољопривредне инфраструктуре, смањење квалитета доступне воде</li> <li>• смањење квалитета земљишта услед ерозије</li> </ul>	За поједине врсте, сорте, хибриде постоји тренд смањења приноса и квалитета приноса.  Повећана је потражња за водом.  Деградација земљишта
Суше	<ul style="list-style-type: none"> <li>• стрес код биљака услед недостатка воде (појачан ефекат услед високих температура) и исушивање биљака</li> <li>• смањени водни ресурси за наводњавање и за стоку</li> <li>• ако је дуготрајно или учестало, изазива смањење квалитета земљишта и чини га осетљивим на ерозију ветром</li> </ul>	Штете на пољопривредној инфраструктури
Олује	<ul style="list-style-type: none"> <li>• изазивају оштећења на биљкама и плодовима, нарочито због града</li> <li>• интензивни догађаји оштећују пољопривредну инфраструктуру</li> </ul>	

### Утицај климатских промена на шуме и шумске екосистеме

Шуме су споро променљиви системи, којима је потребно много времена да се прилагоде климатским условима. Како је природна миграција и прилагођавање знатно спорије од климатских промена савременог доба, шуме постају изузетно рањиве на климатске промене и прети им изумирање. Постоје разлике у способности прилагођавања различитих врста дрвећа, па се тежи да се пошумљавање врши врстама које могу боље поднети будуће климатске промене. **У Србији су нарочито рањиве на климатске промене: храст лужњак, буква, храст китњак, цер, јела, смрча.** Климатски услови крајем 21. века ће бити знатно измењени, у зависности од глобалних емисија гасова са ефектом стаклене баште, па се по променама у тако дугачком периоду и доносе одлуке о потребним мерама које у скоријој будућности треба предузети у шумарству.

Примери повећаних утицаја услед климатских промена у шумама су:

- поремећај фенолошког развоја, а нарочито успоравање раста у време високих температура и суше;
- повећање ризика од штеточина и болести;
- повећан ризик од шумских пожара;
- лом услед обилних снежних падавина, нарочито као је снег тежи (мокар снег);
- спуштање нивоа подземних вода изазива сушење (нарочито код храста лужњака);
- повећана дефолијација (индикатор губљења виталности);
- физичка оштећења услед олуја.

Последице утицаја климатских промена су смањење продуктивности шума, смањење генетичке разноврсности, угроженост функционисања шумских екосистема и услуга које пружају. На пример, шуме су значајне у очувању биодиверзитета и заштити земљишта од ерозије. Због складиштења угљеника, шуме са земљиштем чине велике поноре угљеника, односно утичу на смањење нето емисија угљен-диоксида (нето емисије су детаљније објашњене у целини **1.9.1.**). Ако се смањује продуктивност шума, значи да се њихово складиштење угљеника смањује и то директно утиче на повећање нето емисија. Другим речима, у овом случају, улога шума може бити преокренута, односно уместо понора могу се видети као извори угљен-диоксида.

**Директан утицај климатских промена на здравље је последица повећане учесталости и интензитета топлотних таласа.** Нарочито је велики утицај током лета и у низијским областима, када су температуре ваздуха у току дана изузетно високе. Нарочито су у опасности стари, деца, труднице, хронични болесници, радници на отвореном терену. Повећана варијабилност временских услова у било ком делу године негативно утиче на старе и хроничне болеснике. Топлотни стрес у комбинацији са излагањем јаком Сунчевом зрачењу, као што је случај код радника на отвореном, може знатно угрозити виталне функције организма. Због пораста температуре, у току топлијег дела године, ноћу су температуре неповољне за одмор организма. Нарочито је велики топлотни стрес у урбаним срединама због ефекта урбаног топлотног острва.

**Индијектан утицај климатских промена на здравље се огледа кроз смањену доступност и квалитет воде за пиће, повећан ризик од појаве векторски преносивих болести, односно вируса** (маларија, вирус Западног Нила итд.), **смањен квалитет ваздуха** итд. Такође, могућа је мања доступност хране, али овај ризик је мање изражен у Европи у односу на земље где становници зависе од приноса из године у годину. Ипак, ако се у будућности деси узастопно више година са значајно умањеним приносима, то може утицати на цену и уопште доступност хране. Глобални систем прехране становништва је комплексан, па поремећаји производње хране у једној области света могу изазвати поремећаје у доступности хране у другом делу света. Зато је потребно обезбедити залихе и тежити да се производња прилагоди климатским променама. Производња хране у Србији није само одговорност према становништву Србије већ и према становништву света где извозимо своје производе.

### Утицаји климатских промена на друге секторе

Климатске промене утичу и на друге секторе у Србији. Утичу на **друмски саобраћај**, односно на пројектовање мостова и путева и начине изградње због повећања најпре великих количина падавина и поплава, али и због суша. Утичу на безбедност у саобраћају због учесталих екстремних временских услова. У **сектору енергетике видљиво** је повећање потрошње енергије током лета, због знатно повећаног коришћења клима-уређаја. Такође, и функционисање и хлађење самих системи за производњу је поремећено. Проблем климатских промена прожима све људске активности, односно утиче на функционисање друштвених система, али и на функционисање природних система. Ови системи су у нераскидивој вези, јер човек црпи ресурсе које му пружа природа.

## 1.9. Митигација и адаптација

### 1.9.1. Мере борбе против климатских промена

**Митигација** је ублажавање климатских промена и њен главни циљ је **смањивање нето емисија гасова са ефектом стаклене баште**, како би се успорило, а затим и зауставило глобално загревање, а тиме с временом и климатске промене настале човековим утицајем.

**Адаптација** је прилагођавање климатским променама и њен главни циљ је **предузимање мера које ће омогућити одрживи развој друштва у климатски променљивим условима**, односно обезбедити довољно хране, услове живота и сачувати животну средину.

Планирање и спровођење мера митигације (ублажавања климатских промена) и адаптације (прилагођавања на климатске промене) представља начине **борбе против климатских промена**. Свакако, ове две групе мера се у много чему преплићу. Мере адаптације не смеју представљати додатни стрес за животну средину прекомерном експлоатацијом природних ресурса, који се споро обнављају или се не обнављају, и не смеју допринети порасту нето емисија гасова са ефектом стаклене баште. На пример, облик адаптације у пољопривреди, услед повећања суша, јесте наводњавање. Ако су водни ресурси угрожени, онда ће њихова додатна експлоатација само повећати њихову рањивост на климатске промене. У том случају ово решење се не сматра одрживим. Прекомерно наводњавање може довести до деградације земљишта, па тиме смањити његове способности да складишти угљеник. За мере које подразумевају већи утрошак енергије произведене из фосилних горива, сматра се да су у сукобу с митигацијом. Ако се уведу возила на струју, смањиће се локално загађење, али ако се та струја производи из угља, оваква мера се не може сматрати за меру митигације.



Изабери најинтересантије информације о утицајима климатских промена на различите секторе у Србији. Објасни и наведи још неке примере за које знаш, а који могу бити последица утицаја климатских промена.

### КЉУЧНИ ТЕРМИНИ

- митигација и адаптација
- нето емисије гасова са ефектом стаклене баште
- решења заснована на природи
- приоритетне мере адаптације



Објасни значења адаптације и митигације и на који начин могу бити повезани.

**Нето емисије гасова са ефектом стаклене баште** представљају разлику између емисија и понора (уклањања) гасова са ефектом стаклене баште из атмосфере. Дакле, **мере митигације подразумевају мере које утичу на смањење емисија и мере које утичу на повећање понора**, јер оба доприносе смањењу нето емисија гасова са ефектом стаклене баште. На пример, стављање филтера на димњаке термоелектрана представља смањење емисија. Чак и цела енергетска транзиција с производње енергије из угља на производњу енергије из обновљивих извора енергије (Сунце, ветар, вода) сматра се да доприноси митигацији, јер се у процесу производње смањује емисија гасова са ефектом стаклене баште. **Повећање органског угљеника у земљишту** се сматра за повећање понора, па такође доприноси митигацији. **Повећање површина под шумама** такође доприноси митигацији, кроз повећање понора, јер шуме имају већи капацитет да везују угљеник из атмосфере. Свакако, било које побољшање стања земљишта и пошумљавање (повећање продуктивности, заштита од ерозије) у условима климатских промена раде се са циљем адаптације на климатске промене, али доприносе и митигацији.

Дакле, **мере адаптације и митигације се не могу потпуно раздвојити**. Важно је обезбедити у планирању мера митигације да се не повећа рањивост на климатске промене неког система и друштва. Не сме бити прекомерне експлоатације и загађења земљишта, воде и ваздуха, излагање радника на отвореном топлотним стресу итд. У планирању мера адаптације треба водити рачуна да она не доприносе повећаној нето емисији гасова са ефектом стаклене баште.

**Спровођење мера митигације, адаптације и заштита животне средине су у нераскидивој вези.**

### 1.9.2. Решења заснована на природи

**Решења заснована на природи** (енгл. *Nature-based Solutions* – у даљем тексту *NbS*) представљају концепт који обухвата велики број активности које се ослањају на коришћења услуга екосистема (природних или модификованих) да би се решили тзв. **друштвени изазови**, али на адаптиван начин и обезбеђујући добробит људи и биодиверзитета. Добробит се огледа у здрављу, условима живота и безбедности. **Под друштвеним изазовима** се сматрају: **смањење ризика од катастрофа, економски и друштвени развој, прехранбена сигурност** (обезбеђивање довољно хране), **сигурност водоснабдевања** (обезбеђивање довољно воде), **смањење или спречавање деградације животне средине итд.** Услед убрзаних климатских промена, адаптација и митигација такође постају глобално препознати друштвени изазови. Наведени друштвени изазови су циљеви или проблеми који су препознати на глобалном нивоу, односно у свим деловима света.

*NbS* је посебно дефинисан концепт, иако се односи на добро познато коришћење екосистемских услуга, да би се обезбедило да мере које се спроводе буду одрживе. На пример, спровођење пошумљавања изражено у количини пошумљених области, може изгледати као природна мера која спречава ерозију земљишта, која повећава способност складиштења угљеника итд. Међутим, ако врсте нису отпорне на климатске промене, ако област на којој су подигнуте не може да обезбеди услове за њихов опстанак, у смислу довољне количине воде итд., то решење се сматра неодрживим, шуме ће пропасти, а улагања у санирање штете ће се повећати. Такође, пошумљавање једном врстом чини цео систем доста рањивим и неодрживим. У адаптацији се овако погрешан приступ зове *maladaptation* односно адаптација која више шкоди него што чини добром.

Основа функционисања *NbS* јесте дугорочност, односно да се обезбеди да спроведена мера буде одржана дуго у будућности, уз редовно праћење. Успостављање *NbS* може у почетку захтевати већа улагања, али је њихова исплативост загарантована на дужи временски период. За обезбеђивање дугорочности неопходно је укључити локалну заједницу, која ће сачувати њено функционисање у наредним генерацијама. Потребно је заштити и од промене политика у региону, односно на њу не сме утицати промена политичке воље и активности која може угрозити њено функционисање у будућности. На пример, ако се обнови неко природно плавно подручје, као природна мера заштите од поплава, потребно је заштитити да се у скорије време мења намена тог подручја.

Примери *NbS* и примери чему доприносе су:

- **пошумљавање и обнављање шума отпорним врстама** – спречавање од ерозије;
- **обнављање и очување тресетишта, мочвара и других плавних површина** – природна одбрана од поплава и стварање површинских акумулација воде;
- **имплементација агрошумарства – ветрозаштитни појасеви**, повећање биодиверзитета агроекосистема, успостављање силво-пасторалних система.

Има пуно различитих примера *NbS*, али и пуно услуга које пружа свака од мера. Осим чистих *NbS*, односно **зелених мера**, могуће је успоставити и комбиноване **зелено-сиве** мере. Овакве мере могу се имплементирати тако да се делом користе услуге природе, а делом представљају инжењерско решење. **Пример за то је добијање енергије из биомасе**. То је комбинована мера. Ако се сматра за *NbS*, онда мора значити и да не загађује животну средину. Код сагоревања биомасе је мања емисија угљен-диоксида него када се енергија добија сагоревањем угља. Ипак, у случају да се не изведе исправно, може доћи до емитовања много штетних материја, па се мора обезбедити и да не штете животnoj средини, како би се сматрала за одрживо решење. Свако сагоревање различитих материјала (без третирања гасова и честица која се притом емитују и посебног третирања остатака) може довести до загађења животне средине, што директно угрожава здравље.

Један од примера примене решења заснованих на природи у пољопривреди је **стварање система одживог наводњавања коришћењем вода сакупљених из падавина**, као и успостављање повезаног система дренаже и акумулација који представљају комбиновано решење за одбрану од поплава и суше.

***NbS* се могу користити у адаптацији на климатске промене, али имају доприносе и у митигацији** због смањења нето емисија (повећања понора угљеника) и због могућег утицаја на смањење глобалне температуре (повећање зелених површина). Светски тренд је да се овај концепт укључи у планирање сваког пројекта, јер подразумева, осим прилагођавања на климатске промене, и очување природних ресурса (спречавају деградацију земљишта и вода) и животне средине уопште, што обезбеђује здраву и безбедну средину за развој друштва.

### 1.9.3. Емисије гасова са ефектом стаклене баште и планирања мера митигације

**Највеће емисије гасова са ефектом стаклене баште долазе из сектора енергетике**, преко 70% укупних глобалних емисија. Ту спадају и емисије из производње енергије која се користи у индустрији, у домаћинствима и пословним просторима, у транспорту итд.

**Други највећи емитер је комбиновани сектор AFOLU (Agriculture, Forestry & Land use / пољопривреда, шумарство и коришћење земљишта)**. У проценама емисија сектор пољопривреде, шумарства и других начина коришћења земљишта се посматрају заједно, јер се њихове емисије односе на допринос нето емисијама које настају услед активности које се обављају на земљишту, као што је крчење шума, обрада земљишта, испаша итд. AFOLU сектор је одговоран за око **18%–19% глобалних нето емисија** гасова са ефектом стаклене баште. **Из пољопривредне производње (обраде земљишта, узгоја стоке, ђубрења итд.) долази чак око 10% глобалних емисија гасова са ефектом стаклене баште**. Поред тога, спаљивање усева, жетвених остатака, доприноси на глобалном нивоу чак 3,5% нето емисијама гасова са ефектом стаклене баште. Крчење шума доприноси са око 2%–3% глобалним нето емисијама.

Глобалним нето емисијама доприносе и директне емисије из индустрије (око 5%) и емисије настале из отпада (око 3%).

Како су највеће емисије из сектора енергетике, највећи напори у спровођењу митигације (ублажавања климатских промена) фокусирани су у промене у овом сектору. У енергетици смањивање емисија гасова са ефектом стаклене баште се спроводи кроз следеће активности:

- **активности које директно смањују емисије гасова са ефектом стаклене баште** – на пример, постављањем филтера;
- **повећање удела производње енергије из обновљивих извора енергије** – смањење коришћења фосилних горива и повећање производње енергије из енергије Сунца, ветра и воде (ово представља основу енергетске транзиције), у чијој производњи су мање емисије гасова са ефектом стаклене баште;
- **повећање енергетске ефикасности** – смањење губитака енергије у процесу производње и транспорта, смањење потреба за коришћењем енергије (нпр. боље изолације на кућама и зградама) и рационално коришћење енергије (директно повезано и с подизањем свести људи о рационалном коришћењу електричне енергије у домаћинствима).



Резултат свих ових активности је видљив у промени емисија гасова са ефектом стаклене баште из сектора енергетике.

Смањењу нето емисија други сектори могу допринети и на следеће начине:

- **повећање површина под шумама или другим екосистемима** који имају већу моћ складиштења угљеника од постојеће површине;
- **повећање садржаја органског угљеника у земљишту;**
- **смањење емисија метана другачијим праксама у пољопривреди;**
- **смањење паљења усева, односно жетвених остатака.**

Узимајући у обзир све активности које смањују емисије и активностима које повећавају поноре, резултат треба да буде видљив кроз смањене нето емисије гасова са ефектом стаклене баште. Овај број се рачуна и на националном нивоу и приказује учинак државе у спровођењу мера митигације.

Смањење нето емисија угљен-диоксида је од посебног значаја и увек се истиче као најважније у митигацији, јер се овај гас вековима задржава у атмосфери. **Метан**, који је такође гас са ефектом стаклене баште и то вишеструко ефикаснији у апсорпцији топлотног зрачења (задржавању топлоте) од угљен-диоксида, **највише се емитује из сточарске производње**. Тренутно (у време писања овог приручника) га има око два и по пута више него у преиндустријско доба. Међутим, он се кратко задржава у атмосфери, око десет година. Зато се сматра да ће се, у случају смањења емисија метана, он релативно брзо уклонити из атмосфере и његов допринос глобалном загревању ће се брзо смањити. Тиме би се мало успорио глобални пораст температуре и добило време пре него што се достигну критичне вредности глобалног загревања.

Из горенаведених примера види се да је потребно највеће напоре уложити у сектору енергетике за смањење глобалних емисија. Треба имати на уму да овај сектор подразумева и енергију која се користи у индустрији, домаћинствима, транспорту итд. Ипак, веома значајну улогу, а сада већ и критичну улогу, има пољопривреда у смањењу глобалног загревања.



#### Мозгалица...

Пронађи опширније шта све утиче на угљенични отисак и како се може смањити.  
Додатни рад:  
Пронађи како се рачуна угљенични отисак и израчунај свој угљенични отисак.

Важно је разумети да се **мере митигације могу подударати с мерама за очување животне средине**, односно мерама за побољшање квалитета ваздуха, мерама за смањење загађења земљишта и вода итд. Ипак, **загађења се не могу решити мерама митигације**. Загађење је много шири проблем. На пример, загађење ваздуха се не може смањити пошумљавањем. Заправо, шуме су погођене загађењем као и други организми и ако живе у загађеној средини повећава се њихова рањивост и заправо смањује шансу да ће вршити своју функцију у заштити земљишта од ерозије и апсорпцији угљен-диоксида из атмосфере. Другим речима, загађење смањује шансу да ће спроведене мере бити ефикасне и могу изазвати контраефекат, а то је у овом примеру изумирање шума.

Мере митигације се планирају и спроводе на националном нивоу и представљају допринос смањењу глобалних нето емисија гасова са ефектом стаклене баште. Ово значи да доприносе успоравању пораста средње глобалне температуре, односно доприносе успоравању климатских промена, а на крају и њиховом заустављању. Дакле, важно је учествовање свих земаља ма колико мале биле, јер то обезбеђује пут ка одрживом развоју. Заузврат, земље добијају одређене подстицаје да спроводе ове мере, што је нарочито важно за земље у развоју као што је Србија. За овакве подстицаје обезбеђени су глобални фондови.

**Угљенични отисак** је процена доприносу емисија гасова са ефектом стаклене баште. За сваког појединца се може проценити његов угљенични отисак, за сваку активност коју обавља (нпр. угљенични отисак једног путника у авиону, који се приказује и на авионским картама). Угљенични отисак се може проценити и за одређеног пољопривредног произвођача, а може се проценити и за целу земљу. Учинак спровођења мера митигације се може изразити и преко смањења угљеничног отиска. Другим речима, у интересу произвођача може бити да смањи свој угљенични отисак, не само због воље да уради исправну ствар већ и због тога што може имати користи од различитих подстицаја који се обезбеђују у многим земљама. Такође, постоји глобални тренд да се производи настали коришћењем енергије из угља, више опорезују и постану прескупи, па тиме и неисплативи за потрошаче.

#### 1.9.4. Процена рањивости и ризика и планирање мера адаптације

Да би се одредиле мере адаптације (мере прилагођавања на климатске промене) потребно је одредити да ли постоји осетљивост и рањивост на климатске промене. **Осетљивост** је када неки систем или пракса зависе од временских и климатских услова. Ако се зна да постоји осетљивост, онда се процењује рањивост на климатске промене. **Рањивост на климатске промене подразумева да систем или пракса који су осетљиви заправо јесу под утицајем климатских промена**, односно услови се мењају на неповољан начин. Рањивост се види кроз штете и губитке које су проузроковане климатским променама. Штета је, на пример, смањење приноса, квалитета приноса, плављење пољопривредних површина, оштећење пољопривредне инфраструктуре услед олуја са градом, удара ветра, поплава итд. Губитак је дугорочна последица, нпр. немогућност бављења биљном производњом неко време на поплављеној области или услед недовољно ресурса за обављање производње због нанете штете итд. Знајући будуће климатске промене по одређеним сценаријима, **може се проценити будућа рањивост система или праксе и то се назива процена ризика**.

Дакле, **да би се добро одредиле мере адаптације на климатске промене потребно је прво урадити процену рањивости и ризика**. Ово је врло комплексан задатак и захтева мултидисциплинарну сарадњу различитих струка, у зависности од сектора за који се ради процена.

**Мере адаптације** се бирају и спроводе по следећим критеријумима:

- **Да ли решавају уочен проблем изазван климатским променама на одржив начин** – да ли ће њихово спровођење допринети очувању ресурса, здравља и животне средине?
- **Колико су хитне** – да ли ће њихово спровођење у одређеном периоду проузроковати велике губитке услед климатских промена у будућности?
- **Да ли су исплативе** – да ли ће трошкови спровођења мера бити мањи од штета и губитака које ће нанети климатске промене?

Како није могуће спровести одмах све потребне мере адаптације, а и због будуће динамике промене климе којој се стално треба прилагођавати, потребно је добро одредити приоритете у сваком сектору, по овим наведеним критеријумима.

**Мере адаптације не смеју угрозити стање животне средине**, не смеју се ослонити на прекомерно коришћење воде, не смеју се ослонити на мере које деградирају земљиште, загађују ваздух и повећавају емисије гасова са ефектом стаклене баште итд. На пример, смањивање утицаја суша на смањење приноса се може решити наводњавањем. Ако се потрошња воде ослања на воду чија расположивост је угрожена климатским променама, то није исправна мера адаптације. Ако је потребно наводњавати толико да превазилази вредности које могу довести до деградације земљишта, то није добра мера адаптације. Решење је у том случају користити воду из вештачких акумулација или променити врсту која се гаји. Слични примери се могу навести и у коришћењу ђубрива, које може довести до загађења земљишта и подземних вода.

**Циљ је спровести мере чија имплементација ће мање коштати него очекиване штете и губици ако се та мера не спроведе**. Посебно, у шумарству, потребно је сагледати климатске промене до краја века и по њима планирати мере адаптације. У овом случају, ако се не спроведу правовремено мере адаптације, утицаји ће се видети далеко у будућности и могу бити толико велики да неће бити у могућности да се умање. Дакле, важно је **правовремено спровођење мера**. Одлагање спровођења мера адаптације повећава трошкове.

**Повећање отпорности на климатске промене** се спроводи кроз мере адаптације, а оне обухватају смањење ризика од негативних утицаја климатских промена (смањивање рањивости система или пракси у будућности) и повећање брзине опоравка од негативних утицаја. Повећање брзине опоравка јесте способност да се смање губици услед негативних утицаја од климатских промена. На пример, ако поплава оштети куће и имања, важно је брзо санирати штете и вратити пуну функционалност насеља.

За разлику од митигације, **корист мера адаптације се осећа на локацији где се спроводе**, па је у директном интересу сваког од нас да сагледа проблеме климатских промена. Утицаје климатских

промена у будућности потребно је узети у обзир у планирању развоја области неке локалне самоуправе, у планирању пољопривредне производње, у планирању заштита од екстремних временских догађаја и других повезаних климатских опасности (поплава, пожара, клизишта, топлотних таласа итд.). Свака област је специфична, као и праксе које се спроводе у њој, па су и стога специфичне мере адаптације. Из овог разлога успешност спровођења адаптације умногосте зависи од едукације и ангажовања локалне самоуправе, па и сваког појединца.

### 1.9.5. Приоритетне мере адаптације у Србији

На националном нивоу одређене су мере адаптације које треба спровести у блиској будућности. У сектору шумарства и пољопривреде израђене су процене ризика и рањивости на националном нивоу, па је за ове секторе могуће и одредити мере адаптације, док је за друге секторе циљ да се утврде методологије за ове процене, да се израде процене и тек онда одреде мере адаптације (очекује се напредак у проценама у блиској будућности, ове информације важе у време писања овог текста).

Спровођење адаптације на националном нивоу је заправо врло комплексан посао који захтева увођење нових информација у изради националних и локалних стратегија, нових методологија у процене потребне за планирање развоја привреде и изградње, обавезивање локалних самоуправа да узимају у обзир процене климатских промена и утицаја у планирању свог развоја итд. Учешће сваког појединца у прилагођавању на климатске промене у свом животу и раду је неопходно.

#### Мере адаптације у шумарству су:

- **пошумљавање и обнављање шума климатски отпорним врстама** (отпорним на суше, топлотне таласе, нове болести итд.);
- **оптимално пошумљавање климатски отпорним врстама ради заштите од ерозије** и доприноса смањењу нето емисија гасова са ефектом стаклене баште;
- **промене у пракси у газдовању шумама** и прелазак на газдовање блиско природи;
- **смањивање ризика од шумских пожара** и повећање ефикасности њиховог сузбијања;
- **праћење утицаја климатских промена** и развој знања о утицајима климатских промена на шуме и шумске екосистеме итд.

**Мере адаптације у пољопривреди** су специфичне за сваки подсектор, па и за сваку врсту и локацију. Неки од општих **примера мера адаптације** које треба спровести у пољопривреди су:

- **селекција врсти, сорти и хибрида** које трпе мањи утицај климатских промена или могу избећи негативне утицаје – одлучити шта да се гаји, а да штете не буду велике од негативних утицаја климатских промена, укључујући и утицаје учесталијих и интензивнијих временских догађаја;
- **примена агротехничких мера** за ублажавање негативних утицаја неповољних (екстремних) временских услова – знати шта и када радити да би се избегле штете екстремних временских услова;
- **употреба противградних мрежа и мрежа за засену** у вишегодишњим засадима;
- **заштита од утицаја мрза** у време вегетације;
- **праћење појаве болести и штеточина** и правовремено сузбијање негативних утицаја;
- **оптимално наводњавање** – смањење негативних утицаја суша у складу с расположивим водним ресурсима и обезбеђивање воде за наводњавање у периоду суша;
- **обезбеђивање климатизованих простора** за гајење животиња – смањење од растућег ризика од топлотног стреса;
- **у сточарству гајење врста отпорнијих** на сушу и топлотни стрес.

#### Мозгалица...



На основу уочених утицаја климатских промена у твом региону (може бити повезано са Задацима 1 и 2) наведи шта бисте урадили да смањите негативне утицаје климатских промена, односно које мере бисте изабрали за адаптацију. Да ли постоје неке препреке за спровођење тих мера адаптације?

За спровођење ових мера потребно је едуковати произвођаче, побољшати њихов приступ информацијама (обезбедити да редовно буду информисани о климатским и временским условима и препорукама које мере могу спровести да би смањили штете и губитке), као и обезбедити подстицаје произвођачима за спровођење мера. Како је списак мера за пољопривреду дугачак, оне ће детаљније бити објашњене кроз наредне лекције које едукују о начинима прилагођавања климатским променама сваког подсектора пољопривреде.

**Мере адаптације у другим секторима** фокусиране су на заштиту, односно повећање отпорности, инфраструктуре (путева, грађевина итд.), на заштиту угрожених врста у природним системима, на повећање заштите од нових болести (нарочито оних које се преносе инсектима), на повећање информисаности становништва и послодаваца (због рада на отвореном) о временским условима и непогодама итд. Све мере адаптације на климатске промене морају допринети обезбеђивању животних услова свим становницима, односно обезбедити доступност воде за пиће, хране и заштити их од климатских опасности.

## ● Литература

Digitalni atlas klime Srbije: [atlas-klime.eko.gov.rs](https://atlas-klime.eko.gov.rs)

IPCC (2019). **Klimatske promene i zemlja: IPCC specijalni izveštaj o klimatskim promenama, dezertifikaciji, degradaciji zemlje, održivom upravljanju zemljom, prehrambenoj sigurnosti, i fluksusima gasova sa efektom staklene bašte u kopnenim ekosistemima** [editori: P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.- O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malvley].

IPCC (2021). **Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 3–32, doi:10.1017/9781009157896.001.

IPCC (2022). **Summary for Policymakers. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 3–33, doi:10.1017/9781009325844.001.

РС (2023). **Програм прилагођавања на измењене климатске услове за период 2023-2030**, Службени гласник 119/23, Република Србија.

Popović, D., Vuković, A. (2019). **Klimatske promene**. Akademska misao, Beograd, ISBN: 978-86-7466-770-5.

Ruml, M. (2016). **Meteorologija**. Univerzitet u Beogradu – Poljoprivredni fakultet, ISBN: 978-86-7834-238-7.

Vuković, A., Vujadinović Mandić, M. (2019). **Meteorologija i klimatologija – Praktikum**. Univerzitet u Beogradu – Poljoprivredni fakultet, ISBN: 978-86-7834-338-4.

Vuković Vimić, A., Petrović, N., Weinreich, A., Pistorius, T. (2021) **Rešenja zasnovana na prirodi za klimatske promene i potencijal za njihovu primenu u Srbiji**, UNDP, Beograd, Srbija. ISBN: 978-86-7728-304-9.

Životić, Lj., Vuković Vimić, A. (2022). **Soil degradation and climate change in Serbia**, UNDP, Belgrade, Serbia, ISBN 978-86-7728-356-8 (prevod na srpski jezik u izradi).

кључни појмови и дефиниције у поглављу

страна

- 45 ● дефицит воде
- 45 ● наводњавање
- 46 ● систем за наводњавање
- 48 ● расположиви водни ресурси за наводњавање
- 50 ● квалитет воде за наводњавање
- 50 ● клима и наводњавање
- 51 ● земљиште и наводњавање
- 52 ● биљка и наводњавање



# НАВОДЊАВАЊЕ

## 2.1. Наводњавање као мера адаптације на климатске промене и одрживу пољопривредну производњу

У условима климатских промена наводњавање постаје неопходна агротехничка мера у биљној производњи. Повећање температуре и све учесталији периоди суше доводе до повећања дефицита воде (нето норме наводњавања) и повећане потребе за применом наводњавања.

**Дефицит воде** је недостатак воде који настаје као разлика између потрошње воде на процес евапотранспирације (потрошња воде од стране биљака) и падавина.

Управо овај недостатак воде може се надокнадити применом наводњавања. **Наводњавање је поступак додавања воде биљкама на пољопривреним површинама ради побољшања квалитета и висине приноса.** Наводњавање се обично примењује у подручјима с недовољним количинама падавина или у временским периодима – деловима вегетације у којима није осигурана довољна количина влаге за раст и развој биљака. У Србији се наводњавање сматра допунском мером (додавање воде у делу вегетације – фенофазама у којима су биљке најосетљивије на недостатак воде, што је за већину гајених усева фаза цветања и плодношења).



Слика 1. Акумулација воде која се користи за наводњавање воћњака јабуке

**Потреба за наводњавањем** у климатским условима Србије јавља се најчешће у јулу и августу, који се називају месеци вршне потрошње (највећих потреба за водом).

Међутим, у условима климатских промена, као и у интензивној воћарској, повртарској и производњи семенског материјала, наводњавање је постало основна мера.

**Примена наводњавања** као мере адаптације на сушу је одлично решење. Међутим, на примену наводњавања утиче велики број фактора, јер оно не доноси само добит, него чак може узроковати велике штете ако се не примењује правилно.

### КЉУЧНИ ТЕРМИНИ

- земљиште
- дефицит воде
- наводњавање
- квалитет воде

### Да ли сте знали...

У свету се наводњава само 20% пољопривредних површина, али се с тих површине произведе 40% хране.

Поред великог броја фактора који утичу на избор начина и техника наводњавања, велико је питање могућности извођења наводњавања као мере адаптације на климатске промене због смањења расположивих водних ресурса. С обзиром на чињеницу да пољопривреда користи око 70% светских водних ресурса који се морају очувати, ради се на доношењу различитих регулатива о могућностима коришћења воде уз посебне дозволе и накнаде, што ће утицати на смањење исплативости наводњавања.

У основи постоје два начина наводњавања:

- 1) површинско – гравитационо;
- 2) наводњавање под притиском.

**Системи за наводњавање се класификују на више начина:**

**На основу извора воде:**

- снабдевање чистом водом из **површинских токова** (река, језера итд.);
- извор воде је **подземна вода**;
- извор воде су **површинска и подземна вода заједно**;
- **пречишћене отпадне воде**;
- мешавина пречишћене отпадне и површинске или подземне воде заједно.

**На основу врсте доводника:**

- **систем отворених канала**;
- **системи под притиском**: разгранати систем, затворени систем и комбиновани систем.

**На основу расположивог притиска:**

- систем под високим;
- и ниским притиском.

**На основу порекла притиска:**

- **гравитациони систем**: извор воде на вишем терену (надморској висини) него наводњавана површина;
- **притисак створен пумпама за подизање воде** – наводњавана површина на вишој надморској висини (вишем терену) од извора воде;
- **мешовити систем**.

**На основу начина коришћења воде:**

- **стално снабдевање водом**: најјефтиније, али захтева акумулацију воде на пољу;
- **снабдевање водом у ротацији**: ротација у фиксном временском интервалу (вода се користи у тачно одређено време), програмирана ротација се користи када је заливно поље подељено на више мањих заливних поља (блокова);
- **снабдевање по слободној потражњи**.

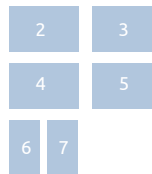
**На основу начина и методама довођења воде (најчешће се примењује у пракси):**

- **гравитациони системи наводњавања**: наводњавање из бразда, трака, преливањем, потапањем, наводњавање контурним браздама;
- **системи за наводњавање под притиском**: наводњавање кишним крилима, тифони-ма, ПИВОТ уређајима, ЛИНЕАРИМА, БУМ уређајима;
- **локализовано наводњавање под притиском**: метод кап по кап, микроорошавање, пулсационо наводњавање.

### На основу покретљивости система за наводњавање:

- **стационарни системи:** сви делови система од извора до дистрибуције на пољу су трајно постављени на једном месту (пример – систем кап по кап);
- **полустационарни систем:** неки делови трајно на једном месту (најчешће водозахват, главни доводник и разводници), а остали делови мењају позиције (делови дистрибуције воде на пољу: тифон, кишно крило итд.);
- **нестационарни системи наводњавања** – сви делови система су мобилни.

Данас су развијене технике наводњавања, али постоји велики број критеријума и фактора који нас упућују на избор одређеног система наводњавања (**Слике 2–7**).



- 2 – Заливање кукуруза методом орошавања
- 3 – Заливање пасуља методом кап по кап
- 4 – Детекција потребе за наводњавањем винове лозе
- 5 – Винова лоза наводњавана методом кап по кап
- 6, 7 – Наводњавање винограда методом кап по кап



## 2.2. Фактори који утичу на примену наводњавања

**Расположиви водни ресурси за наводњавање** – рационално управљање водним ресурсима је неопходно, јер и тренутна ситуација указује да су водни ресурси у недостатку, док предвиђања показују да ће недостатак воде бити још већи. Потребне и приступачност воде за наводњавање се разликује. С једне стране имамо случај недовољно искоришћеног потенцијала за наводњавање, а с друге стране имамо недовољно расположивих водних ресурса за примену наводњавања. Пример у нашој земљи: хидросистем Дунав – Тиса – Дунав (ДТД) – првобитна намена је одводњавање (одвођење вишка воде). Међутим, како се ради о каналској мрежи с каналима двоструке намене (у сезони вишка воде користе се за одводњавање, док се у сезони недостатка воде могу користити за наводњавање), каналска мрежа хидросистема ДТД може се користити за наводњавање. Потенцијал за наводњавање поменутог хидросистема је 500.000 ha, а тренутно је у систему наводњавања око 70.000 ha.



Да ли сте знали...

Скоро половина светске популације се суочава с несташицама воде, а око 2,2 милијарди људи нема приступа свежој пијаћој води. Предвиђа се да ће се услед климатских промена оваква ситуација још више погоршати.

Свака промена у окружењу, па и климатска, веома се брзо и непосредно одражава на воду, водне ресурсе и читав сектор вода. Те промене подразумевају све већу неравномерност расположивих количина воде, све дужи маловодни период, када је тешко обезбедити захтеване количине воде за све кориснике и све краћи, али интензивни период великих вода које су разорног дејства.

**Управљање водним ресурсима** представља систем мера за коришћење и контролу водних ресурса како би се осигурала ефикасност пољопривредних активности и елиминисали потенцијални ризици, као што су поплаве или дефицит воде за заливање.

**У случају недовољних водних ресурса за наводњавање потребно је посегнути за решењима:**

**Изградња акумулација** за прихватање и чување воде у периоду великих количина падавина. Сакупљена и акумулирана вода се у периоду недостатка воде може употребити за наводњавање. **Реконструкција и ревитализација постојеће каналске мреже** чија је основна функција одводњавање (дренажа, одвођење вишкова воде) ради заштите од превлаживања земљишта, поплава, бујица и ерозије, а и акумулације и чувања воде која се у периодима недостатка воде може користити за наводњавање.

**Пречишћавање отпадних вода** – у условима недостатка воде доброг квалитета, вода маргиналног квалитета треба да се узме у разматрање за коришћење у пољопривредној производњи.

**Воде маргиналног квалитета** поседује одређене проблематичне карактеристике када се користе за одређене намене (нпр. наводњавање).

**Примена комуналних вода** носи са собом ризике по здравље људи док коришћење бракичне (заслањене) воде носи са собом ризике од деградације земљишта. Ове чињенице указују да уколико се желе користити ове воде у пољопривредној производњи, потребно је да се на њима примене одређене мере пречишћавања и да се прати њихов квалитет. Примена ових мера смањује загађивање водотока, штеди употребу воде доброг квалитета, и употребу велике количине биљних хранива, нарочито фосфора и калијума, које се налазе у овим водама.

**Примена редукованог и интервентног режима заливања** – зна се у ком периоду вегетације су биљке најосетљивије на недостатак воде (критична фенофаза), тада се примењује наводњавање или у фенофазама када су биљке мање осетљиве на недостатак воде, примењујемо мање норме заливања. Пратећи осетљивост културе на недостатак воде, примењујемо мању норму заливања или заливамо само у критичној фенофази. Важно је познавати: осетљивост биљне врсте на недостатак воде, најкритичније фенофазе, дозвољено исушивање. **Већина култура је најосетљивија на недостатак воде у фенофази цветања и плодношења.** Како би се уштедела вода и применио режим редукованог или интервентног заливања, веома је значајно знати колико се сме исушити земљиште од укупне приступачне воде, а да биљка не буде под водним стресом и значајно не смањи висину и квалитет приноса (дозвољено исушивање). У **Табели 1** су приказане просечне норме наводњавања и дозвољено исушивање најзаступљенијих култура у биљној производњи у Републици Србији.

**Циљ наводњавања није остваривање максималних већ оптималних приноса (економски најоправданијих) у циљу уштеде воде.**

Табела 1. Просечне норме наводњавања и дозвољено исушивање најзаступљенијих култура у биљној производњи Србије

Најзаступљеније културе у биљној производњи Републике Србије	Просечна норма наводњавања у (mm)	Дозвољено исушивање (%) од укупне расположиве воде у земљишту
кукуруз	340	40–80
стрна жита	углавном без наводњавања	
стрна жита	200	45–70
шећерна репа	470	55–85
ливаде и пашњаци	150	45–70
винова лоза	200	35–80
јабука, крушка, шљива, орах и леска	460	50
кајсија, бресква, нектарина	230	50
вишња и трешња	190	50
малина, купина, боровница	220	50



Слика 8. Повећање садржаја органске материје у земљишту – уношење стајњака

**Одрживо коришћење земљишта** – мере одрживог управљања земљиштем су усмерене на очување земљишног покривача преко мера повећања органског угљеника у земљишту, мера конзервације влаге у земљишту, заштите земљишта од ерозије водом и ветром, мера конзервацијске обраде и сл. Уношење стајњака доприноси повећању органске материје у земљишту (Слика 8).

Одрживо управљање земљиштем је један од 17 циљева одрживог развоја.



## 2.3. Услови за примену наводњавања

**Извор воде**, настао природним или вештачким путем, основни је услов за примену наводњавања, а његова позиција на терену може директно утицати на начин наводњавања.

**Пример:** Извор воде на вишој надморској висини од парцеле која се наводњава је позитиван предуслов за примену **гравитационог начина наводњавања**. Ако је вода испод или на површини земље и црпи се пумпама, логично је да се за дистрибуцију воде користе цеви под притиском и примени један од начина и техника **наводњавања под притиском**.

**Удаљеност извора воде** од поља које се наводњава је такође значајан фактор за одабир начина наводњавања. Када се извор воде налази у близини поља, избор начина наводњавања зависи од других фактора, а при довођењу воде са значајне удаљености, бира се најекономичнији начин.

**Пример:** вода се доводи отвореним каналима, гравитациони метод наводњавања је логичан избор. Међутим, ако се ради о веома дугим, вијугавим каналима, они се могу заменити, односно довођење воде се може вршити на економичнији начин, уз коришћење краћих цевовода, што је услов за примену наводњавања под притиском.

**Довођење и укупна количина воде** – Довод воде мањи од 100 m<sup>3</sup>/h, предност имају системи под притиском због веће ефикасности.

Средњи довод воде (100–400 m<sup>3</sup>/h) погодан је и за гравитационо и наводњавање под притиском.

Довод воде већи од 400 m<sup>3</sup>/h, предност имају гравитациони системи.

### Квалитет воде

**Салинитет** (садржај соли у води за наводњавање) и количина наноса

Уколико је у води за наводњавање присутна велика количина наноса, алги, муља и других наталожених материја, постоји велики ризик за рад система под притиском услед зачепљења емитера за испоруку воде (распрскивача и капаљки). Како је пречишћавање и филтрација воде овог квалитета веома скупа и тешко изводљива, предност се даје гравитационим системима код којих нанос не проузрокује велике проблеме. Такође, примена отпадних вода је могућа код оних биљака чији јестиви органи нису директно наводњавани, што поново даје предност гравитационим системима.

Када вода за наводњавање садржи растворљиве соли, мора се изабрати начин наводњавања такав да се избегне концентрација соли у земљишту (засољавање земљишта), што се постиже адекватном применом система под притиском.

