



2

ПРОБЛЕМ КЛИМАТСКИХ ПРОМЕНА

Можем ли се прилагодити
неизбежным последствиям
климатских промена?

2

Утицај климатских промена на животну средину и људе

Можемо ли се прилагодити неизбежним последицама климатских промена?

Све у природи је међусобно повезано. Чак и мала промена у једном делу природног света доводи до промена у његовим другим деловима. Дакле, како температура на планети расте, примећује се велики број других, сродних промена. Из године у годину расте ниво светског океана, топе се ледници и пермафрости (залеђено тло), и повећавају се учесталост и јачина екстремних временских појава (топлотни таласи, урагани, олује, поплаве и суше). Нове и опасне заразне болести и разне непожељне врсте (нпр. мраморне смрдибубе) појављују се на местима на којима до тада нису биле заступљене. Температурне промене, односно топле јесени и благе зиме са необично високим температурама, утичу на масовно размножавање алги – еутрофикацију (тзв. цветање алги), што доводи до смањења квалитета воде у водотоковима или акумулацијама из којих се градови снабдевају водом (нпр. језеро Врутци у Ужицу). Ови и други ефекти климатских промена опасни су за биљке и животиње, које се не могу брзо прилагодити тако драстичним променама. Такође, климатске промене узрокују огромну економску штету и представљају претњу по сав живи свет и по здравље и животе људи.

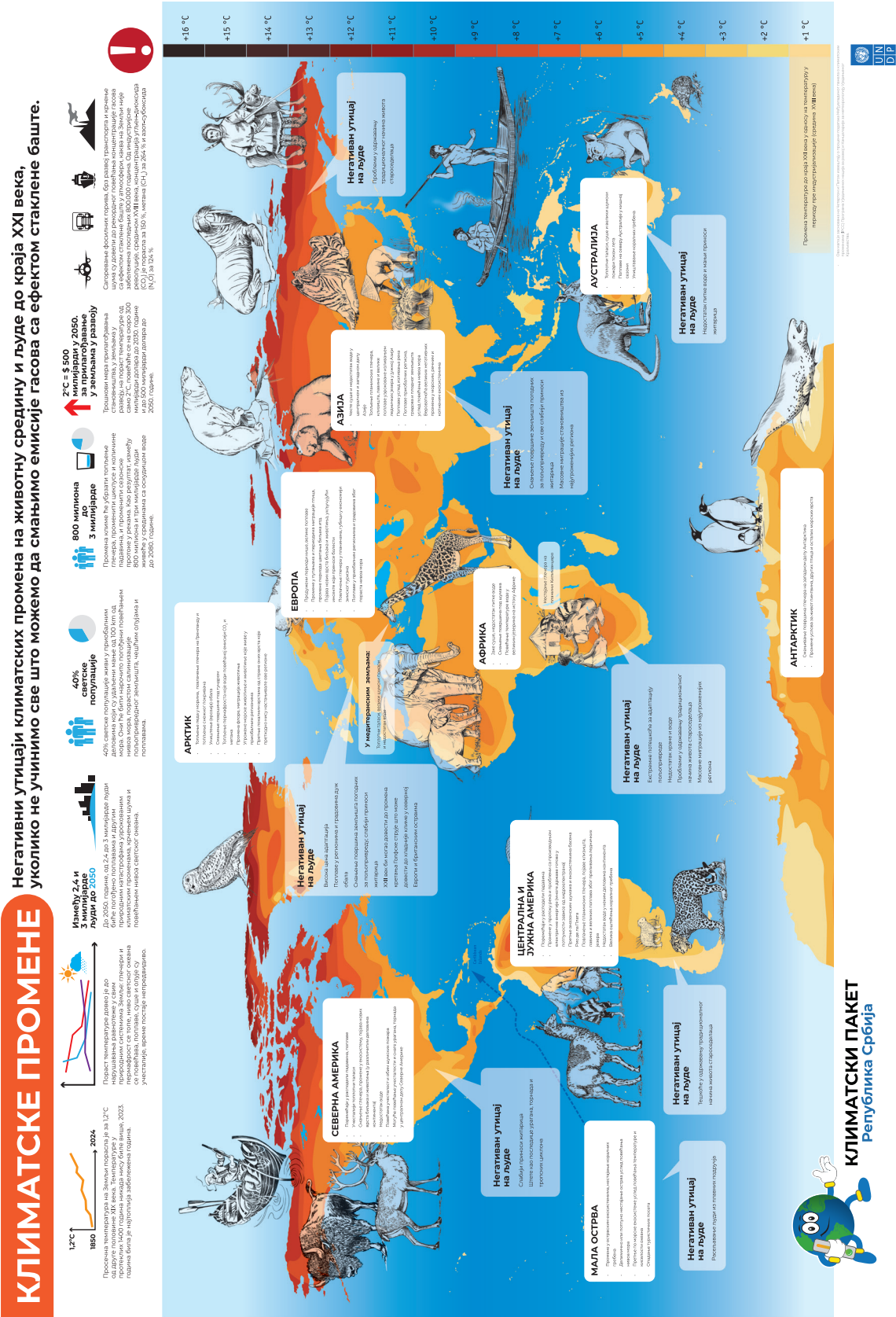


У циљу прикупљања, анализе и објављивања научних информација у области климатских промена, утицаја климатских промена на различите системе, као и припреме мера за њихово ублажавање, 1988. године успостављен је Међувладин панел о климатским променама (енг. Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC). Недавно објављени резултати истраживања Међувладиног панела о климатским променама (енг. Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC, Извештај AR6, енг. Synthesis Report Climate Change 2023) показују да би у будућности тренутне климатске промене могле довести до још опаснијих последица по човека и живи свет. Научници су закључили да се за сваку десетину степена Целзијуса за коју планета постаје топлија утицаји погоршавају, а ризици су све већи (сл. 2.1). Због тога је генерални секретар Уједињених нација Антонио Гутереш овај извештај назвао „црвеним кодом за човечанство“. С друге стране, свако спречавање раста макар десетог дела степена Целзијуса може бити кључно у ограничавању обима будуће штете.

Међународни напори за ограничавање температуре су заједнички напори свих земаља у свету да се смањи загревање планете како бисмо сачували нашу животну средину и будућност. Процене показују да је неопходно да пораст средње глобалне температуре остане испод 1,5 °C. Међутим, ризици који расту заједно са порастом температуре, према процени Међувладиног панела о климатским променама (сл. 2.2), показују да чак и ограничавање глобалног пораста температуре на 1,5 °C не гарантује безбедност за свакога. На овом нивоу загревања, на пример, 950 милиона људи широм светских сушних подручја искусиће несташицу воде, топлотни стрес и дезертификацију, док ће удео глобалног становништва изложеног поплавама порасти за 24%.