**Цена воде** је главни фактор у економским анализама и даје се предност системима који у датим условима дају највећу ефикасност наводњавања.

**Нагиб и уједначеност терена** – Основни услов за примену гравитационог начина наводњавања је да се извор воде налази на већој надморској висини од наводњаваног поља, да постоји природни притисак. На неравним и теренима на већим надморским висинама боље је користити системе под притиском. Равничарски терени и терени с малим нагибима су погодни за оба начина наводњавања.

**Код терена с већим нагибом наводњавање може довести до појаве штетних ерозионих процеса.**

**Величина и облик наводњаваног поља** – велика поља имају погодност за примену оба начина наводњавања, док се код мањих поља предност даје наводњавању под притиском.

### Клима

**Ветар** – Појава ветра на наводњаваној површини може директно утицати на избор система за наводњавање. Присуство јаких ветрова може утицати на смањење уједначености дистрибуције воде код наводњавања под притиском (орошавањем). Систем наводњавања под притиском – орошавањем се може применити када просечна брзина ветра не прелази 3,5 m/s. **Брзина ветра не утиче на гравитационе систем наводњавања и на наводњавање методом кап по кап.**

**Температура и влажност ваздуха** – Висока температура и ниска релативна влажност ваздуха утичу на повећање губитака воде и на процес евапотранспирације. Примена начина наводњавања гравитацијом и под притиском – метод орошавања – у условима високих температура и ниске релативне влажности ваздуха губици воде су велики, јер се велика количина воде губи на испаравање. **У случају појаве високих температура и ниске релативне влажности ваздуха предност се даје методу наводњавања кап по кап.**

**Мраз** – Наводњавање се све чешће примењује у регионима који су изложени појави честих мразева за време вегетационе сезоне са циљем заштите од негативних утицаја. **У борби са касним пролећним и раним јесењим мразом препоручује се примена наводњавања под притиском орошавањем или микроорошавањем.**

**Примена наводњавања у заштити од штетних утицаја мраза најзаступљенија је у воћарству и виноградарству.** Примена наводњавања као мере заштите од мраза захтева велике количине воде и доста је скупа. Како климатске промене предвиђају све учесталију појаву позног пролећног и раног јесењег мраза потреба за применом наводњавања као мере заштите од мраза ће се повећати. Међутим, у условима климатских промена очекује се смањење расположивих водних ресурса па се доводи у питање могућности извођења наводњавања као мере заштите од мраза.

**Киша** – У климатским условима Србије због температуре, распореда и количине падавина наводњавање се примењује као допунска мера. У случају појаве неочекиване кише, посебно интензивне (велика количина у кратком временском року) након наводњавања великом количином воде, може доћи до уништења биљака. Ово поново указује на важност доброг управљања системима за наводњавање

## Земљиште

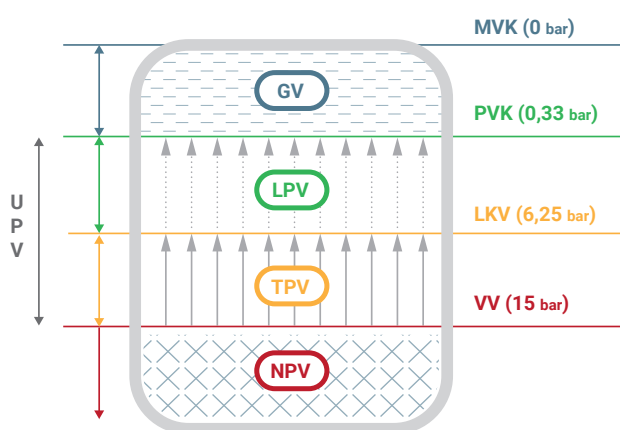
**Темељ успешног управљања наводњаваним површинама јесте детаљно проучавање земљишних карактеристика.**

### Водни капацитети и расположива влага

На **Слици 9** дат је шематски приказ водних капацитета и врста воде у земљишту. Земљиште се може посматрати као резервоар за воду која је мање или више доступна биљкама.

Разликују се четири основна водна капацитета који представљају силе држања воде у земљишту:

- **Максимални водни капацитет** – MVK (0 bar) – све поре у земљиште су испуњене водом, сила држања воде је једнака 0 bar, биљкама не треба снага да усвоје воду. Међутим, како су све поре испуњене водом, нема ваздуха и при максималном водном капацитету биљке се гуше и ту се налази гравитациона вода коју је потребно одвести (одводњавати GV).
- **Пољски водни капацитет** – PVK (0,33 bar) – представља стање влажности земљишта након процеђивања гравитационе воде. Да би биљке усвојиле воду, морају употребити малу силу од 0,33 bar. Пољски водни капацитет представља горњу границу до које се врши наводњавање.
- **Лентокапиларна влажност** – LKV (6,25 bar) представља доњу границу лако приступачне воде биљкама, вода у земљишту при LKV се држи силом од 6,25 bar. Између PVK и LKV налази се биљкама лако приступачна вода.
- **Влажност венућа** – VV (15 bar) представља доњу границу приступачне воде биљкама, испод вредности влажности венућа биљке вену. Између LKV и VV се налази теже приступачна вода, а вода између PVK и VV представља укупну приступачну воду.



■ **Слика 9.** Шематски приказ водних капацитета и воде у земљишту

Да ли сте знали...



За Светски дан земљишта проглашен је 5. децембар. Овај дан први пут је обележен 2013. године када је Генерална скупштина Уједињених нација овај датум прогласила за Светски дан земљишта са циљем да се се истакне значај очувања квалитета и заштите земљишта, као и да се подстакне одрживо управљање земљишним ресурсима.

Различити типови земљишта се разликују по вредностима поменутих водних капацитета који одређују садржај воде и врсте воде у земљишту (вододрживу способност земљишта).

**На земљиштима мале вододрживости погодно је применити методе наводњавања под притиском, микроорошавање или метод кап по кап, јер се њима испоручује мања количина воде коју земљиште може да задржи и буде биљкама на располагању. Земљишта мале вододрживости се наводњавају чешће мањим количинама воде. Земљишта велике вододрживости немају ограничења при избору метода наводњавања.**

## Текстурна класа земљишта

Земљиште се посматра као трофазни систем који чине чврста, течна и гасовита фаза (**Слика 10**). **Механички састав земљишта** представља удео фракција **песка, праха и глине** у чврстој фази земљишта.

Основна подела механичких елемената земљишта: **скелет**, који чине шљунак и камен и **ситна земља**, коју чине песак, прах, глина и колоиди.

Од механичког састава земљишта зависи и текстурна класа земљишта.

Удео механичких фракција песка, праха и глине чине земљиште – **текстурну класу земљишта**.

**% песка + % праха + % глине = 100% земљиште**



Да ли сте знали...

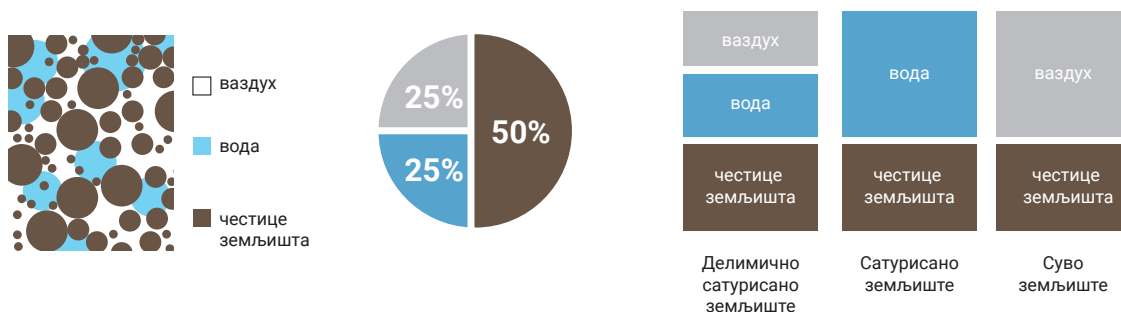
Сваких пет секунди се због ерозије земљишта изгуби површина која је слична једном фудбалском игралишту, што представља веома велику претњу производњи хране.

Садржај механичких фракција одређује капацитет биљкама расположиве воде. Земљишта у којима доминира фракција песка задржавају мало воде у себи, а глиновита земљишта имају мало лако приступачне воде. Песковита и глиновита земљишта имају ограничења код избора метода наводњавања и ту је погодно применити микроорошавање или метод кап по кап. Иловаста земљишта имају приближно једнак удео механичких фракција песка, праха и глине и немају ограничења при избору метода наводњања.

**Интензитет инфилтрације** – јесте способност сувог земљишта да воду доспелу на површину упија и пропушта кроз себе (количина воде у јединци времена). Песковита и глиновита земљишта имају лоше инфилтрационе карактеристике. Пескови имају висок интензитет инфилтрације, а глиновита земљишта низак и избор метода наводњавања при ком се испоручују велике количине воде у кратком периоду код пескова доводи до процеђивања воде, а код глиновитих земљишта до задржавања воде на површини (превлаживања).

**Познавање интензитета инфилтрације је веома важно при избору начина и техника наводњавања.** Интензитет инфилтрације мора бити већи или једнак од интензитета кишења, капања или дистрибуције воде. Уколико се не поштује поменуто правило, долази до: превлаживања земљишта, испирања хранљивих материја у земљишту, стварање покорнице, отицања воде по површини, ерозије и деградације земљишта (**Слика 11**).

Као превентивне мере заштите земљишта од ерозије водом могу се применити агротехничке мере, од којих је отварање пољских бразди веома значајна мера (**Слика 12**).



Слика 10. Земљиште као трофазни систем

## Биљка

Биљке које се гаје широкоредно погодно је наводњавати из бразда, орошавањем и капањем, док потапање и преливање није погодно. Већина ратарских култура (кукуруз, сунцокрет, шећерна репа, соја) спада у широкореде усева и за њихово заливање погодна је примена наводњавања из бразда, методе орошавања и капања. За наводњавање ратарских култура данас се највише користи метод орошавања (кишна крила). Потапање и наводњавање из чекова се сматра веома погодним за ускоредне засаде.

Повртарске културе захтевају примену мањих количина воде у краћем временском интервалу (норма заливања од 10 до 30 mm, интервал заливања један до пет дана) и за њихово заливање погодна је примена микроорошавања и метод кап по кап.

Воћњаке и винограде најлакше је наводњавати браздама или орошавањем испод крошње дрвета, али такође погодан и данас најзаступљенији у овим засадима је метод наводњавања кап по кап.

Ливаде и пашњаци се најуспешније наводњавају методом орошавања.

Висина биљака такође утиче на избор методе наводњавања и позицију емитера воде. Фенофаза биљке је веома значајна при избору метода наводњавања. Избор методе наводњавања утиче на појаву биљних болести. Сматра се да је примена површинског наводњавања (гравитационог метода) најпогоднија у смањењу ризика од болести и штеточина.

**Економски фактор** – можда је и најзначајнији код избора метода наводњавања. Потребно је направити анализу између односа добити и трошкова сваког система наводњавања.

Да би се применило наводњавање као мера адаптације на климатске промене и одрживу пољопривредну производњу, морају се размотрити сви поменути фактори који утичу на могућност и оправданост примене наводњавања.

Да ли сте знали...



Земљиште смањује ризик од поплава, јер може да складишти око 9.200 т воде по хектару што је око 0,01% воде на Земљи.



Слика 11. Деградација земљишта као последица ерозије водом: а. вододерине и б. јаруге



Слика 12. Отварање пољских бразди као превентивне мере заштите земљишта од ерозије водом



### Питања за проверу знања

1. Када је највећа потреба за наводњавањем у климатским условима Србије?
2. Који начин класификације система за наводњавање се најчешће користи у пракси?
3. Који фактори утичу на примену наводњавања?
4. Наброј водне капацитете.
5. Лако приступачна вода се налази између:
  - а) пољског водног капацитета и лентокапиларне влажности;
  - б) пољског водног капацитета и влажности венућа;
  - в) максималног водног капацитета и пољског водног капацитета.

(Заокружи слово испред тачног одговора)
6. Између којих водних капацитета се налази укупно приступачна вода?
7. Који метод наводњавања је најзаступљенији у воћарској и виноградарској производњи?

## ● Литература

Авакумовић, Д. (2005). **Наводњавање**. Универзитет у Београду, Грађевински факултет.

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., Smith, M. (1998). **Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56**. Fao, Rome,300(9), D05109.

Бездан, А. (2017). **Системи за наводњавање, практикум**. Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет.

Бошњак, Ђ. (1999). **Наводњавање пољопривредних усева**. Пољопривредни факултет, Нови Сад.

Бошњак, Ђ., Драговић, С., Хаџић, В., Бабовић, Д., Костић, Н., Бурлица, Ч., Ђоровић, М., Пејковић, М., Михаиловић, Т. Д., Стојановић, С., Васић, Г., Стричевић, Р., Гајић, Б., Поповић, В., Шекуларец, Г., Нешић, Љ., Белић, М., Ђорђевић, А., Пејић, Б., Максимовић, Л., Карагић, Ђ., Лалић, Б., Арсенић, И. (1997). **Методe истраживања и одређивања физичких својстава земљишта. Југословенско друштво за проучавање земљишта**. Комисија за физику земљишта, Нови Сад.

Драговић, С. и сар. (2006). **Наводњавање у биљној производњи**. Партенон, Београд.

Драговић, С. (2000). **Наводњавање**. Научни институт за ратарство и повртарство, Нови Сад.

Дугалић, Г., Гајић, Б. (2012). **Педологија**. Универзитет у Крагујевцу, Агрономски факултет у Чачку.

Група аутора (2022). **Процена деградације земљишта – методе и модели**. Тематски зборник водећег националног значаја. Српско друштво за проучавање земљишта и Шумарски факултет Универзитет у Београду.

Гајић, Б. (2006). **Физика земљишта, уџбеник**. Пољопривредни факултет, Београд.

Гајић, Б. (2005). **Физика земљишта, практикум**. Пољопривредни факултет, Београд.



- Ђорђевић, А., Радмановић, С. (2018). **Педологија**. Пољопривредни факултет, Земун.
- Ђуровић, Н., Рудић, Д., Грегорић, Е. (2016). **Начини и технике одводњавања**. Пољопривредни факултет, Земун.
- Ђуровец, Ј. (2012). **Мелиорације и уређење пољопривредног земљишта**. Сарајево: Универзитет у Сарајеву, Пољопривредно-прехрамбени факултет.
- Матовић, Г. (2017). **Наводњавање у ратарској производњи – практикум** (pdf). Пољопривредни факултет, Београд.
- Миљковић, Н. (2006). **Мелиоративна педологија**. Пољопривредни факултет, Нови Сад.
- Поповић, В., Николић, М, Катић, Б. (2011). **Коришћење и заштита пољопривредног земљишта у Србији. Монографија**. Институт за економику пољопривреде Београд.
- Рудић, Д., Ђуровић, Н., Ћосић, М. (2020). **Одводњавање**. Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет.
- Рудић, Д., Ђуровић, Н. (2006). **Одводњавање**. Пољопривредни факултет, Београд.
- Стричевић, Р. (2007). **Наводњавање: Основе пројектовања и управљања системима**. Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет.
- Спалевић, Б. (1997). **Конзервација земљишта и вода**. Пољопривредни факултет, Београд.
- Стричевић, Р. (2000). **Пројектовање у мелиорацијама – практикум**. Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет.
- Ћосић, М. (2018). **Заштита земљишта од ерозије, практикум**. Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет.
- Ćosić, M., Lipovac, A., Vujadinović Mandić, M., Stričević, R., Đurović, N., Ranković-Vasić, Z., Životić, Lj. (2020). **Water requirements of fruit and vine plantations in the area of the Kolubara district in present and future conditions**. Book of proceedings 3<sup>rd</sup> International and 15th National Congress soils for future under global challenges, 21–24 September 2021 Sokobanja, Serbia, 240-247.
- Ćosić, M., Lipovac, A., Vujadinović-Mandić, M., Vuković-Vimić, A., Đurović, D., Nikolić, D. (2021). **Water requirements in traditional plum producing regions of Serbia**. XII International Symposium on Plum and Prune Genetics, Breeding and Pomology, Zlatibor, Serbia, 14–17, September, 2021. Acta Horticulturae, 1322:209–214.
- Ćosić, M., Lipovac, A., Vujadinović Mandić, M., Ranković-Vasić, Z., Vuković Vimić, A., Pržić, Z., Sotonica, D. (2021). **Grapevine water requirements in different regions of Serbia**. X International Symposium on Agricultural Sciences 27-29, May, 2021 Trebinje Bosnia and Herzegovina. Proceedings, 60–68.
- Шекуларац, М. Г. (2011). **Мелиорације земљишта**. Универзитет у Крагујевцу, Агронумски факултет у Чачку.

## кључни појмови и дефиниције у поглављу

страна

57	воћарство
58	клима
58	светлост
59	топлота и температура
62	вода
64	ветар
65	рејонизација
67	ризици и мере адаптације
67	мраз
69	високе температуре
70	суше
70	јаки ветрови
70	град

## ВОЋАРСТВО

### 3.1. Утицај климе и климатских промена на воћке

#### О ВОЋАРСТВУ

Воћке су вишегодишње биљке који цветају више пута у току живота и чији се плодови користе у људској исхрани. Неке воћке живе око пет до шест година (јагода), а неке хиљаду и више година (маслина).

За воћњаке кажемо да су фабрике на отвореном, па је утицај спољне средине на раст и развој воћака веома изражен. Све воћне врсте које се гаје у нашој земљи спадају у групу континенталних врста воћака.

Због нагнутости Земљине ротационе осе према равни њене путање током године Сунце мења положај на небу изнад хоризонта датог места и тиме се мења угао под којим Сунчево зрачење долази до земље. Та промена упадног угла Сунчевог зрачења доводи до промена топлотног и светлосног режима, што за последицу има постојање годишњих доба.

Постојању годишњих доба, у областима за израженијим континенталним утицајем (већим разликама у топлотним условима између лета и зиме и одређеним годишњим распоредом падавина) воћке су се прилагодиле тако што се као листопадне биљке одликују смењивањем периода интензивног раста и развића (период вегетације) с периодом у току кога су све функције сведене на минимум (период зимског мировања) (Слика 1).



Слика 1. Воћка у фази вегетације и зимског мировања

#### КЉУЧНИ ТЕРМИНИ

- клима
- светлост
- топлота
- вода
- воћарство

#### Да ли сте знали...

У Бару у Црној Гори постоји маслина за коју кажу да је посађена у време кад је живео Исус Христ.

Јагода се често гаји као једногодишња култура. Сади се у јулу једне године, а вади након бербе у јуну наредне године.

## О КЛИМИ

Сви физиолошки процеси који се одвијају у биљци условљени су различитим еколошким факторима који посредно или непосредно делују на њу.

Еколошке факторе можемо поделити у две групе: **абиотички и биотички фактори**. **Абиотичко** деловање подразумева утицај неживе природе, а **биотичко** утицај живог окружења на биљку.

Најважнији абиотички чиниоци су клима, земљиште и орографија (положај), а биотички су човек и остала жива бића (инсекти, гљиве, бактерије, вируси, друге биљке и остале животиње). Сви ови фактори су променљиви, међусобно условљени и делују као целина.

Циљ ове лекције је да се ученици више упознају са климом као најважнијим еколошким фактором и како она утиче на воћке.

Сваки од климатских фактора (светлост, температура, падавине, ветар) може се јавити у оптималним вредностима, али често може бити и у дефициту (недостатку), као и у суфициту (вишку).

При оптималним вредностима еколошких фактора сви процеси у биљци се одвијају најповољније. Ако се јави дефицит или суфицит, физиолошки процеси у биљци се успоравају, а могу и потпуно престати.

## СВЕТЛОСТ

Глобално зрачење је зрачење које стиже од Сунца до подлоге. Састоји се од **директног и дифузног зрачења**. **Директно Сунчево зрачење** је део зрачења које пролази скоро несметано кроз атмосферу до подлоге, односно биљног покривача. Кад је ведро време и чиста атмосфера, највећи део глобалног зрачења чини директно Сунчево зрачење. **Дифузно зрачење** настаје када постоје примесе у атмосфери и облацима, јер се зрачење рефлектује и прелама на честицама, капљицама и кристалићима леда, односно распе се у атмосфери па тек онда делом стиже до подлоге. Дифузно зрачење чини највећи удео глобалног зрачења када је велика облачност и/или када је атмосфера пуно загађена различитим примесима (честицама прашине, чађи итд.). **За биљку је корисно и директно и дифузно зрачење**. Ако кажемо светлост, онда се то односи на само део Сунчевог зрачења, а то су таласне дужине видљивог дела зрачења, а који су најкориснији биљци.

Интензитет и трајање светлости на неком терену зависи од низа фактора као што су:

- **географска ширина** – већа географска ширина, мањи упадни угао Сунчевог зрачења, слабија осветљеност;
- **доба године** – на северној Земљиној полулопти, обданица, односно трајање Сунчевог сјаја је најдуже крајем јуна, а најкраће крајем децембра;
- **надморска висина** – већа надморска висина, боља осветљеност;
- **експозиција терена** – јужна експозија је најбоље, а северна најслабије осветљена.
- **нагиб терена** – терени с нагибом су боље осветљени него равни терени;
- **рељеф терена** – терени у долинама или подножју брда су слабије осветљени због засене околних брда и планина;
- **присуство водених површина у близини** – терени у непосредној близини река или језера су због рефлексије светлости могу добити више зрачења, јер до њих долази и оно зрачење које је рефлектовано;
- **влажност ваздуха** – већа релативна влажност ваздуха може значити већу замућеност атмосфере, већу облачност итд. па може утицати на смањење долазног глобалног зрачења.

## УТИЦАЈ СВЕЛОСТИ НА ВОЋКЕ

Светлост је један од најважнијих климатских фактора у воћарству с обзиром на то да је неопходна у процесу фотосинтезе.

### Оптимум светлости

Да би воћка постигла оптималну фотосинтезу потребно је да интензитет инсолације буде 12.000 lx (лукса). У процесу фотосинтезе највећи значај има видљиво Сунчево зрачење таласних дужина од 380 до 760 nm. Испод ових вредности су ултраљубичасти зраци који су штетни за биљку, а изнад су инфрацрвени који углавном доводе до загревања биљке.

### Дефицит светлости

У условима слабије осветљености плодови су ситнији, слабијег квалитета, лоше обојености. Смањено је диференцирање цветних пупољака, а границице слабије сазревају и неспремне улазе у зимско мировање.

## ТОПЛОТА И ТЕМПЕРАТУРА

Осим што даје светлост, Сунце је практично једини извор топлотне енергије, неопходне за нормално одвијање животних процеса у биљкама: фотосинтеза, дисање, транспирација, апсорпција воде и хранљивих материја итд. Поред тога, топлота утиче на почетак, трајање и завршетак појединих периода и фаза у годишњем циклусу раста и развића воћака.

Количина топлоте која доспева на одређено подручје зависи од:

- **географске ширине** – већа географска ширина, мање топлоте;
- **доба године** – у нашој земљи најхладнији месец је јануар, а најтоплији јул;
- **надморске висине** – с повећањем надморске висине за 100 m, температура ваздуха опада за око 0,5°C до 0,6°C;
- **експозиције терена** – јужна и југозападна експозиција су најтоплије на северној хемисфери, а северна експозиција је најхладнија, због различите изложености Сунчевом зрачењу.

## УТИЦАЈ ТОПЛОТЕ НА ВОЋКЕ

У воћкама постоје три топлотне кардиналне тачке:

- **оптимум** – температура при којој се физиолошки процеси (дисање, фотосинтеза, транспирација итд.) најбрже одвијају;
- **минимум** – температура испод које процеси престају;
- **максимум** – температура изнад које процеси престају.

Вредности ових кардиналних тачака зависе од фазе у годишњем циклусу воћака, органа у којима се ти процеси одвијају, врсте односно сорте, примењене агро и помотехнике.

Минимална средња годишња температура ваздуха, при којој је могуће организовати производњу, у зависности од врсте креће се од 7°C (рибизла, огрозд), 8°C (боровница, малина, јагода), 9°C (шљива, вишња, купина, јабука), 10°C (орах, леска, трешња, крушка, дуња), до 11°C (бресква, кајсија, бадем).

Највећи део Србије, изузев неких терена с већом надморском висином, има повољне услове за гајење континенталних врста воћака.

### Мозгалица...



Да ли ће плодови јабуке бити црвенији у Банату или на Златибору?  
Објасни зашто се то дешава.

### Мозгалица...



Да ли јабука раније цвета у Србији или Норвешкој?  
Да ли кајсија раније цвета на Златибору или на Фрушкој гори?  
Зашо се то дешава?





Леска је континентална воћна врста која прва цвета. Опрашивање код леске може почети крајем јануара, почетком фебруара, али се оплодна дешава тек у мају. Зато цветови леске могу издржати температуре и до  $-10^{\circ}\text{C}$ .

## Дефицит топлоте (утицај ниских температура на воћке)

У агроколошким условима Србије воћке трпе штету од ниских температура у различитим фазама годишњег циклуса. На којим ће температурама доћи до оштећења зависи од врсте органа који је изложен ниским температурама, као и фазе у којој се тај орган налази у моменту дејства ниских температура.

**Корен је орган најосетљивији на зимске мразеве.** Пошто је корен заштићен земљиштем, измрзавање корена се дешава веома ретко. После корена, током зимског мировања **најосетљивији су генеративни пупољци, па после вегетативни.**

Осетљивост воћака на ниске температуре зависи и од фазе у којој се биљка налази. У периоду биолошког мировања (децембар–јануар) биљка може да издржи најниже температуре.

Најосетљивије врсте према зимским мразевима (до  $-20^{\circ}\text{C}$ ) су: купина, бресква, дуња, орах, бадем, кајсија, трешња. Нешто отпорније су: вишња, шљива, малина, крушка ( $-20^{\circ}\text{C}$  до  $-25^{\circ}\text{C}$ ), а најотпорније јабука и рибизла (преко  $-25^{\circ}\text{C}$ ).

**У фази кретања вегетације отпорност на мразеве се знатно смањује.** Уколико мраз дејствује у каснијој фази развоја биљке, њена осетљивост је већа. У фази цветања критичне температуре су већ од  $-2^{\circ}\text{C}$ . При таквим температурама цвет воћака може да страда и да те године изостане род.

Већа је вероватноћа да ће од пролећног мрза страдати врсте које раније цветају. Од врста, које се гаје у нашој земљи најраније цветају бадем и кајсија. Након њих цветају: бресква, трешња, шљива, орах, вишња, јагода и крушка. Вегетација код јабуке, дуње, као и малине и купине, креће касније.



Слика 2. Цвет шљиве



Слика 3. Цвет дуње

## Мозгалица...



На Слици 2 је приказан цвет шљиве, а на Слици 3 цвет дуње. На пример, ако је у 2022. години шљива у околини Вршца цветала 10. марта, а дуња 5. априла, која воћна врста је више страдала од мрза  $-2,2^{\circ}\text{C}$  који се десио 15. марта.

Ниску негативну температуру током јесени називамо **рани јесењи мраз** и она може утицати на убрзани завршетак вегетације, праћен превременим опадањем лишћа, што може знатно умањити отпорност биљака на зимске мразеве. Ово је нарочито значајно у расадничкој производњи, јер рани јесењи мраз може изазвати опадање лишћа, а да притом саднице још нису довољно сазреле.

Поред негативних ниских температура код воћака проблем могу направити и позитивне ниске температуре. Проблем се може јавити када се ниске температуре ( $5^{\circ}\text{C}$  до  $10^{\circ}\text{C}$ ) јаве у фази цветања па изостане лет пчела (**Слика 4**), а самим тим и опрашивање.



Слика 4. Пчела на цвету јабуке



Слика 5. Рђаста превлака на плоду златног делишеса

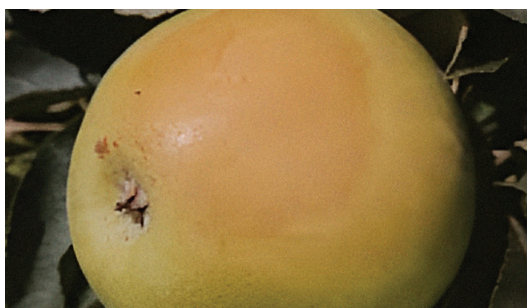
Кад се ниске позитивне температуре јаве након заметања плодова, код осетљивих сорти јабуке као што је нпр. златни делишес, јавља се масовнија појава рђасте превлаке (**Слика 5**).

### Утицај високих температура на воћке

- Високе температуре (преко 15°C) у еколошком мировању (фебруар–март) могу изазвати раније кретање вегетације, што доводи до веће осетљивости биљке на евентуалну појаву мрза у наредном периоду.
- Током цветања, високе температуре (преко 25°C), посебно ако су праћене ветром и ниском релативном влажношћу ваздуха (РВВ), доводе до убрзаног исушивања жига тучка, што има за последицу лошију оплодњу, а самим тим и смањену родност.
- Високе темпратуре у периоду диференцирања цветних пупољака (јул), код коштичавог воћа доводе до стварања дуплих тучкова, што за последицу има стварање плодова близанаца (**Слика 6**).
- Високе температуре током летњих месеци доводе до стварање ожеготина на плодовима (**Слика 7**). На степен појаве ожеготина од сунца и на то колика ће штета бити на плодовима, поред директних фактора (температура и светлост) велики утицај имају и индиректни фактори као што су:
  - **релативна влажност ваздуха;**
  - **ветар;**
  - **аклиматизација плодова;**
  - **примењене помо и агротехничке мере** – правац редова, облик круне, висина биљке, летња резидба, наводњавање, ђубрење, противградне мреже. Поред тога, високе температуре у истом периоду доводе до затварања стома, што успорава раст плодова.



■ **Слика 6.** Плодови близанци код брескве



■ **Слика 7.** Оштећени плодови јабуке услед високе температуре

Високе температуре пред бербу успоравају развој допунске боје код обојених сорти (**Слика 8**). Ово се нарочито односи на ноћне температуре. Уколико су ноћне температуре пред бербу високе (преко 20°C), органске материје које се створе дању током фотосинтезе утроше се ноћу у процесу дисања, уместо на стварање антоцијана који плоду дају црвену боју.



■ **Слика 8.** Успорен развој допунске боје



■ **Слика 9.** Плодови зелених јабука са допунском бојом

Да ли сте знали...



Пречник плода јабуке у нормалним условима расте дневно од 0,3 mm до 0,5 mm. Уколико су неповољни услови (високе температуре, недостатак воде, превелики број плодова) плодови спорије расту и не могу постићи величину од 70 mm која је неопходна да би плод јабуке био прве класе.

Да ли сте знали...



Уколико су повољни еколошки услови за развој допунске боје (сунчани дани и хладне ноћи) појединих година на сортама јабуке које немају допунске боје као што је сорта грени смит може се јавити руменило (**Слика 9**) и такви плодови прелазе у другу класу.

## ВОДА

Вода је саставни део свих биљних органа. Вода је растварач и средина у којој се одвијају сви физиолошки процеси. Вода у биљку доспева из земљишта преко кореновог система, а из биљке одлази у ваздух процесом транспирације.



### Мозгалица...

Да ли ће се пре јавити недостатак воде у листу шљиве кад је средња дневна температура 35°C или кад је 15°C?  
Да ли ће се пре јавити недостатак воде у границима крушке у августу или марту?  
Да ли ће се пре јавити недостатак воде у листу кајсије кад дува ветар или кад је без ветра?

Да ли ће се у биљци бити довољно воде за несметано обављање свих физиолошких процеса зависи од многобројних фактора:

- **количина воде у земљишту** – зависи од падавина, односно заливања и од типа земљишта. При истој количини воде која доспе у земљиште, дефицит воде у биљци пре ће се јавити на песку него на глиновитом земљишту.
- **дубини кореновог система** – код воћака чији се коренов систем развија у дубљим слојевима (орех, трешња, кајсија, шљива), недостатак воде се јавља ређе неко код воћака чији се коренов систем развија у плитким слојевима (јагода, малина, јабука).
- **усисна моћ кореновог система** – зависи од биолошких особина кореновог система. Већу усисну моћ има генеративни од вегетативног корена.
- **потреба биљке за водом** – стабла која су више оптерећена родом захтевају више воде, па ће се пре код њих јавити дефицит него код стабала која имају мало плодова.
- **фенофаза развоја** – биљке највише воде траже у фази интензивног раста младара и плодова, па ће се у тој фази пре јавити дефицит воде уколико су остали фактори непромењени.
- **интензитет транспирације** – интензитет транспирације зависи од температуре и влажности ваздуха, као и од присуства ветра. Високе температуре, уз ниску релативну влажност ваздуха и јак ветар знатно повећавају транспирацију и самим тим пре доводе до дефицита воде у биљци.

Сви ови фактори су зависни један од другог и морамо их посматрати као целину, како бисмо могли да закључимо да ли постоји могућност да се у биљци јави дефицит воде или не.

Вода у земљиште доспева на два начина: **падавинама и наводњавањем**. Такође, важан је и подземни (земљишни) резервоар воде, који може пружити биљци воду за време суше. Овај резервоар се снабдева водом издизањем подземних вода и нарочито падавинама у току зиме, а најефикасније отапањем снега.

Кад говоримо о падавинама, важно је да знамо укупну годишњу количину падавина, али и распоред падавина у току године, дакле средње месечне падавине за неки климатски период. Поред тога, потребно је знати и распон могућих падавина у току најважнијих месеци, јер су из године у годину променљиве у зависности од временских услова. Важно је знати и број дана са падавинама или без њих, како би се утврдило да ли се падавине излучују у одређеном делу године више у облику интензивних или умерених падавина. Интензивне падавине су мање ефикасне у снабдевању земљишта водом, јер се површински слој земљишта брзо засити, а затим вишак отекне. Код малих и умерених падавина, земљиште се спорије натапа и вода успе да се спроведе у дубље слојеве, док горњи могу примити још воде.

## УТИЦАЈ ВОДЕ НА ВОЋКЕ

Целокупан процес промета воде (примање, спровођење, расходовање) представља водни режим. Неусклађеност између поменутих основних елемената водног режима може довести до водног дефицита или до водног суфицита.

### Дефицит воде

Ако се јави дефицит воде у првом делу вегетације, цветање траје краће, а заметање плодова је слабије. Пораст младара је успорен, они су краћи, а лишће је ситније. У другом делу вегетације недостатак воде доводи до масовног опадања плодова пред бербу, преостали плодови остају ситнији и раније сазревају. Такође, услед недостака воде диференцирање пупољака за наредну годину је смањено.

### Суфицит воде

Суфицит воде у биљци се ретко јавља, али се може јавити суфицит воде у земљишту (**Слика 10**). Суфицит воде у земљишту доводи до истискивања воде из макропора у земљишту, што доводи до истискивања кисеоника из земљишта, а као последица тога долази до анаеробног дисања и сушења кореновог система.





■ Слика 10. Забарено земљиште у засаду

## ПАДАВИНЕ

### Негативно дејство падавина:

- Снег може довести до ломљења грана (Слика 11).
- У периоду цветања киша може негативно утицати на опрашивање воћака, јер спречава лет пчела.
- Киша значајно поспешује развој болести (Слика 12) и штеточина у воћњаку било директно преко стварања повољних услова за њихово ширење или индиректно, спречавањем уласка механизације која се користи у заштити од болести и штеточина.
- Киша у фази бербе плодова може довести до пуцања плодова (Слика 13).
- Град доводи до нарушавања квалитета плодова, смањења приноса, а може и да трајно уништи засад воћа (Слика 14).



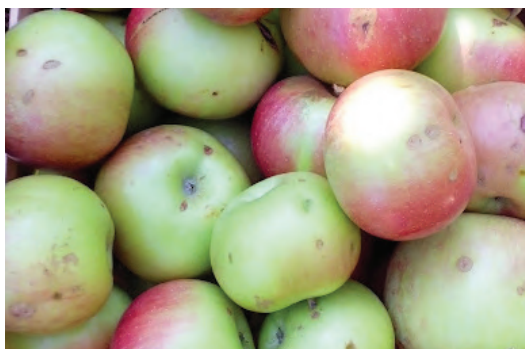
■ Слика 11. Снег у засаду боровнице



■ Слика 12. Трулеж плодова брескве



■ Слика 13. Пуцање плодова код трешње



■ Слика 14. Оштећења од града на плодовима јабуке

## ВЕТАР

Ветар је хоризонтално ваздушно струјање које се јавља као последица разлике у ваздушном притиску. Струјања ваздуха иду из предела с већим барометарским притиском ка пределима с мањим притиском.

## УТИЦАЈ ВЕТРА НА ВОЋКЕ

### Негативан утицај ветра у воћарској производњи

- **Ветар у току вегетације појачава транспирацију** воћака два до пет пута, исушује земљиште и ваздух, па је и потреба за водом већа.
- **У фенофази цветања ветар исушује жиг тучка**, спречава лет пчела, што за последицу може имати слабије заметање плодова.
- **У фази зрења јак ветар може изазовати преверемено отпадање плодова (Слика 15).**
- **Јаки олујни ветрови**, нарочито праћени кишом, могу изазовати ломљење и изваљивање стабала (Слика 16).
- **Ветар омета прскање воћака** па се могућност развоја болести и штеточина знатно повећава.



Слика 15. Отпали плодови у засаду јабуке



Слика 16. Изваљена стабла након олује



Мозгалица...

Где у Србији дува најјачи ветар? Како се он зове?

### Позитиван утицај ветра у воћарској производњи

- **Ветар спречава претерану влажност ваздуха**, чиме се смањује појава гљивичних обољења.
- **Ветар умањује опасност од мразева** који се могу јавити после кретање вегетације.
- **Умерен ветар помаже опрашивању** оних врсти воћака који се опрашују уз помоћ ветра (орех, лешник).
- **Убрзава сушење земљишта** и тако омогућава лакшу употребу механизације.



## 3.2. Рејонизација воћарске производње

Рејонизација воћарске производње подразумева дефинисање граница рејона који су мање или више погодни за гајење одређене врсте воћака.

За нормалан раст, развој и оптималну производну способност воћака неопходна је материја (вода, угљен-диоксид и биогени елементи) из спољне средине и енергија (светлосна и топлотна).

Вода и биогени елементи могу бити лимитирајући фактор организовања економски оправдане производње воћа, међутим, производна пракса располаже агротехничким мерама којима се успешно елиминише њихов евентуални недостатак на одређеном локалитету. То се пре свега односи на мере ђубрења и наводњавања.

Количина светлосне енергије не представља ограничавајући фактор за организовање економски оправдане производње воћа, јер је на целом простору Србије, поготово у периоду вегетације, има довољно.

За разлику од воде, биогених елемената и светлосне енергије, количина топлотне енергије на неким просторима наше земље не задовољава потребе воћака и она се не може надокнадити различитим агро и помотехничким мерама. Ово се нарочито односи на рејоне с већом надморском висином.

**Да бисмо успешно обавили рејонизацију, морамо користити модел топлотне повољности који треба да нам да одговор на следећа питања:**

- Да ли је у неком рејону средња годишња температура ваздуха довољно висока да се у њему може гајити одређена врста воћа?
- Да ли у неком рејону безмразни период траје дуже од периода колико је некој врсти (сорти) потребно да прође од цветања до бербе плодова?
- Колика је вероватноћа да се у неком рејону јави пролећни мраз, након кретања вегетације (цветања) одређене врсте? Уколико је тај ризик већи од 40%, онда је тај рејон непогодан за гајење те врсте. Уколико је тај ризик од 20% до 40%, онда је тај рејон средње повољан за гајење те врсте, а уколико је тај ризик мањи од 20%, онда је тај рејон повољан.
- Колика је у неком рејону вероватноћа појаве више узастопних дана с температурама већим од 35°C (топлотни таласи)? Уколико се у неком рејону топлотни таласи јављају често (више од четири пута у току десет година), онда тај рејон није погодан за гајење оних врста које су осетљиве на високе температуре у време сазревања плодова, нпр. рибизла, купина, јабука итд.

На основу наведених термичких показатеља, посебно за сваку врсту воћака, може се извести подела рејона на: **повољне, средње повољне и неповољне** за организовање производње воћа.

- **Повољни рејони.** Овом категоријом обухваћени су простори на којима су средња годишња температура и дужина вегетације изнад вредности датих у **Табели 1**, а вероватноћа појаве позног мраза испод 20%, а високих температура испод 40%.
- **Средње повољни рејони.** Овом категоријом обухваћени су простори на којима су средња годишња температура, дужина вегетације изнад вредности датих у **Табели 1**, а вероватноћа појаве позног мраза између 20,0% и 40,0%, а високих температура изнад 40%.
- **Неповољни рејони.** Овом категоријом обухваћени су простори на којима су средња годишња температура, дужина вегетације испод вредности датих у **Табели 1**, а вероватноћа појаве позног мраза већа од 40,0%, а високих температура изнад 40%.

### КЉУЧНИ ТЕРМИНИ

- рејонизација
- топлота
- мраз

#### Мозгалица...

Средња годишња температура ваздуха на Златибору је 7,1°C. Минимална средња годишња температура ваздуха при којој је могуће организовати производњу зависи од врсте. Код рибизле износи 7°C, а код брескве 11°C. Коју од ове две врсте можемо успешно гајити на Златибору?

#### Мозгалица...

На одређеном локалитету у Србији средњи датум када се јавља последњи пролећни мраз је 10. април, а први јесењи мраз 10. октобра. Од цветања до бербе плодова сорте јабуке златни делишес треба да прође 150 дана, а код сорте грени смит 190 дана. Коју од ове две сорте можемо успешно гајити у том рејону?

Табела 1. Вредности минималних топлотних параметара по врстама

Врсте	Средња годишња температура (°C)	Дужина вегетације	Врста	Средња годишња температура (°C)	Дужина вегетације
јабука	9,0	180	орах	10,0	150
крушка	10,0	180	леска	10,0	150
дуња	10,0	170	бадем	11,0	170
шљива	9,0	150	јагода	8,0	70
трешња	10,0	90	малина	8,0	120
вишња	9,0	90	купина	9,0	120
бресква	11,0	150	боровница	8,0	110
кајсија	11,0	150	рибизла	7,0	140

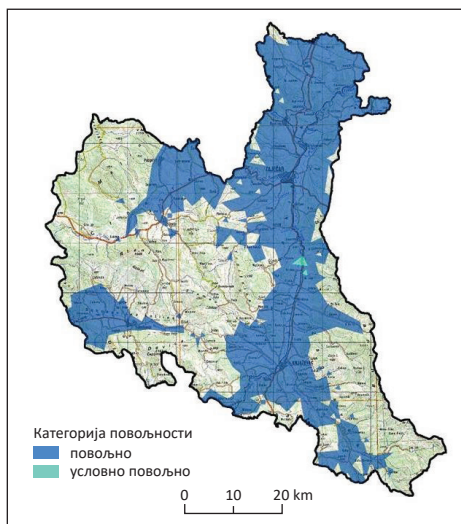
## ПРИМЕРИ РЕЈОНИЗАЦИЈЕ

### Зајечарски округ

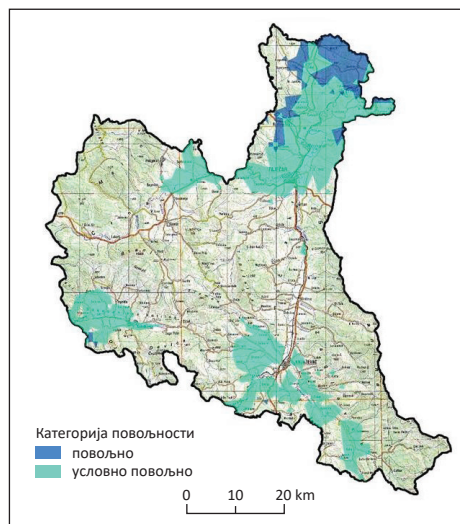
Мозгалица...



Средњи датум цветања кајсије у рејону Смедерева је 10. март. Последњи пролећни мраз у околини Смедерева након 10. марта се дешава три пута у току десет година. Каква је повољност у рејону Смедерева за гајење кајсије?



Слика 17. Мапа повољности гајења сорти јабука позног времена зрења у Зајечарском округу



Слика 18. Мапа повољности гајења кајсије у Зајечарском округу

## 2.3. Мере за смањење ризика од негативног утицаја климатских промена у воћарству

Највећи ризици у производњи воћа, а који су везани за еколошке факторе су:

- мраз,
- високе температуре,
- суша,
- јаки ветрови,
- појава града.

### МРАЗ

Мраз након почетка вегетације може настати радијацијом у току ведрих ноћи без ветра (најчешће када непосредно након прохладног и кишовитог периода наступи разведравање). Овај мраз карактерише кратак период трајања (углавном пред свитање), локалног је карактера (најчешће се јавља у долинама, увалама) и најниже температуре се јављају непосредно изнад земље. Од овог мрза углавном страдају цветови у доњим деловима крошње.

Други начин настанка позног пролећног мрза је конвекцијом, односно продором хладних ваздушних маса. Ови мразеви захватају веће области, могу трајти дуже и може се десити да су температуре на већим висинама мање него при земљи.

Ризичне температуре које могу нанети штету у фази цветања су око  $-2^{\circ}\text{C}$ . Поред интензитета, веома је важна и дужина трајања мрза.

### Индиректан начин заштите од мрза

Најбољи индиректни начин заштите од мрза је избор врсте, односно сорте које касније крећу с вегетацијом.

Избором локалитета на којима вегетације касније креће значајно можемо смањити ризик од оштећења која се могу десити услед мрза.

### Директан начин заштите од мрза

**Заштита воћака вештачком кишом (орошавање)** се примењује углавном у већим засадима и заснива се на **орошавању цветних пупољка, цветова или тек приметних плодова** у критичном периоду, када температура вазуха падне испод  $0^{\circ}\text{C}$ . Услед дејства мрза, капљице воде које доспеју на биљку, претварају се у лед, при чему ослобађају топлоту, која загрева ткиво испод леда и не дозвољава да се јаве оштећења.

На овај начин може се постићи заштита од мрза који се спушта и до  $-8^{\circ}\text{C}$ . Веома је важно да орошавање траје непрекидно док постоји дејство мрза, па је главни проблем при коришћењу овог система заштите обезбеђење довољне количине воде. За успешно дејство овог система потребно је  $40\text{ m}^3$  воде на сат времена по  $\text{ha}$ . Зато се најчешће праве вештачке акумулације у самом воћњаку из којих се, помоћу јаких пумпи, врши орошавање целог засада (**Слика 19**). Овај систем је познат као антифрост систем (**Слика 20**). Проблем приликом примене овог система је и велико влажење земљишта након завршетка његовог рада.

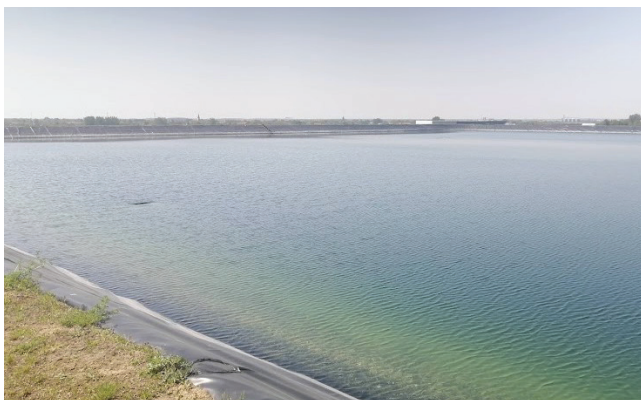
### КЉУЧНИ ТЕРМИНИ

- мраз
- суша
- град
- наводњавање,
- противградне мреже

### Мозгалица...

Ако се на одређеном подручју јави мраз 10. априла, да ли ће више штете претрпе воћке које су посађене на јужној или на северној експозицији?





■ Слика 19. Вештачко језеро



■ Слика 20. Антифрост систем

**Заштита воћака загревањем** се углавном примењује у мањим засадима. Уређаји који се користе у ту сврху могу бити стационарни или покретни. У нашој земљи већу примену су нашли покретни уређаји, тј. машине које се састоје од извора топлоте (најчешће плинске боце) и вентилатора који топао ваздух избацују у спољну средину (Слика 21). Ове машине се најчешће вуку помоћу трактора кроз воћњак и потребно је да на сваких 10–15 минута прођу кроз исти део воћњака, како би константно мешале ваздух и уз то подизале температуру, а смањивале релативну влажност ваздуха. Једна машина довољна је за површину засада до 5 ha, при чему може да подигне температуру ваздуха у засаду за 2°C до 3°C, као и да смањи релативну влажност ваздуха. Ове машине су познате под називом **фростбустер**.



#### Мозгалица...

Колико треба обезбедити воде за антифрост систем да бисмо успешно заштитили воћњак површине 10 ha, ако је мраз почео у два часа после поноћи и трајао до седам сати ујутру?



■ Слика 21. Машина за загревање ваздуха

**Заштита воћака задимљавањем** се заснива на паљењу различитог материјала (најчешће влажне сламе), како би дим који се том приликом ствара спречио излучивање топлоте из приземних слојева земљишта. На овај начин се температура ваздуха може подићи за 1°C до 2°C. Проблем са овим начином заштите воћака од мрза је загађење ваздуха и свакако би требало да га избегавамо.

**Заштита воћака мешањем ваздуха** се примењује када мраз настане радијацијом у току тихих и ведрих ноћи, односно када је разлика у температури приземног слоја ваздуха и ваздуха на висини 5–10 m значајна. За ову сврху могу да се користе разни **вентилатори или хеликоптери**.



## ВИСОКЕ ТЕМПЕРАТУРЕ

Мере које се могу примењивати у циљу смањења последица изазваних високим температурама су:

### Избор експозиције

Експозиција терена представља окренутост терена према странама света и јавља се само на теренима с нагибом (Слика 22).

Са аспекта светлости најсветлија и најтоплија је јужна експозиција, затим западна, па источна и на крају северна. Јужна експозиција је најсувља, а северна највлажнија.

Јужна експозиција (изузев у раним јутарњим и касним поподневним часовима) је осветљена током целог дана сунчевом светлошћу.

Источна експозиција је хладнија од западне, јер се у преподневним часовима, када сунце директно обасјава ову страну терена, велики део сунчеве енергије троши на испаравање (роса и влажна површина земљишта). У поподневним часовима, западни положаји су већ суви, и сва сунчева енергија се троши на загревање.



Слика 22. Засад јабуке окренут ка југу



Слика 23. Различите боје мрежа



Слика 24. Затрављен међуредни простор у засаду јабуке

### Постављање мрежа за засену (најчешће противградних мрежа)

У засадима воћа који се подижу на слабо бујним подлогама наслон је неопходан. Наслон држи стабла у усправном положају и не дозвољава да се биљке савију под теретом рода или ударом ветра. Елементи наслона су стубови (бетонски, дрвени), анкери (метални) и жица (поцинкована).

У условима честе појаве града и тамо где се јављају велики проблеми са ожеготинама на плодовима, овај наслон може се искористити и као носећа конструкција за противградну мрежу. У том случају на врховима стубова се постављају пластичне капе које служе за повезивање стубова уз помоћ челичних жица у тзв. решеткасту структуру. Преко тих жица се поставља мрежа која се причвршћује уз помоћ специјалних копчи. У нашим агроколошким условима најчешће се користи црна мрежа, мада у рејонима где има мање светлости мрежа може бити и бела и црвена (Слика 23).

### Затрављивање у међуредном простору

Због албеда (одбијања светлости) у условима где је између редова посађена трава (Слика 24), загревање земљишта је успорено, што снижава температуру у микроклимату воћњака. Поред тога, травнати покривач повећава релативну влажност ваздуха, повећава осветљеност крошње (дифузна светлост), што све скупа утиче на бољу обојеност плодова.

Мозгалица...



Зашто кајсији највише одговара северна експозиција?  
Зашто јабуци највише одговара северна експозиција?



## СУША

Проблем с недостатком воде се може решавати на више начина.

Најједноставнији начин је инсталирање система за наводњавање (Слика 25).



Слика 25. Систем наводњавања кап по кап у засаду јабуке



Слика 26. Јалови угар

Уколико нисмо у могућности да обезбедимо заливање воћњака, онда у обзир долазе мере као што су:

- **избор подлоге** (бујније подлоге су отпорније на сушу од слабо бујних подлога);
- **избор сорте** (сорте ранијег времена зрења имају мању потребу за водом од позних сорти);
- **смањење оптерећења стабала родом** (код стабала која имају мање плодова, недостатак воде се мање одражава на квалитет плодова).
- **одржавање земљишта** у форми јаловог угра (Слика 26).

## ЈАКИ ВЕТРОВИ

Јаки ветрови могу направити велике проблеме у производњи јабучастог воћа услед којих најчешће долази до опадања плодова. Ово је нарочито карактеристично пред бербу. Јаки олујни ветрови у извесним случајевима могу изазвати и изваљивање и ломљење стабала. Ово је нарочито карактеристично ако се у воћњаку користе слабо бујне подлоге.

Мере борбе против овог еколошког фактора су:

- **садња ветрозаштитних појасева;**
- **садња редова у правцу дувања доминантних ветрова;**
- **постављање наслона од стубова и жица;**
- **гајење сорти које имају дужу петелку;**
- **третирање воћа синтетичким ауксинима пред бербу у циљу спречавања њиховог опадања.**

## ГРАД



Слика 27. Ширење мрежа на почетку вегетације

Најефикаснија мера заштите од града је постављање **противградних мрежа** (Слика 27). Ове мреже не само да штите од града већ значајно могу смањити и негативан утицај високих температура. У нашој земљи се најчешће користе црне мреже које су веома дуготрајне и у највећој мери спречавају негативно дејство високих температура.

## ● Литература

- Церовић, Р., Мићић, Н. (1996). **Опрашивање и оплодна јабучастих и коштичавих воћака**. Југословенско воћарство, 30 (113–114): 73–98.
- Ђуровић, Д., Мратинић Е., Милатовић Д., Ђуровић С., Ђорђевић В., Миливојевић Ј., Радивојевић Д. (2015). **Effects of partial rootzone drying and deficit irrigation of 'Granny Smith' apples on fruit quality during storage**. Acta Horticulturae, 1099: 455–461.
- Ђуровић, Д. (2019). **Посебно воћарство 1 – Јабучасте воћке**. Пољопривредни факултет, Универзитет у Београду.
- Ђуровић, Д., Милатовић, Д., Ђорђевић, В., Зец, Г., Радовић, А., Вошков, Ђ. (2020). **Effect of irrigation on fruit quality and yield 'Red Cap' apple cultivar depending on crop load**. IX International Symposium on Agricultural Sciences AgroReS, proceedings, 54–61.
- FAO-STAT (2023). [www.fao.org](http://www.fao.org)
- Gliha, R. (1997). **Sorte krušaka u suvremenoj proizvodnji**. Fragaria, Zagreb.
- Meier, U. et al. (2001). **Growth stages of mono – and dicotyledonous plants**. BBCH monograph. Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry.
- Мићић, Н., Пашалић, Б., Цветковић, М., Радош, Љ. (2005). **Одређивање момента бербе, складиштења и чување плодова јабуке**. Центар за унапређење села Града Бањалуке, Бањалука.
- Милатовић, Д. (2019). **Шљива**. Научно воћарско друштво Србије, Чачак.
- Миливојевић, Ј. (2022). **Јагодасте воћке**. Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет и АгроНет – Центар за образовање и истраживања.
- Мишић, П. (1994). **Јабука**. Нолит, Београд.
- Мратинић, Е., Ђуровић, Д. (2015). **Биолошке основе чувања воћа**. Партенон и Вибеко, Београд.
- Опарница, Ч., Ђорђевић, Б., Зец, Г., Вулић, Т. (2016). **Основи воћарства**. Пољопривредни факултет, Београд.
- Пејкић, Б., Ненадовић-Мратинић, Е., Вулић, Т. (1988). **Утицај ниских температура на измрзавање цветних пупољака у неких сорти јабуке и крушке**. Југословенско воћарство, 83: 9–15.
- Пројекат: **Рејонизација воћарског подручја у Београду, Јужној и Источној Србији**. Министарство пољопривреде шумарства и водопривреде Републике Србије, 2018-2020.
- Projekat: **"Advancing medium and long-term adaptation planning in the Republic of Serbia – NAP"** project is funded by Green Climate Fund (GCF) and implemented by UNDP, in partnership with the Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management, 2021–2022.
- Пројекат: **„Јачање отпорности сектора пољопривреде на елементарне непогоде“**. Организација за храну и пољопривреду Уједињених нација (ФАО) у сарадњи са Министарством пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије, 2022–2024.
- Racsko, J., Schrader, L.E. (2012). **Sunburn of apple fruit: Historical background, recent advances and future perspectives**. Critical Reviews in Plant Sciences, 31: 455–504.
- Радивојевић, Д. (2020). **Опште воћарство**. Пољопривредни факултет, Београд.
- Radović, A., Nikolić, D., Milatović, D., Đurović, D. (2016). **Uticaј temperature na klijavost polena i rast polenovih cevčica sorti kruške**. Journal of Agricultural Sciences, 61 (4): 333–341.
- Румл, М. (2005). **Метеорологија**. Пољопривредни факултет, Београд.
- Schmidt, T., Hanrahan, I., Castillo, F., McFerson, J. (2014). **Reflective ground covers increase yields of fruit trees**. Acta Horticulturae, 1058: 313–320.
- Solhjo, S., Gharaghani, A., Fallahi, E. (2017). **Calcium and potassium foliar sprays affect fruit skin color, quality attributes, and mineral nutrient concentrations of 'Red Delicious' apples**. International Journal of Fruit Science, 17(4): 358–373.
- Štampar, F., Lešnik, M., Veberič, R., Solar, A., Koron, D., Usenik, V., Hudina, M., Osterc, G. (2005). **Sadjarstvo**. Kmečki glas, Ljubljana.
- Станковић, Д., Јовановић, М. (1990). **Опште воћарство**. Грађевинска књига, Београд.
- Стојановић, М. (1994). **Агроекологија**. Пољопривредни факултет, Београд.
- Vico, I., Jurick, W.M. (2012). **Postžetvena patologija biljaka i biljnih proizvoda**. Poljoprivredni fakultet, Beograd.
- Вулић, Т., Опарница, Ч., Ђорђевић, Б. (2011). **Воћарство**. Пољопривредни факултет, Београд.

## кључни појмови и дефиниције у поглављу

страна

73	винова лоза
73	фенолошке фазе развоја
77	рејон
78	рејонизација
79	виногорје
80	виноградарски индекси
82	високе температуре
83	мере адаптације
84	олује
84	град
85	агротехничке мере
85	затрављивање
86	наводњавање
87	избор положаја
87	ампелотехничке мере
88	избор сортимената

# ВИНОГРАДАРСТВО

## 4.1. Утицај климатских промена на виноградарство

Винова лоза (*Vitis vinifera* L.) је вишегодишња биљна врста која у значајној мери реагује на окружење у којем се гаји. Производња грозђа зависи од односа различитих чинилаца: локалитет, клима, земљиште, сорта, примењене агро и ампелотехничке мере и др.

**Климатски чиниоци** (светлост, температура, падавине, релативна влажност ваздуха, ветар) имају веома велики утицај на винову лозу. Принос и квалитет грозђа су под значајним утицајем климатских фактора, а веома важни су још и **топографски фактори** (надморска висина, рељеф, нагиб и експозиција терена), **карактеристике земљишта** и др. Сви ови чиниоци утичу на годишњи циклус развоја винове лозе, принос и квалитет грозђа, као и на карактеристике вина.

**Годишњи циклус** обухвата промене које се дешавају у току једне године, а зову се фенолошке фазе развоја винове лозе. У току овог циклуса смењује се период интензивног раста и развића (**период вегетације**) са периодом у току којег су све функције сведене на минимум (**период мировања**) (Слика 1 а и б).



Слика 1. а) чокот у периоду вегетације; б) чокот у периоду мировања

Као последица измењених климатских услова јављају се промене у фенолошким фазама развоја код сорти винове лозе, а то условљава и промене у саставу и квалитету грозђа.

Интеракција животне средине у којој се винова лоза гаји и чокота винове лозе назива се *terroir*. У ову интеракцију су укључени климатски чиниоци, топографски фактори, земљиште, биљка винова лоза (чокот), виноградар, винар. Све ово доприноси специфичним особинама грозђа и вина (Слика 2).

Карактеристике произведеног грозђа зависе од комбинације главних компоненти *terroir*-а: климе, земљишта, сорте, система гајења и примењених ампелотехничких и агротехничких мера. Земљишни и климатски чиниоци локалитета на којој се гаји винова лоза имају веома велики утицај на квалитет грозђа и сензорне карактеристике вина.

### КЉУЧНИ ТЕРМИНИ

- винова лоза
- климатски чиниоци
- годишњи циклус развоја
- период вегетације
- период мировања



Франц. *terroir* – земља, тло;

- не преводи се и увек се пише латиницом (*иџалик*);
- истиче добре карактеристике поднебља где је грождје произведено;
- јединствен, уникатан и непоновљив.



Слика 2. Различити *terroir*



## климатски чиниоци

- светлост
- температура
- падавине
- релативна влажност ваздуха
- ветар

Утицај на:  
микрониво (окружење чокота)  
мезониво (локалитет винограда)  
макрониво (регион, рејон)

### Клима и време – утицај на винову лозу

#### Клима:

- интегрални део *terroir*-а;
- утиче на могућност гајења одређених сорти винове лозе;
- утиче на производњу одређеног стила вина.

#### Време:

- утиче на фенолошке фазе развоја винове лозе;
- утиче на цветање, опрашивање и оплођење;
- одређује моменат бербе грожђа;
- одређује принос/квалитет грожђа;
- одређује карактеристике вина.

Метеоролошки чиниоци (време током производне године) утичу и на одвијање фенолошких фаза развоја винове лозе. Најзначајнији утицај има температура. Сматра се да винова лоза почиње период вегетације на **10°C** (базна температура – **биолошка нула**). После завршетка зимског мировања и резидбе на зрело, винова лоза улази у период вегетације. Прва фенофаза је фенофаза која се назива плач или сузење (**Слика 3**). Ова фенофаза се карактерише отицањем воде и минералних материја на пресецима који су настали резидбом. Сузење се јавља као активност усвајања воде и минералних материја од стране кореновог система кад температура буде око 10°C. Усвојена вода и минералне материје крећу од корена ка надземном делу чокота, а како још нема развијених листова који би воду и минерале усвојили, они истичу на пресецима насталим резидбом.



Слика 3. Фенофаза сузења

#### Да ли сте знали...



#### Винова лоза и вино у свемиру са циљем повећања отпорности на климатске промене

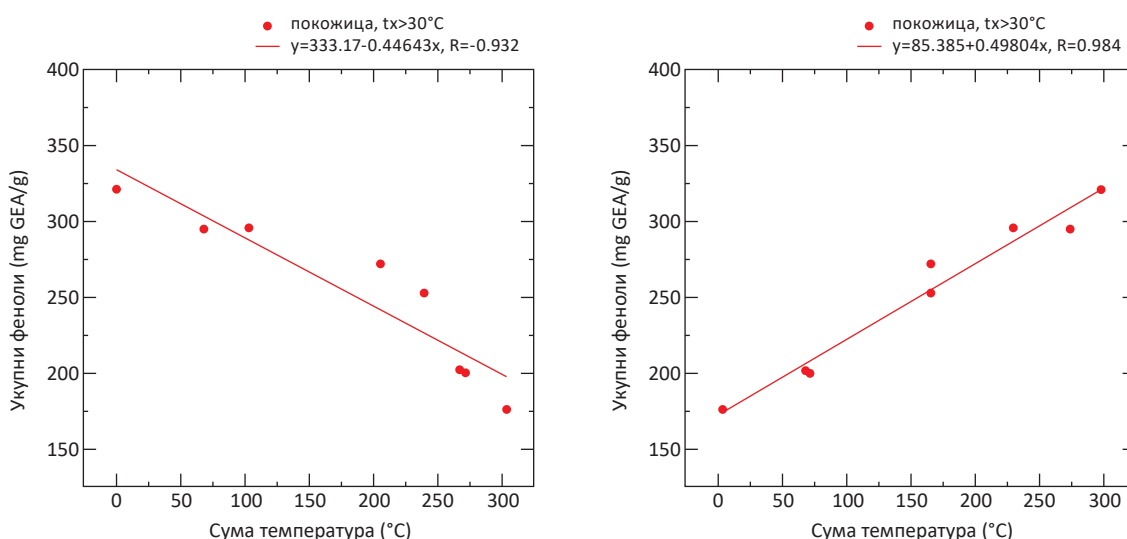
У свемиру, на Међународној свемирској станици, у оквиру научног пројекта у који је поред различитих угледних институција био укључен и Институт за вино Универзитета у Бордоу, више од годину дана држано је 320 лозних калемова и 12 флаша француског вина. Флаше вина су у свемиру чуване у истим условима као на Земљи само што није било гравитације. Вино је 13. јануара 2021. године враћено на Земљу, као и лозни калемови сорти мерло и каберне совинјон. Циљ је био повећање отпорности на климатске промене на Земљи. Слање нових лозних калемова се очекује 2024. године.

Стандардни период вегетације у виноградарству је од 1. априла до 31. октобра. Под утицајем измењених климатских услова, период вегетације винове лозе почиње раније (пре 1. априла), па и фенофаза сузења као прва фенофаза у том периоду наступа раније, јер се раније јављају дани са температуром од 10°C. Вегетација се у виноградарству завршава касније (после 31. октобра), тако да последњих година као последица деловања климатских промена, вегетација траје дуже (**Табела 1**). Све ове промене се одражавају на састав и квалитет грожђа.

средњи датум почетка вегетације	Датум шестог дана након првог појављивања пет узастопних дана са средњом дневном температуром већом од 10°C од почетка године.
средњи датум краја вегетације	Датум шестог дана након првог појављивања пет узастопних дана са средњом дневном температуром нижом од 10°C у другој половини године.
средња дужина трајања вегетације	Број дана од почетка до краја вегетације
сума ефективних температура (GDD)	Сума ефективних температура од израчунатог датума почетка до датума краја вегетације

**Табела 1.** Почетак, крај и дужина периода вегетације у виноградарству

Климатске промене имају **позитивне или негативне ефекте**, у зависности од региона и начина на који се клима мења. Промене у фенолошким фазама многих белих и црних сорти винове лозе забележене су и у виноградарским регионима у Србији, углавном као последица промене топлотних услова. Цветање, сазревање и берба грожђа померени су значајно раније. Период сазревања грожђа одвија се при вишим температурама ваздуха. Ове температуре имају значајно дејство на дужину фазе сазревања грожђа, укус, обојеност покожице бобице, а ако се те промене јаве код винских сорти, мењају се и квалитет и карактеристике вина. **Изложеност високим температурама у периоду сазревања грожђа може имати негативан утицај на његов квалитет, а такође и на квалитет вина.** Температуре ваздуха више од 30°C негативно делују на интезитет обојености покожице бобице, јер утичу на смањење концентрације антоцијана (материје које дају боју) па се добија грожђе са слабијом обојеношћу покожице (**Слика 4**). Ако се овај утицај јави код винских сорти, добиће се и слабије обојено вино. Температуре погодне за формирање пигмената у покожици бобице и на којима ензими одговорни за синтезу имају најбоље дејство су од 17°C до 26°C (**Слика 5**).



**Слике 4 и 5.** Негативно и позитивно дејство температура ваздуха на накупљање укупних фенола у покожици бобице код сорте винове лозе бургундац црни

Под утицајем климатских промена јавља се следеће: **брже сазревање грожђа, виши садржај шећера у шири, снижен садржај киселина и пораст рН вредности шире**. Јавља се још и: поремећај механичког састава грожђа, појава ожеготина на грожђу (посебно осетљиве беле сорте), као и поремећај у фотосинтези неких сорти у условима дуготрајне суше.

**Количина и распоред падавина утиче на квалитет грожђа.** Вредности количине падавина нису прецизан показатељ да се опише распоред падавина како у току године тако и по фенофазама у току вегетационог периода. У виноградарским рејонима у нашој земљи количина и распоред падавина у вегетацији нису на задовољавајућем нивоу. Смењују се периоди с јаким кишама с дугим сушним периодима.

**Вода је веома важна за винову лозу** на почетку сезоне раста, од пупљења до развоја цвасти, док су потребни суви и стабилни услови у периоду цветања и сазревања, без јаких падавина, олуја и непогода. Дуготрајни кишни периоди у фенофази цветања (крај маја, почетак јуна) могу довести до великих проблема у опрашивању и оплођењу, а самим тим негативно утицати на смањење приноса и квалитета грожђа. Негативне последице на принос и квалитет имаће и дужи кишни периоди приликом сазревања и бербе грожђа.

Од истих сорти винове лозе које су гајене у различитим климатским условима добија се грожђе и вино различитих карактеристика.



Мозгалица...

Опишите карактеристике локалитета за неки виноград који знате. Можете описати локалитет школског винограда (ако у школи постоји виноград). По чему је јединствен *terroir*?

#### Питања за проверу знања

1. Шта је биолошка нула?
2. На које процесе у виноградарству утичу временски услови у производној години?
3. Које су негативне последице климатских промена у виноградарству?

## 4.2. Рејонизација виноградарских географских подручја – основ планирања виноградарске производње и свих мера адаптације

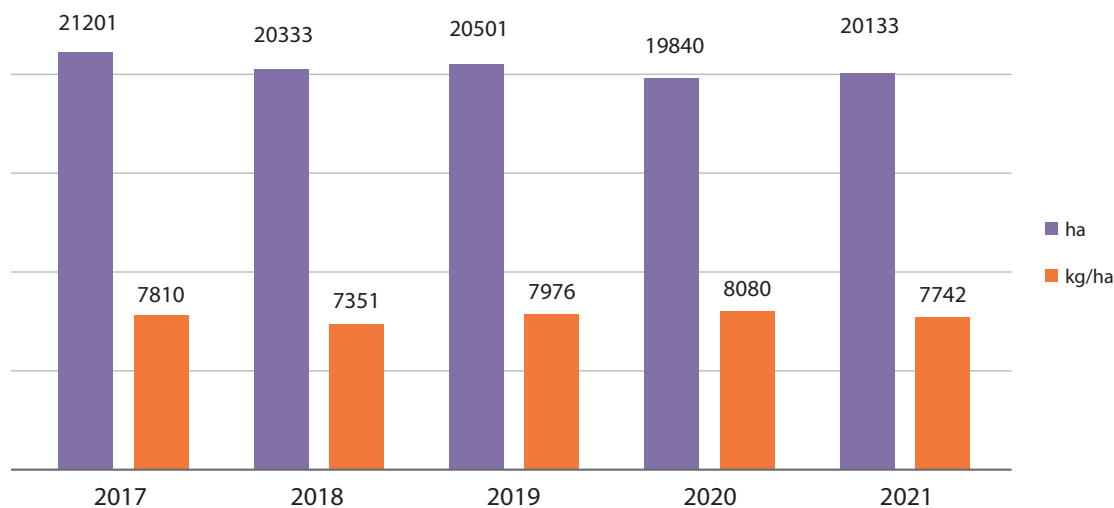
Сектор производње грожђа у Србији је врло специфичан, јер га карактерише велики број произвођача грожђа са малим површинама винограда. Највише винограда се налази у оквиру виноградарског рејона Три Мораве (око 7.528,76 ха, код 18.129 газдинстава), а на нивоу општина највише винограда је 2012. године пописано у општини Трстеник. Најмање винограда евидентирано је у Бачком рејону (18,87 ха; 51 газдинство с виноградима). На територији Србије је на основу података Републичког завода за статистику 1955. године било око 135.000 хектара винограда, а 2018. године под виноградима било само око 22.150 хектара. Такво смањење површина под виноградима је последица пропадања некадашњих великих друштвених винарија, а затим и винограда код индивидуалних пољопривредних произвођача.

У блиској прошлости (2017-2021) забележен је благи пад површина под виновом лозом и пад укупне производње грожђа са 21.201 ха и 7.810 t/ха (2017) на 20.113 ха 7.742 t/ха (2021) (**Графикон 1**).

#### КЉУЧНИ ТЕРМИНИ

- рејонизација
- виnorodна Србија
- виноградарски
- индекси
- температура





**Графикон 1.** Површине винограда и производња грожђа у Републици Србији у периоду 2017–2021. (<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>)

Област виноградарства је законски уређена низом прописа и правила, а 2015. године је завршена рејонизација, установљена ознака географског порекла грожђа и вина и почео је с радом Виноградарски регистар.

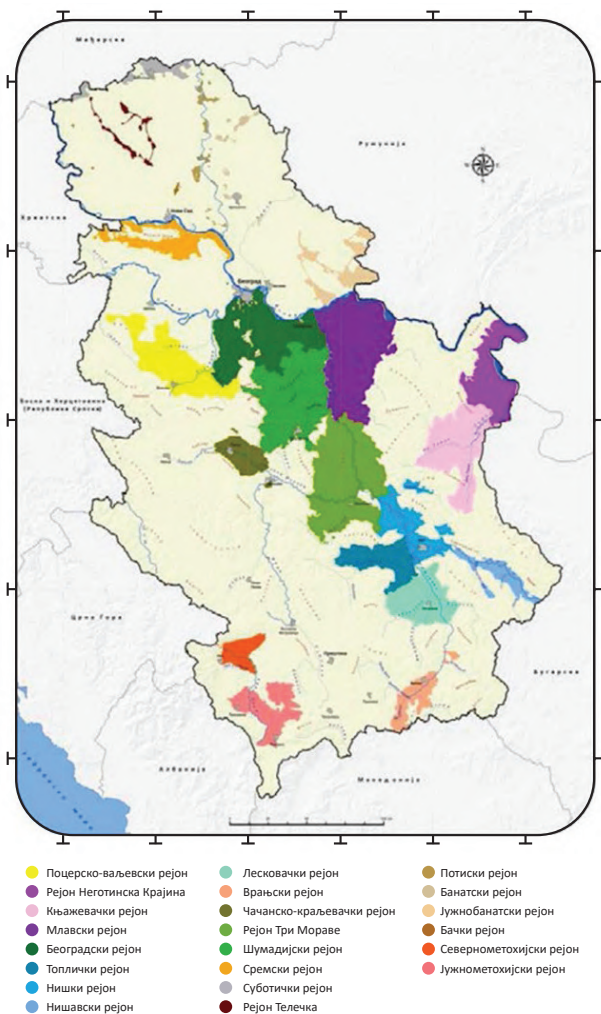
**Рејонизација** – подела једне територије на различита подручја погодна за гајење винове лозе

Рејонизацијом виноградарских географских производних подручја, винородна Србија обухвата територију Републике Србије надморске висине до 800 m, као и подручја изнад ове надморске висине уколико се она налазе на листи рејонираних подручја с већом надморском висином. У оквиру појединих рејона постоје делови територије с надморском висином већом од 800 m (планински предели).

Највећи број виноградарских парцела који је уписан у Виноградарски регистар се налази на надморској висини у интервалу од 100 m до 200 m (39,54% од укупног броја виноградарских парцела), а затим у интервалу од 200 m до 300 m (27,32%). Виногради, који се налазе на надморској висини изнад 300 m представљају 26,80% тренутних виноградарских парцела уписаних у Виноградарски регистар. Мањи број винограда је на већим надморским висинама (преко 500 и више метара).

**Виноградарски регистар** представља базу података о произвођачима грожђа и виноградарским парцелама, као и о другим подацима у складу са законом. Упис у Виноградарски регистар је законска обавеза.

У оквиру рејонизације виноградарских подручја издвојена су **три виноградарска региона** (Војводина, Централна Србија и Косово и Метохија) у оквиру којих се налазе укупно **22 рејона** са **77 виногорја** и више виноградарских оаза са својим специфичним климатским и земљишним карактеристикама (**Слика 6**).



Слика 6. Рејонизација виноградарских подручја у Републици Србији

#### У оквиру региона Централна Србија се налази 13 рејона:

1. Поцерско-ваљевски рејон,
2. Рејон Неготинска Крајина,
3. Књажевачки рејон,
4. Млавски рејон,
5. Топлички рејон,
6. Нишки рејон,
7. Нишавски рејон,
8. Лесковачки рејон,
9. Врањски рејон,
10. Чачанско-краљевачки рејон,
11. Рејон Три Мораве,
12. Београдски рејон,
13. Шумадијски рејон.

#### У оквиру региона Војводина се налази седам рејона:

1. Сремски рејон,
2. Суботички рејон,
3. Рејон Телечка,
4. Потиски рејон,
5. Банатски рејон,
6. Јужнобанатски рејон,
7. Бачки рејон.

### Категоризација виноградарских подручја Републике Србије – винородне Србије

- **Винородна Србија** – целокупно виноградарско географско производно подручје (виноградарско подручје) на територији Републике Србије у којем постоје повољни услови за гајење винове лозе у оквиру које имамо:
- **Виноградарски регион** – шире виноградарско подручје у оквиру винородне Србије, које се одликује сличним еколошким факторима, избором препоручених сорти и осталим неопходним чиниоцима за успешно гајење винове лозе, што омогућава производњу грозђа, шире, вина и других производа карактеристичних по квалитету, приносу грозђа и сензорним особинама за тај регион;
- **Виноградарски рејон** – уже виноградарско подручје у оквиру региона, које се одликује сличним специфичним еколошким факторима, избором препоручених сорти и осталим чиниоцима, што омогућава производњу грозђа, шире, вина и других производа карактеристичних по квалитету, приносу грозђа и сензорним особинама за тај рејон;
- **Виногорје** – уско виноградарско подручје у оквиру рејона које се одликује уједначеним специфичним еколошким факторима, избором препоручених сорти и осталим чиниоцима, што омогућава производњу грозђа, шире, вина и других производа карактеристичних по квалитету, приносу грозђа и сензорним особинама за то виногорје;
- **Локалитет (потес)** – најмање виноградарско подручје у оквиру виногорја које се одликује хомогеним еколошким факторима.

#### Климатске карактеристике винородне Србије

На основу анализе најважнијих виноградарских индекса (AVG, WIN, HI, CI, N35, N15) извршена је оцена погодности рејона за гајење винове лозе (рејонизација). У виноградарској рејонизацији, анализа климатских параметара је рађена за период 1961–2010. година, на основу података добијених са станица РХМЗ-а Србије. У **Табели 2** су приказани израчунати виноградарски индекси за поједине рејоне винородне Србије.

**Најважнији виноградарски индекси:** AVG – средња температура ваздуха за стандардни период вегетације од 1. априла до 31. октобра; WIN – Винклеров индекс, сума ефективних температура у периоду вегетације = сума активних температура умањена за биолошку нулу (10°C); HI – Хуглинов индекс, хелиотермички потенцијал локалитета; CI – индекс свежине ноћи, средња вредност минималне температуре ваздуха у току месеца септембра; N35 – број дана с максималном температуром ваздуха вишом од 35°C; N15 – број дана у периоду мировања с минималном дневном температуром ваздуха мањом или једнаком од –15°C.

**Табела 2.** Најважнији биоклиматски индекси у виноградарским рејонима винородне Србије – рејонизација виноградарских географских производних подручја (1961–2010)

Станица	AVG	WIN	HI	CI	N35	N15
<b>Поцерско-ваљевски рејон</b>						
Ваљево	17,0	1559,1	2092,6	10,8	3,3	2,2
<b>Рејон Неготинска Крајина</b>						
Неготин	17,8	1717,9	2278,1	11,5	4,6	2,8
<b>Нишки рејон</b>						
Ниш	17,8	1713,8	2259,7	11,3	7,7	1,2
<b>Врањски рејон</b>						
Врање	16,8	1512,1	2064,1	10,4	3,3	1,4
<b>Рејон Три Мораве</b>						
РЦ Крушевац	17,1	1571,5	2130,0	10,4	4,9	2,9
<b>Суботички рејон</b>						
Палић	17,1	1583,2	2102,5	11,2	1,8	2,2
<b>Јужнобанатски рејон</b>						
Вршац	17,3	1627,2	2140,7	11,4	2,5	3,3

Према класификацији заснованој на индексу AVG, виноградарски рејони Србије највећим делом спадају у топлу категорију (17°C–19°C), што је одговарајуће за сазревање веома великог броја сорти. Виноградарски рејони Србије, у просеку (више од половине) припадају Винклер (WIN II) региону (1389–1667°C), HI+1 (2100–2400°C) и CI+2 (< 12°C) региону.

У умерено топлој класи HI+1 не постоји хелиотермално ограничење да сазру све гајене сорте (поред неких изузетака као што су сорте без семена). Класа CI+2, која се одликује врло хладним ноћима, има позитиван ефекат ниских ноћних температура на боју, арому и карактеристике укуса и зависи од хелиотермалног потенцијала који осигурава добро сазревање грожђа за одређену сорту.

Број дана у периоду вегетације (април–октобар) с максималном дневном температуром већом или једнаком 35°C указује на ризик од веома топлих дана. Ни у једном виноградарском рејону индекс (N35) није мањи од 1, што значи да се веома топли дани јављају сваке године. Највећи број дана с температуром већом од 35°C утврђен је у Нишком виноградарском рејону (станица Ниш) и износио је просечно 7,7. Ако се јаве у периоду сазревања грожђа (од фенофазе шарка до бербе), високе температуре могу утицати на смањење синтезе и деградацију антоцијана, а самим тим и слабију обојеност грожђа и произведеног вина.

У Јужнобанатском рејону (станица Вршац) утврђен је највећи број дана у периоду мировања с минималном дневном температуром мањом или једнаком –15°C који је износио 3,3 што указује на опасност од ниских температура и оштећења које оне могу изазвати на чокотима појединих сорти.

Да ли сте знали...



**Виноград на највишој надморској висини у свету**

Највећи број винограда се налази у близини морске обале и на благо брдовитим пределима. С растом надморске висине смањује се принос грожђа. Међутим, постоје и засади на великим висинама. Највиши светски виноград, посађен 2013. године, налази се на Тибету, на 3.563,31 m надморске висине због чега је ушао у Гинисову књигу рекорда.

Табела 3. Вредности виноградарских индекса у издвојеним виноградарским рејонима (2010–2019)

Станица	AVG	WIN	HI	CI	N35	N15
<b>Поцерско-ваљевски рејон</b>						
Ваљево	18,6	1873,4	2397,1	12,7	9,5	1,3
<b>Рејон Неготинска Крајина</b>						
Неготин	19,4	2035,8	2607,5	13,5	9,4	2,1
<b>Нишки рејон</b>						
Ниш	19,2	1990,0	2537,9	13,0	15,1	0,7
<b>Врањски рејон</b>						
Врање	18,0	1750,7	2346,0	11,4	9,0	1,0
<b>Рејон Три Мораве</b>						
РЦ Крушевац	18,0	1761,3	2174,0	13,5	2,8	0,6
<b>Суботички рејон</b>						
Палић	18,4	1840,0	2371,4	12,7	5,7	1,0
<b>Јужнобанатски рејон</b>						
Вршац	18,7	1898,3	2444,0	12,6	8,0	1,7

У Табели 3 су приказане вредности виноградарских индекса у седам виноградарских рејона у различитим административним регионима Републике Србије за период последњих десет година 20. века, на основу обрађених података са станица РХМЗ Србије. У односу на резултате из рејонизације виноградарских подручја уочавају се промене у вредностима индекса које су настале како због периода обрачунавања тако и због промена у вредностима температуре и падавина. Посебно се издваја индекс N35, јер је у појединим виноградарским рејонима дошло до повећања броја дана с температуром већом од 35°C. У Нишком рејону у последњих десет година било је 15,1 дан с високим температурама, што је duplo више него у периоду који је анализиран за потребе рејонизације (1961–2010).

Последњих седам година на територији винорodne Србије представљају рекордно најтоплијих седам година, што значи да се повећање температуре убрзава током последње деценије и да ће наставити да расте. Ове промене указују на потребу за планирањем адаптације виноградарске производње и целог виноградарско-винарског сектора у циљу најбољег искоришћења потенцијала *terroir*-а.

**Због климатских промена потребно је да надлежне институције раде измене рејонизације.**

Стално праћење новитета из ове области – едукације пољопривредних произвођача – од изузетне су важности за спровођење мера адаптације на климатске промене у виноградарству.

#### Задатак 1.

На основу података из табела издвојте виноградарски рејон где је дошло до највећих промена климатских параметара (вредности виноградарских индекса) у односу на податке који су добијени приликом израде рејонизације.

#### AWG индекс

<13°C	Врло хладно
13–15°C	Хладно
15–17°C	Средње
17–19°C	Топло
18–21°C	Вруће
21–24°C	Веома вруће
>24°C	Превише вруће

#### Винклеров индекс (WIN)

Регион I	<1389
Регион II	1389–1667
Регион III	1668–1944
Регион IV	1945–2222
Регион V	2223–2700

#### Хуглинов индекс (HI)

>3000	Веома топло (HI+3)
2400–3000	Топло (HI+2)
2100–2400	Умерено топло (HI+1)
1800–2100	Умерено (HI-1)
1500–1800	Хладно (HI-2)
<1500	Веома хладно (HI-3)

#### Индекс свежине ноћи (CI)

<12°C	веома хладне ноћи
12–14°C	хладне ноћи
14–18°C	умерене ноћи
>18°C	топле ноћи

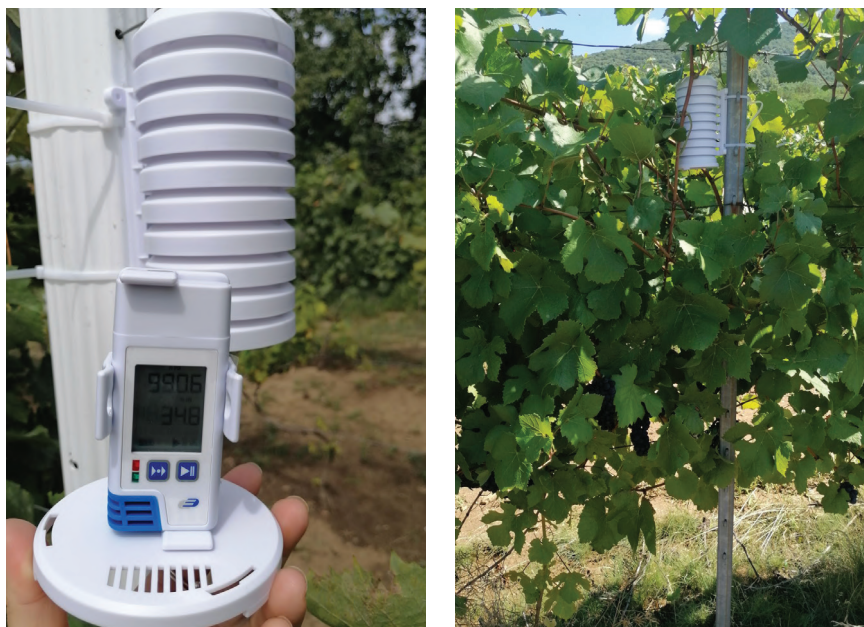


### 4.3. Ризици и мере за смањење негативних утицаја климатских промена у виноградарству

#### КЉУЧНИ ТЕРМИНИ

- мере адаптације
- климатске промене
- високе температуре,
  - град
  - олује

Као вишегодишња биљна врста винова лоза је прилагођена широком спектру климатских услова. Климатске границе за гајење винове лозе се налазе између 35° и 50° на северној земљиној полулопти, где се виноградарске области Србије и налазе. Винова лоза има веома скромне захтеве у погледу карактеристика земљишта, али има веома специфичне захтеве у погледу климатских чинилаца. Плодност земљишта се пре подизања винограда може различитим мерама поправити, али на климатске услове се не може директно утицати већ се виноградарска производња мора прилагодити неповољним чиниоцима. Потребно је праћење температура у винограду, а за мерења се могу користити различите станице, као и даталоџери који се могу поставити у самом винограду (Слика 7).



Слика 7. Даталоџер (Data logger) а) изглед; б) постављен у винограду

#### Мозгалица...

Да ли се ваше место становања налази у неком од виноградарских рејона? Ако се ваше место не налази у виноградарском рејону, размислите да ли постоје услови да се рејон прошири. Поразговарајте о овоме са својим наставницима. Пробајте да од чланова породице добијете информације о карактеристикама виноградарске производње у вашој околини. Каква је клима? Које се сорте гаје? Где се налазе виногради?

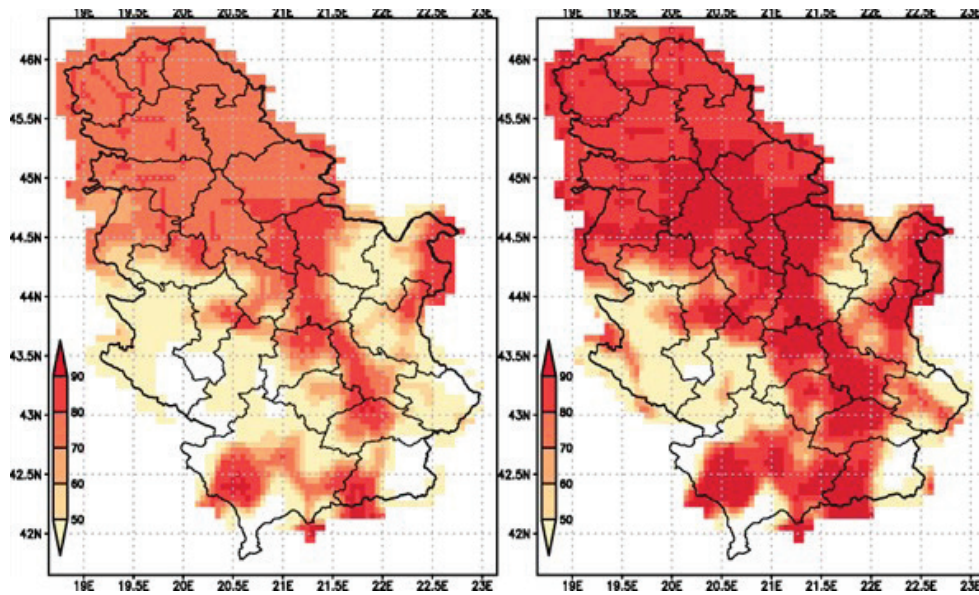
#### РИЗИЦИ ИЗАЗВАНИ НЕГАТИВНИМ УТИЦАЈЕМ КЛИМАТСКИХ ПРОМЕНА

Главни ризици у виноградарству који настају под утицајем климатских промена су:

- ризик од високих летњих температура;
- ризик од мрза на почетку вегетације (позни пролећни мраз);
- ризик од ниских зимских температура;
- ризик од олујних непогода и града.

#### Ризик од високих летњих температура ваздуха

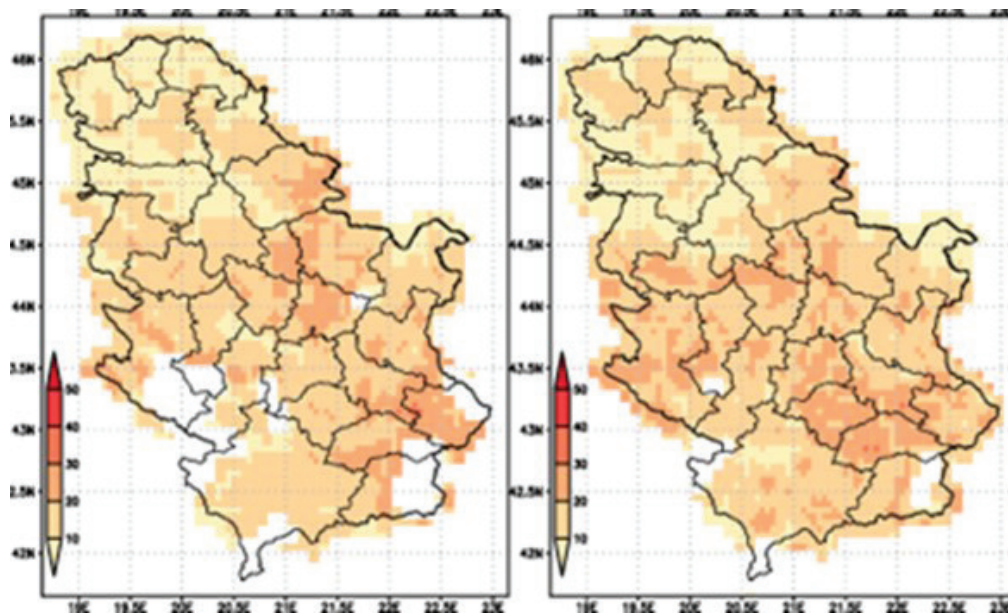
Високе температуре ваздуха у периоду сазревања неповољно делују на принос и квалитет грожђа. Екстремно високе температуре могу изазвати преран почетак фенофазе шарка (промена боје бобице), опадање бобица услед инактивације ензима и делимичан или потпуни пад у квалитету укуса зрелог грожђа. Температуре ваздуха више од 35°C изазивају последице на листовима и гроздовима. Лишће се коврца, губи боју и опада. Оштећења се јављају и на бобицама, које се услед губитка воде смежурају и убрзо осуше. Све ово доводи до смањења приноса и квалитета грожђа. Пројекције за будућност показују да ће вероватноћа појаве два узастопна дана с температуром вишом од 35°C (N35 индекс) значајно расти, посебно од половине овог века (Слика 8). Високе температуре значајно могу смањити накопљање антоцијана у pokožици бобице. Овај ризик је од посебног значаја за црне винске сорте и испољава се у слабијој обојености бобице, смањеном квалитету грожђа и вина.



Слика 8. Вероватноћа појаве веома топлих дана ( $T_x > 35^\circ\text{C}$ ) (N35 индекс (2021–2040; 2041–2060))

### Ризик од мрза на почетку вегетације

Вероватноћа појаве ниских температура ( $T < -2^\circ\text{C}$ ) на почетку вегетације (период кретања окаца) се посебно повећава од половине 21. века (Слика 9). Разлог повећања овог ризика је ранији почетак вегетације, условљен повећањем температуре, па фенофаза кретања окаца почиње раније и самим тим је и већи ризик од измрзавања окаца.



Слика 9. Вероватноћа појаве ниских температура ( $T < -2^\circ\text{C}$ ) на почетку вегетације (2021–2040; 2041–2060)

Набубрела окаца измрзавају на око  $-3^\circ\text{C}$ , млади ластари измрзавају на  $-1^\circ\text{C}$  до  $-2,5^\circ\text{C}$ , млади листови на око  $-2^\circ\text{C}$ , а цветови и цвасти оштећења могу да претрпе већ на  $-0,5^\circ\text{C}$ . Ниске температуре почетком априла месеца у појединим виногорјима могу изазвати значајна оштећења тек активираних окаца (Слика 10). Веће количине влажног снега такође могу у овом периоду направити штету (Слика 11). Разлике између појединих сорти у овом погледу могу бити врло велике, чак и до 15 дана. Сорте које раније започињу ову фазу су више изложене опасности од појаве мрзава у фази активирања и кретања окаца.





Слика 10. Снег и лед на активираним окцима винове лозе



Слика 11. Снег у априлу у винограду

### Ризик од ниских зимских температура

Ниске зимске температуре ( $T_n < -15^{\circ}\text{C}$ ) могу изазвати измрзавање појединих делова чокота. Најотпорније су сорте које припадају западноевропској еколошко-географској групи (*convarietas occidentalis, subconvarietas galica*), а најосетљивије су стоне сорте пореклом са истока (*convarietas orientalis, subconvarietas antasiatica*). Сорте које припадају истој еколошко-географској групи нису све једнаке отпорности, јер она зависи и од микроклиматских услова, заштите, исхране чокота, времена јављања и дужине трајања ниских температура и др. Стоне сорте су мање отпорне од винских сорти. На основу границе издржљивости сорте се могу поделити на три групе: 1) сорте које измрзну од  $-15^{\circ}\text{C}$  до  $-18^{\circ}\text{C}$  (стоне сорте: кардинал, афус али, црвени дренак и др.); 2) сорте које измрзну од  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $-24^{\circ}\text{C}$  (винске и стоне сорте: франковка, мускат хамбург, мерло и др.); 3) сорте које измрзну на температури испод  $-24^{\circ}\text{C}$  (бургундац црни, италијански ризлинг, траминац и др.).



Слика 12. Виноград у периоду зимског мировања

Велики ризик од ниских зимских температура имају виногорја која се налазе на нижим надморским висинама (испод 200 m). Посебно су великом ризику изложени делови Војводине (Сремски Карловци, Темерин, Баноштор, Чока, Вршац, Бела Црква и др.). У нашим агроколошким условима винова лоза је посебно осетљива на ниске температуре у фебруару, ако после топлијег и сунчаног времена наступи период хладног времена (Слика 12).

### Ризик од града и временских непогода

Веома велика опасност за винову лозу прети од оштећења од града, која настају услед појаве јаких олујних облака, чија се честина и интензитет повећавају (Слика 13). У виноградарству у Републици Србији нема праксе да се користе противградне мреже, због чега је винова лоза изузетно рањива на ове појаве и град у виноградарству представља највећу опасност.



Слика 13. Оштећења од града и олујног невремена у винограду



Слика 14. Град на чокоту винове лозе – оштећења на ластарима и листовима

Оштећења од града се манифестују на чокоту винове лозе у једној производној години, али могу значајно умањити и принос у наредној години (Слика 14). Град је најчешће јавља у периоду вегетације кад су већ формиран гроздови и прате га олујне непогоде с великом количином падавина које изазивају оштећења на чокоту, ломљење ластара, оштећења наслона и др.

За крај 21. века у Србији се предвиђа пораст појаве града већег од 2 cm у пречнику, од 40% до 80% у Војводини и од 20% до 40% у осталом делу Србије.

## МЕРЕ АДАПТАЦИЈЕ НА ПОСЛЕДИЦЕ КЛИМАТСКИХ ПРОМЕНА У ВИНОГРАДАРСТВУ

### Мере адаптације на мраз на почетку вегетације

Заштита од мраза који се јавља на почетку вегетације може обухватити различите мере, које се могу поделити на: **пасивне и активне**.

**Пасивне мере** обухватају различите превентивне мере које се могу планирати пре самог подизања засада, али и приликом редовне производње грожђа.

- **Избор адекватног положаја** – Препоручује се избегавање заснивања засада на местима где се формирају језера хладног ваздуха (подножја брда). Температура ваздуха је на овим местима, као и на врховима брда, нижа него на падинама преко којих хладан ваздух струји и пролази без задржавања. Зато је избор благих падина један од важних сегмената подизања новог засада винове лозе (Слика 15).



Слика 15. Благе падине су погодне за виноград

- **Затрављивање** – Ова агротехничка мера се може спроводити само у условима с довољном количином падавина. У виноградима где је постављен травни покривач као стални, Сунчева енергија се мање акумулира на површини земљишта и самим тим и ризик од мраза је већи. Редукција травног покривача (затрављивање сваког другог реда), постављање травног покривача као привременог или други видови управљања земљиштем (малчирање) једна је од мера борбе против мраза у вегетацији, у регионима где ова опасност постоји.

Ова мера се као обавезна препоручује у виноградима на нагнутом терену ради спречавања ерозије земљишта (Слика 16).





Слика 16. Затрављен виноград; а) цео; б) сваки међуредни простор; в) сваки други међуредни простор

- **Контролисање садржаја воде у земљишту** – може омогућити заштиту од ниских температура у периоду кретања и активирања окаца. Влажнија земљишта акумулирају већу количину топлоте него изразито сува земљишта. Влажна земљишта током ноћи имају способност дужег загревања хладног ваздуха при површини и тако смањују ризик од мрза. Мале норме наводњавања (заливања) могу некад бити адекватан одговор у месецима без падавина који претходе појави мрза (Слика 17).



Слика 17. Систем за наводњавање кап по кап у винограду

Грожђе добијено на брдовитим теренима има бољи квалитет, јер је лоза боље осветљена, добија више сунца, изложена је ветровима слабе до умерене јачине, мање страда од мразева, болести и штеточина.

**Активне мере** подразумевају промену микроклиматских услова у винограду: додавање или конзервирање топлоте, мешање ваздуха и др.

- **Грејачи на различите врсте горива** – служе да се температура ваздуха повећа до границе где нема опасности од мрза.
- **Машине за ветар** које имају улогу мешања ваздуха у неким локалитетима могу бити адекватан одговор за смањење опасности од ниских температура у пролеће. Ове мере у виноградима у Србији нису пуно заступљене.
- **Орошавање.** Овим се ствара ледена скрама на окцима која служи као изолатор, јер се приликом формирања танког слоја леда ослобађа латентна топлота мржњења воде која греје окца.

**Напомена:** Инвестиције у постављање система за наводњавање су високе и примењују се где постоје изворишта и могућности довођења воде у виноград, као и могућност земљишта да ту воду прими (велике количине воде се користе за противмразну заштиту око 40 m<sup>3</sup>/ha за сат времена и углавном долази до: пре-влаживања земљишта, отицања по површини, ерозије, нарушавања структуре (деградације земљишта).

## Мере за смањење негативних утицаја високих температура

За смањење последица које настају услед високих температура у периоду вегетације, посебно у периоду сазревања грожђа, могу се примењивати следеће мере:

- **Избор одговарајућег положаја** – померање винограда на веће надморске висине приликом заснивања засада и др.
- **Засењивање винограда** – гајење на северно оријентисаним странама, као и постављање мрежа за засену или противградних мрежа.
- **Наводњавање** – правилан избор методе која је у складу са карактеристикама земљишта и доступним количинама и квалитетом воде.
- **Одређивање оптималног момента бербе** – праћење квалитативних параметара у грожђу (садржај шећера, укупних киселина, рН, садржај фенола и др.); ранија берба грожђа.
- **Избор одговарајућих сорти** – препорука је да се саде сорте раније епохе зрења.
- **Ампелотехничке мере** – мере које се спроводе ради успешног гајења винове лозе и производње грожђа. Избегавање дефолијације (скидање листова) са сунчане стране како би се смањиле ожеготине и дехидратација бобица. Правовремено уклањање сувишних ластара, како би се смањила транспирациона површина, а тиме и непотребни губитак влаге.

За ублажавање последица високих температура потребно је прилагодити обраду земљишта у винограду. Примењивати окопавање или фрезирање, како би се сачувала (конзервирала) земљишна влага.

## Мере за смањење ризика од ниских зимских температура

У време подизања винограда треба предузети низ превентивних мера у циљу ублажавања дејства мрза:

- правилан избор положаја за виноград;
- избор садног материјала;
- одговарајућа припрема земљишта;
- подизање заштитних појасева;
- загртање чокота.

Све мере које изазивају добро сазревање ластара (правило ђубрење, одговарајуће оптерећење родом, мере зелене резидбе, заштита од болести и штеточина и др.) доводе до стварање већих количина резервних хранљивих материја у ткивима винове лозе и повећавају њену отпорност према измрзавању.

## Мере адаптације против града у виноградарству

Коришћење противградних ракета у разбијању градоносних олујних облака, на којој данас у Србији почива борба против града и која некад не даје задовољавајуће резултате не препоручује се за сигурну меру адаптације у будућности. Инвестиције у постављање противградних мрежа, као и одговарајући услови приликом осигурања засада, морају бити од државног интереса. Ако је град направио оштећења у винограду, потребно је извршити мере зелене резидбе које ће омогућити обнову чокота. Примењују се следећи поступци: лачење целих ластара услед њиховог великог оштећења и уклањање оштећених врхова ластара, ако је град био слабијег интензитета. После завршене летње резидбе обавезно је третирање чокота препаратима на бази бакра и сумпора ако су оштећења од града настала у фази сазревања, јер се тако спречава појава трулежи грожђа.

**ВАЖНО:** постављање противградних мрежа – мера адаптације против града

## ОСТАЛЕ ВАЖНЕ МЕРЕ

### Избор одговарајућег сортимента

Повољност утицаја климатских промена у виноградарству је ширење ареала гајења на веће надморске висине и смањење ризика од зимских мразева, док су повећани ризици од топлотних таласа, високих летњих температура и суше, као и ниских зимских температура на почетку вегетације. Због повећане климатске варијабилности, тј. због појављивања година које су веома топле са екстремним топлотним таласима, потребно је размотрити отпорност садашњих сорти на високе температуре, које често наступају у комбинацији са сушним периодима. У садашњој клими, иако се смањује ризик од јаких зимских мразева, он и даље постоји на појединим локалитетима који указују на повољне услове по другим факторима (нпр. на вишим надморским висинама или долинама с могућим појавама језера хладног ваздуха током зиме). За овакве услове се сматра да добро издржавају аутохтоне сорте (прокупац и др.), које су преживеле на овим просторима. **Увођење аутохтоних сорти у интензивну производњу** допринело би аутентичности приступа у адаптацији на климатске промене, а имплементација ове мере би дала аутентичност самој производњи грошља и вина у датом региону и виногорју. Овакве сорте у садашњим климатским условима могу давати квалитетан принос, а и лакше се адаптирати на промене у свом природном *terroir*-у.

Мозгалица...



Да ли у вашем крају постоји неки стари виноград или јако стари чокот винове лозе? Распитајте се о њиховој старости. Напишите неколико одговора како су ти чокоти или виноград доживели дубоку старост. Који су климатски чиниоци деловали позитивно, а који негативно? Поразговарајте с друговима и наставником о резултатима свог истраживања.

У Програму развоја виноградарства и винарства до 2031. године, пројектована вредност гајења аутохтоних сорти је 20% укупних засада (не укључује се сорта ризлинг). Ово је врло значајно, јер је до 2019. године било свега 8% аутохтоних сорти у виноградима Србије.

**Гајење сорти толерантних на биотичке и абиотичке стресне факторе.** Сорте означене као толерантне или отпорне мање су осетљиве када расту у комбинацији са оптималним мерама заштите и одговарајућим системом гајења. Препорука је да сорте резистентне или толерантне на најраспрострањеније болести у једном подручју могу бити изабране ако су присутне у производњи и потврђене на тржишту.

Ефикасно спречавање појаве болести на виновој лози постиже се комбинацијом правовремених агротехничких и хемијских мера. Винограде треба подизати на оцедним земљиштима, на јужним осунчаним, нагнутих странама у правцу доминантних ветрова како би се листови брже сушили. Резивање ће такође допринети побољшању микроклиматских услова.

**Органско виноградарство** као један од начина борбе против климатских промена и емисије гасова са ефектом стаклене баште треба да заузме значајније место у укупном виноградарском сектору. Искоришћавање одговарајућих виноградарских парцела за подизање нових винограда по принципима еколошке производње и исто тако и конверзија конвенционалних винограда у органске могу имати значај у очувању животне средине и борби против климатских промена.

**Површина засада органске/одрживе производње у 2019. години била је 0,45% вредности док је план да до 2031. године пројектована вредност достигне 10% укупних засада.**

**Примена одговарајућих агротехничких мера** (резидба, наводњавање, обрада земљишта, заштита и сл.) које могу бити коришћене како код аутохтоних сорти тако и код интернационалних сорти, такође су једна од веома важних мера приликом њиховог гајења и постизања адекватног и квалитетног приноса упркос неповољним климатским чиниоцима.

**Заштита винограда** се обезбеђује применом превентивних мера које су усмерене ка спречавању појаве болести и штеточина и применом одговарајућих директних мера које имају улогу у сузбијању болести и штеточина. Као последица климатских промена, пре свега осцилација периода с високом температуром и периода с великом количином падавина, може се интензивирати појава различитих болести пре свега **пламењаче, пепелнице и сиве трулежи**, које озбиљно могу смањити принос и квалитет грошља (**Слика 18**).





Слика 18. а) пламењача б) пепелница и в) сива трулеж на виновој лози

**Избор система гајења и примена ампелотехничких мера.** Од велике је важности прилагодити систем гајења карактеристикама сорте и локалитету где се налази виноград. Избор одговарајућег система гајења приликом подизања засада може значајно допринети смањењу негативног дејства климатских промена. Правилно изведена резидба на зрело (у периоду мировања) и зелено (у периоду вегетације) омогућава постизање одговарајућег приноса и квалитета грозђа, али и проветравање чокота, смањење интензитета болести, припрему лозе за зимско мировање и др.

Да ли сте знали...



#### Најстарија винова лоза на свету – преживела различите климатске услове

У Марибору (Словенија) налази се вероватно најстарија винова лоза на свету која расте више од 400 година и од које се и данас прави вино. Према постојећим налазима лоза је засађена негде у касном 16. веку. Назива се стара трта (сорта жаметовка) и налази се на обали реке Драве (Слика 19). Од грозђа ове сорте прави се вино које се зове цвичек. Уписана је у Гинисову књигу рекорда и последњих деценија рађа од 35 до 60 килограма грозђа од којег се прави вино и пуни у боце од 0,25 l и које затим завршава као поклон-сувенир познатим личностима у свету. Калем од ове лозе посађен је 2021. године и у порти Цркве Светог Пантелејмона у Нишу.

**Лоза у манастиру Хиландар.** Винова лоза која је дупло старија од најстарије је лоза Светог Симеона и налази се на јужној страни Саборне цркве манастира Хиландар. Винова лоза Светог Симеона јединствена је како по својој старости (око 800 година) тако и по лековитости бобица.



Слика 19. Најстарија винова лоза

#### Питања

1. Који су најважнији ризици у виноградарској производњи настали под утицајем климатских промена?
2. Наведите неколико мера адаптације на негативне последице климатских промена.
3. На којим теренима грозђе има бољи квалитет? Где су негативне последице климатских промена израженије: на брежуљкастим или у равницама? Образложити одговор.



### Задатак 1.

Наведите најважније ризике за виноградарску производњу у вашем крају. Поређајте их по интензитету штете које наносе виноградима.

### Задатак 2.

У складу са одговором на претходни задатак издвојте најважније мере за смањење одређеног ризика по винограде вашег краја.

## ● Литература

Виноградарски атлас, (2015). **Попис пољопривреде 2012. Пољопривреда у Републици Србији**. Републички завод за статистику.

Виноградарство и винарство Србије, (2019). **Студија анализе сектора производње грожђа и производње вина**. Центар за виноградарство и винарство, Ниш. Уредник: Дарко Јакшић.

Vujadinović, M., Vuković, A., Jaksić, D., Đurđević, V., Ruml, M., Ranković-Vasić, Z., Pržić, Z., Sivčev, B., Marković, N., Cvetkovic, B., La Notte, P. (2020). **Climate change projections in Serbian wine-growing regions**. IVES - International viticulture and enology society, 65–70.

Vuković Vimić, A., Djurdjević, V., Ranković-Vasić, Z., Nikolić, D., Ćosić, M., Lipovac, A., Cvetković, B., Sotonica, D., Vojvodić, D., Vujadinović Mandić, M. (2022). **Enhancing Capacity for Short-Term Climate Change Adaptations in Agriculture in Serbia: Development of Integrated Agrometeorological Prediction System**, *Atmosphere* 2022, 13, 1337.

Jones, G.V. (2006). **Climate and Terroir: Impacts of Climate Variability and Change on Wine**. In *Fine Wine and Terroir - The Geoscience Perspective*. Macqueen R.W., and Meinert L.D. (eds.), Geoscience Canada Reprint Series Number 9, Geological Association of Canada, St. John's, Newfoundland, 247.

Ranković-Vasić, Z., Vuković Vimić, A., Ćosić, M., Đurđević, V., Vujadinović Mandić, M., Nikolić, D. (2022). **Changes of climatic conditions and bioclimate viticultural indices, with projections for future**. International Scientific Conference "Village and Agriculture". Book of Proceedings, 23–34.

Ранковић-Васић, З., Вујадиновић Мандић, М., Вимић Вуковић, А., Ћосић, М., Животић, Љ. (2022). **Утицај климатских промена и мере адаптације у виноградарству**. Саветовање: „Сезонске прогнозе времена и прилагођавање пољопривредне производње на климатске промене“. Зборник апстраката. 19. 5. 2022. године, Пољопривредни факултет, Београд-Земун, пп. 7.

Ranković-Vasić, Z., Selić, J., Vujadinović Mandić, M., Vuković Vimić, A. (2022). **Locality conditions as a factor of grape quality in organic and conventional production**. *Akademski preglod*, 101–112.

Ранковић-Васић, З, Сивчев, Б., Румл, М., Вуковић, А., Вујадиновић Мандић, М. (2018). **Еколошки аспекти и избор сорти у органском виноградарству**. Саветовање пољопривредника и агронома Србије „Отворена врата“, Зборник радова, 142–146.

Ранковић-Васић, З., Сивчев, Б. (2017). **Практикум из виноградарства**. Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет.

Ranković-Vasić, Z., Sivčev, B., Vuković, A., Vujadinović, M., Pajić, V., Ruml, M., Radovanović, B. (2015). **Influence of meteorological factors on the quality of 'Pinot Noir' grapevine grown in two wine-growing regions in Serbia**. 11<sup>th</sup> International Conference on grapevine Breeding and Genetics, Beijing, China. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 1082, 389–396.

Ranković-Vasić, Z., Nikolić, D., Atanacković, Z., Sivčev, B., Ruml, M. (2015). **Characterization and adaptation of some 'Pinot Noir' clones to the environmental conditions of Serbian grape growing regions**. *Vitis* (Special issue), 54, 147–149.

Ranković-Vasić, Z. (2013). **Uticaj ekološkog potencijala lokaliteta na biološka i antioksidativna svojstva sorte vinove loze Burgundac crni (*Vitis vinifera* L.)**. doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu. Poljoprivredni fakultet.

Ruml, M., Korać, N., Ivanišević, D., Vujadinović, M., Vuković, A. (2013). **Analysis of grapevine phenology in the region of Sremski Karlovci**, *Journal of Agricultural Sciences*, 58 (1): 73–84.

Ruml, M., Vuković, A., Vujadinović, M., Djurdjević, V., Ranković-Vasić, Z., Atanacković, Z., Sivčev, B., Marković, N., Matijašević, S., Petrović, N. (2012). **On the use of regional climate models: Implications of climate change for viticulture in Serbia**. *Agric. For. Meteorol.*, 158-159, 53–62.

Ruml, M., Korać, N., Vujadinović, M., Vuković, A., Ivanišević, D. (2016). **Response of grapevine phenology to recent temperature change and variability in the wine producing area of Sremski Karlovci, Serbia**. *Journal of Agriculture Science*. 154(2):186–206.

Пројекат: „**Интегрисани систем агро-метеоролошких прогноза (IAPS)**”. Фонд за науку Републике Србије. Промис програм, 2020–2022.

Пројекат: „**Адаптација аутохтоног генофонда воћака и винове лозе на измењене климатске услове са циљем достизања одрживе производње**”. Министарство заштите животне средине Р. Србије, 2019.

Пројекат: „**Истраживања климатских промена и њиховог утицаја на животну средину – праћење утицаја, адаптација и ублажавање (43007)**”. Министарства просвете, науке и технолошког развоја Р. Србије, 2011–2019.

Projekat: „**Advancing medium and long-term adaptation planning in the Republic of Serbia – NAP**” project is funded by Green Climate Fund (GCF) and implemented by UNDP, in partnership with the Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management, 2022.

Пројекат: „**Јачање отпорности сектора пољопривреде на елементарне непогоде**”. Организација за храну и пољопривреду Уједињених нација (ФАО) у сарадњи са Министарством пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије, 2022–2024.

Сивчев, Б., Румл, М., Сивчев, И., Ранковић-Васић, З. (2015). **Органска производња грожђа**, монографија. Пољопривредни факултет, Београд.

кључни појмови и дефиниције у поглављу

страна

93	ратарство
93	повртарство
93	климатске промене
93	температуре
93	падавине
96	толерантност
96	прилагођавање
96	суша
96	аноксија
102	стрна жита
102	олује
107	индустријске биљке
108	повртарство
108	принос
108	квалитет

## РАТАРСТВО И ПОВРТАРСТВО

### 5.1. Утицај климатских промена на ратарску и повртарску производњу

Када су потребе ратарских и повртарских биљака и производње у питању, опште климатске карактеристике се добијају из анализе основних климатских параметара, односно средњих месечних температура и средњих месечних сума падавина за неки климатски период. Они показују годишњу расподелу падавина и годишњи ток температуре, одакле се добија информација о топлотним условима и расположивости влаге током месеци када су биљке у пољу или када је поље у припреми за сетву биљака, односно у време када су биљке у пољу, али у фази мировања.

Због убрзаних климатских промена постало је изузетно важно питање одрживости глобалне снабдевености храном (прехранбена сигурност), па је зато и један од фокуса научне јавности на теми утицаја климатских промена на продуктивност најважнијих ратарских и повртарских усева.

Примери карактеристика промена климатских услова, који ремете квалитет и квантитет приноса су:

- **стално повећање температуре** – може утицати на померање/убрзавање фенофаза, чиме се смањује квантитет и квалитет приноса;
- **повећање учесталости дана са екстремно високим температурама** – може утицати на заустављање развоја биљке и исушивање услед прекомерне евапотранспирације;
- **повећање учесталости топлотних таласа у различитим периодима године** – може утицати на ранији почетак вегетације за озиме усева ако се јаве зими, након чега је велики ризик од мрза; могу пореметити и друге фенофазе развоја у зависности када су се јавили;
- **повећање учесталости и интензитета суша** – може утицати на заустављање развоја биљке и исушивање; велики пораст температура, нарочито током лета, може изазвати сушне услове и при мањим дефицитима воде;
- **повећање учесталости дана с великом количином падавина** – могу довести до неефикасног влажења земљишта, праћено градом до уништења приноса, а на неповољним теренима и превлаживања земљишта;
- **изостанак или кратко трајање снежног покривача** – недовољно снабдевање земљишта водом постепеним отапањем и стварање земљишних залиха воде за потенцијалне сушније периоде, за озиме усева опасно због недостатка заштите од хладних услова.

Климатске промене могу допринети деградацији земљишта због проузроковања неповољних услова за обнављање хранљивих материја, што се доводи у везу, нпр. са смањењем броја корисних микроорганизама у земљишту. Могу допринети ерозији услед суше када је земљиште без покривача (усева), ерозији водом услед повећаних екстремних падавина итд. Како су агроекосистеми сложени, с многобројним интеракцијама између његових компоненти, то га чини посебно осетљивим, јер поремећај само једне компоненте може пореметити стање других компоненти. Климатске промене су такође условиле појаву и опстанак нових штеточина пореклом из тропских крајева, нпр. мољца кромпира (*Phthorimae operculella*), као и штеточина парадајза (*Tuta absoluta*, **Слике 1 и 2**).

#### КЉУЧНИ ТЕРМИНИ

- ратарство
- повртарство
- климатске промене
- температура
- падавине





■ Слика 1. Штете на листу и ларва штеточине *Tuta absoluta*



■ Слика 2. *Tuta absoluta* у плоду

Праћење појаве штеточина и болести је један од основних задатака у процени рањивости производње на климатске промене.

Ратарска и повртарска производња су значајно испреплетене, а уједно могу бити и веома различите, првенствено по могућности гајења поврћа у заштићеном простору. Неке врсте су искључиво ратарске (пшеница, кукуруз, сунцокрет и др.), неке су само повртарске (парадајз, паприка, купус) док постоје врсте које су ратарске ако се беру (ваде) у пуној зрелости (пасуљ, кромпир), а повртарске ако се конзумирају након технолошке зрелости (боранија, млади кромпир). Све ове врсте су специфичне по захтевима за топлотом и влагом, и осетљивости на одређене екстремне услове, што потврђује да је адаптација ратарске и повртарске производње комплексан процес.

Производња на отвореном је директно изложена временским условима и због тога више рањива на климатске промене од производње у затвореном.

Производња у заштићеном простору такође трпи последице климатских промена, због потребе за одржавањем услова у објектима, нпр. по потрошњи енергије. Не треба занемарити да проблем климатских промена обухвата и проблем потрошње енергије произведене из фосилних горива у процесу производње.

#### ПРИЛОГ: Суша 2012. године – пример утицаја екстремне суше у Србији

- Проузроковала је велике финансијске штете у пољопривреди – преко две милијарде долара.
- Највеће штете су биле због смањења приноса главних ратарских врста (кукуруза 55%, соје 50%–70%, сунцокрета 30%).
- Појава афлатоксина у кукурузу показала је да биљке кукуруза под условима стреса изазваних сушом имају слабу отпорност на микотоксине.
- Појава овакве суше дешаваће се чешће, а у периоду 2041–2060. просечно чак три до четири пута у једној деценији.

**Микотоксини** (грч. *mykes* – гљива, *toxikon* – отров) су екстрацелуларни метаболити плесни, који су токсични или имају друге негативне биолошке ефекте на људе и животиње. Та једињења, као нпр. афлатоксини, врло различитих хемијских структура, онечишћују житарице и друге намирнице, посебно у тропским крајевима, јер виша температура и влажност погодују расту плесни.

Учесталост година са сушом у Србији повећала се за 40%, односно, у периоду 2011–2020. суша је осматрана у пет од десет година, док је њена појава била просечно једном у десет година у периоду 1961–1990. Највеће губитке у ратарству прозороковала је суша 2012. године, а затим 2017. године. Узрок повећања учесталости суше јесте поремећај расподеле падавина, али и пораст температуре, који проузрокује повећање евапотранспирације (укупно одата вода с водене, земљишне површине, као и површине листова биљака). Дуги сушни периоди и неравномерна расподела падавина током вегетационог периода, нарочито јарих усева, смањили су принос готово свих биљних врста. Такође, неколико година уназад може се уочити пораст средње температуре ваздуха током зимских месеци, што је имало негативног утицаја на развој озимих усева.

Последице климатских промена у ратарству и повртарству су неминовне, па је неопходна примена одговарајућих мера, пре свега у оквиру ублажавања последица. Поред доношења одговарајућих уредби, развоја каналске мреже и подстицајних средстава (наводњавање, противградне мреже) који су у надлежности државе, значајна је улога едукације произвођача и науке која треба да понуди сорте отпорне на сушне услове и мере за ублажавање ефеката екстремних временских прилика. Такође, значајна пажња мора бити посвећена штетним организмима који су се појавили, а којих раније није било или су били мање заступљени. Модификација директних агротехничких мера од стране агронома за свако подручје гајења и појединачне усева у будућности ће имати значајну улогу.

## **ПРИЛОГ:**

### **Угроженост агроекосистема климатским променама и важност за адаптацију производње**

Агроекосистем се може разумети као климатски систем неке области, а чије ресурсе користи човек за производњу хране. Под ресурсима се подразумевају ресурси које пружају атмосфера и сунце, земљиште и вода. У оваквом систему такође владају главни циклуси климатског система (енергије, воде и угљеника), али и многи други важни циклуси (азота, фосфора и др.). Човек у мањој или већој мери може модификовати компоненте агроекосистема и циклусе агроекосистема, односно може управљати агроекосистемима. Узимајући у обзир различите примере утицаја климатских промена и имајући свест о многим другим утицајима и последицама, закључујемо да је заправо рањивост целокупног агроекосистема проблем у одрживости производње. У зависности од тога да ли човек управља агроекосистемом узимајући у обзир климатске промене и друге факторе важне за одржање функционалности овог система, утицаји климатских промена могу бити појачани или смањени. Другим речима, човек може одржавати агроекосистем адаптивним на климатске промене и тиме користити његове услуге за производњу.

Климатске промене доводе до штетног утицаја у толикој мери да се често доводи у питање оправданост гајења појединих врста у таквим условима и околностима.

### **Које су ратарске и повртарске биљке, које би требало да су заступљене на њивама и за које би требало уложити велики труд за одржање постојеће продуктивности по јединици површине?**

То су углавном врсте које се свакодневно користе у исхрани људи или домаћих животиња:

1. **Просолика или јара жита** (кукуруз, сирак);
2. **Права или стрна жита** (пшеница, јечам, овас);
3. **Зрнено-беланчевинасте биљке** (пасуљ, соја, грашак);
4. **Биљке за техничку прераду** (сунцокрет, шећерна репа);
5. **Алтернативне врсте биљака**, значајне за посебне системе гајења (хељда, крупник).

Овде су наведене и алтернативне врсте биљака, јер у условима климатских промена и преласка на савремене одрживе и органске системе гајења врло често су ове врсте алтернативе досадашњим уобичајеним врстама и сортама, углавном, жита.



Које су искључиво ратарске, које су искључиво повртарске врсте, а које могу бити и ратарске и повртарске? Шта је екосистем? Наведите неки пример. Шта је агроекосистем? Ко је творац агроекосистема?

## Како климатске промене утичу на поврће и повртарску производњу?

Повртарска производња има низ позитивних карактеристика које је разликују од осталих грана биљне производње: интензивност, могућност остваривања више берби у току године и могућности гајења у заштићеном простору, али исто тако и низ негативних карактеристика: сезонски карактер већине врста поврћа, велико учешће рада, трошкови транспорта и подложност кварењу.

Најчешће су у агрономској пракси све врсте поврћа подељене у шест група:

1. плодовито (парадајз, паприка, краставац);
2. купусно (купус, кељ, карфиол);
3. лиснато (салата, спанаћ);
4. коренасто-кртоласто (мрква);
5. луковичасто и
6. остало поврће (хрен, шпаргла, артичока).

Неке од ових врста се углавном гаје на отвореном пољу (**Слика 3**), неке комбиновано (заштићен простор – отворено поље), а поједине најчешће у заштићеном простору (**Слика 4**). Услови у заштићеном простору су мање или више контролисани, а самим тим је и директни утицај климатских промена слабији.



■ Слика 3. Усев мркве



■ Слика 4. Парадајз у пластенику гајен у тресету

### КЉУЧНИ ТЕРМИНИ

- толерантност
- прилагођавање
  - суша
  - аноксија

## 5.2. Толерантност биљака на сушу и аноксију

Толерантност на сушу зависи од морфолошких особина биљака, особина ћелија и метаболизма. Ксерофите у условима суше губе четири пута мање воде него мезофите, углавном због мање заступљене кутикуларне транспирације (када се вода одаје преко целе површине листа и не може се регулисати – пасивна транспирација). Код неких биљака је развијен читав низ адаптација којима се може донекле регулисати одавање воде: задебљала кутикула, присуство длачица на површини листа и сл. Најосетљивији на сушу су: овас, пасуљ, грашак, лупина, соја, дуван, црвена детелина и поједине траве. Средњу осетљивост имају: пшеница, раж, кромпир, грахорица и сл., а најмању осетљивост на сушу имају: сирак, просо, шећерна репа, сочиво, лубеница, суданска трава, па и кукуруз.

**Мезофите**, највећи број ратарских и повртарских биљака, опстају у условима умерено влажних станишта, на којима нису изражени температурни екстреми. Све те биљке живе на местима где има довољно воде у земљишту и оне брзо реагују на појаву недостатка воде тако што се адаптирају. **Ксерофите** су биљке сушних области, које су различитим адаптивним механизмима прилагођене условима отежаног снабдевања водом, уз истовремено форсирано одавање воде, због веома сувог околног ваздуха и потребе за хлађењем прегрејаних листова. Оне су становници сушних



области, у којима су суше трајне или повремене, а истовремено је на станишту интензивно зрачење и претерано загревање.

**Аноксија** значи да, у суштини, кисеоника уопште нема у земљишту (поре испуњене водом), а **хипоксија** значи ниска концентрација кисеоника, преовлађује вода.

**Поикилохидричне биљке** су биљне врсте које имају способност да уђу у стање анабиозе (стање мировања у одсуству неопходне количине влаге у земљишту и ваздуху). Када се повољни услови влажности остваре, ове биљке настављају раст и развиће.

Неке биљке преживљавају магационирањем воде, попут кактуса или агаве (**сукуленте**).

Механизми одбране од суше су различити код различитих врста биљака и органа. Поикилохидричне биљке могу поднети период суше током вегетационог периода смањујући интензитет раста и свих физиолошких процеса на минимум, што је карактеристика мировања код биљака и више или мање изражена специфичност семена. Један од начина преживљавања се базира на способности ткива да акумулира влагу, као код сукулентата, при чему велику улогу има вододржива способност ткива, морфолошке промене надземних делова у смислу смањивања губитака транспирацијом и развој корена у дубину, према слојевима земљишта који имају више воде. Физиолошки механизми одбране од суше заснивају се на повећању концентрације осмотски активних јона и молекула, који спречавају дехидратацију и денатурацију протеина, односно одржавају колоидну структуру протоплазме и равнотежу водног потенцијала унутар ћелије. Заштитна улога шећера и калијума, који повећавају осмотску вредност протоплазме и тиме повећавају садржај везане воде, значајна је и у отпорности биљака према измрзавању.

Морфолошка прилагођеност биљака на сушу се заснива на избегавању дехидратације, јер биљке имају способност да одрже релативно висок водни потенцијал листова у условима суше. Карактеристике биљака са овом способношћу су: дубок коренов систем, смањен раст надземног дела у односу на подземни део биљке. Потпуно је јасно да ће смањен раст надземног дела довести до смањене продуктивности. Поред избегавања суше, важна је и толерантност на дехидратацију, односно способност биљке да одржи све функције на нивоу одређеног водног потенцијала. Толерантност гајених биљака на сушу у великој мери зависи од њиховог продуктивног органа. Лиснато поврће уопште не подноси сушу и не може се гајити у условима суше, чак и уз наводњавање. Коренасто-кртоласто поврће (кромпир, мрква) показује умерену осетљивост. Код једногодишњих усева који се гаје ради добијања семена осетљивост највише зависи од фазе развића у којој се биљке налазе у моменту наступања суше. Ове врсте су далеко отпорније у вегетативним фазама, а од генеративних фаза, најосетљивије су у фази цветања. Ближе разумевање је могуће увидом у табеларни приказ прилагођавања биљака на сушу (**Табела 1**).

■ **Табела 1.** Прилагођавање биљака на сушу

1. Избегавање суше	2. Отпорност на сушу	
убрзано фенолошко развиће	а) делимично избегавање суше (висока хидратација биљке)	б) отпорност на сушу (ниска хидратација биљке)
	<p>I смањење губљења воде велика отпорност на сушу избегавање радијације / загревања смањење лисне површине</p> <p>II одржавање усвајања воде дубок коренов систем велика укупна дужина корена висока хидрауличка проводљивост земљишта за воду</p>	<p>I одржавање тургора осмотско прилагођавање висока еластичност ћелијског зида ситне ћелије</p> <p>II толерантност на исушивање особине ћелијског зида</p>

Веће површине под шумама, као и пољозаштитни шумски појасеви, имају улогу у накупљању и задржавању воде током зиме од снежних падавина и у спречавању штетног дејства ветра, смањујући испаравање, повећавајући релативну влажност ваздуха, и у спречавању ерозије.



Агротехничке и превентивне мере у агроекосистемима могу значајно ублажити последице недостатка падавина током вегетационог периода усева. Заоравањем стрништа, као наизглед споредне агротехничке мере, чувају се резерве влаге земљишта у периоду када је најмање има. Осим тога, сузбијају се корови који су велики потрошачи воде. Остављање жетвених остатака на површини (малчирање) такође доприноси борби против суше. Дубока обрада (орање) у јесен је важна за накупљања резерви влаге током зиме, које су биљкама на располагању у пролеће и током лета.

Заоравање жетвених остатака и ђубрење органским ђубривима повећава садржај органске материје у земљишту, а тиме се повећава способност земљишта да задржава воду.

Значај плодореда са аспекта ублажавања последица суше је непроцењив. На основу података бројних испитивања утицаја плодореда на принос најважнијих ратарских усева установљено је да у сушним годинама највећу предност испољавају плодореде, посебно вишепољни, у односу на монокултуру. Посебно је значајно учешће легуминоза гајених самостално или у смешама у оквиру испитиваних плодореда, а у ширем смислу увођење здружених и покровних усева утиче на повећање биодиверзитета и побољшање ефикасности коришћења и чувања влаге у земљишту.

Једина директна мера борбе против суше јесте **наводњавање**, која има предност у погледу повећања приноса усева (повећање може износити и 90%), али с друге стране, њена примена има и недостатке.

**Плодоред** представља планску смену усева у времену и простору. Најчешће се плодореде деле по броју поља, нпр. тропољни плодоред се састоји од три поља на којима су заступљена три усева по редоследу једне године: прво поље – кукуруз, друго поље – соја и треће – пшеница. Наредне године: прво поље – пшеница, друго поље – кукуруз и треће – соја.

**Здруживање усева** представља гајење две или више врста истовремено на истом земљишту (кукуруз – пасуљ, лук – мрква и сл.).

**Покровни усеви** су усеви који се гаје у циљу повећања покровности земљишта (заштита од корова, ерозије, чување резерви влаге, повећање садржаја органске материје и др.). Они могу деловати **алелопатски** на корове излучивањем (из корена или осталих делова биљке) појединих материја које одбијају или успоравају раст корова.

Најкраће, **диверзитет** се дефинише као број различитих врста живих организама који чине једну заједницу на одређеном локалитету. Термин **биодиверзитет** се често користи да би се описао диверзитет врста и генетички диверзитет.

Вишак воде у земљишту (недостатак кисеоника) изазива аноксију, до које чешће долази ако је температура ваздуха изнад 20°C, када је потрошња кисеоника дисањем корена биљака, фауне земљишта и микроорганизама већа него на ниској температури. У таквим анаеробним условима (аноксија) или при недовољној концентрацији кисеоника (хипоксија) долази до одумирања ћелија и биљке показују знакове увенућа, а листови показују епинастичан раст (према доле) због повећане синтезе етилена. Тако се прекида пренос воде и хранива у надземне делове биљке, што узрокује успоравање раста. Биљке отпорне на недостатак кисеоника не показују знакове стреса, јер активирају одбрамбене механизме у смислу морфолошких адаптација. Уколико је неко земљиште током већег дела године превлажено и то се понавља сваке године, није потребно примењивати друге мере (одводњавање) које могу бити скупе.

Услед климатских промена, због повећања температуре, могућности гајења ратарских и повртарских биљака се шире **на веће надморске висине**. На нижим надморским висинама се испољавају **ризички од повећаних температура** у току летње сезоне. Ризик од суше је најкритичнији у истој сезони и то у великом делу Србије, јер се услед климатских промена у сезони **јун–август смањују просечне падавине** и јављају се све чешће дужи периоди без падавина. Заједнички утицај повећаних температура и недостатка падавина доводе до великог стреса за развој биљака које у свом развоју захватају ову сезону. Међутим, услед убрзаних климатских промена, услови се брзо мењају и потребно је обнављати знање о климатским карактеристикама локације, укључујући и процену ризика од неповољних услова.



#### Мозгалица...

Који су утицаји суше на биљке? Како се могу приметити? Наведите примере (са поља) како се код неких биљака манифестује суша. Ако је вишак воде у земљишту, шта биљкама недостаје?

### 5.3. Утицај климатских промена на гајење просоликих (јарих) жита

Међу просоликим житима, најзначајнија врста је кукуруз (*Zea mays L.*), једногодишњи ширококореди усеви или окопавина која заузима централно место у сетвеној структури Републике Србије. Род *Zea* има само једну културну (гајену) врсту – *Zea mays*. Ова врста се одликује великом разноврсношћу и дели се на девет подврста, од којих је најзначајнија и најзаступљенији зубан. Јако је важно знати да је кукуруз највише проучавана биљка у погледу отпорности на сушу (недостатак воде праћен високим температурама ваздуха). Није ксерофита, али има одређене карактеристике те групе, јер при наступању суше економичније троши воду транспирацијом, смањујући површину листа (увијајући их у фишек), али када има довољно воде, изузетно је велики потрошач, нерационално је троши.

Највећи утицаји климатских промена на гајење кукуруза су:

- повећање површине на којој су испуњени топлотни услови за гајење (померање ка већим надморским висинама);
- повећани ризик од суше, нарочито у периоду јун–август;
- повећање температуре у свим сезонама, што може утицати на померање оптималног датума сетве и промена у фенолошком развоју;
- повећање ризика од екстремно високих летњих температура;
- на појединим локалитетима, у зависности од терена, могућ је већи ризик од превлаживања земљишта услед екстремних падавина;
- повећање ризика од болести и штеточина.



■ Слика 5. Штете на кукурузу настале од града: а) младе биљке; б) усеви у каснијој фази

Ризик од високих температура ваздуха и недостатка падавина у критичном периоду за кукуруз за воду и топлоту током летњих месеци је у Републици Србији углавном разлог опадања приноса усева кукуруза. Просечан принос по хектару је био значајно смањен управо у току година са сушом у Србији. На пример, у периоду 2011–2020, највеће смањење 2012, затим 2017, па 2015. Веза приноса кукуруза са климатским променама у Србији је толико јасна да се принос кукуруза узима и као један од главних показатеља утицаја за сушу. Уједно, показује и колико производња кукуруза није прилагођена променама климатских услова.

#### КЉУЧНИ ТЕРМИНИ

- ратарство
- повртарство
- климатске промене
- температура
- падавине

Опције за адаптацију производње кукуруза на климатске промене су:

- избор хибрида ради избегавања утицаја учесталог сушног летњег периода – хибриди краћег периода вегетације би служили да осигурају принос;
- прилагођавање времена сетве оптималном датуму сетве – сејати када се испуне услови за сетву, а не по календарском датуму;
- прилагодити начин гајења и агротехнику особинама и стању земљишта;
- обезбедити наводњавање, у случају да је могуће и да то дозвољавају водни ресурси; оптимално користити (очувати водне ресурсе и не еродирати земљиште);
- увођење модернијих система у производњи: одржива, интегрална, регенеративна пољопривреда, као и органска производња с највећим степеном одрживости;
- фаворизовање превентивних и биолошких мера контроле корова, болести и штеточина у циљу смањења примене пестицида, а тиме смањење деградације земљишта; земљишта која нису деградирана лакше подносе климатске промене и
- користити искуства и информације о утицају екстремних климатских појава из претходне године или претходних година.

Поред поменутих мера увођења ранијих рокова сетве и гајења хибрида кукуруза краће вегетације пожељно ће бити форсирање плодореда с већим бројем поља (4, 6 или 8), у односу на најчешћи, двопољни плодоред. Делотворност ових мера је јака. Пожељна је и примена свих агротехничких мера ради повећања ефикасности чувања зимских резерви влаге (јесења обрада, повећање покривности земљишта гајењем покровних, накнадних и међуусева), као и плитко заоравање стрништа током лета после жетве озимих усева, јер су то најчешћи предусеви кукуруза. Реч је о најјефтинијим мерама, исплативост је веома велика, јер има позитиван утицај и на остале ризике у производњи кукуруза, веома применљиве, како на локалном тако и државном нивоу. Ове мере имају изражену мултифункционалност, јер утичу на смањење негативног утицаја високих температура и недостатка падавина у критичном периоду усева кукуруза, смањују ерозију земљишта и трошкове контроле корова применом хербицида и, наравно, утичу позитивно на животну средину.

**Гајење покровних усева** има више циљева и намена. Један од циљева, најважнији за све јаре усева, не само за кукуруз, јесте чување резерви влаге које ће бити драгоцене у почетку вегетационог периода у пролеће. Други циљ јесте повећање садржаја органске материје, што је од пресудног значаја, јер земљишта с више органске материје ће се лакше одупрети климатским променама и недостатку влаге. Осим наведених, постоје и друге предности гајења покровних усева:

- олакшано гајење наредног усева у пролеће после озимих покровних усева;
- веће могућности укључења легуминоза и обезбеђивање дела азота;
- редукација обраде – смањено коришћење фосилних горива, што доводи до повећања одрживости;
- смањена ерозија водом и ветром и закоровљеност;
- боља контрола пратилачког комплекса – здравији производи;
- већи избор за корисне инсекте;
- више органске материје = мање сабијање земљишта, повећана биолошка активност;
- махунарке у покровним усевима представљају дубоко биолошко орање, док учешће трава доводи до смањења површинског сабијања.

Смисао гајења покровних усева и оправдање за додатна улагања, поред набројаних доприноса, потребно је оправдати и повећањем или одржањем приноса главног усева (**Табела 2**).

Табела 2. Принос зрна кукуруза шећерца после различитих покровних усева (kg/ha)

година / третмани	2014			2015			просек
	МЂØ	МЂ	просек	МЂØ	МЂ	просек	
1	7.940	8.655	8.297	4.410	3.730	4.070	6.184
2	8.434	9.049	8.742	5.076	6.148	5.612	7.177
3	7.330	8.701	8.015	4.648	6.529	5.589	6.802
4	8.172	8.359	8.265	6.602	5.920	6.261	7.263
5	8.377	9.051	8.714	4.290	4.786	4.538	6.626
6	8.309	8.475	8.392	5.792	5.074	5.433	6.913
7	8.476	8.939	8.707	4.180	6.554	5.367	7.037
8	8.719	8.934	8.826	5.605	4.232	4.919	6.873
<b>просек</b>	<b>8.220</b>	<b>8.770</b>	<b>8.495</b>	<b>5.076</b>	<b>5.372</b>	<b>5.224</b>	<b>6.859</b>

ПУ – покровни усеви: 1 – обична грахорица, 2 – озими крмни грашак, 3 – озими оvas, 4 – озими крмни кељ, 5 – обична грахорица + озими оvas, 6 – озими крмни грашак + оvas, 7 – малч – слама и 8 – конвенционални систем гајења; МЂ – микробиолошко ђубриво

Гајење отпорнијих хибрида кукуруза с повећаним садржајем апсцисинске киселине (енгл. *abscisic acid* – АБА) који лакше подносе сушу, рад на селекцији и стварању хибрида с повећаном отпорношћу (распоред листова, висина стабла и др.) веома је важно у борби против климатских промена. Основна карактеристика новијих хибрида би била убрзан пораст у почетку вегетационог периода како би што пре затворили вегетациони простор, засенили земљиште и смањили евапорацију, односно слободно одавање воде, а осим тога и раније прошли критични период за влагу који је у нашим условима од средине јуна до средине јула.

Земљиште под широкоредним усевима дуго времена је незаштићено. Применом међуредног култивирања, с култиваторима намењеним само за такве сврхе, земљиште се подсеца и растреса између редова, а постижу се следећи циљеви: уништава се постојећа покорица и спречава појава нове; пресецањем капиларитета ствара се растресит слој на површини земљишта, чиме се истовремено спречава сувишно одавање постојеће влаге у земљишту и повећава способност земљишта да прими нове количине влаге из падавина; смањује се запреминска маса, уз истовремено повећање порозности и ваздушног капацитета, што појачава аерацију и побољшава топлотни режим земљишта; уништавају се корови из међуредног простора који могу бити јаки конкуренти гајеном усеву за влагу. Малчирање (настирање) смањује евапорацију на тај начин што је мања површина изложена сунцу и ветру. Сунчево зрачење се више рефлектује о светлије површине (малч је светлији од земљишта и има већи алbedo) што утиче на смањење температуре. Исецкани материјали или ситније материје употребљене за малч боље упијају воду и онемогућавају њено отицање или испаравање. Површина испод малча је порознија без покорице и може да упије више влаге. Због тога је земљиште снабдевеније влагом. Гајење већег броја хибрида различитих дужина вегетације на једном газдинству свакако је за препоруку, јер у случају појаве неког екстремног догађаја, различити хибриди налазиће се у различитим фенолошким фазама и различито ће реаговати на стресне услове, те ће једне другима компензовати губитке у приносима, што ће газдинству омогућити сигурнију производњу.

**Малчирање** је један од најбољих начина да се промене услови у агроекосистему. Слој малча (покривке) може значајно: променити температурни режим земљишта, очувати влажност земљишта, смањити број корова, обезбедити станиште за корисне макро и микро организме, повећати учешће органске материје у земљишту и тиме повећати његову плодност. Велика је разноврсност органских и синтетичких материјала који се могу искористити као малч: слама, комадићи дрвета или коре дрвета, пиљевина, папир, новинска хартија, пластичне фолије, жетвени остаци других усева, ломљене љуске ораха, водене биљке, иглице четинара.





Који ризици од климатских промена утичу на гајење кукуруза?  
Које мере адаптације ваља изабрати ради смањења ризика?

У оквиру стратегије ублажавања последица климатских промена у пољопривреди, проблему ђубрења се поклања посебна пажња. Најважније је примену ђубрива ускладити са стварним стањем хранива у земљишту и потребама биљака, а осталим мерама обезбедити снабдевеност и повољне особине земљишта које ће усеву омогућити лакшу доступност тих хранива. Једна од могућности задржавања постојећих површина под кукурузом је и ширење ареала гајења (померање ка брежуљкастим рејонима са унапређењем технологије гајења и повећањем броја плодоредних поља).

У систему биљне производње с наводњавањем налазе се бројне специфичне агротехничке мере, а и постојеће захтевају одређена прилагођавања условима који су битно другачији од оних у природном режиму влажења. Ово је једна од најскупљих инвестиција у пољопривреду Републике Србије, с бројним препрекама за њено спровођење (недостатак воде, финансијских средстава). Наводњавање у производњи кукуруза је препозната као приоритетна мера за прилагођавање на климатске промене, јер се у Србији највећим делом на производним површинама гаји кукуруз. Информације о прогнози времена, од краткорочних до дугорочних, могу пружити информацију о наступајућим временским приликама у краћем или дужем року, због чега се препоручује и овај вид информисаности, јер може превагнути у доношењу одлуке о оптималном датуму сетве, избору хибрида, начинима гајења итд.

**Кукуруз је биљка која неекономично троши воду, ако је има. Шта се дешава ако нема воде у земљишту? Адаптира се. Како? Смањује површину (листова) с којих одаје воду у облику водене паре. Како смањује површину листова? Увија листове у левкасту структуру или облик купе.**

## 5.4. Утицај климатских промена на гајење правих (стрних) жита

### КЉУЧНИ ТЕРМИНИ

- стрна жита
- климатске промене
- суша
- олује

Права (стрна) жита су усеви који се сеју у јесен и значајан део вегетационог периода на њивама проводе током зиме. Због тога ова група биљака другачије реагује на факторе спољашње средине и различити су утицаји климатских промена на њихову продуктивност. **Главни представник ове групе је пшеница, најважније хлебно жито.** Пшеница захтева повољан распоред падавина са укупном количином 650–750 mm у вегетационом периоду. Од октобра до априла (укорењавање, бокорење) пшеница потроши 30% потребне количине воде.

Критичне фазе код пшенице за влагу су:

- фаза клијања,
- влатања,
- класања и
- наливања зрна.

Потребе у топлоти су мање, али високе температуре ваздуха (30°C–35°C) су много опасније ако су праћене ниском релативном влажношћу ваздуха, а ако је дужи период праћен сувим ветром, долази до појаве **топлотног удара**, односно прераног сазревања биљака.

**Раж** има мање потребе за водом, осетљива је на сушу у јесењем периоду док не образује коренов систем, а највеће потребе су у фази интензивног раста, класања и цветања. По својим биолошким особинама раж брже расте у односу на пшеницу, с јачим кореновим системом, боље подноси сушу, ниске температуре, боље се бокори и нешто је ранији усеу у односу на пшеницу (десет дана). Раж је осетљива на голомразице, посебно ако је земљиште сувише влажно. **Тритикале** је мање осетљив на јесењу сушу од ражи. Недостатак воде и минералних материја у периоду пред класање тритикалеа доводи до слабе озрњености класа (вршни део). Овај период је критичан за воду. **Јечам** не подноси нагле промене температуре, нарочито у фази влатања, формирања и наливања зрна. Међутим, јечам има слабију реакцију на високе температуре ваздуха у времену наливања зрна у односу на остале врсте жита. **Овас** нема велике захтеве за топлотом, али су захтеви за водом већи од осталих стрних жита. У млечној зрелости усеу овса подноси слабије мразеве, што омогућава гајење ове врсте и у високо планинским рејонима. Овас је осетљив на топлотни удар.

Највећи утицаји климатских промена на стрна жита су:

- повећање површине на којој су испуњени топлотни услови за гајење (померање ка већим надморским висинама);
- повећани ризик од суше, нарочито у периоду клијања, класања и влатања;
- повећање температуре у свим сезонама може утицати на померање оптималног датума сетве и промена у фенолошком развоју;
- повећање ризика од високих зимских температура;
- на појединим локалитетима, у зависности од терена, могућ је већи ризик од превлаживања земљишта услед екстремних падавина;
- повећање ризика од болести и штеточина, посебно ако су полегла (**Слика 6**).



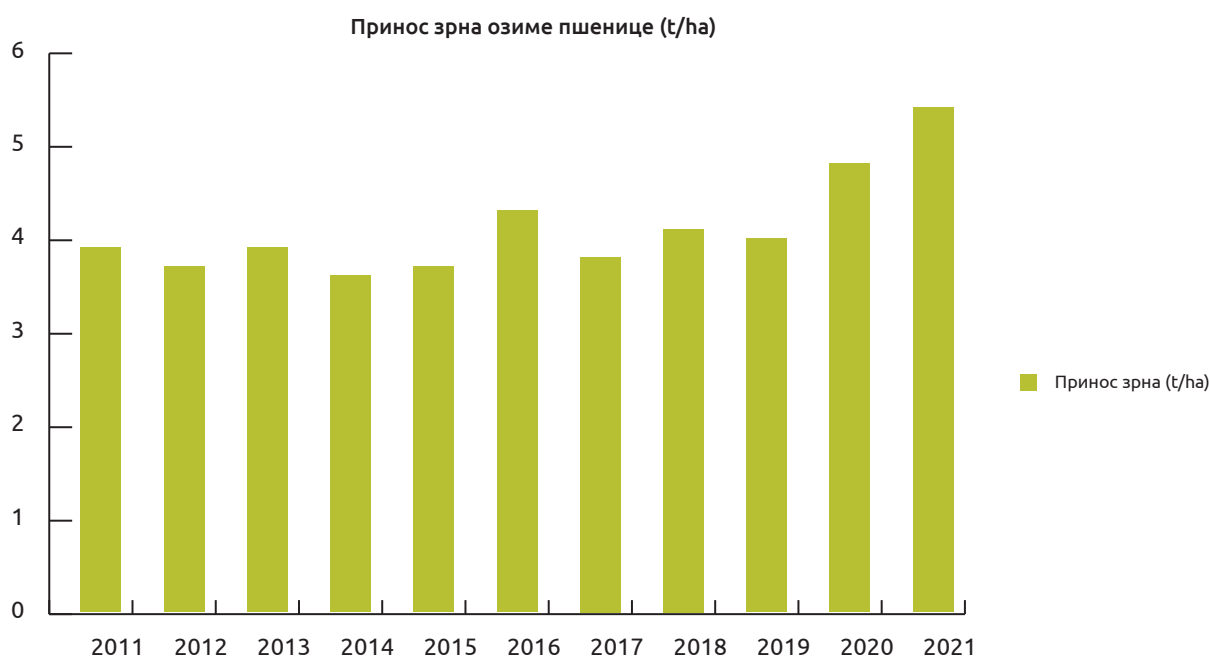
■ **Слика 6.** Пшеница полегла услед кише праћене олујним ветром

У случају озимих стрних жита (пшеница, раж, тритикале, јечам и овас) постоји ризик од голомразица, који је највећи у регионима с већом надморском висином. Нема појаве голомразица ако је хладни талас праћен постојањем снежног покривача. Типичан пример је 2012. година када је хладни талас трајао од 29. јануара до 15. фебруара, али је био праћен снежним покривачем.

Највећи ризик код правих жита је у недостатку воде у критичном периоду – од класања до влатања и у оба случаја најизраженији на крајњем северу, у Војводини, док у другим областима постоји вероватноћа пораста учесталости ризика у будућности. Ризик од екстремно високих температура је значајно нижи за озиме усева, у поређењу с јарим усевима. Ризик који се може очекивати у будућности јесте нагло захлађење крајем јесени или почетком зиме када су биљке недовољне припремљене, посебно у случају касне сетве.

**ПРИЛОГ:** Анализа приноса зрна пшенице у периоду од 2011. до 2021. године

Код ове врсте није било значајних губитака у приносу у годинама код којих је било падова у приносу код јарих усева. Високе температуре у топлом периоду године и недостатак падавина нису представљале значајне ризике за озиму пшеницу.



■ **Графикон 1.** Просечан принос зрна пшенице у t/ha у периоду 2011–2021. на територији Републике Србије

Могућности за адаптацију производње озиме пшенице на климатске промене су:

- померање оптималног датума сетве ка каснијем периоду;
- гајење отпорнијих сорти;
- мере конзервације земљишне влаге (обрада земљишта, плодород, избор парцеле);
- интегралне мере контроле корова, болести и штеточина и др.

Сетва у оптималном року је врло важна, а нарушена је често због каснијег брања предусава, најчешће кукуруза, јер је на њивама највише присутан двопољни плодород (кукуруз – озима пшеница). Ако кукуруз и претходи пшеници треба гајити раностасније хибриде, који ће се брати раније и биће довољно времена за основну обраду после бербе, као и за предсетвену припрему и сетву пшенице. Рационалније је проширити плодород и с двопољног прећи на тропољне, четворопољне или шестопољне плодореде, који ће погодувати не само пшеници него и осталим усевима који га чине. Недостатак воде у земљишту у време сетве, клијања и ницања пшенице је такође често заступљен, а ако је предусев кукуруз, тај проблем је већи. Иако буде падавина крајем септембра или почетком октобра, чека се да се земљиште просуши због бербе кукуруза, а та влага је често изгубљена за клијање пшенице. Редукована обрада (смањење дубине и броја операција у систему обраде) која је за гајење пшенице за препоруку, посебно на лакшим, песковитим земљиштима.

### **У будућности се очекују високе температуре ваздуха и недостатак воде у генеративним фазама развоја пшенице.**

Повећање фреквенције усева у плодороду, увођењем других усева, као што је соја, побољшала би се ефикасност коришћења воде и хранива из земљишта. Сетва отпорнијих сорти, с већим бројем биљака по јединици површине, такође су препоручљиве у главним производним регионима и на квалитетнијим типовима земљишта. Насупрот томе, на лошијим земљиштима, у предвиђеним условима повећаног броја сушних дана за период април–август треба ићи на смањење густине сетве, нарочито у годинама с ниском количином зимских падавина (од септембра до марта).

### **ЗАНИМЉИВОСТИ**

Пронађена угљенисана зрна пшенице у Ираку потичу од око 6.750 година пре Христа, док је у Кини пшеница гајена око 3.000 година пре Христа. Јечам је жито које је човек почео прво гајити и то пре 10.000 година из дивље дворедице форме јечма. Производња шесторедог јечма почела је касније, 6.000 година пре н. е. Сада је јечам врло распрострањена врста жита, с више форми и 192 варијетета. Сматра се да је гајена раж добијена из дивље форме ражи у југозападној Азији око 1800–1500. године пре Христа. Тритикале је прво хибридно жито које је човек створио укрштањем пшенице и ражи, двеју врста различитих родова. Прво успешно укрштање пшенице и ражи изведено је 1875. године у Шкотској. Овас се почео гајити након што је нађен у усеву јечма као коров. Постоје озиме и јаре форме овса.

На основу бројних археолошких истраживања научници су дошли до закључка да људи пшеницу гаје од почетка млађег каменог доба (неолита), односно већ приближно 10.000 година. Међутим, прародитељи данашњих гајених врста су непознати. Према мишљењу руских научника Вавилова и Флаксбергера, све данашње врсте самоникле и гајене пшенице потичу из четири исходна центра: југозападна Азија, Етиопија (Абисинија), предња Азија (Јерменија, Сирија и Палестина) и јужни Балкан и Мала Азија.

**Хексаплоидне врсте** су све гајене врсте, нема самониклих, а међу њима далеко најважнија у исхрани и највише гајена у свету је обична, мека пшеница (*T. vulgare Host.*). Крупник или спелта пшеница (*T. spelta L.*) је друга хексаплоидна врста култивирана у ограниченим количинама. Крупник се спомиње чак и у Старом завету, а према најновијим истраживањима настао је пре 7.000–9.000 година спонтанним укрштањем самониклих травних врста, највероватније на Блиском истоку. Први подаци о гајењу крупника потичу из гробница у долини Нила. Крупник има плевичаст плод и пре коришћења у исхрани људи мора се ољуштити. У зрну има знатно више беланчевина лепка него у зрну обичне пшенице. Лепак садржи глијадин који утиче на растељивост и лепљивост и глутенин, од којег зависи чврстоћа и постојаност лепка. Особе које су алергичне на глутенин других жита могу користити брашно крупника, јер његов глутенин не изазива алергије. Патуљаста пшеница (*Triticum compactum Host.*) је такође значајна за особе које су алергичне на глутен, а конзумира се у облику финих кексова и колачића. Осим тога, неке форме су корисне у селекцији за добијање нових сорти скраћеног стабла и повећане отпорности на сушу и високе температуре ваздуха, што је у времену климатских промена изузетно важно.

У средњевековној српској држави пшеница је гајена на великим површинама, па је не само подмиривала потребе српског становништва већ је и извожена преко Дубровника на тржиште италијанских државица.

### Задатак

Поделите се у две групе. Прва група има задатак да наброји главне карактеристике интензивне производње пшенице, док друга група треба да уради исто за одрживу и органску производњу. Пошто сте навели главне карактеристике, дискутујте о томе какав је утицај климатских промена на један и други систем гајења.

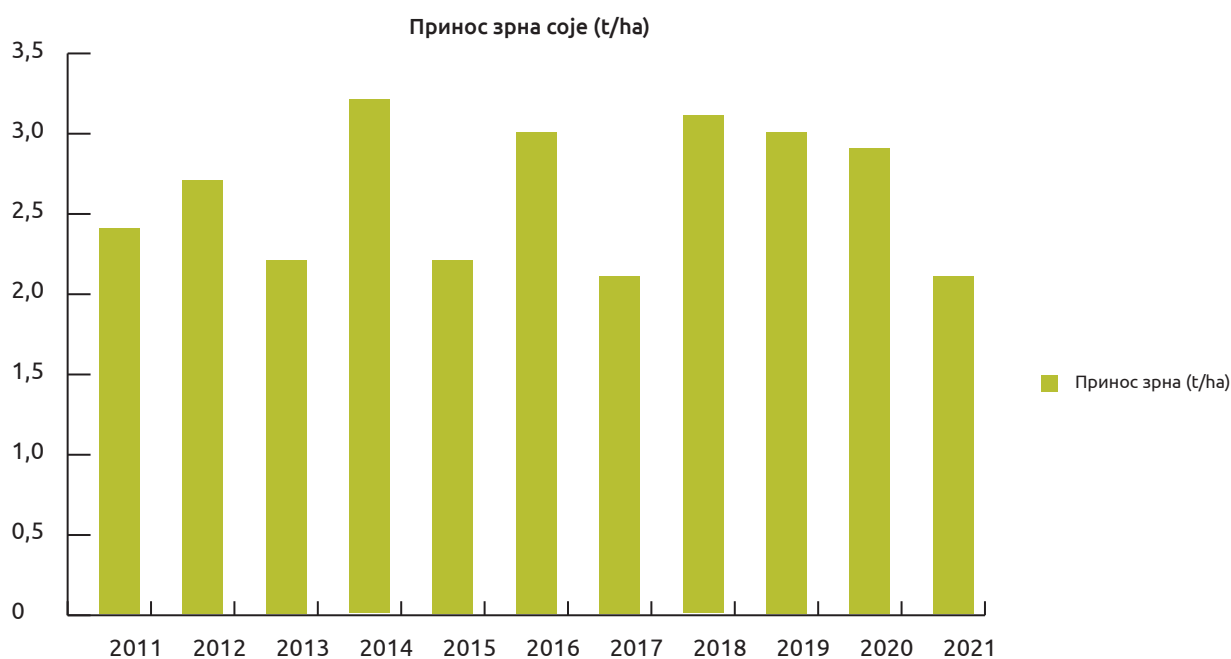
## 5.5. Утицај климатских промена на гајење зрнено-беланчевинастих биљака

Зрнено-беланчевинасте биљке, посебно најзаступљеније код нас (**пасуљ и соја**) трпе највеће последице климатских промена последњих 20–30 година. Пасуљ на ораницама је из године у годину све мање присутан, а тржиште је углавном снабдевано овом врстом из увоза. Основни проблем је ниска толерантност ових биљака на високе (35°C–38°C) и врло високе температуре (изнад 38°C), што је чест случај у време цветања и земања плодова.

Соја има велике потребе за водом и у случају недостатка воде клијање и ницање је неуједначено и успорено и слабија је активност квржичних бактерија. Највеће потребе су у периоду цветања и земања плодова. Соја је топлољубива биљка, и након сетве соје, ниске температуре (испод –4°C), чак и у кратком трајању од једног дана, могу негативно утицати на њен раст и развој. Високе температуре ваздуха и недостатак воде у време ницања соје ће у будућности бити заступљеније, а ризик повећан, посебно на територији Војводине. Међутим, ограничавајући фактори у производњи овог усева су везани за високе температуре ваздуха и недостатак падавина у критичном периоду за соју, а високи ризици су присутни на територији: Средњобанатског, Севернобанатског, Севернобачког, Јужнобачког, Сремског и Мачванског региона.

**ПРИЛОГ:** Анализа приноса зрна соје у периоду од 2011. до 2021. године

На основу **Графикана 2** може се јасно увидети тренд пада приноса овог усева у зависности од метеоролошких услова, првенствено утицај суше у појединим годинама. Анализирајте графикон и закључите у којим годинама је највећи пад приноса зрна.



**Графикон 2.** Просечан принос зрна соје у t/ha у периоду 2011–2021. године на територији Републике Србије

### КЉУЧНИ ТЕРМИНИ

- ратарство
- повтарство
- климатске промене
- температура
- падавине



Повећање површина под овом врстом би имало позитиван утицај на садржај органске материје у земљишту. Такође, конзервацијски системи обраде земљишта са остављањем највеће количине жетвених остатака од претходног усева би повећали могућност задржавање и усвајање воде од стране усева соје. Измена датума сетве, односно ранија сетва, уз увођење отпорнијих сорти краћег вегетационог периода су важне мере адаптације, како за оптимални рок сетве, а посебно за критичну фазу у коју би биљке ушле раније и избегле високе температуре праћене недостатком падавина. Наводњавање као мера је посебно прихватљива и неопходна током критичних фаза усева соје, а зависна је од увођења плодореда, како би систем за наводњавање био у функцији за наредне и предусеве на том истом пољу. Наводњавање, као најскупља, најделотворнија,



■ Слика 7. Здружени усев кукуруз–пасуљ, Радмиловац (1999)



■ Слика 8. Здружени усев кукуруз–соја, Земун Поље (2005)

најисплативија мера у појединим регионима би кроз квантитет и квалитет приноса била најадекватнија мера. Циљ јесење обраде земљишта је ефикасније чување зимских резерви влаге. Гајењем покровних и здружених усева повећава се биодиверзитет (биоразноврсност), што је нарочито прихватљиво на мешовитим газдинствима где је, поред ратарства, заступљено и сточарство. Здруживање пасуља и соје са кукурузом (Слике 7 и 8) јако је позитивно, јер су ове две врсте полускиофите и значајна им је засена од стране кукуруза, а кукуруз може да користи део азота настао азотофиксацијом ове две врсте. Полускиофите – најбоље се развијају под условима пуне дневне светлости, али подносе извесан степен засенчености (детелина, бундева, пасуљ). С друге стране, здруживањем тикава са кукурузом повећава се покривност земљишта и смањује закоровљеност и евапорација.

Најважнији разлози гајења здружених усева су:

- повећање продуктивности по јединици површине земљишта,
- ефикасније коришћење расположивих ресурса (светлост, вода, земљиште и сл.) и
- повећање биодиверзитета (биоразноврсности) у агроекосистемима.

Карактеристике здружених усева због којих је унапређена адаптација на климатске промене су:

- сличност с природним екосистемима;
- генетичка разноврсност биљака;
- смањење уношења хранива споља, повећана искоришћеност хранива унутар система; на пример, захваљујући азотофиксацији легуминозе (соја, пасуљ) обезбеђују један део азота травама (кукуруз, сирак);
- већа прекривеност земљишта;
- ефикасније коришћење простих абиотских чинилаца (светлост, топлота, вода);
- мањи ризик од губитка приноса услед заузимања различитих еколошких ниша;
- висок ниво стабилности продукције и др.

Еколошка ниша се може дефинисати као место и улога коју један организам има у агроекосистему, као и положај који заузима у односу на еколошке факторе.



#### Мозгалица...

Анализирати стање површина под сојом и пасуљем и продискутовати о могућностима повећања површина под ова два усева.

## ЗАНИМЉИВОСТИ О СОЈИ

Соја – на кинеском *shu*, што значи у дословном преводу – велики боб. Порекло соје је с Далеког истока. У новије време најчешће коришћена у Европи је незрела соја, позната као **едамаме**. Традиционално се једе у Азији, као предјело, грицкалица је у јапанским ресторанима, али је све популарнија и у западним земљама, где се обично једе као међуоброк. У последње време се појављује и код нас као високопротеинска храна, богата витаминима и минералима, смањује ниво холестерола, без подизања шећера у крви, јача кости и др.

## 5.6. Утицај климатских промена на гајење индустријских биљака

У групи индустријских биљака једна од најзаступљенијих врста је **сунцокрет**, посебно у најважнијем региону ратарства – Војводини. Сунцокрет је велики потрошач воде. Највеће потребе за водом су током интензивног пораста и цветања. Ако у некој години постоји недостатак падавина у овом критичном периоду, таква година се може окарактерисати као ризична за гајење сунцокрета. Врло високе температуре ( $> 35^{\circ}\text{C}$ ), уз недостатак падавина од цветања до сазревања, неповољно утичу на принос семена и уља, односно то је највећи ризик у гајењу сунцокрета (**Слика 9**).



Слика 9. Жетва сунцокрета у веома сушној години

Сунцокрет тренутно има умерен ризик у погледу оптималног рока сетве у Јужнобанатском и Београдском региону, у Западнобачком, Севернобанатском и Борском у погледу недостатка падавина у време интензивног пораста и цветања, а у свим регионима Војводине и централне Србије и Јабланичком региону у погледу високих температура ваздуха и недостатка падавина од цветања до зрења. Тенденција свих ризика у будућности су повећање у већем делу или непромењеност у појединим регионима. У условима суше у критичном периоду за сунцокрет (до зрења) долази до пада приноса семена и уља, али не толико као код других јарих усева (кукуруза и соје).

Средњи оптимални датум сетве у будућности ће се померати ка ранијем периоду, као што је и очекивано због пораста температура, за разлику од кукуруза у период марта, јер је сунцокрет знатно отпорнији на мраз у време ницања.

Од мера адаптације треба још поменути гајење толерантнијих хибрида, првенствено отпорнијих на сушу. Сунцокрет је најбоље гајити у плодореду, после пшенице и кукуруза. Потребно је избегавати предусеве као што су соја, уљана репица, махунарке, јер се тако смањује ефикасност коришћења земљишне влаге, али и због неких заједничких болести. Пошто је сунцокрет отпорнији на сушу од кукуруза и соје, ранија сетва важи за касностасније хибриде. Избор парцела и ширење разноврсности гајених хибрида по намени (укусни сунцокрети или хибриди специјалних намена) је јако важно у смислу повећања одрживости. Важно је обраду земљишта (орање) обавити у јесен са што већим уношењем жетвених остатака (ако стајњак недостаје) у земљиште ради чувања зимских резерви влаге и побољшања особина земљишта и садржаја органске материје. Правилан плодоред, правилно одабран систем обраде земљишта, уз адекватан избор хибрида сунцокрета, на основу специфичности сваког локалитета и намене производње (уљани или конзумни сунцокрет) су важне

### КЉУЧНИ ТЕРМИНИ

- индустријске биљке
- сунцокрет
- климатске промене
- олује
- суша

### Мозгалица...

Сунцокрет је отпорнији на сушу од осталих ратарских усева. Зашто је то тако?





мере адаптације и ублажавања последица неповољних климатских чинилаца. Наведене мере имају карактер јефтинијих, делотворних, применљивих, исплативих и свакако мултифункционалних мера, јер утичу на смањење трошкова улагања у област заштите усева од болести, штеточина и корова, а све то ублажава негативан утицај на животну средину. Ипак, доста скупља, а делотворнија и исплативија (на дугорочном плану и за више усева) је мера наводњавања која мора бити уведена на нивоу државе у складу са унапред одређеним плодородом, како би од ове мере корист имали сви усеви у плодородној шеми сваког газдинства.

## 5.7. Утицај климатских промена на гајење поврћа на отвореном пољу и у заштићеном простору

### КЉУЧНИ ТЕРМИНИ

- повртарство
- климатске промене
- принос
- квалитет

Ограничавајући чиниоци у одржавању и повећању продуктивности поврћа, посебно последње две деценије, јесу повећане температуре, Сунчево зрачење, смањена доступност воде за наводњавање и салинитет. Често нерентабилност производње поврћа проистиче од умањења квантитета и квалитета приноса, а све због измењених климатских услова. С друге стране, не треба занемарити ни чињеницу појачане појаве болести и штеточина. Најважније је у борби против климатских промена размишљати о рационалној ефикасности коришћења воде. За то ће бити потребно створити (оплеменити) генотипове отпорније на сушу и салинитет. Увођење нових, али и враћање традиционалних техника које се једноставно примењују, а нису скупе, јесу такође део решења (сенчење биљака, калемљење, малчирање земљишта, микориза) у циљу ублажавања негативних последица климатских промена на производњу поврћа.



Слика 10. Ожеготине од сунца а) и б) штете од града и олује

За разлику од ратарске производње, повртарска производња се одликује већом интензивношћу. Калемљење се најчешће примењује у гајењу парадајза, паприке и краставца ради добијања биљака повећане отпорности на стресне услове.

**Микориза је симбиоза гљиве и корена биљке**, међусобни однос у којем обе стране имају корист. Биљка од гљиве добија воду и минералне материје потребне за раст и метаболичке процесе, док гљива добија шећере које није у могућности сама да произведе. Име микориза настаје од грчких речи *mykes* – гљива и *rhiza* – корен.

Велика улагања у производњу подразумевају оправданост, а утицај климатских промена може бити погубан по квантитет, али и квалитет приноса.

**Најсигурнији и најпоузданији вид адаптације на климатске промене јесте гајење поврћа у заштићеном простору. И такав систем гајења поврћа је зависан од спољашњих услова средине.**

Неке од повртарских врста и поред ризика условљених климатским променама и у будућности ће се највише гајити на отвореном пољу, јер су потребе, пре свега индустрије, за овим врстама веће. То су: боранија, грашак, мрква, лукови, купус, спанаћ и др. Када је производња на отвореном пољу у питању, важна ствар је прилагођавање усева факторима спољашње средине, најпре преко позитивног утицаја на микроклиматске услове. Микроклиматски услови (услови у пречнику од око 100 m, у висину до 2 m и у земљишту до дубине од 1 m) могу пружити одређени степен заштите младим биљкама и осигурати њихов успешан развој. Прво, високе температуре ваздуха и осветљеност доводе до исушивања биљака (**Слика 10**), застој у расту и развоју листова, затим током врелих дана, поврће попут салате и спанаћа брзо развија цвет, прелази из вегетативне у генеративну фазу. Поједине врсте (парадајз и паприка) при температурама преко 30°C престају с цветањем. Препорука је да се обезбеди сенка биљкама. То се може постићи постављањем мрежа за засену. Високо цвеће или воће може такође да пружи сенку, те је приликом организовања баште ово питање јако важно уврстити у план. Обављати редовно заливање, јер тако се стварају повољни услови за раст биљака. Углавном је најбоље заливати рано ујутро или рано увече како би влага могла доспети до корена биљака без испаравања.

У интензивној производњи на већим површинама користе се мреже за сенчење (**Слика 11**) које се најчешће праве од ПЕ (полиетиленске фолије) високе густине. Могу бити различите боје, начина ткања и с различитим процентом сенчења. Мреже разних боја постављају се изнад покривног материјала или усева, а истовремено обезбеђују делимично и заштиту против града. Оне смањују осветљеност, чиме се смањује интензитет фотосинтезе у јутарњим и вечерњим часовима, као и по облачном времену, услед чега се продужава вегетација, а што је њихов велики недостатак. Црне мреже производе се у широком распону засенчене површине (од 30% до 90%). Природно су отпорне на сунчеве УВ зраке. Користе се у областима с највећим интензитетом Сунчевог зрачења. Зелене мреже (сенчење од 30% до 60%), користе се најчешће у објектима за производњу расада. Љубичасте мреже (сенчење 45%) утичу на формирање повољнијег спектра светлости за гајене биљке, а често имају и декоративну функцију.



**Слика 11.** Мреже за сенчење на пластеницима

Поред специјалних материјала, јефтинија могућност смањења интензитета Сунчевог зрачења у заштићеним просторима у летњем периоду је везана за бојење или шатирање кровног и бочног стакла или пластике. Користе се еколошки прихватљиве боје које се с првим јесењим кишима спирају, а с појавом мрза потпуно нестају с покривног материјала. Термални застори (завесе) су вештачки, ткани материјали за сенчење, рефлектовање и чување топлотне енергије, као и регулацију релативне влажности ваздуха. У зависности од типа материјала и његове густине, сенчење се креће у границама од 10% до 99,9%. Постављају се са унутрашње стране крова заштићених простора. У савременим објектима покретање је аутоматско, а застори новије генерације поред основне функције чувања топлоте током ноћи, служе и за сенчење усева током сунчаних дана.

Малчирање је вишеструко корисна мера. Може се користити слама (**Слика 12**), здраво суво лишће и осушена трава (не коровске биљке) како би се земља охладила и одржавала влажном и спречила појава корова. Код врло високих температура ваздуха, слој малча треба да буде дебљине 10–15 cm



како би се заштитиле биљке и земља од губитака влаге. У случају да је малчирање потребно због загревања земљишта у рано пролеће, онда је боље користити малч тамне боје.

Тканине за покривање земљишта и усева (агротекстили), ПЕ или полипропиленски ткани материјал, мале масе (17–60 g/m<sup>2</sup>), добре еластичности, транспарентан (80%–94%), пропушта кишу и воду. Јављају се под различитим комерцијалним називима (лутрасил, агрил, новагрил).



Слика 12. Малчирање земљишта сламом код гајења парадајза

Недостатак неразградивих фолија је то што се морају склонити након сваке сезоне, за разлику од биоразградивих које су све присутније и могу послужити за обогаћивање земљишта за следећи циклус производње. На тржишту се могу наћи разне врсте пластичних агротекстилних материјала, али су полиетиленски прозирни и црни најчешћи. Папирно-пластична комбинација уједињује предност пластичне фолије и папира у смислу разградње и одлагања у земљишту.

Алуминијске фолије одбијају Сунчеву радијацију, појачавају светлост за раст биљака и одбијају одређене штетне инсекте, пре свега лисне ваши које су преносиоци вирусних болести. Тип или модел покривног материјала има велики утицај на температуру земљишта. Тако се применом ПВЦ (поливинил-хлоридне) и ЕВА (етил-винил-ацетат) фолије повећава температура покривног земљишта за 2°C–3°C у односу на примену прозирних ПЕ.

Од тканина се најчешће користи полипропиленска тканина за покривање земљишта, која у односу на голо земљиште обезбеђује вишу температуру земљишта и нижу релативну влажност ваздуха на његовој површини. Највише се користи у расадничкој производњи, а поставља се испод контејнера или саксија. Омогућава добру обезбеђеност корена биљака ваздухом и спречава прорастање корена.

Мреже против инсеката (антиинсект мреже) се постављају на врата и отворе за проветравање (Слике 13 и 14). Оне спречавају улаз инсеката, који изазивају директне штете или су вектори преношења заразе. Праве се од УВ стабилних полиетиленских акрилних и алуминијумских влакана, чиме се добија дуготрајни материјал, чак и када се користи са спољашње стране. Величина отвора на мрежама против инсеката може бити од максималних 1 x 4 mm (смањује проветравање за 5%), па до најситнијих отвора 0,1 x 0,15 mm (смањује проветравање до 45%). Транспарентност ових мрежа за директну светлост креће се у границама од 85% до 90%, док је за дифузну светлост од 75% до 80%. При одабиру антиинсект мрежа посебну пажњу треба посветити како заштити од одговарајућих инсеката, тако и постизању оптималног режима проветравања. Најгушће мреже се користе за ситне инсекте, посебно трипсе чија је критична димензија свега 0,192 mm и белу лептирасту ваш (0,239 mm). Код производње биљака у земљишту најгушће антиинсект мреже се за кратко време затворе честицама прашине и земљишта, па о овоме треба водити рачуна при планирању производње и набавци потребне опреме.

Примена фолија или тканина за покривање земљишта у расадничкој производњи има низ предности као што су: бољи раст биљака у повољнијој микроклими, раст без корова, контрола влажности у зони корена, а одређене фолије омогућавају и осигуравају више светлости. Подни агротекстили различитих боја могу бити изграђене од папира, пластике, комбинација папира и пластике, алуминијума и сл. Папирни агротекстили су ефикасни као малч, али су скупи и непостојани па се често распаду пре краја сезоне и тако губе своју улогу. Папирне агротекстили треба да буду одређене боје и дебљине, јер не смеју да пропуштају велику количину светлости. Њихова предност је везана за биоразградивост. Пластични агротекстили се лако постављају, задржавају влагу и имају значајну улогу у контроли раста корова.

Недостатак неразградивих фолија је то што се морају склонити након сваке сезоне, за

Ако није могућа заштитити претходно поменути високим цвећем и воћем, онда као заштиту од ветра искористити постојеће ограде, дрвеће или грмље који стварају заштићену зону и спречавају додатно исушивање земљишта и биљака, као и оштећења. Осим тога, ове баријере стварају хладну зону са стране окренуте према ветру.

Осим топлоте, код поврћа је потребно обезбедити и заштиту од хладноће, посебно младих биљака. Првенствено избор експозиције и стране парцеле је врло важан, за баште је најповољнија јужна страна, а најмање повољна јесте северна која је најхладнија. Формирањем узвишених



Слика 13. Антиинсект мреже на прозорима пластеника



Слика 14. Антиинсект мреже на улазу у објекат

гредица које су оријентисане ка југу ублажа се утицај ниских температура у пролеће, јер ће се таква места много брже загрејати него земљиште око њих. Када се угреју током дана, камење и шљунак зраче топлотом током ноћи и раног јутра, када је то и најпотребније. Мање баште се могу ниско оградити овим природним материјалима који се у народу зову радијатори, јер својом термалном масом могу загрејати биљке у близини. Као заштиту од позних пролећних и раних јесењих мразева добро је користити агротекстил (комерцијални назив агрил).

Повећање отпорности биљака на климатске промене могуће је гајењем отпорнијих, толерантнијих генотипова и применом одговарајућих мера. На пример, у случају суше у време расађивања парадајза, једна од мера јесте директна сетва парадајза. Таквим начином, биљке парадајза су отпорније током вегетационог периода, како на сушу, тако и на проузроковаче биљних болести и штеточине. У условима високих температура ваздуха потребно је смањити транспирацију с површине листова биљака. Применом суспензије 5% каолина од момента цветања до сазревања плодова паприке значајно се утиче на умањење транспирације биљака и смањења ожеготина на плодовима.



Слика 15. Процес калемљења племке на подлогу

Техника која се у новије време све више практикује је калемљење, поступак спајања два биљна дела, подлоге и племке, истих или различитих биљних врста, при чему добијена биљка оваквом комбинацијом наставља даље нормалан раст и развиће. Подлога је део једне биљке на коју се калеми, а племка је део друге биљке, чије особине желимо да задржимо. Генерално се може рећи да процес калемљења обухвата: 1) избор подлоге и племке одговарајућих особина; 2) калемљење одређеном техником и 3) аклиматизацију калемљених биљака (Слика 15).



Подлога се бира према чистоћи и стабилности генотипа, генетичкој способности на отпорност или толеранцију према стресним условима, те приносу и квалитету плодова најчешће калемљених врста поврћа (краставца, паприке, парадајза). Дубљи коренов систем биљака које се користе као подлога има позитиван ефекат на њихову отпорност према суши и боље усвајање воде и минералних материја, пошто имају већу могућност доспевања у дубље слојеве земљишта, где се налазе извесне залихе воде. Иако су развијене многе машине и роботи за калемљење, ручно калемљење је и даље најпопуларнији и најчешће коришћен метод. Успешност неке технике калемљења зависи од услова у објектима у којима се врши калемљење, величине и животне способности подлоге, карактеристике реза, те површине налегања подлоге и племке. Обично се калемљење поврћа врши у контролисаним условима заштићеног простора у којима се прилагођавају температура ваздуха, релативна влага и Сунчево зрачење (доток светлости). Температура ваздуха у простору где се обавља калемљење калема, у зависности од врсте, креће се у распону од 24°C до 29°C, а релативна влажност ваздуха треба да је минимално 90%, док се Сунчево зрачење смањује коришћењем различитих мрежа за засењивање. Применом калемљеног расада гајене биљке показују задовољавајућу толерантност према монокултури (гајење узастопно две или три године на истој површини), али и према болестима и штеточинама. Поред тога, калемљене биљке су отпорније на температурне шокове и стресове изазване температурним колебањима. Калемљене биљке боље подnose све присутнију заслањеност земљишта која настаје као последица честе примене водотопивих ђубрива, те остварују и веће приносе по јединици површине, уз формирање крупнијих плодова. Генерално се може рећи да су калемљене биљке снажније, брже расту и имају дужи вегетациони период, односно због бољег заметања плодова имају дужи период бербе, што производњу чини знатно рентабилнијом.



Слика 16. Здружени усев лука и мркве

ја органске материје. С тим у вези, коришћење органских ђубрива, као и компоста, има велики значај за биљке и земљиште на коме се оне гаје. За чување влаге и побољшање особина земљишта потребно је појачати коришћење покровних и међуусева као зеленишног ђубрива, а на земљишту с мало хумуса користити и зелени угар, односно биљке за зеленишно ђубриво у јесен, зиму и рано пролеће. Пожељно је користити зелене остатке поврћа као зеленишно ђубриво или за компостирање, а за одбијање инсеката или контролу корова користити раж, слачице, а у заштићеном простору кадифицу.

Повећање биодиверзитета у смислу башта зелена током целе године је поуздана мера која се постиже на више начина: плодоредом, алелопатијом, комбинацијом начина производње (рана пролећна, позна пролећна, накнадна, пострна), здруживањем различитих врста поврћа.

Овај концепт има највеће оправдање у органској производњи поврћа, који представља такође један од видова ублажавања последица климатских промена. Савремени приступ повећаног броја становника у градовима све више утиче на развијање система производње поврћа на терасама, балконима, равним крововима зграда, познат као систем урбане пољопривредне производње.

#### Добар пример тропољног плодорада у повртарству:

**Прво поље** – врсте које се обично ђубре стајњаком (краставац, лубеница, диња, купусњаче, парадајз, паприка, патлиџан, целер, празилук, бели лук);

**Друго поље** – врсте с мањим захтевом за стајњаком (коренасте врсте, црни лук, салата, спанаћ, ротква, ротквица);

**Треће поље** – легуминозе које обогаћују земљиште азотом (грашак, боранија, пасуљ, боб).

У одвојеном делу баште требало би гајити вишегодишње врсте поврћа (шпаргла, хрен, рабарбара и сл.). Гајење здружених усева у повртарству познато је од давнина, комбинују се ратарски и повртарски, као и два или више повртарских усева. Као пример може се навести гајење касног купуса после жетве стрних жита, који служи махом за кишељење. У здруженом усеву кукуруза и парадајза повећава се број и маса плодова, као и укупан принос парадајза. У здруженом усеву кукуруза и кромпира боље је коришћење земљишта у поређењу са чистим усевом кромпира. Поједине повртарске биљке се врло брзо развијају, губе листове или брзо образују продуктивни део (ротквица, салата). Друге врсте се одликују успореним порастом, развијају лисну површину врло споро и све време је задржавају (махом коренасто поврће). На тај начин се врло ефикасно користи површина која је, нарочито на окућницама, мала. Неке врсте (грашак, спанаћ, лукови, салата и сл.) могу да издрже ниске температуре па се саде или сеју с јесени,

те у пролеће брзо образују продуктивни део. Ти усеви пружају могућност усејавања у пролеће биљака које имају слабији пораст. Углавном се здружују врсте које имају сличне потребе у топлоти и осталим вегетационим условима. Најпознатије комбинације повртарских врста јесу: мрква (першун, цвекла) с лиснатом салатом; мрква (першун, цвекла) с младим луком; парадајза с ротквицом, спанаћем, салатом, салата и црни лук, празилук и целер и сл. Као што се види, углавном се здружују врсте које припадају различитим породицама и систематски су удаљене. Такве комбинације смањују могућности појаве болести и штеточина, а и закоровљеност тих усева је мања. Комбинација лук и мрква (**Слика 16**), поред појачане сигурности гајења у условима климатских промена, утиче на смањење напада лукове муве (захваљујући алелопатском дејству надземног дела мркве) и смањење напада мрквине муве (захваљујући присуству и алелопатском дејству лука у заједници).

### Дискусија и питање

Поделите се у две групе. Прва група заговара концепт органске и урбане производње поврћа, а друга група заговора интензивне производње у заштићеном простору. Дискутујте о предностима и недостацима оба концепта. На крају, одговорите на питање: Које су кључне мере адаптације у првом и другом систему гајења поврћа?

## ● Литература

Dolijanović, Ž., Simić, M. (2016). Chapter: **The Role of the Crop Rotation in Maize Agroecosystem Sustainability**, pp 93–124. In: *Zea mays L.: Molecular Genetics, Potential Environmental Effects and Impact on Agricultural Practices*, 134. Editors: Loretta Barnes. ISBN:978-1-53610-201-7. Published by Nova Science Publishers, Inc., N. York.

Dragicevic, V., Dolijanović, Ž., Janosevic, B., Brankov, M., Stoilkovic, M., Dodevska, M., Simić, M. (2021). **Enhanced Nutritional Quality of Sweet Maize Kernel in Response to Cover Crops and Bio-Fertilizer**. *Agronomy* 2021, 11, 981. <https://doi.org/10.3390/agronomy11050981>.

Janosevic, B., Dolijanovic, Z., Dragicevic, V., Simic, M., Dodevska, M., Djordjevic, S., Moravcevic, Dj., Miodragovic, R. (2017). **Cover crop effects on the fate of N in sweet maize (*Zea mays L. saccharata* Sturt.) production in a semiarid region**. *International Journal of Plant Production* 11 (2): 285–294. April 2017.

Kovačević, D., Dolijanović, Ž., Jovanović, Ž., Simić, M., Milić, V. (2012b). **Climate change in Serbia: Dependence of maize yield on temperatures and precipitation**. Third International Scientific Symposium "Agrosym Jahorina 2012", Jahorina, November 15-17, 2012. Proceedings, 263–269.

Kovačević, D., Oljača, S., Dolijanović, Ž., Milić, V. (2012a). **Climate changes: Ecological and agronomic options for mitigating the consequences of drought in Serbia**. Third International Scientific Symposium "Agrosym Jahorina 2012", Jahorina, November 15-17, Proceedings, 17–35.

Seremesic, S., Jovović, Z., Jug, D., Djikic, M., Dolijanović, Ž., Bavec, F., Jordanovska, S., Bavec, M., Đurđević, B., Jug, I. (2021). **Agroecology in the West Balkans: pathway of development and future perspectives, Agroecology and Sustainable Food Systems**, DOI: 10.1080/21683565.2021.1913464.

Долијановић, Ж. (2022). **Посебни системи гајења у ратарској производњи у циљу адаптације на климатске промене. Саветовање: Сезонске прогнозе времена и прилагођавање пољопривредне производње на измењене климатске услове**, Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет, 19.05.2022. Зборник апстраката, 9. ISBN 978-86-7834-400-8, COBISS.SR-ID 66411273.

Долијановић, Ж., Ковачевић, Д., Ољача, С., Симић, М. (2020). **Адаптација агротехничких мера у ратарству на климатске промене. Научни скуп „Значај развојних истраживања и иновација у функцији унапређења пољопривреде и шумарства Србије”** Шумарски факултет Универзитета у Београду, 4. новембар 2020. године. Академија инжењерских наука Србије – АИНС, Одељење биотехничких наука, Београд. Зборник радова, 60–71. ISBN: 978-86-7466-854-2.

Ковачевић, Д., Долијановић, Ж. (2017). **Органска њивска производња**. Пољопривредни факултет Универзитета у Београду. Монографија пп 240. ISBN 978-86-7834-268-4. COBISS.SR-ID 247793164.

Ољача, С., Долијановић, Ж. (2013). **Екологија и агротехника здружених усева**. Пољопривредни факултет Универзитета у Београду. Монографија пп 173. ISBN 978-86-7834-172-4. COBISS.SR-ID 199410956.



кључни појмови и дефиниције у поглављу

страна

- 115 ● — **травњак**
- 115 ● — **ерозија**
- 115 ● — **флористички састав**
- 115 ● — **перманентни травњак**
- 116 ● — **ливада**
- 117 ● — **легуминоза**
- 127 ● — **суша**
- 127 ● — **критичне падавине**
- 127 ● — **мере адаптације**

## ЛИВАДЕ И ПАШЊАЦИ

### 6.1. Појам и функција травњака

Травњаци представљају површине обрасле зељастим биљним покривачем, без дрвећа или са врло мало дрвенастих бљних врста и чине главни извор сточне хране за биљоједе током целе вегетације. Према Организацији Уједињених нација за образовање, науку и културу (UNESCO) травњаци су покривачи земљишта састављени од зељастих биљних врста, с мање од 10% дрвенастих и жбунастих биљака. Састоје се од три велике групације биљних врста: трава (латински *Poaceae*) – које су дале у српском језику и назив биљној формацији (пандан енглеском *grass–grasslands*), легуминоза (*Fabaceae*) и осталих врста (у које спадају корови и друге зељанице). Значај травњака за човека огледа се у неколико аспеката:

- Од почетака људске историје травњаци пружају могућност да се током целог вегетативног периода обезбеди сточна храна за биљоједе, а у новије време се развила секундарна улога травњака за озелењавање јавних површина и окућница, за спортске терене, заштиту од ерозије, посебно на нагнутим теренима (**Слика 1**) и сл.
- Травњаци имају велики значај у очувању земљишних и водних ресурса, а делимично и у очувању квалитета ваздуха.
- Травњаци представљају резервоар угљеника. С временом се угљеник у травњачком земљишту накупља у већој количини него на обрадивом земљишту, али су губици много бржи при обради таквог покривача. Отуда очување травњачких површина има велики значај у ублажавању климатских промена.



Слика 1. Ерозија земљишта на нагибу терена

Травњаци су главни ресурс за одржање живота на Земљи. Зелене површине имају позитиван утицај на квалитет целокупне животне средине, чинећи је здравијом, свежијом и пријатнијом за живот. У индустријализованој Европи травњаци покривају око 30% пољопривредног земљишта и представљају основу јаког говедарског сектора.

Пошто су сви европски травњаци мање-више измењени у односу на њихово првобитно стање и флористички састав, често се уместо назива природни травњак користи појам **перманентни травњак**. Дефинише се као површина под зељастим покривачем која бар пет узастопних година није засејавана.

#### КЉУЧНИ ТЕРМИНИ

- травњаци
- ливаде
- пашњаци

## 6.2. Подела, значај, састав

Према начину постанка, травњаци се деле на:

- природне и
- сејане травњаке.

Природни су настали спонтаним насељавањем травне вегетације или као секундарни травњаци ширењем травних врста на крчевинама шума, док су сејани настали сетвом култивисаних трава и легуминоза.

Према намени, тј. начину искоришћавања, деле се на:

- травњаке за крму (исхрану домаћих животиња) и
- травњаке посебних (специјалних) намена.

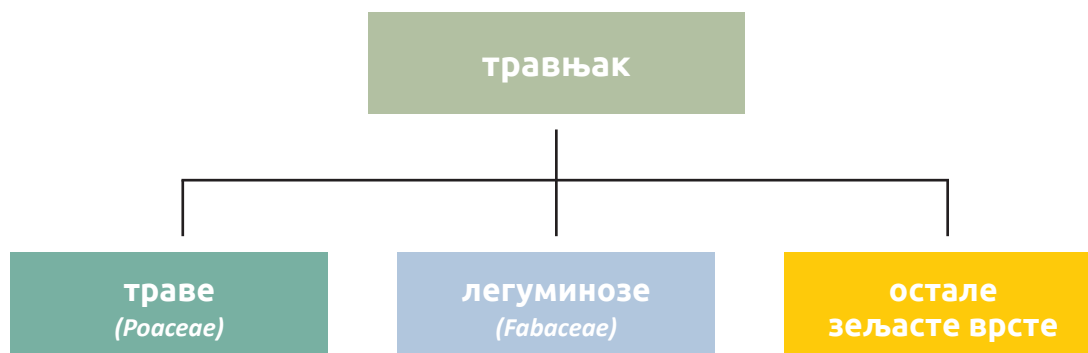
Травњаци који се користе као основа производње кабасте сточне хране могу се, према начину експлоатације, поделити на **ливаде** и **пашњаке**. Ливаде се искоришћавају првенствено кошењем, док се **пашњаци** користе за **испашу**. Комбиновано коришћење представља спој пролећног кошења и испаше накнадно пораслих трава и легуминоза.

Травњаци посебних намена су сви остали травњаци засновани људским радом, који нису намењени за исхрану животиња. Ту су многи типови урбаних травњака (парковски, зелене јавне површине и игралишта), за спортске терене и рекреацију (**Слика 2**), травњаци окућница и заштитни травњаци за спречавање ерозије, покривање техногених подлога (пепелишта, јаловишта, депоније комуналног отпада) и банкина путева, пруга, обала река и канала.



Слика 2. Травњак спортског терена

### 6.3. Састав травњака



Графикон 1. Састав травњака

Траве су основа травњака и дале су назив овим површинама. Најзначајнији родови трава чијих је више врста заступљено у травњацима Србије јесу: љуљеви, вијуци, ливадарке, росуље и сл. Од појединачних врста трава на нашим травњацима широко су распрострањени: јежевица, маџи реп, безосни власен, пиревина, зубача итд. На **Графикону 1** приказане су фамилије и врсте које чине травњак.

Лептирњаче или легуминозе имају способност везивања азота преко квржичних бактерија на корену, при чему део усвојених азотних једињења предају земљишту и суседним биљкама. Најважније и најчешће на травњацима јесу врсте из рода детелина (црвена, бела, шведска, инкарнатска), затим из рода луцерки, звездана, грахорица и грахора.

Остале зељанице су хетерогена и врстама најбогатија група са коровским и непожељним врстама које кваре квалитет травњака и ометају развој корисних врста.

#### Питања за проверу знања

1. Какав је значај травних површина у Европи и свету?
2. Како се површине с травним покривачем могу поделити?
3. Које групе биљака граде травњак?



## 6.4. Најважније врсте трава и легуминоза на травњацима

### КЉУЧНИ ТЕРМИНИ

- траве
- легуминозе
- смеше
- природни травњаци

Траве су представници монокотиледоних биљака најважнијих за људе и животиње. У свету је систематизовано преко 780 родова и око 12.000 врста трава. Фамилија трава, латински *Poaceae* (стари назив *Gramineae*) по заступљености и прилагођености представља најуспешнију породицу у биљном свету. Како су траве углавном ниског раста и релативно неупадљиве, привлаче мало пажње, али су својим успешним ширењем прекриле копно.

#### ● **Љуљеви – *Lolium spp.***

Роду щуљева припадају две, за сточну храну најквалитетније, најсварљивије и најшире гајене траве умереног климата: енглески (*Lolium perenne* L.) и италијански щуљ (*Lolium multiflorum* Lam.) (Слике 3 и 4). Важна предност ових врста битна за гајење је брзо заснивање травњака, имају дугу вегетациону сезону, конкуритивне су у односу на друге траве и корове и дају висок принос биомасе под повољним еколошким условима.



Слика 3. Италијански щуљ



Слика 4. Енглески щуљ

Љуљеви најбоље расту на плодним оцедитим земљиштима, али одређено време могу поднети и превлаженост земљишта. Припадници овог рода су велики потрошачи воде и њихове особине су испод оптимума током суше или продуженог периода ниских или високих температура.

#### ● **Вијуци – *Festuca spp.***

Фамилија трава је у Србији заступљена са 70 родова, од којих је најбројнији род вијука (*Festuca*) (Слика 5) са 21 врстом. Међу вијуцима за крму као најважнији представници, издвајају се:

- ливадски вијук (*Festuca pratensis* Huds.);
- високи вијук (*Festuca arundinacea* Schreb.) и
- црвени вијук (*Festuca rubra* L.)



Слика 5. Сlike вијука: а) ливадски вијук; б) високи вијук; в) црвени вијук

Вијуци имају широк ареал распрострањања, јављају се у урбаним подручјима, али и поред њива и путева. Честа су компонента сејаних травњака за крму, као и травњака специјалних намена: паркови, окућнице и сл. Ливадски вијук се користи за травњаке посебних намена, око аеродрома, на хиподромима, у парковима, али га у последње време у смешама све више замењује високи вијук.

Да ли сте знали...



**Италијански щуљ** је прва гајена трава у свету, од 13. века на северу Италије.

**Енглески щуљ** је незаобилазна компонента украсних травњака, али му је мана осетљивост на сушу.

Да ли сте знали...



Постоје посебне сорте вијука погодне за заштиту од ерозије, за спортске терене и дуготрајно озелењавање.

### ● Ливадарке – *Poa spp.*

Ливадарке су распрострањене космополитне врсте трава које су домаћи назив добиле захваљујући томе што су честа компонента и градитељ ливадских заједница. Значајне су у исхрани домаћих животиња на пашњацима (Слика 6), а цењене су и на специјалним травњацима због дуготрајности, отпорности према различитим условима успевања и толеранцији на гажење.

Главни представници рода су:

- права ливадарка (*Poa pratensis* L.) и
- обична ливадарка (*Poa trivialis* L.)



Слика 6. Ливадарке за испашу оваца

Представници овог рода честа су компонента специјалних травњака, јер су отпорни на гажење и добро подносе кошења. Преферирају влажнија станишта и релативно плодна земљишта. У случају сушног периода, ливадарке прелазе у стање мировања и након кише или заливања, настављају вегетацију.

### ● Росуље – *Agrostis spp*

Име су добиле по коритасто грађеним цветовима, прилагођеним за накупљање росе (Слика 7). У флори Србије заступљено је шест врста из рода *Agrostis*, с највећим распрострањењем црвене росуље. Росуље граде столоне и ризоми, а неке развијају збијене бокоре. Немају велике захтеве према земљишту и углавном им одговарају кисела земљишта. Две врсте које су веома распрострањене у нашој земљи јесу:

- бела росуља (*Agrostis gigantea* Roth.) и
- црвена (обична) росуља (*Agrostis capillaris* L.)



Слика 7. Шематски приказ росуље и слика семена

Росуље су дуговечне биљне врсте, са животним веком дужим од десет година, спадају у касностасне врсте јер цветају у првој декади јуна. Не подносе збијено земљиште и сушу, али су толерантне на ниске температуре и мразеве. Бела росуља се често налази на влажним засењеним местима, као и на рудералном станишту с доста влаге, док је црвена росуља честа компонента ливада у брдско-планинском подручју наше земље, у зони храстових и букових шума.

## Легуминозе

### ● *Детелине – Trifolium spp.*

Најбројнији представници вишегодишњих легуминоза на травњацима су из рода детелина, са око 300 врста евидентираних широм света, али највећег диверзитета на подручју умереног климата северне хемисфере. **Све детелине имају тропере листове, са збијеним лискама, по чему се разликују од луцерки.** Поједине детелине имају карактеристичне мрље или пеге на површини листа. Цветови детелина сакупљени су у цвасти главице или класове округле форме. Најважнији представници детелина у нашој земљи су (Слика 8):

- црвена детелина (краварица, троготка) (*Trifolium pratense* L.) и
- бела детелина (*Trifolium repens*)

Црвена детелина представља легуминозу за гајење на мање погодним условима гајења, као што је кисело земљиште, хладнији и влажнији климат. Успева на земљиштима слабије структуре у низијском и брдско-планинском подручју.

Бела детелина је једна од најзначајнијих вишегодишњих легуминоза одличног квалитета. Гаји се широм света као важна крмна биљка за испашу и кошење, а самоникло се јавља од долинских до планинских земљишта. Веома је важан елемент украсних и урбаних травњака али се, с друге стране, сматра и лакоширећом коровском врстом луксузних травњака и усева.

#### Да ли сте знали...



Почетак гајења црвене детелине је у Европи изазвао пољопривредну револуцију.



Слика 8. Сlike детелина: а) беле и б) црвене детелине

#### Да ли сте знали...



Први поуздани докази о гајењу луцерке пронађени су у гробницама ратника у Ирану и стари су 5.000 година. Уз покојника је сачраћен коњ, као и храна за њега са семеном луцерке.

### ● *Луцерке – Medicago spp.*

Луцерке су род у оквиру фамилије легуминоза (махунарки) карактеристичне тропере грађе листа, а вршна лиска је на дужој дршци од две бочне лиске (Слика 9). Имају више представника на травњацима Србије, али је наупоредиво најзначајнији представник **плава луцерка**.

### ● *Плава луцерка (Medicago sativa L.)*

Плава луцерка је пореклом из југозападне Азије (данашњи Иран). Животни век јој је 5–7 година, па се код нас среће и назив седмогоotka. Луцерка је најзначајнија вишегодишња крмна легуминоза у Србији, с правом је названа краљицом крмног биља, јер даје висок принос и квалитет крме и заузима највеће површине.



Слика 9. Луцерка

У првој години је осетљива на недостатак воде, а у каснијим годинама с развојем корена добро подноси сушу. Добро реагује на наводњавање, али не подноси висок ниво подземне воде. Луцерка се углавном искоришћава косидбом, док се за испашу користи ако је сејана у смеши с травама. У свежем стању, испашом или давањем покошене масе, може изазвати надимање животиња, тзв. надун.



## 6.5. Сејани травњаци

Претходно наведене врсте трава и легуминоза се најчешће користе у заснивању сејаних травњака, а уз њих су још присутне и јежевица (*Dactylis glomerata* L.), француски љуљ (*Arrhenatherum elatius* Beauv.), безосни власен (*Bromus inermis* Leyss.), маџи реп (*Phleum pratense* L.), зубача (*Cynodon dactylon* Pers), жути звездан (*Lotus corniculatus* L.), еспарзета (*Onobrychis sativa* Lam.).

Време сетве травњака зависи од више фактора (претходног стања земљишта, намене будућег травњака, расположивог материјала за сетву и опреме за заснивање, временских прилика итд.), али се генерално травњак може заснивати током целе вегетационе сезоне, од пролећа до јесени. Препорука за заснивање травњака сетвом је у позно летњем и јесењем року, из више разлога. Алтернативни рок је сетва у пролеће, али је јесењи рок у предности због:

- бољег водног режима у јесен, јер ниже температуре комбиноване с јесењим падавинама омогућавају уједначено ницање и развој изданака пре зимског периода;
- бољег бокорења при нижим температурама и веће отпорности презимелих биљака;
- мање конкуренције корова у односу на пролећни период, када с поником на травњаку почиње и интензиван развој коровских врста.

При заснивању травњака може се сејати једна или више врста. Избор зависи од намене коришћења и агроеколошких услова, а оба начина имају предности и недостатке. На **Слици 10** приказан је изглед сејаног пашњака.



Слика 10. Сејани пашњак



## Сетва једне врсте

Заснивање је лакше ако се сеје само једна врста, јер се набавља само један тип семена и не постоји проблем неуједначеног расипања семена услед различите величине и облика. На травњаку постоји само унутарврсна конкуренција, евентуално са коровима, и јавља се просторно-временска униформност, изглед травњака и фенофазе развића су уједначене. Недостатак је мала флексибилност на изненадне промене, нападе штеточина болести, корова и сл.

## Сетва више врста

С друге стране, смеше се теже сеју, јавља се изражена конкуренција између врста и постоји временска динамика изгледа смеше током вегетационе сезоне и током година. Међутим, **велика предност смеша је у већој могућности одговора на неповољне утицаје спољашње средине**. Компоненте смеше имају различиту толеранцију на сушу, високе температуре, влагу, ниске температуре и већа је могућност преживљавања травњака сложеног састава него састављеног од једне врсте трава или легуминоза.

Заснивање травњака урбаних површина је малог дејства на водне, ваздушне и температурне особине подручја, али је од великог значаја за становништво, јер стварају зелене оазе у насељима, погодне за одмор, рекреацију и опуштање.

Травњаци за заштиту од ерозије и покривање техногених подлога су вишеструко значајни, за очување земљишта и вода, оплемењивање животне околине и заштиту од загађења. Траве су погодне за заштиту депонија пепела насталог сагоревањем угља и фиторемедијацију рудничке јаловине (**Слика 11**). Тако одгајене траве не акумулирају присутне тешке метале у значајнијем обиму, због њиховог метаболизма и начина транспорта хранива.



Слика 11. Флотациона јаловина рудника

Код специјалних травњака, за разлику од природних, можемо бирати одговарајуће врсте, подврсте и варијетете погодне за дату подлогу, временске услове подручја, те утицати на њихов одговор у случају измене климатских прилика у будућности. Удео корова у функционалним травњацима се своди на минимум, трајност им је често детерминисана, али се често постављају и захтеви за агротехничким мерама (ђубрење, кошење, наводњавање, подсејавање и сл.).

## 6.6. Природни травњаци Србије

Већина природних травњака налази се у брдско-планинском подручју наше земље (Слика 12). Укупно посматрано, природни травњаци централног Балкана су нископродуктивни и незадовољавајућег квалитета крме.

Новији подаци Статистичког годишњака за Републику Србију указују на опадање површина ливада и пашњака, па за 2021. годину наводе око 19% од укупних пољопривредних површина (остало су њиве, баште, површине под стакленицима или пластеницима). На основу ових података природним травњацима припада само 676.000 ha (ливаде се налазе на 350.000, а пашњаци на 326.000 ha), док се површине под сејаним ливадама процењују на око 50.000 ha, што је мање од 10% свих ливада и пашњака. Уочава се константно смањење површина под травњацима у Србији с веома ниским приносима сточне хране, на које, поред социо-економских фактора, утичу и климатске промене, односно смањење и промена правилности расподеле падавина током вегетације. Смањење површина под природним травњацима је узрокованом сплетом фактора, све мањим значајем екстензивног сточарства, напуштањем становништва села на већим надморским висинама где су најзаступљенији травњаци, изградња саобраћајница и друге инфраструктуре, те пошумљавање некоришћених ливада и пашњака.



Слика 12. Природни травњак

Травњаци су неизмерно значајни за очување квалитета земљишта и воде. Вишегодишње траве формирају густе покривач са жиличастим кореновим системом, који побољшава стопу инфилтрације више од других гајених култура, а ефикасном потрошњом смањује испирање азота. Такође, својим густим склопом травни покривач смањује губитак воде испаравањем, као и површинско отицање, а самим тим спречава водне и еолске ерозије.

Генерално, продукција травњака, укључујући пашњаке и ливаде, ограничена је сунчевим зрачењем, температуром, доступношћу воде/влаге и хранљивих састојака. Већина ограничења везаних за воду, хранљиве састојке и управљање косидбом/испашом може се побољшати, иако то није увек економски исплативо – али Сунчево зрачење и спољне температуре не могу, што чини веома важне аспекте климатских промена.

### Питања за проверу знања

1. Које биљке су најзначајније на травњацима Србије?
2. Навести користи од травњака, као и актуелне проблеме на травњацима Србије.
3. На који начин се травњаци могу поправити и боље користити?

## 6.7. Улога травњака у ублажавању климатских промена

### КЉУЧНИ ТЕРМИНИ

→ падавине

→ температура

→ климатске промене

Природни травњаци који се налазе на већим надморским висинама су у вишеструко неповољном положају. Природни услови су неповољнији за интензивну пољопривреду, рељеф је стрмији, а земљиште лоших агрохемијских особина. Када је о клими реч, снег се у овом подручју дуже задржава, ветрови лако исушују плитки земљишни покривач, мада нешто веће количине падавина и ниже просечне температуре повољно делују на развој ливада и пашњака. Травњаци већих надморских висина често су непокошени или се ретко користе за испашу.

**Травнате површине пружају широк распон добробити за људе, имају велику улогу у биодиверзитету, очувању угљеника у земљишту, чишћењу површинских и подземних вода, заштити од ерозије.** У светлу дебата око глобалних климатских промена проузрокованих ефектом стаклене баште, травњаци су класификовани као значајно складиште угљеника, због већег садржаја органске материје у поређењу са ораницама.

Резултати истаживања указују да топлотни таласи и суше веома негативно утичу на природне травњаке на подручју континенталне климе у Панонској низији, која укључује Мађарску, Србију, Бугарску и Румунију. Услед повећања температуре ваздуха, све дужег вегетационог периода и променљивих количина падавина последње две деценије, травнате површине попут ливада и пашњака остају без довољно воде до нивоа који им онемогућава регенерацију.

Падавине су кључни фактор за успешан развој травног покривача на ливадама и пашњацима Србије, као и за регенерацију травњака после испаше или косидбе. Највећа количина биомасе се формира и добија у пролећним месецима, све до почетка лета. Критични месеци су јун–август због скока температура, уз неизвесне падавине потребне за регенерацију биомасе. Обично се узима количина од 200 l/m<sup>2</sup> као критична за функционисање травњака у условима Србије током летњих месеци, док је 150 l/m<sup>2</sup> екстремно мала количина за опстанак травњака у функционалном стању (**Графикони 2 и 3**).

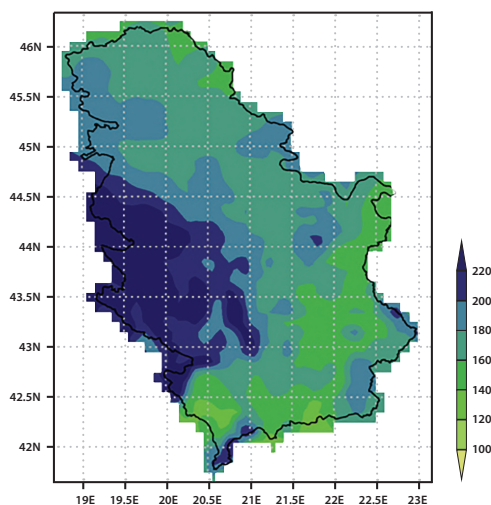
#### Да ли сте знали...



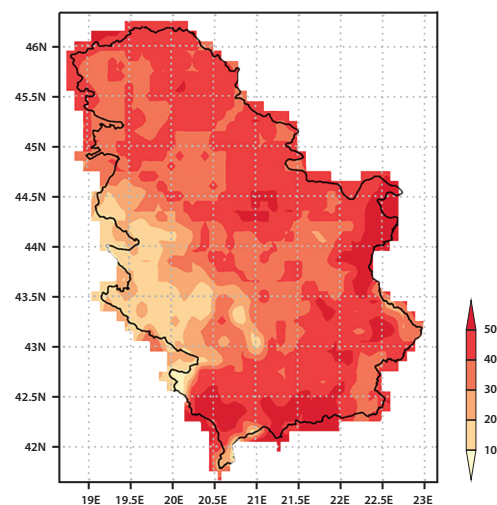
**Сјеничко-пештерска висораван** је подручје на југозападу Србије на преко 1.000 m надморске висине, које карактеришу специфични земљишни услови (већином мање погодна земљишта) и сурова клима с дугим и оштрим зимама и кратким сувим летима.

Ово је подручје непрекинутих природних ливада и пашњака који чине преко 90% пољопривредног земљишта висоравни.

Биљни покривач овог подручја састављен је од биљних врста прилагођених екстремним условима, с мало представника легуминоза и ниским травама уског листа и скромног квалитета за сточарство.



■ **Графикон 2.** Просечна количина падавина током јуна, јула и августа за период 2000–2020



■ **Графикон 3.** Ризик од мале количине падавина током лета (критеријум за ризичну годину – ако је сума падавина током јуна, јула и августа мања од 150 mm)



Највећа количина падавина током три критична месеца је у западним подручјима Србије, од Лознице на северу до југа Пештерске висоравни. Најсушнија подручја у овом периоду су на потезу од источне Србије до границе с Македонијом и највећем делу Косова. Та подручја ни у прошлости нису имала услова за интензивну ратарску производњу, а последњих деценија изложена су великој депопулацији, односно смањењу сеоског становништва, што смањује капацитете за коришћење и постојећих ливада и пашњака. Подручја западне Србије са интензивнијим падавинама су доминантно окренута говедарству и овчарству, а ту је присутна и главнина сејаних ливада и пашњака Србије (Слика 13).



Слика 13. Планински травњак

Количина падавина, као и њихов распоред, требало би да повољно утичу на развој вегетације на пашњацима. Међутим, њихово повољно дејство знатно је умањено ветровима.

Ветрови на водећим масивима западне Србије (Златибор, Муртеница) дувају током целе године. Током лета, северни и североисточни ветрови појачавају испаравање земљишне влаге из плитког земљишта под пашњацима, док зими преовлађују ветрови јужног и југозападног правца. Како се пашњаци налазе претежно на платоима и нагибима, ветрови носе снег са њих и таложу га у нижим пределима. Стога је пашњачка флора зими често изложена неповољном утицају голомразица.

Ако се упореде најважнији климатски показатељи из референтних метеоролошких станица, уочавају се параметри који погодују развоју травне биомасе, као и они негативног дејства. Мање падавина у равничарским и нижим брдским пределима су свакако ограничење у великим захтевима травњака за влагом током вегетације. Такође, велико варирање температура и веће просечне летње температуре делују неповољно на регенерацију и продукцију биомасе. С друге стране, ниже температуре у пролеће одлажу почетак вегетације трава и скраћују период експлоатације травњака, а веће количине падавина су лимитиране ефикасности услед малог капацитета земљишта за задржавање влаге у планинском рејону Србије.

У пределима интензивног сточарства и појачане испаше, што је нарочито изражено у западној Србији, број условних грла је већи него што је препоручено за дату површину. Негативан утицај по земљиште се огледа у претераном сабијању, нарушавању водног, ваздушног и биолошког режима земљишта, али на другој страни јављају се и добре стране које повећавају плодност земљишта. Тако је остављање екскремената говеда повољно за развој трава и мера природног ђубрења травњака, док испаша потенцира развој беле детелине која обогаћује земљиште азотом путем азотофиксације.



На већим надморским висинама доминирају плитка и средње дубока, скелетоидна и скелетна земљишта, која су знатно деградирана и у великој мери еродирана, у целини плитка, киселе реакције и мале плодности. Земљишта оваквих особина нису погодна за интензивну обраду и гајење њивских биљака, па се једино могу искоришћавати за производњу сточне хране на природним травњацима. Ови травњаци, осим те функције имају и функцију чувања земљишта од ерозије и конзервисања животне средине уопште (**Слика 14**).



**Слика 14.** Травњак у функцији очувања земљишта

#### Питања за проверу знања

1. Које биљке су најзначајније на травњацима Србије?
2. Навести користи од травњака, као и актуелне проблеме на травњацима Србије.
3. На који начин се травњаци могу поправити и боље користити?

## 6.8. Очекивани утицаји у будућности и мере прилагођавања

На основу проучавања природних травњака Србије утврђено је да се одликују разноврсношћу климатских, орографских, земљишних и биљних карактеристика. Груба подела би се могла извести према надморској висини на ливаде и пашњаке нижих и виших надморских висина.

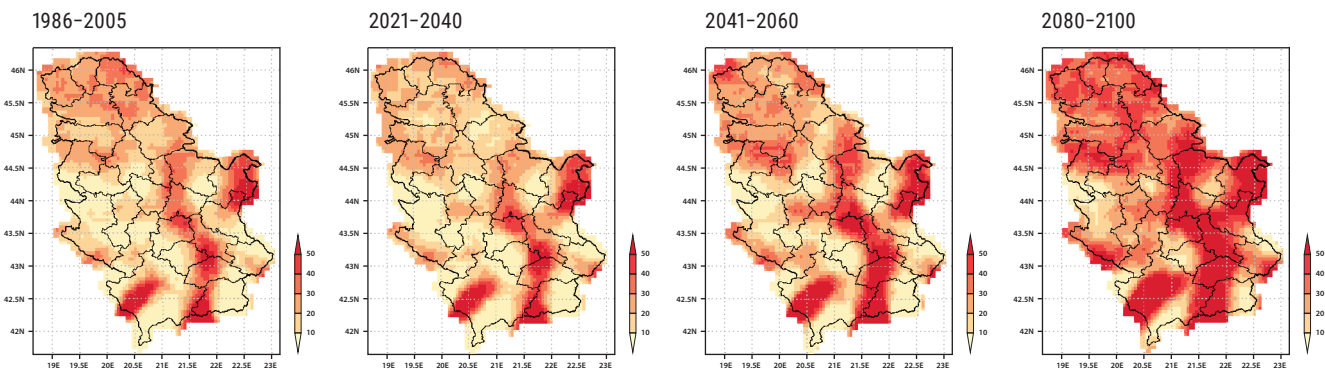
Травњаци нижих надморских висина су смештени у северном делу Србије, имају повољније услове за развој услед различитих климатских, земљишних и социо-економских услова. Земљиште је бољих агрохемијских особина, погодно за извођење агротехничких мера (кошење, ђубрење, сузбијање непожељних врста), те је становништво очувано у сеоским заједницама и нешто боље старосне структуре него у брдско-планинском делу.

На другој страни, травњаци који се налазе у централном делу Србије, на већим надморским висинама, у вишеструко су неповољном положају. Природни услови су неповољнији за интензивну производњу, рељеф је стрмији, а земљиште лоших агрохемијских особина. У климатском погледу, дуже је задржавање снега у овом подручју, ветрови лако исушују плитак земљишни покривач, мада нешто веће количине падавина и ниже просечне температуре повољно делују на развој ливада и пашњака.

Предвиђање падавина и температура до краја овог века (**Графикони 4 и 5**) указују на све већи ризик од суша на ливадама и пашњацима како се иде од запада ка истоку Србије, и с падом надморске висине, у правцу од влажних предела југозападне Србије ка североистоку и истоку земље, где се очекују екстремно мале падавине лети током наредних деценија.

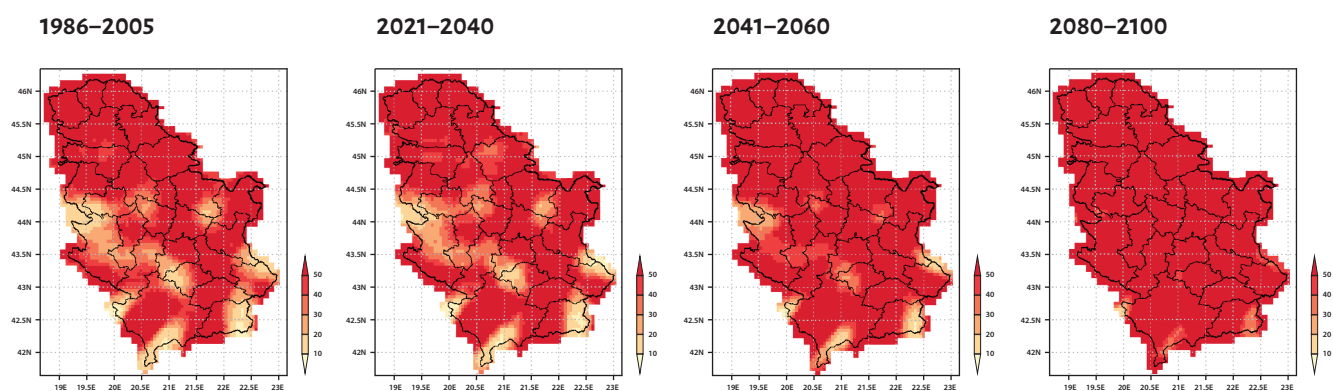
### КЉУЧНИ ТЕРМИНИ

- суша
- критичне падавине
- мере адаптације



**Графикон 4.** Пројекција појаве мале количине падавина током лета (критеријум мање од 150 mm)

Смањење производног потенцијала природних ливада и пашњака је такође изазвано дуго-трајним дејством ерозије, којој се могу додати неповољни климатски услови површина под травњацима, као и неправилно управљање и коришћење. Повећање производног потенцијала ових травњака може се остварити ђубрењем различитим количинама и врстама органских и минералних ђубрива.



**Графикон 5.** Пројекција појаве мале количине падавина током лета (критеријум мање од 200 mm)

Очекивани пораст температура и смањење падавина, нарочито у критичним месецима јун–август, не би требало да утиче на појаву биљних болести и штеточина. Вишак влаге током вегетације је потенцијално узроковао обољевање трава и легуминоза од гљивичних инфекција, а аридније временске прилике би смањиле погодност за развиће оваквих инфекција. Такође, биљна маса мање сочности и краће вегетације би била мање изложена штеточинама који је једу. Једина опасност по квалитет травњака је ширење коровских врста, које су више прилагођене високим температурама и мањим падавинама.

## 6.9. Мере адаптације

Ефективне мере адаптације на климатске промене и њихов утицај на ливаде и пашњаке Србије захтевају свеобухватни, како стручно-научни, тако и институционални приступ. Мере адаптације на изразити стрес суше током летњих месеци би се најбоље извеле применом ширења сејаних травњака, са сортама отпорним на предстојеће ризике. На то би се надовезала, у сарадњи с мерама у сточарству, рејонизација експлоатације (наменско заснивање и одржавање травњака за овце, говеда, козе и сл.), примена раније испаше или кошења. Пошто су травњаци веома зависни од подлоге, која је под ливадама и пашњацима у Србији углавном плитка и с лимитираним хранивима, основ за ширење прилагођених травњака би обухватао и мере поправке земљишта. Мере поправке земљишта под ливадама и пашњацима на већим надморским висинама би се првенствено односиле на поправку хемијског састава, а потом и на поправку водно-ваздушних особина. Веће количине минералних ђубрива и стајњака би требало да буду аплициране после калцификације земљишта (уношења креча). Обрада земљишта без орања (дрљање, плитко тањирање, ваљање) би помогла усвајању ђубрива и креча, те аерацији земљишта. На крају, редовно коришћење травњака на крају вегетационе сезоне би смањило плодношење коровских врста, помогло би јесење бокорење трава и детелина, те утицало на укупне биолошке особине земљишта.

### Питања за проверу знања

1. Каква су научна предвиђања за утицај климе на травњаке Србије?
2. Навести критичне месеце изложености суши и високим температурама у Србији.
3. Какве мере се предлажу за смањење утицаја климатских промена на травњаке?

## ● Литература

Craine, J.M., Ocheltree, T.W., Nippert, J.B., Towne, E.G., Skibbe, A.M., Kembel, S.W., Fargione, J.E. (2013). **Global diversity of drought tolerance and grassland climate-change resilience**. *Nature Climate Change*, 3(1), 63–67.

Hansen, J.W., Challinor, A., Ines, A., Wheeler, T., Moron, T. (2006). **Translating climate forecasts into agricultural: advances and challenges**. *Climate Research* 33, 27–41.

Hofer, D., Suter, M., Haughey, E., Finn, J.A., Hoekstra, N.J., Buchmann, N., Lüscher, A. (2016). **Yield of temperate forage grassland species is either largely resistant or resilient to experimental summer drought**. *Journal of Applied Ecology* 53, 1023–1034.

Hutchinson, G.K., Richards, K., Risk, W.H. (2000). **Aspects of accumulated heat patterns (growing degree-days) and pasture growth in Southland**. In *Proceedings of the New Zealand Grassland Association* (Vol. 62, pp. 81–85). New Zealand Grassland Association.

Merunková, K., Chytrý, M. (2012). **Environmental control of species richness and composition in upland grasslands of the southern Czech Republic**. *Plant Ecology* 213, 591–602.

Olesen, J.E., Trnka, M., Kersebaum, K.C., Skjelvåg, A.O., Seguin, B., Peltonen-Sainio, P., Rossi, F., Kozyra, J., Micale, F. (2011). **Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change**. *European Journal of Agronomy* 34, 96–111.

Pavlović, M.A., Šabić, D.S. (2003). **Perspectives and problems of animal production in the Sjenica's region**. *Zbornik radova. Geografski fakultet Univerziteta u Beogradu*, (51), 161–174.

Republički hidrometeorološki zavod Republike Srbije <http://www.hidmet.gov.rs/>

Ruprecht, E., Enyedi, M.Z., Eckstein, R.L., Donath, T.W. (2010). **Restorative removal of plant litter and vegetation 40 years after abandonment enhances re-emergence of steppe grassland vegetation**. *Biological conservation* 143, 449–456.

Симић, А. (2019). **Крмно биље**. Пољопривредни факултет Универзитета у Београду.

Симић, А. (2018). **Стање плодности земљишта ливада и пашњака на подручју западне Србије**. Монографска студија, Пољопривредни факултет Универзитета у Београду.

Simić, A., Bjelić, Z., Mandić, V., Sokolović, D., Babić, S. (2019). **Permanent and sown grasslands in Serbia: Current state and trends**. *Analele Universității din Craiova, seria Agricultură – Montanologie – Cadastru* (Annals of the University of Craiova - Agriculture, Montanology, Cadastre Series) Vol. XLIX/2019, 244–253.

Simić, A., Brajević, S., Andrejić, G., Dželetović, Ž., Aleksić, U., Sokolović, D. (2022). **Effects of fertilization and irrigation levels on phytoremediation properties of perennial ryegrass**. *Annals of the University of Craiova-Agriculture, Montanology, Cadastre Series*, 52(1), 346–353.

Sokolović, D., Simić, A., Babić, S. (2018). **Višegodišnje krmne trave i njihov biodiverzitet**. *Organska proizvodnja i biodiverzitet, Zbornik referata VI otvorenih dana biodiverziteta*, 20. Jun 2016, Pančevo, 43–66.

Statistical Office of the Republic of Serbia (2019). *Statistical yearbook of Serbia Belgrade*.

Stričević, R., Simić, A., Vujadinović Mandić, M., Sokolović, D. (2021). **Uticaj klimatskih promena na potrebe prirodnih travnjaka za vodom u Srbiji**. *Journal of Agricultural Sciences (Belgrade)* 66(3), 291–307.

Volenc, J.J., Nelson, C.J. (2017). **Environmental aspects of forage management**. In: Collins, M., Nelson, C.J., Moore, K.J., Barnes, R.F. (Eds.). *Forages, Volume 1: An Introduction to Grassland Agriculture*, 1, 71.

Vujadinović Mandić, M., Vuković Vimić, A., Ranković-Vasić, Z., Ćosić, M., Đurović, D., Dolijanović, Ž., Simić, A., Lipovac, A., Životić, L. (2022). **Climate change risks in agricultural plant production of Serbia**, EGU General Assembly 2022, Vienna, Austria, 23–27 May 2022, EGU22-10522.



кључни појмови и дефиниције у поглављу

страна

- 131 ● — сточарска производња хране
- 133 ● — топлотни стрес
- 134 ● — отпорност
- 135 ● — температурно-хумидни индекс (ТХИ)

# СТОЧАРСТВО

## 7.1. Сточарство и климатске промене

Земље с већим уделом сточарске производње у укупној пољопривредној производњи сматрају се економски развијеним. Сточарска производња у Републици Србији у задњих десет година чини 35%–40% вредности укупне пољопривредне производње, што је далеко мање од земаља с развијеним сточарством, попут Холандије, где сточарство има удео од преко 60% у вредности укупне пољопривредне производње.

У току 2018. године у Србији се гајило 878.000 говеда свих категорија, што је на нивоу од 50% у односу на број грла гајених почетком деведесетих година 20. века. Број свиња износи око 2,8 милиона и у благом је паду у односу на петогодишњи просек. Број живине је релативно стабилан у дужем периоду и у Републици Србији гаји око 16 милиона грла. Повећање броја грла присутно је само у овчарској производњи, где број грла расте за око 2% на годишњем нивоу. Повећање обима производње присутно је и у пчеларству. Број условних грла гајене стоке има тренд опадања од почетка деведесетих година 20. века, а који је и до данас присутан. Пре свега то су економски разлози, који леже у основи транзиције и промене тржишних односа. Остали разлози се тичу демографског пражњења села, неповољне структуре газдинстава која се баве сточарством, што је представљало препреку у специјализацији, као битном предуслову за повећање продуктивности и конкурентности газдинстава која се баве сточарском производњом. Упркос смањењу броја грла, повећала се производња свих сточарских производа, као резултат повећања продуктивности грла која се гаје.

### Утицај климатских промена на сточарство

Климатске промене су вероватно најважније еколошко питање које тренутно утиче на сектор сточарства, али и на еколошке системе, средства за живот људи и опстанак врста.

Животиње у природи се с неповољним климатским условима могу изборити миграцијом у пределе с бољим условима за живот, али с друге стране, фармске животиње у потпуности зависе од људског фактора. Климатске промене представљају све већи изазов на који је све чешће немогуће одговорити. Последице климатских промена на сточарску производњу делимо на две групе:

- последице изазване директним утицајем и
- последице изазване индиректним утицајем климатских промена.

Када посматрамо живи свет, услед поремећаја климе најпре се доводи у питање опстанак различитих екосистема. Промене у обрасцима падавина могу неповољно утицати на раст биљних култура, али и доступност хране (како за људску, тако и за животињску исхрану). На пример, у ратарској производњи суше и топлотни таласи представљају последице директних утицаја високих температура, а са становишта сточарске производње, високе температуре остављају последице по здравље, продуктивност и адаптацију домаћих животиња. Климатске промене условиће пад у производњи ратарских култура, што ће се индиректно одразити на сточарску и прехрамбену производњу.

Генерално, већина животиња способна је да до одређеног степена утиче на температуру свог тела и то како физиолошким механизмима, тако и одговарајућим понашањем. Животиње се регулацијом телесне температуре прилагођавају спољашњој средини. Поремећај нормалних процеса промета материја у организму животиња може да резултира или адаптацијом животиња на новонастале услове, уз промену унутрашње равнотеже, или појавом болести и угинућем животиње.

### КЉУЧНИ ТЕРМИНИ

- сточарска
- производња
- продуктивност
- климатске промене
- температура



### Мозгалица...

Поделите се у две групе како бисте на крају дошли до заједничке идеје. Размислите: које све последице изазване директним утицајем могу проистећи услед неповољне климе и њених негативних промена? Покушајте да повежете догађаје у једном екосистему с последицама које долазе услед климатских промена. Друга група ученика нека уради студију случаја о последицама изазваним индиректним утицајем климатских промена. На крају направите списак најважнијих закључака.



Поделите се у две групе. Прва група има за задатак да наброји главне карактеристике екстензивне сточарске производње, док друга група треба да уради исто за интензивну сточарску производњу.

Услед снажних деловања екстремних спољних фактора, настаје развој стресних реакција и нарушавање природне равнотеже и поремећај добробити животиње. Задатак сваког фармера или одгајивача животиња јесте да у потпуности омогући тзв. топлотни комфор животињама, а он постоји када фармски и одгајивачки услови пружају заштиту животињи од осећаја врућине или хладноће спречавајући поремећаје општег здравственог стања. У случају када су такви услови неповољни, могу довести до термичког шока, топлотног удара, сунчанице, прехладе, смрзавања или настанка повреда у виду опекотина или промрзлина. Топлотни комфор представља важан концепт у одгајивању, јер термална удобност животиње има значајан утицај на њихово здравље, добробит и продуктивност.

Утицаји климатских фактора једни су од најзначајних еколошких фактора у сточарској производњи. Ови утицаји присутни су како у пашњачким, тако и у стајским системима гајења и држања домаћих животиња. Од свих климатских фактора, **температура, релативна влажност ваздуха, кретање ваздуха и зрачење** су фактори с највећим утицајем на домаће животиње. Стога је најважнији и најкритичнији аспект у сточарству правовремено обезбедити одговарајући топлотни комфор за животиње, узимајући у обзир специфичне потребе и карактеристике сваке врсте, као и услова животне средине у којима су животиње смештене.

Пошто сте навели главне карактеристике, хајде да видимо на које начине климатске промене делују на ова два система. Као што је на почетку овог поглавља речено, климатске промене утичу на све пољопривредне системе, без обзира на примењени производни систем.

Интензивну сточарску производњу одликује велика густина насељености животиња у објектима, који су најчешће затвореног типа. Услед повећања глобалних температура на планети, у комбинацији са интензивирањем пољопривреде и повећањем броја производних животиња у објекту, негативни ефекти топлотних утицаја су већи. Животиње постају рањивије и подложније стресу због смањеног имуног одговора. Различити извори стресора за животиње, попут већ напоменуте високе концентрације животиња на малом простору, недостатка кретања, недостатка паше, честе манипулације са животињама, раног одбијања подмлатка од мајке, стварања вештачког микроклимата, повећање буке и др., доводе до нарушавања физиолошке равнотеже и здравља. Све ово јесу стресни фактори за животиње који нарушавају хомеостазу и добробит животиње што за последицу има најпре смањење у производњи, а уколико стрес постане хроничан, наступа болест животиње, што на крају може довести до леталног исхода.

Последице климатских промена на све пољопривредне системе могу имати утицај на:

- на количину и квалитет сточне хране;
- начин припреме оброка и храњења домаћих животиња;
- на доступност питке и технички исправне воде;
- на енергију и инфраструктуру;
- ширење болести;
- промене у обрасцима испаше;
- промене у биодиверзитету и др.



1. На које начине климатске промене утичу на природне екосистеме?
2. Који фактори климе имају највећи утицај на домаће животиње?
3. Каква је разлика у деловању неповољних климатских фактора на екстензивну и интензивну сточарску производњу?
4. Који су најчешћи извори стресора за домаће (фармске) животиње?

## 7.2. Како да сточарску производњу учинимо отпорнијом на климатске промене?

### Топлотни стрес и његов утицај на различите врсте домаћих животиња

Многи истраживачи су покушали да дају одговор на питање шта је топлотни стрес. У литератури налазимо да је топлотни стрес:

- Стање у коме је организам изложен високим амбијенталним температурама, које су изван биолошког оптимума, што утиче да количина произведене топлоте у телу буде већа од утрошене.
- Збир спољних сила које делују на животињу и које узрокују пораст телесне температуре, изазвајући физиолошки одговор.
- Комбинација температуре и влажности ваздуха, брзине ветра, Сунчевог зрачења и других променљивих фактора околине који отежавају животињи да изгуби и ода телесну топлоту у окружење.

Суштински, топлотни стрес представља стање које се јавља код домаћих животиња када телесна температура порасте изнад нормалног опсега, услед излагање високим спољним температурама и/или високој влажности ваздуха. Здравље животиња треба посматрати као интегрални део контроле климатских промена. Пре свега, потребно је радити на смањењу негативног утицаја климатских промена на здравље животиња и деловати у правцу ублажавања њиховог утицаја на здравље и прилагођавање животиња на климатске промене.

Топлотни стрес је такво стање организма (повећана телесна температура, убрзано дисање, успорен метаболизам и др.) када грло није у могућности да се одупре спољашњим и унутрашњим топлотним факторима који имају веома штетно деловање по животиње.

Свака врста домаћих животиња има зону комфора када је реч о температури и у тој зони постиже максималне производне резултате. Свако одступање ових параметара од оптимума доводи до појаве стреса различитог интензитета. Климатске промене по правилу доводе до пораста температуре и појаве топлотног стреса.

Топлотни стрес има негативан ефекат на све врсте домаћих животиња, међутим постоји одређена разлика у отпорности између различитих врста домаћих животиња. Највећи негативан утицај топлотни стрес има на преживаре. Топлотни стрес зависи од спољашњих и унутрашњих фактора. Спољашњи фактори су: температура ваздуха, влажност ваздуха, температура објекта, радијација Сунчевих зрака и вентилација. Унутрашњи фактори су: базални метаболизам, топлота произведена кретањем.

Сви ови фактори узрокују негативне последице: мањи унос хране за 8%–12%, мања конверзија хранљивих материја, веће уношење воде, слабији раст и развој јединке, лош ембрионални развој, лошији састав колострума, лошија плодност (око 50%) и одлаже се појава полног жара – гоњења (чак и до десет сати).

Млечне краве су вероватно и најосетљивија врста домаћих животиња, док су козе нешто отпорније на топлотни стрес у односу на краве и овце. Млечне краве под утицајем топлотног стреса покушавају да одрже хомеотермију на биолошком нивоу. Последица тога је убрзано дисање и пулс, као и благо повишена температура. Као последица наведеног је да грла више леже, конзумирају мање хране, чешће конзумирају воду и све то доводи до пада производње за 10%–30%. Такође, присутна је и мања количина протеина и млечне масти. Ако топлотни стрес буде интензиван и потраје дуже од седам дана млечне краве могу изгубити и до 35% од укупне дневне производње. Све наведено доводи до економског губитка у производњи. Процена је да губици у производњи млека у Републици Србији, који настају смањењем производње у топлом периоду године (директни губици), износе око десет милиона евра. На овај износ треба додати и губитке који настају као последица нарушене репродукције и здравља, које је знатно теже проценити, а који могу надмашити вредност директних губитака.

### КЉУЧНИ ТЕРМИНИ

- топлотни стрес
- отпорност
- климатске промене
- домаће животиње



**У наредном периоду, због климатских промена узрокованих порастом температуре, у САД се предвиђа смањење производње млека за 1,35%, са значајним додатним новчаним трошковима.**

Свиње су врста домаћих животиња на коју такође негативно утиче топлотни стрес. Код свиња које се налазе под топлотним стресом јавља се убрзано дисање, као и нешто повишена температура. Такође, смањује се конзумација хране, која може пасти за 10% код температура ваздуха између 25°C и 35°C. Код свиња је забележен ефекат смањења конзумације хране и након периода изложености топлотном стресу. Слабији репродуктивни показатељи и здравствени поремећаји се јављају и код свиња под утицајем топлотног стреса. Пораст температуре унутар објеката за тов свиња са 22°C на 30°C може довести до смањења просечног дневног прираста за 9%.



**Слика 1.** Крава под утицајем топлотног стреса

И код живине је утврђен негативан утицај топлотног стреса на продуктивност и здравље. Порастом амбијенталне температуре долази до смањења конзумације хране и до смањења дневног прираста, као и конверзије хране код бројлера (товних пилића). Код кока носиља може доћи до слабљења љуске јаја, као последице топлотног стреса, што доводи до повећаног лома јаја и губитака. Поред нарушавања производних резултата, повећава се број здравствених проблема и угинућа.

Постоје различити математички модели који представљају мере за утврђивање и вредновање топлотног стреса, као и за оцену утицаја топлотног стреса на производне и репродуктивне особине животиње. Најчешће коришћен показатељ јесте топлотно-хумидни индекс или ТХИ (енгл. THI) Утврђује се на основу вредности температуре и релативне влажности ваздуха путем одговарајућих формула. Задатак овог индекса јесте да комбинује ефекте температуре и релативне влажности ваздуха у једну вредност (индекс), карактеришући нивое термалне удобности животиња.

Овај индекс има пре свега практичну употребу, јер се може лако израчунати, а начин за процену топлотног стреса код животиња је потпуно неинвазивна метода. Да бисмо разликовали и детектовали постојање топлотног стреса код животиња, постоје тзв. прагови топлотног стреса.

Нпр. код млечних крава топлотни стрес се дефинише на основу следећих вредности индекса:

1. благ, ТХИ 72–78;
2. умерен, ТХИ 79–88;
3. јак, ТХИ 89–98;
4. веома јак, ТХИ изнад 98.

Дата логери (*data logger*) су корисна, практична ствар, али и јефтинија варијанта за мерење микроклиме у објектима за држање животиња. То су мали уређаји са интегрисаним сензорима који мере температуру и влажност ваздуха и те податке чувају или шаљу на мобилне уређаје. Помоћу њих, региструју су подаци о температури ваздуха и релативној влажности ваздуха у објектима на нивоу сваког дневног сата. Када добијемо измерене податке о микроклиматским параметрима забележеним овим логерима, можемо израчунати ТХИ индекс температуре и влажности помоћу неких од познатих једначина. Овде ћемо напоменути нпр. ТХИ једначину:

$$\text{ТХИ} = (1,8 \times T + 32) - (0,55 - 0,0055 \times \text{РХ}) \times (T - 26,8)$$

T = температура ваздуха (°C), РХ = релативна влажност ваздуха (%)

#### Задатак

Идите на школску фарму или, уколико имате код куће шталу, можете ову вежбу урадити више пута. Овај задатак урадите у јуну (или у току летњих месеци) у току поподневних сати.

У објектима за држање домаћих животиња измерите температуру и влажност ваздуха уз помоћ уређаја намењеног за то (нпр. *data logger*).

На основу једначине дате у оквиру лекције и измерених микроклиматских вредности, израчунајте вредност температурно-хумидног индекса. На основу вредности овог индекса одредите ниво топлотног стреса. Упоредите своје резултате.

### 7.3. Физиолошки одговор организма домаћих животиња на климатске промене

Животиње насељавају различите врсте биома и водених средина. Кључни фактор у преживљавању је способност многих врста да се прилагоде променама животне средине и одржавају конзистентно унутрашње окружење. Хомеостатски механизми су динамични и регулишу много различитих параметара у животињском телу (на пример: рН, растворени кисеоник, концентрација глукозе).

Хормон мелатонин (који производи епифиза) је укључен у регулацију температуре код многих ектотерма, док тироидни хормон има термогени ефекат у ендотермама. „Термостат“ за кичмењаке се налази у хипоталамусу мозга, који покреће физиолошке одговоре на температуру околине изнад и испод постављених тачака.

Климатске промене могу битно утицати на метаболизам животиња, повећавајући ризик од настанка разних здравствених поремећаја. Постоје различити механизми прилагођавања животиње на еколошке утицаје у зависности од њихове дужине и интензитета трајања.

**Аклиматизација** представља индивидуалну прилагођеност организма која настаје као резултат релативно краткотрајног утицаја промењених чинилаца средине.

**Аклимација** представља све промене које настају у организму као последица прилагођавања током читавог живота.

**Адаптација** је механизам прилагођавања променама које се дешавају и развијају у дугачком временском интервалу и кроз више генерација.

#### Мозгалица...



1. Објасните својим речима шта је топлотни стрес.
2. Које животиње су највише осетљиве на топлотни стрес?
3. Који је најпознатији математички параметар који се користи за вредновање топлотног стреса? Шта он обухвата?

#### КЉУЧНИ ТЕРМИНИ

- топлотни стрес,
- отпорност,
- климатске промене,
- домаће животиње

Већина животиња је до одређеног степена способна да утиче на температуру тела, и то, физиолошким механизмима, али и одговарајућим понашањем. Можемо да закључимо да је **регулација телесне температуре један од важнијих аспеката прилагођавања животиње спољашњој средини.**

**Топлотни биланс = равнотежа између стварања и отпуштања топлоте**

Сви физиолошки механизми, којима организам животиње реагује на промене спољашњих фактора околине, имају заједнички циљ – **одржавање хомеостазе.**

Најважнији механизми за одржавање хомеостазе (сталности или равнотеже унутрашње средине организма) су у вези с терморегулационим механизмима.

У биологији, хомеостаза је стање сталних унутрашњих, физичких и хемијских услова које одржавају живи системи.

**Термогенеза = механизми задужени за стварање топлоте**

Објаснићемо ова два механизма кроз следећи случај.

Уколико се животиња нађе у условима где су температуре знатно више од њене зоне комфора, њен организам биће у изазову да терморегулационим механизмом одржи равнотежу између термогенезе и термолизе. У случају да такав изазов постане немогућ, животиња ће се наћи у стању топлотног стреса услед немогућности да отпусти створену (метаболичку) топлоту из организма.

У глобалној сточарској производњи, климатске промене постале су врло важан изазов са којим се сусрећу произвођачи са значајним последицама, попут смањења приноса и квалитета млека и меса и смањење репродуктивних перформанси животиња. Вишеструки стресори постали су честа појава у многим срединама, с тенденцијом повећања услед промене климе.

**Директни утицај климатских промена** на домаће животиње путем суша, пожара, поплава, топлотног стреса и непредвидивих временских услова који могу утицати на физиолошке и имунске реакције домаћих животиња.

**Индиректни утицај климатских промена** на домаће животиње утичу на појаву, распрострањеност и предвидљивост болести животиња, али и на ефикасност производње и квалитет сточарских производа.

Промена се могу манифестовати различито.

**Топлотни стрес** – Високе температуре могу довести до дехидратације, неравнотеже електролита и других метаболичких поремећаја. Комбинација високих температура и велике влажности ваздуха могу довести до леталног исхода.

**Повећана брзина дисања и појачано лучење пљувачке** – С порастом температуре, животиње брже дахћу или дишу како би се охладиле губитком топлоте путем испаравања.

**Болести дисајних органа** – Велика влажност ваздуха може погоршати респираторне болести код животиња, могућ је ризик од настанка упале плућа и бронхитиса.

**Претерана конзумација воде** – Велике количине воде оптерећују бураг чинећи га ситим.

**Метаболички поремећаји** – Осетљивост биљних и ратарских култура на климатске промене је велика. Осцилације у температури и временским обрасцима могу утицати на квалитет и доступност сточне хране, што може довести до метаболичких поремећаја попут ацидозе, кетозе и надуна код крвава.

**Плодност** – Климатске промене и метаболички поремећаји изазвани климатским променама могу битно утицати на смањење репродуктивне перформансе и продуктивност код животиња.

**Инфекције** – Високе температуре могу повећати преваленцију и дистрибуцију паразита који утичу на здравље животиња чинећи их подложенијим новим болестима.



Када су у питању физиолошки одговори животиње на топлотни стрес, они се могу манифестовати као:

**Повећан број откуцаја срца** – Број откуцаја срца се може повећати у ситуацијама топлотног стреса.

**Знојење и дехидратација** – Животиње могу дехидрирати због прекомерног знојања или дахтања.

**Дисбаланс електролита** – Услед топлотног стреса долази до дисбаланса електролита, најчешће натријума, калијума и хлорида, који су неопходни за нормално функционисање организма.

**Супресија имуног система** – У случају да топлотни стрес постане хроничан, да потраје, може потиснути имуни одговор животиње на стресну ситуацију и повећати ризик од настанка болести или инфекције.

**Смањен унос суве материје и хране** – Животиње су апатичне када се налазе у срединама с неповољном климом, па ће одбијати да једу храну, што ће утицати на њихову продуктивност и здравље.



Слика 2. Млечне краве су најосетљивија категорија када је у питању топлотни стрес

Један од првих знакова топлотног стреса је убрзано дисање. Као последица оваквог наглог дисања, излучује се велика количина угљен-диоксида, што доводи до поремећаја у ацидо-базној равнотежи. Све ово предуслов је за појаву респираторне алкалозе и субакутне руминалне ацидозе.

#### Појмови:

**ацидо-базна равнотежа = одржавање одређеног нивоа киселости**

**респираторна алкалоза = рапидни губитак CO<sub>2</sub> који утиче на нарушавање киселости**

**руминална ацидоза = пад киселости бураговог садржаја испод 5,5**

Знојењем животиње регулишу прекомерну топлоту из тела, али опасност постоји у случају претераног знојења када може доћи до излучивања већих количина телесних електролита.

Када су температуре високе, повећан унос воде није увек најбоље решење. Велике количине воде доводе до пуњења дигестивног тракта, што самим тим не оставља много простора за храну. Животиња неће бити у стању да задовољи своје потребе, па ће настати депресија хранљивих материја. Најосетљивије животиње на топлотни стрес и смањен унос суве материје јесу животиње које се налазе у фази високе производње, а то су најчешће млечне краве. Као што видимо, последице климатских промена су велике и значајне по живи свет. Многе од њих су умрежене, и као такве, могу деловати систематски.

Сви пољопривредни произвођачи морају бити свесни да су климатске промене дешавање у реалном времену, да погађају целу планету, те се морају предузети проактивне мере за ублажавање ризика.

#### Мозгалица...



1. Шта означавају појмови: аклиматизација, аклимација и адаптација?
2. Који је циљ свих физиолошких механизма у организму животиње?
3. Објасните два најважнија механизма за одржавање хомеостазе.
4. Који се све здравствени поремећаји и проблеми могу јавити код домаћих животиња услед климатских промена?



## 7.4. Прилагођавање сточарске производње климатским променама

### КЉУЧНИ ТЕРМИНИ

- топлотни стрес
- отпорност
- климатске промене
- домаће животиње

Сточарска производња обезбеђује неопходну храну анималног порекла за нарастајуће светско становништво. Од укупне количине протеина који се користе у исхрани становништва 33% долази из сточарске производње, док је 17% удео у калоријама. Поред хране, сточарска производња обезбеђује економску одрживост и прехранбену сигурност за преко половине светског становништва, пре свега у земљама у развоју. Око 26% копна које није покривено ледом се користи у сточарској производњи, као и око 30% ораница које се користе за производњу сточне хране. Око 40% бруто друштвеног производа пољопривреде чини сточарска производња.

Оно што ће у будућности представљати изазов за сточарску производњу јесте обезбеђење хране за нарастајуће светско становништво, уз смањење негативног утицаја на животну средину. С једне стране сточарска производња доприноси климатским променама (процене су да 14,5% процената емисије гасова са ефектом стаклене баште долази из сточарске производње), док се с друге стране суочава са екстремним временским приликама (високе температуре, суша, поплаве, временске непогоде), које у великој мери утичу на одрживост сточарске производње. Како би сточарска производња била одржива и у оваквим условима, неопходно је изнаћи решења у погледу гајења, исхране, смештаја и здравствене заштите домаћих животиња.

Климатске промене утичу на домаће животиње двојачко:

- **Директни утицај:** измењених климатских прилика (најчешће неповољан) на терморегулацију, метаболизам и здравље домаћих животиња. Сви ови ефекти се називају заједничким именом топлотни стрес. Последице топлотног стреса су: самањена конзумација хране, смањење производње млека и меса, опадање репродуктивне способности животиња, пад отпорности организма и чешћа појава здравствених поремећаја, као и повећање угинућа домаћих животиња.
- **Индиректан утицај:** кроз производњу сточне хране, доступност воде, као и ширење болести и штеточина. Као последица суша и других екстремних временских догађаја смањује се количина припремљене сточне хране. С друге стране и квалитет тако спремљене сточне хране је лошији. У таквим условима биљке које се користе за припремање сточне хране су изложене стресу и чешће оболевају од гљивица, па је због тога сточна храна контаминирана микотоксинима. У сушним условима доступност квалитетне пијаће воде за домаће животиње може бити упитна, што додатно угрожава здравље и продуктивност. Најчешће климатске промене доприносе ширењу болести и штеточина домаћих животиња и због тога наносе велику штету и губитке у сточарској производњи.

Како би сточарска производња била одржива у измењеним климатским приликама, неопходно је предузети мере адаптације и митигације. Мере адаптације можемо поделити у три групе: одговор организма животиње, технолошке мере и заштита природних ресурса који се користе у сточарству. Најважније мере које доприносе одрживости сточарске производње у измењеним климатским приликама су:

- селекција грла на повећану отпорност на топлотни стрес;
- прилагођавање састава оброка и времена храњења домаћих животиња;
- пројектовање нових објеката за држање домаћих животиња;
- опремање објеката системима за регулисање микроклиме;
- гајење биљних култура које боље подносе сушне услове.

## Селекција грла на повећану отпорност на топлотни стрес

Домаће животиње су еволутивно и човековом селекцијом припремљене да се прилагоде условима у којима се гаје и то на: физиолошки, имунолошки, анатомски и бихевиорални начин. Селекција домаћих животиња је у прошлости била усмерена пре свега на повећање продуктивности, што је условило велико повећање производње код свих врста домаћих животиња. Грла селекционисана на високу производњу често имају вишу производњу метаболичке енергије и осетљивија су на топлотни стрес. Због овога се у будућности методе гајења и селекцијски циљеви морају прилагодити новим климатским приликама, како би сточарска производња била одржива. Отпорност на топлотни стрес је наследна особина. Шта то значи? То значи да испољеност ове особине код неке индивидуе зависи од испољености исте особине код родитеља. Отпорност на топлотни стрес је квантитативна особина, односно на њено испољавање утиче већи број гена и с малим појединачним утицајем. То значи да је потребно неколико генерација радити селекцију на отпорност на топлотни стрес како би се осетније унапредила ова особина.



Слика 3. Најпродуктивнија грла стоке су највише погођена топлотним стресом

Важна чињеница која нам омогућава селекцију јесте постојање индивидуалних разлика између грла која припадају истој раси, а које су условљене генетичком основом грла. Ова индивидуална разлика у отпорности нам омогућава да одабиром грла с пожељном испољеношћу особине у наредној генерацији добијемо потомке с још наглашенијом отпорношћу у односу на родитеље. Оно што је ограничавајући фактор за селекцију домаћих животиња на отпорност на топлотни стрес јесте ниска наследност ове особине и компликовано мерење ове особине. С друге стране, достигнућа модерне науке, попут геномике, омогућавају идентификацију појединачних гена који утичу на отпорност на топлотни стрес и индивидуа који су његови носиоци и њихово коришћење у приплоду. Такође, на основу података о генетичким маркерима добијених геномском анализом могуће је проценити геномску приплодну вредност грла за поменућу особину, без потребе за компликованим мерењима на грлима.

Иако не спада у методе селекције, коришћење укрштања као метода гајења, има везе с наследном основом и може допринети повећању отпорности домаћих животиња на топлотни стрес. Укрштање као метод одгајивања домаћих животиња подразумева парење индивидуа различитих раса (генотипова) ради добијања потомства који су мелези и поседују по половину гена ове две расе. Мелези добијени укрштањем на овај начин по својим производним резултатима превазилазе своје родитеље. Ова појава назива се хетерозис ефекат и овај ефекат је основни циљ укрштања. Хетерозис ефекат је највиши код особина с ниском наследношћу. Пошто је отпорност на топлотни стрес нисконаследана особина баш код ње ћемо постићи један од највећих помака коришћењем укрштања и учинити да грла која гајимо боље подносе топлотни стрес и

Да ли сте знали...



Грла која припадају аутохтоним расама домаћих животиња, попут: буше, подолца, моравке, праменке, имају већу отпорност на топлотни стрес него грла племенитих раса попут говеда холштајн фризијске расе или свиња расе велики јоркшир или оваца мерино раса.



#### Да ли сте знали...



Поред генетичких маркера, у селекцији се могу користити и биолошки маркери који указују на повећану отпорност на топлотни стрес животиње. Тако нпр. грла исте расе која су мања или имају светлу боју длаке или краћу длаку по правилу имају већу отпорност на топлотни стрес у односу на крупнија грла и грла исте расе савешом количином пигмента у длаци и дужом длаком.

имају вишу производњу у измењеним климатским приликама. У екстремним ситуацијама, ако климатске промене буду драстичне, могу се користити у програму укрштања расе које долазе из суптропских предела, јер су адаптиране на неповољне услове и топлотни стрес, попут зебу говеда (*Boss Indicus*).

Поред класичног укрштања које се спроводи на описани начин, могуће је и коришћење мелиоративног укрштања, чији је циљ уношење пожељних гена који повећају отпорност на топлотни стрес, уз задржавање осталих пожељних особина карактеристичних за дату расу. Ово укрштање се најчешће спроводи коришћењем мушких приплодних животиња који су мелези настали прецизним планом укрштања и имају високу приплодну вредност за отпорност на топлотни стрес.

### Прилагођавање састава оброка и времена храњења домаћих животиња

Изложеност домаћих животиња топлотном стресу доводи до промена у понашању током храњења и метаболизму код домаћих животиња. У току изложености топлотном стресу домаће животиње смањују конзумацију хране, апатичније су, траже делове стаје или пашњака с повољнијим микроклиматским условима и конзумирају воду чешће и у већим количинама. С друге стране и метаболички статус организма домаћих животиња се мења. Под утицајем топлотног стреса се смањује концентрација хормона штитне жлезде, што за последицу има смањење интензитета метаболизма и производње метаболичке енергије. Сви наведени процеси имају за последицу смањење продуктивности и ако изложеност топлотном стресу потраје у дужем периоду може довести до нарушавања хомеостазе организма домаћих животиња и до појаве поремећаја и болести.



Слика 4. Коришћење пашњака с природном хладовином смањује негативан ефекат топлотног стреса

Да бисмо избегли или смањили негативан ефекат топлотног стреса на производњу и здравље домаћих животиња, потребно је предузети неколико корака:

- Обезбедити довољне количине исправне и свеже воде за пиће.
- Потребно је променити састав оброка, посебно код преживара. Пошто се смањује конзумација хране, смањује се и унос хранљивих материја што ће за последицу имати пад у производњи. Касније ће се јавити и и поремећаји здравља. Како бисмо ублажили последице, неопходно је повећати удео енергије у оброку. Код преживара се то постиже повећањем удела концентрованих хранива у оброку. То потенцијално може довести до појаве ацидозе бурага, па је потребно у оброк укључити и компоненте попут соде бикарбоне или магнезијум оксида који имају пуферно дејство и одржавају оптималан ниво киселости у бурагу. Код непреживара у концентрат се укључују хранива богата енергијом попут сојиног гриза.

- Животиње је потребно хранити у току хладнијег периода дана, у току вечерњих сати па и ноћу. Треба избегавати храњење непосредно и у току најтоплијег дела дана, јер тада грла неће конзумирати у довољној мери понуђену храну.
- Да би се стимулисала конзумација хране, као и избегавање кварења хранива, потребно је чешће хранити животиње и мањом количином хране.
- Повећање квалитета хранива која се користе у исхрани домаћих животиња смањиће негативан ефекат топлотног стреса и омогућиће високу и ефикасну производњу, уз нижу емисију екскремената и гасова са ефектом стаклене баште.
- Оптимална избалансираност obroka и код преживара и код непреживара, уз додавање адитива, попут пробиотика и суплемената, као што су цинк и одређени витамини, који повећавају отпорност на топлотни стрес, допринеће ефикаснијој сточарској производњи, уз смањење негативног ефекта на животну средину.

## Пројектовање и опремање нових објеката за држање домаћих животиња

Објекти који су намењени гајењу домаћих животиња морају испуњавати неколико важних услова. Пре свега да су функционални и прилагођени врсти домаћих животиња и технолошки одговарају виду производње. Начин градње, материјали који се користе у изградњи, као и капацитет објеката, најчешће су ствар компромиса између цене изградње, вида производње и климатских прилика у месту изградње објекта.

Објекат има пресудан утицај на микроклиму. Одступање микроклиматских показатеља од оптимума може негативно утицати на производњу и здравље домаћих животиња.

Климатске промене најчешће доприносе погоршању параметара микроклиме унутар објеката за држање домаћих животиња. То се пре свега односи на температуру и влажност ваздуха, и то на пораст вредности ових показатеља, што доводи до појаве топлотног стреса. Пројектовање и изградња нових, као и опремање већ постојећих објеката треба да смање ефекте климатских промена на микроклиму унутар објеката за држање домаћих животиња.



Слика 5. Примери полуотворених објеката као доброг решења за држање говеда

Код пројектовања и изградње нових објеката потребно је водити рачуна о оријентацији објекта, материјалима од којих се гради објекат, као и опреми која ће бити уграђена. Оријентација објекта треба да буде таква да што мања површина крова буде окренута јужној експозицији, односно да оријентација објекта буде север–југ, како би се избегло превелико загревање објекта преко крова и погоршање микроклиматских параметара унутар објекта. Кров објекта треба да буде саграђен тако да у што мањој мери преноси топлоту унутар објекта, треба да буде бео и термоизолован. Треба избегавати покривање објекте само лимом без изолације, јер ће то јако неповољно утицати на микроклиму у објекту.

На објектима треба оставити довољно отвора за вентилацију, што ће бити изузетно важно у току лета, како би омогућили природну вентилацију или доток довољне количине свежег ваздуха за вештачку вентилацију. У објектима за држање говеда треба размишљати и о полуотвореним објектима, који ће се у



току зимских месеци затварати ветрозаштитним мрежицама, а у току летњих месеци бити отворени у потпуности. Зидови објеката треба да буду изграђени од материјала који су постојани, с добром изолацијом и да омогућавају лако извођење зоохијенских мера. Објекти за смештај оваца и коза могу бити изграђени од дрвета с повољним утицајем на микроклиму. Такође, сађење дрвореда који штите објекат од директног Сунчевог зрачења у значајној мери могу смањити погоршање микроклиматских параметара унутар објекта.



Слика 6 и 7. Модерни објекти за држање свиња са контролом микроклиме

Објекти за држање домаћих животиња треба да буду проветрени, с довољном количином свежег ваздуха, како би се створили услови за високу производњу. У неким периодима године ово се може постићи природном вентилацијом, тј. обезбеђивањем оптималног односа површине објекта и површине отвора за вентилацију (prozora, врата, вентилационих отвора). Климатске промене доприносе смањењу периода када се можемо ослонити на природну вентилацију, односно у току највећег периода лета морамо користити вештачку вентилацију, односно уређаје које ћемо инсталирати унутар објеката и који ће нам помоћи у контроли микроклиме. Овде се пре свега мисли на постављање вентилатора који омогућавају избацивање топлог и влажног ваздуха, с вишом концентрацијом штетних гасова из објеката за држање животиња и убацивање свежијег ваздуха. Вентилатори треба да буду постављени тако да на ефикасан начин обављају овај посао. Уз вентилаторе у објектима за држање говеда често се користе и уређаји (прскалице, орошвачи) који стварају фину маглу честица воде који додатно расхлађују тело животиње.



Слика 8 и 9. Полуотворени објекти и испуст за држање домаћих животиња повољно делују на смањење негативног ефекта топлотног стреса

Начин држања грла такође може у великој мери утицати на микроклиматске услове и смањити негативан ефекат топлотног стреса на домаће животиње. Тако држање домаћих животиња уз коришћење испуста с природном засеном у великој мери утиче на смањење негативног ефекта топлотног стреса на домаће животиње и на побољшање добробити и производње у стресним условима. Ово се посебно односи на држање говеда, оваца и коза на овај начин.

## Производња сточне хране у измењеним климатским приликама

Производња сточне хране представља основу сточарске производње и један од најбитнијих сегмената који утиче на економичност и одрживост овог вида пољопривредне производње. Сточна храна може се производити на ораницама (кукуруз за зрно и силажу, пшеница, јечам, луцерка, сејане травно-легуминозне смеше) и овај вид производње сточне хране представља предуслов за интензивну сточарску производњу у нашој земљи. Повећањем учесталости и интензитета екстремних климатских догађаја, попут суша, поплава, града, смањује се количина сточне хране коју произвођачи могу спремити. У таквим ситуацијама највећи део произвођача не може припремити довољне количине сточне хране, те је принуђен да недостатак набави на тржишту. Због смањеног обима производње цена сточне хране може бити и дуплирана у односу на просечну годину, што негативно утиче на економску одрживост саме сточарске производње.

Поред смањеног квантитета сточне хране, врло често и квалитет сточне хране није на нивоу просечних година, већ је спремљена храна најчешће лошијег квалитета. Високе температуре и влага поред тога што имају стресоген утицај на биљке, могу имати позитиван ефекат на раст гљивица које продукују микотоксине. Тако смо 2012. и 2022. године због изузетне суше која је задесила Републику Србију имали контаминацију клипа кукуруза афлатоксином AFB1 и његову појаву у храни за животиње. Као последица појаве афлатоксина AFB1 у силажи целе биљке и зрну кукуруза, у пролеће 2013. и 2023. године се јавио проблем са концентрацијом афлатоксина AFM1 (метаболит AFB1) у млеку код крава храњених овим хранивима, а који носи озбиљан ризик по здравље потрошача.

Афлатоксини су секундарни метаболити гљивице *Aspergillus flavus* и имају јако штетан утицај на здравље животиња и људи

Због свега наведеног веома је важно имати стабилну и контролисану производњу сточне хране, те у измењеним климатским приликама морамо адаптирати производњу сточне хране. У деловима наше земље, где је то могуће, можемо наводњавати усеве који се користе у производњи сточне хране, попут кукуруза, соје. Тамо где то није могуће, треба размишљати о гајењу култура које боље подносе сушне услове. Луцерка је једна од најважнијих крмних култура у нашој земљи и добро подноси сушне услове, што у многоме олакшава ситуацију. Међутим, проблем са гајењем луцерке се јавља у централној Србији због киселе реакције земљишта, те је због тога оно мање погодно за гајење ове крмне културе. Ово можемо решити калцификацијом и подизањем киселости земљишта.

С друге стране, уместо силажног кукуруза можемо користити силажни сточни сирак, који даје исту количину хранљивих материја са исте површине као и кукуруз, а доста боље подноси сушне услове. Такође, сточни сирак се може користити и за производњу зрна које се користи у припреми концентрованих смеша коришћених у исхрани домаћих животиња. За припрему силаже или сенаже може се користити суданска трава, такође крмна култура која потиче из аридних предела и добро подноси сушу.

Природни пашњаци представљају један од најважнијих ресурса за сточарску производњу. Поред хране која се производи на ораницама, не смемо занемарити утицај ових временских појава и на пашњаке. Природне ливаде и пашњаци обезбеђују битан ресурс за производњу хране за нарастајуће становништво наше планете. Око 20% угљеника је складиштено у (органска материја у земљишту до 1 m дубине) и на (биљке које расту) земљишту. У Републици Србији највећи део пашњака се налази у брдско-планинским пределима. Пашњаци су присутни и у Војводини, уз обале река и на земљиштима мање погодним за ратарску производњу.

Када је реч о заштити пашњака у измењеним климатским приликама, овде је кључ у одрживом и рационалном управљању овим важним природним ресурсом. Појава суша као последица климатских промена биће чешћа и интензивнија, што ће представљати највећу претњу пашњацима. Због тога ће се смањити продуктивност пашњака, те да бисмо спречили исцрпљивање пашњака, неопходно је оптимизовати број животиња које се напасају на одређеној површини, односно треба смањити број грла која напасамо на истој површини. Ова мера смањиће оптерећење пашњака и смањиће деградацију и губитак биодиверзитета на пашњацима.

## 7.5. Климатске промене и инфективне и паразитске болести

### КЉУЧНИ ТЕРМИНИ

- климатске промене
  - болести
- очување здравља
- домаће животиње

Климатске промене, кроз бројне сложене интеракције с домаћинима, векторима и околином олакшавају ширење вируса болести плавог језика у Европи, грознице долине Рифта у Африци, и веома вирулентних вируса грипа, пре свега у Азији, али и другим деловима света. Због промене климе, умерени региони постају погоднији за преживљавање вектора (преносилаца болести) и резервоара болести, што олакшава ширење бројних тропских болести које се преносе векторима, на пример: нодуларни дерматитис говеда, грозница долине Рифта, афричка куга свиња, грозница Западног Нила и шистосомијаза. У даљем тексту ће бити описане само неке од њих, које су пред вратима овог дела Европе или су већ присутне.

**Нодуларни дерматитис (болест квргаве коже)** – у питању је неизлечиво вирусно обољење свих врста бовида (породица шупљорогих говеда). Ради се о типично тропској болести која је присутна у нашем окружењу (Бугарска, Турска, Грчка, Република Северна Македонија) од априла 2016. године, а пренета је из Турске и Африке. У последњих неколико година су забележени први случајеви ове болести и у Србији. Управа за ветерину Министарства пољопривреде и заштите животне средине предузела је мере забране увоза или транзита пошљака пријемчивих животиња: домаћих говеда и бивола, као и пријемчивих дивљих животиња и меса, коже и семена за вештачко осемењавање пореклом од наведених врста, како би спречила уношење болести у Србију.

Узрочник је вирус који је релативно отпоран на спољашње утицаје. Болест се шири векторима, али и директним или индиректним додиром болесних са здравим говедима. Инкубација, време од момента заражавања до појаве првих симптома, износи 28 дана.

Болест квргаве коже се ендемски јавља у тропским пределима, али с променом климе се ширила од полутара на север и југ. Обољење се преноси: убодом инсеката и других организама који се хране крвљу животиња, као што су: комарци, обади, муве и крпељи, преко плувачке, ако на пример болесне и здраве животиње користе исто место за напајање, преко стајњака који није прописно уклоњен, преко млека болест се може пренети на теле; као и због неодржавања хигијене у стајама.

Уколико се потврди постојање ове неизлечиве болести, оболела животиња и сва говеда на фарми или газдинству се морају нешкодљиво уклонити на хуман начин (еутаназија), како би се спречила даља патња, бол и стрес и даље ширење болести на друге животиње. Поред тога, ветеринарске екипе ће извршити детаљну дезинфекцију и дезинсекцију домаћинства, у циљу уништавања вектора и даље ширење ове болести. Стајњак се мора нешкодљиво уклонити, као и сви производи пореклом од болесних, сумњивих и пријемчивих животиња (млеко, млечни производи, месо, месни производи, коже).

Нодуларни дерматитис је болест која се не може лечити, али ју је могуће спречити спровођењем следећих мера:

- постављање заштитних мрежица на прозоре и врата просторија у којима бораве животиње;
- увођење животиња с паше у затворене просторије најкасније до 18 сати увече, јер се након овог времена повећава активност комараца и других инсеката;
- одржавање хигијену простора у којем бораве животиње;
- редовно исхрана квалитетном храном с додатком витаминско-минералних смеша, како би одржавала висок ниво отпорности на болест;
- било би добро да свака животиња, ако су на везу, пије из своје појилице или кофе;
- свести број посета другим газдинствима на минимум; после посете другом газдинству са говедима пре уласка у сопствено газдинство дезинфиковати обућу и руке;
- употреба репелената – средства која се наносе на прозорска окна и рамове врата која одбјају инсекте од просторија у којима бораве животиње;



- прскање или купање животиња инсектицидима и/или репелентима. Најбоље је окупати животињу наносећи сунђером раствор или прскањем из леђне пумпе по животињи, површинама, оквирима прозора и врата и окружења;
- вакцинација животиња против ове болести.

**Афричка куга свиња (АКС)** – вирусна, веома заразна и смртосна хеморагична болест домаћих и дивљих свиња. На основу клиничких симптома и патоморфолошких промена афричку кугу свиња није могуће разликовати од класичне куге. Афричка куга свиња је присутна у бројним државама афричког континента, али и у Европи (острво Сардинија, на пример). Од момента када је први пут болест дијагностикована у Грузији у јуну 2007. године, обољење је веома брзо напредовало и ширило се у источној Европи, напредујући ка западу и узрокујући велике економских губитке.

Директне и индиректне економске штете су нарочито значајне у случају када се инфекција вирусом АКС потврди у регионима земаља где је развијена индустријска производња свиња. Будући да вирус може опстати веома дуго жив у свежем месу и термички нетретираним производима од меса, ризик од прекограничног ширења ове болести је изразито висок.

Контрола и искорењивање афричке куге свиња су додатно отежани немогућношћу примене мера вакцинације – до данашњег дана није произведена вакцина против АКС.

Вирус афричке куге свиња је веома отпоран на деловање ниских температура. Осетљив је само на екстремне вредности рН, односно  $pH < 3,9$  и  $pH > 11,5$  у медијуму без серума. Ефикасна средства која се могу користити за дезинфекцију су натријум-хидроксид у концентрацији 2% током 30 минута, 3% орто-фенилфенол током 30 минута, препарати на бази хипохлорита нпр. 2,3% хлорин током 30 минута. Натријум-хипохлорит (варикина), 1% лимунска киселина, препарати на бази јода и кватернарна амонијумова једињења се могу користити за дезинфекцију непорозних површина.

Од АКС могу оболети домаће и дивље свиње и сви припадници фамилије *Suidae*. Клиничка манифестна форма болести се виђа код домаћих свиња и код европске и америчке дивље свиње. Сматра се да су различите врсте дивљих афричких свиња, као и меки крпељи, природни домаћини и резервоари вируса афричке куге свиња.

Вирус се преноси директим контактом са зараженом животињом или индиректно преко контаминираних хране, одеће, возила и других предмета. Инсекати који сишу крв могу бити механички преносиоци вируса у временском периоду од 24 сата након узимања оброка крви на зараженој свињи. Извори инфекције могу бити: крв, ткива, секрет, екскрети од оболелих угинулих животиња. Заражене свиње излучују вирус 24 сата пре појаве првих клиничких симптома болести. Животиње које преживе инфекцију постају клицоноше и могу доживотно да излучују вирус. Меки крпељи, такође, представљају извор инфекције.

Инфекција вирусом АКС примарно настаје кроз уста и нос, изузимајући инфестацију зараженим крпељима. Вирус се првенствено умножава у крајницимама и лимфним чворовима главе и врата, уз појаву тешке леукопеније и тромбоцитопеније. Инкубација најчешће траје 3–19 (најчешће 15) дана, или краће ако је пут и начин инфекције везан за биолошке векторе (крпељи). Инфекција може (али не мора) довести до снажног имунолошког одговора, али антитела нису ефикасна и не могу да неутралишу вирус.



■ **Слика 10.** а), б), в), г) Патоморфолошке промене код АКС: а) закрвављени лимфни чворови, б) застој крви у слезини, в) модро пребојавање на ушним шкољкама и г) кожи трбуха извор: [www.vet.minpolj.gov.rs/aktuelnosti/africka\\_kuga\\_svinja/AKS%20prirucnik%20za%20veterinare.pdf](http://www.vet.minpolj.gov.rs/aktuelnosti/africka_kuga_svinja/AKS%20prirucnik%20za%20veterinare.pdf)



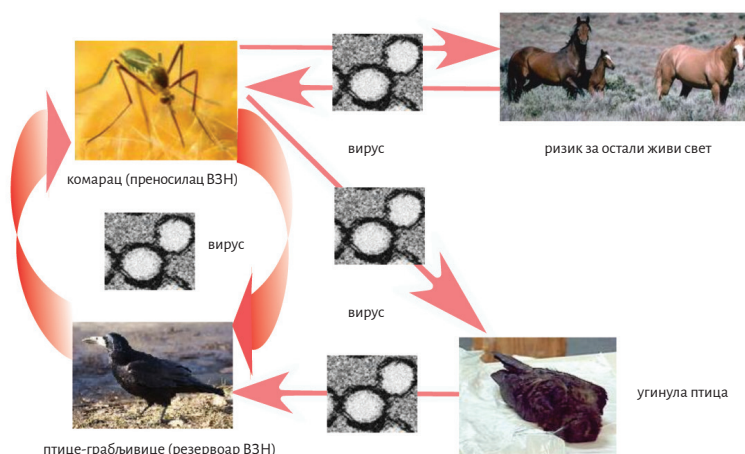
Клинички ток болести зависи од вируленције вируса, старости инфициране јединке и пута настанка инфекције и може бити перакутан до хроничан, од изненадних угинућа у перакутном току до развоја низа симптома у другим облицима обољења. Инфекција високовирулентним сојевима протиче у акутном току болести доводећи до угинућа готово свих оболелих јединки. Клинички симптоми обухватају: високу телесну температуру 40,5°C–42°C, пад броја леукоцита и тромбоцита, црвенило по кожи ушију, репа, крајева екстремитета, доњој страни груди и трбуха, слабост, апатију, летаргију, модра пребојавања делова тела и некоординисано кретање 24–48 сати пред угинуће, повраћање, крварење из носа и ректума, затвор, па дијареју која је често крвава, исцедак из очију, коњунктивитис, поремећаје дисања: кашаљ, отежано дисање и кретање, парализу, конвулзије, угинућа за 6 до 13 дана, као и побачаје (Слика 5). Субакутни, нешто дужи ток изазивају средњевирулентни сојеви, а карактеристичан је по: променљивој телесној температури током 2–3 седмице и блажим симптомима у поређењу са акутним током. Болест обично траје 5–30 дана. Угинућа настају за 15–45 дана, а смртност је 30%–70%.

Свака сумња на појаву и појава афричке куге свиња мора се обавезно и без одлагања пријавити Министарству пољопривреде, шумарства и водопривреде, односно Управи за ветерину. Обавезу пријављивања у складу са законом имају власници, држаоци животиња, ветеринари запослени у објектима за држање животиња, у станицама и амбулантама, као и сва друга лица која су на било који начин могла посумњати да се ради о заразној болести.

**Грозница Западног Нила** – вирусна инфективна болест из групе зооноза која се преноси убодом комараца. Карактерише се тешком клиничком сликом са знацима упале мозга. Изазивач болести је вирус Западног Нила (енгл. *West Nile virus*) арбовирус (који се преноси артроподама) из породице *Flaviridae*. Овим вирусом могу да се заразе људи, птице, комарци, коњи и други сисари, алигатори итд. Треба имати у виду да постоји могућност преноса инфекције путем трансфузије крви, трансплантације органа и интраутерине трансмисије вируса с мајке на фетус.



Слика 11. Домаћи комарац *Culex pipiens*  
[https://wikimedia.org/wikipedia/commons/8/88/Pipiens\\_feeding.jpg](https://wikimedia.org/wikipedia/commons/8/88/Pipiens_feeding.jpg)



Слика 12. Начин ширења вируса у природи  
[https://sr.wikipedia.org/wiki/грозница\\_Западног\\_Нила](https://sr.wikipedia.org/wiki/грозница_Западног_Нила)

На људе и животиње вирус преносе тиграсти или домаћи (*Culex Pipiens*) комарци који се хране крвљу заражених птица (Слика 11) и других оболелих животиња. Након убода комараци уносе вирус у тело жртве и код ње изазивају грозницу Западног Нила, која се карактерише тешком клиничком сликом са знацима упале мозга или упале можданица и кичмене мождине.

Главни резервоар заразе су различите врсте птица у којима се вирус одржава, док је човек случајни, тзв. слепи домаћин, јер се инфекција вирусом Западног Нила са њега даље не преноси. Грозница Западног Нила је сезонско обољење, које је највише заступљено у периоду највеће активности комараца – вектора вируса Западног Нила (ВЗН). Имајући у виду искуства како из многих земаља, тако и из Србије, први оболели се обично региструју најчешће у другој половини јула, а највеће разбољевање је током августа и септембра. Ризику разбољевања највише су биле изложене особе преко 50 година старости и људи са ослабљеним имунским системом.

Последњих година 20. и почетком 21. века вирус се преселио на северне и западне делове Земљиних хемисфера, као последица климатских промена. Након две деценије јављања само по неколико људских и коњских енцефалитиса који су се завршили фатално, болест је прерасла у све већи број епидемија од 1996. до 2000. године у: Румунији, Мароку, Тунису, Италији, Русији, Израелу и Француској. Побољшан надзор над инфекцијом људи, коња, птица и вектора је открио присуство вируса на више локација у Европи, укључујући Србију у 2012. години.

Већина особа (80%–90%) инфицирана вирусом Западног Нила нема никакве симптоме и знаке болести и зато клиничка слика грознице Западног Нила код људи варира од инфекције без симптома до неуролошког обољења. Код малог процента заражених особа (10%–20%) симптоми подсећају на грип, с наглом појавом повишене телесне температуре, главобољом, болом у грлу, леђима, мишићима, зглобовима, умором. Главни симптоми болести су главобоље, мучнине, повраћања. Ови симптоми најчешће пролазе у року од неколико дана, мада су забележени случајеви болести која је трајала и више недеља.

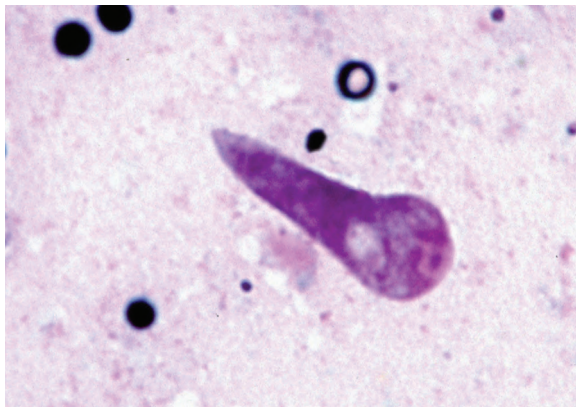
Болест се може јавити у три различита облика:

- код око 80% инфицираних особа протиче асимптоматски (без симптома);
- око 20% инфицираних особа има благу клиничку слику у виду грознице;
- код мање од 1% инфицираних особа доводи до развоја промена на нервном систему.

У 4%–15% случајева болест се завршава смртним исходом, код пацијената са упалом мозга и парализом.

**Грозница источне обале** – тајлериоза (енгл. *East Coast Fever*) је болест говеда која се јавља у Африци и коју изазива протозоа *Theileria parva*. Главни преносилац *T. parva* између говеда је крпељ *Rhipicephalus appendiculatus*. Грозница источне обале је од велике економске важности за сточаре у Африци, због губитка од најмање милион говеда сваке године.

Акутнији облик грознице источне обале, који се зове коридорна болест, јавља се када се *T. parva* добијена од бивола пренесе на говеда. Други облик, који се зове јануарска болест, јавља се само током зимских месеци у Зимбабвеу због животног циклуса крпеља.



Слика 13. *Theileria parva*, крвни размаз  
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2f/Theileria-parva-kinete.jpg>



Слика 14. Грудни оток код тајлериозе  
<https://en.wikipedia.org/wiki/File:Brisket-edema-theileriosis.jpg>

Домаћа афричка говеда су често отпорна на паразите, али не без извесних симптома, али не пате од тако озбиљних као грла која се први пут сусрећу с болешћу. Смртност може бити и до 100%, са смртним исходом између 18. и 30. дана од инфестације крпељима. Инкубација траје 10–25 дана, а паразит се брзо шири и прилично је агресиван.

Клинички знаци укључују грозницу и увећане лимфне чворове у близини убода крпеља. Размази и мрље се такође могу урадити да би се проверило да ли има паразита (Слика 13). Болест укључује губитак апетита, отежано дисање, замућење рожњаче, исцедак из носа, пролив, оток плућа, поремећај крвне слике (Слика 14). Говеда у ендемским областима која су добијала лекове се понекад опорављају у различитом степену, или следи смрт због зачепљених капилара и паразита који инфицирају централни нервни систем. Грла која преживе инфекцију постају преносиоци.

Контрола болести се ослања на сузбијање крпеља. Ово је главна брига у тропским земљама с великом популацијом стоке, посебно у ендемском подручју. Акарициди се примењују у купањем или распршивањем, а користе се расе говеда с добром способношћу стицања имунолошке отпорности на векторске крпеље.

**Дирофилариоза** – овај назив обухвата све хелминтозе које узрокују врсте из рода *Dirofilaria* код људи и животиња. Род *Dirofilaria* има око 50 врста, а само *D. immitis*, *D. repens*, *D. tenuis*, *D. ursi*, *D. striata* и *D. spectans* имају способност да изазову болест типа зоонозе.

Иако је инвазија врстом *D. immitis* дијагностикована код више од 30 врста сисара: домаћих и дивљих месождера, домаћих и дивљих мачака, куна, мајмуна, морских сисара, глодара и копи-тара, већим бројем паразита најчешће се инвадирају пси. Бројна истраживања су показала да комарци породице *Culicidae* учествују у преносу диروفилариозе. Болест се шири врло брзо и ствара нова ендемијска подручја. Иако је патологија диروفилариозе позната, и даље је приоритетна тема ветеринарских истраживања због зоонотског потенцијала и повећане инциденције болести код људи и животиња.

**Кардиопулмонална диروفилариоза паса** је обољење изазвано ваљкастим црвом *Dirofilaria immitis* (Слика 15). Одрасли паразит дугачак је око 10–30 cm. Током протеклих неколико деценија ова паразитска болест је од наизглед имагинарне претње по здравље паса у Србији, постала реална опасност од које оболева велики број паса.



Слика 15. Одрасле диروفиларије извађене из срца пса (Liviu, 2019)

Диروفилариоза се неравномерно шири светом па се јавља у подручјима с тропском, суптропском и умереном климом. Како је развој у прелазном домаћину могућ само тамо где је температура виша од 14°C, разумљиво је њено ограничено ширење на већим надморским висинама. Последњих година је забележен већи број природних инвазија код паса у новим подручјима у Европи као последица климатских промена, али и повећаног броја љубимаца који путују са својим власницима. Диروفилариоза паса је посебно присутна у јужној Европи.

У северној Србији сваки пас који проведе једно лето у дворишту или на улици без заштите буде инфициран. Премда назив болести (болест срчаног црва) наводи да је локација паразита који је изазива у срцу, примарно место које овај паразит настањује су артерије плућа. У ситуацији када је присутан јако велики број ових паразита (преко 25 код паса средње величине, а преко 50 код великих паса), и у поодмаклом стадијуму болести, црви ће се наћи и у десној комори срца. Женке овог паразита у крв домаћина ослобађају ларвице – микрофиларије. Комарац када сиса крв унесе у своје тело ове ларвице и након 14 дана у комарцу сазревају инфективне ларве којима комарац при новом храњењу инфицира другог пса. У новом домаћину ове ларвице сазревају, расту, крећу се према плућима, и након 6–7 месеци постају одрасли полно зрели паразити. Тако се круг затвара. Дакле, ова болест се не преноси никако другачије него убодом комарца (не може храном, водом, уједом, трансфузијом итд.) и протекне дуго времена након инфекције док се паразити настане у артерије плућа и одрасту. У подручјима где има пуно комараца и паса који стално бораве напољу постоје идеални услови за преношење ове болести.

Инфекција је месецима, па и годинама неприметна, протиче без икаквих симптома. Први симптоми срчаног црва који се јављају јесу симптоми дисајних органа – кашаљ, замор (чак и несвестице), губитак кондиције. Развијају се хроничне промене на плућима које доводе до повишења крвног притиска у плућима, што током времена ослаби срце. Последица је мршављење и накупљање течности у стомаку.

Ако постоји пуно црва у плућним артеријама, поготову код малих паса, црви могу кренути према десној комори и тако довести до наглог застоја функције срца, што се стручно назива синдром вене кафе.

#### Мозгалица...



1. Шта су вектори?
2. Наведите вирусне болести које се шире због климатских промена?
3. Наведите паразитске болести које се шире због климатских промена?



## ● Литература

Anon. (2010). **Operativni priručnik za sprovođenje kriznog plana za kontrolu i suzbijanje zarazne bolesti afrička kuga svinja**. Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede republike Srbije, Uprava za veterinu. (Sl. Glasnik RS br. 32/10) <https://www.vet.minpolj.gov.rs/legislativa/pravilnici/Operativni%20Prirucnik%20AKS.pdf>.

Anon. (2013). **Bolest kvrgave kože**. Uprava za veterinarstvo i sigurnost hrane, Ministarstvo poljoprivrede Republike Hrvatske. <http://www.veterinarstvo.hr/default.aspx?id=2353>.

Anon. (2021). **Bolest kvrgave kože**. ORCA blog. <https://orca.rs/bolest-kvrgave-koze/>.

Anon. (2017a). **Toplotni stres**. Alltech Srbija. <https://global.alltech.com/srbija/news/toplotni-stres>.

Anon. (2017b). **Afrička kuga svinja. Informator za veterinare**. Republika Srbija, Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, Uprava za veterinu [https://www.vet.minpolj.gov.rs/aktuelnosti/africka\\_kuga\\_svinja/AKS%20prirucnik%20za%20veterinare.pdf](https://www.vet.minpolj.gov.rs/aktuelnosti/africka_kuga_svinja/AKS%20prirucnik%20za%20veterinare.pdf).

Anon. (2019). **Opasnost iz vazduha: Srčani crv, kardiopulmonalna dirofilarioza**. Vetlab. <https://vetlab.rs/opasnost-iz-vazduha-srcani-crv-kardiopulmonalna-dirofilarioza/>.

Akin, J.A. (2011). **Homeostatic Processes for Thermoregulation**. Nature Education Knowledge, 3(10):7.

Carabaño, M.J., Ramón, M., Menéndez-Buxadera, A., Molina, A., Díaz, C. (2019). **Selecting for heat tolerance**. Anim. Front., 9(1):62–68.

Collier, R.J., Baumgard, L.H., Zimbelman, R.B., Xiao, Y. (2019). **Heat stress: physiology of acclimation and adaptation**. Anim. Front., 9(1):12–19.

Caroprese, M., Bradford, B.J., Rhoads, R.P. (2021). **Editorial: Impact of Climate Change on Immune Responses in Agricultural Animals**. Front. Vet. Sci., 8:732203.

Centers for Disease Control and Prevention (2008). **West Nile virus activity** - United States, 2007. MMWR. Morbidity and mortality weekly report, 57(26), 720–723.

Díaz, M., Becker, D.E. (2010). Thermoregulation: **Physiological and clinical considerations during sedation and general anesthesia**. Anesthesia Progress, 57, 25–33.

Gaughan, J.B., Veerasamy, S., Mader, T.L., Dunshea, F.R. (2019). **Adaptation strategies: ruminants**. Anim. Front., 9(1):47–53.

Guberti, V., Khomenko, S., Masiulis, M., Kerba, S. (2018). **Priručnik o bolesti afrička kuga svinja kod divljih svinja i merama biosigurnosti tokom lova**. GF-TADs. <https://www.vet.minpolj.gov.rs/legislativa/pravilnici/prirucnik%20biosigrunost.pdf>

Grossi, G., Goglio, P., Vitali, A., Williams, A. (2019). **Livestock and climate change: impact of livestock on climate and mitigation strategies**. Anim. Front., 9(1):69–76.

Ivanov, K.P. (2006). **The development of the concepts of homeothermy and thermoregulation**. Journal of Thermal Biology 31, 24–29.

Kearney, M., Shine, R., Porter, W.P. (2009). **The potential for behavioral thermoregulation to buffer “cold-blooded” animals against climate warming**. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 106, 3835–3840.

Cabanac, M. (2006). **Adjustable set point: To honor Harold T. Hammel**. Journal of Applied Physiology, 100, 1338–1346.

Ellis, D.J., Firth, B., Belan, I. (2006). **Circadian rhythm of behavioral thermoregulation in the sleepy lizard (Tiliqua rugosa)**. Herpetologica, 62, 259–265.

Lutterschmidt, D.I., Lutterschmidt, W.I., Hutchison, V.H. (2003). **Melatonin and thermoregulation in ectothermic vertebrates: A review**. Canadian Journal of Zoology, 81, 1–13.

FAO (2020). **Animal Health and Climate Change**. Report. <http://www.fao.org/3/ca8946en/CA8946EN.pdf>.



Field, C.B., Barros, V., Stocker, T.F., Dahe Q. (Eds.). (2012). **Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation: special report of the intergovernmental panel on climate change**. Cambridge University Press.

Хорват, Ј. (2012). **Утицај топлотног стреса на хормонални статус крва у периоду лактације**, докторска дисертација, Универзитет у Београду, Факултет ветеринарске медицине, Београд.

Gubler, D.J. (2007). **The continuing spread of West Nile virus in the western hemisphere**. *Clinical infectious diseases*, 45(8), 1039-1046.

Lacetera, N. (2019). **Impact of heat stress on animal health and welfare**. *Anim. Front.* 9(1):26–31.

Liviu, M. (2019). **Dirofilarioza. Vodič kroz glavne invazijske bolesti koje se prenose sa životinja na ljude – dirofilarioza u ljudi i životinja**. Online tečaj s videomaterijalima iz veterinarske medicine o prevenciji, dijagnostici i liječenju bolesti koje se prenose sa životinja na ljude Ref. no. 2016-1-RO01-KA203-024732. [https://zoeproject.eu/documents/study/IO3\\_Diro\\_CR.pdf](https://zoeproject.eu/documents/study/IO3_Diro_CR.pdf).

Magiri, R., Muzandu, K., Gitau, G., Choongo, K., Iji, P. (2020). **Impact of Climate Change on Animal Health, Emerging and Re-Emerging Diseases in Africa**. *African Handbook of Climate Change Adaptation*, 1-18.

Muxi, C., McCarl, B., Fei, C. (2022). **Climate Change and Livestock Production: A Literature Review**. *Atmosphere*, 13, 140.

Nene, V., Kiara, H., Lacasta, A., Pelle, R., Svitek, N., Steinaa, L. (2016). **The biology of Theileria parva and control of East Coast fever - Current status and future trends**. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 7 (4): 549–64.

Norval, R.A.I., Lawrence, J.A., Young, A.S., Perry, B.D., Dolan, T.T., Scott, J. (1991). **Theileria parva: influence of vector, parasite and host relationships on the epidemiology of theileriosis in southern Africa**. *Parasitology*, 102(3), 347-356.

Olwoch, J.M., Reyers, B., Engelbrecht, F.A., Erasmus, B.F. (2008). **Climate change and the tick-borne disease, Theileriosis (East Coast fever) in sub-Saharan Africa**. *Journal of Arid Environments*, 72 (2): 108–20.

Pasqui, M., Di Giuseppe, E. (2019). **Climate change, future warming and adaptation in Europe**. *Anim. Front.*, 9(1):6–11.

Rust, J.M. (2019). **The impact of climate change on extensive and intensive livestock production systems**. *Anim. Front.*, 9(1):20–25.

Summer, A., Lora, I., Formaggioni, P., Gottardo, F. (2019). **Impact of heat stress on milk and meat production**. *Anim. Front.*, 9(1):39–46.

Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T.D., Castel, V., Rosales, M., Rosales, M., de Haan, C. (2006). **Livestock's long shadow: environmental issues and options**. Food & Agriculture Org.

Tao, S., Monteiro, A.P.A., Thompson, I.M., Hayen, M.J., Dahl, G.E. (2012). **Effect of late-gestation maternal heat stress on growth and immune function of dairy calves**. *J. Dairy Sci.*, 95:7128–36.

Wolfenson, D., Roth, Z. (2019). **Impact of heat stress on cow reproduction and fertility**. *Anim. Front.*, 9(1):32–38.

Zougmore, R., Partey, S., Ouédraogo, M., Omitoyin, B., Thomas, T., Ayantunde, A., Ericksen, P., Said, M., Jalloh, A. (2016). **Toward climate-smart agriculture in West Africa: a review of climate change impacts, adaptation strategies and policy developments for the livestock, fishery and crop production sectors**. *Agriculture & Food Security*, 5(1), 1-16.

CIP - Каталогизација у публикацији  
Народна библиотека Србије, Београд

502/504:551.583-057.874(035)  
631:551.583-057.874(035)

КЛИМАТСКЕ промене у пољопривреди : приручник за средње школе у подручју рада пољопривреда, производња и прерада хране / аутори Зорица Ранковић-Васић ... [и др.] ; уредници Зорица Ранковић-Васић, Светлана Младеновић. - Алексинац : Удружење средњих школа подручја рада пољопривреда, производња и прерада хране, 2024 (Београд : Алта Нова). - XI, 150 стр. : илустр. ; 30 cm

Тираж 1.000. - Библиографија уз свако поглавље.

ISBN 978-86-906676-0-4

1. Ранковић-Васић, Зорица, 1974- [аутор] [уредник]  
а) Животна средина -- Климатске промене -- Приручници б) Пољопривреда -- Климатске промене -- Приручници

COBISS.SR-ID 152977673

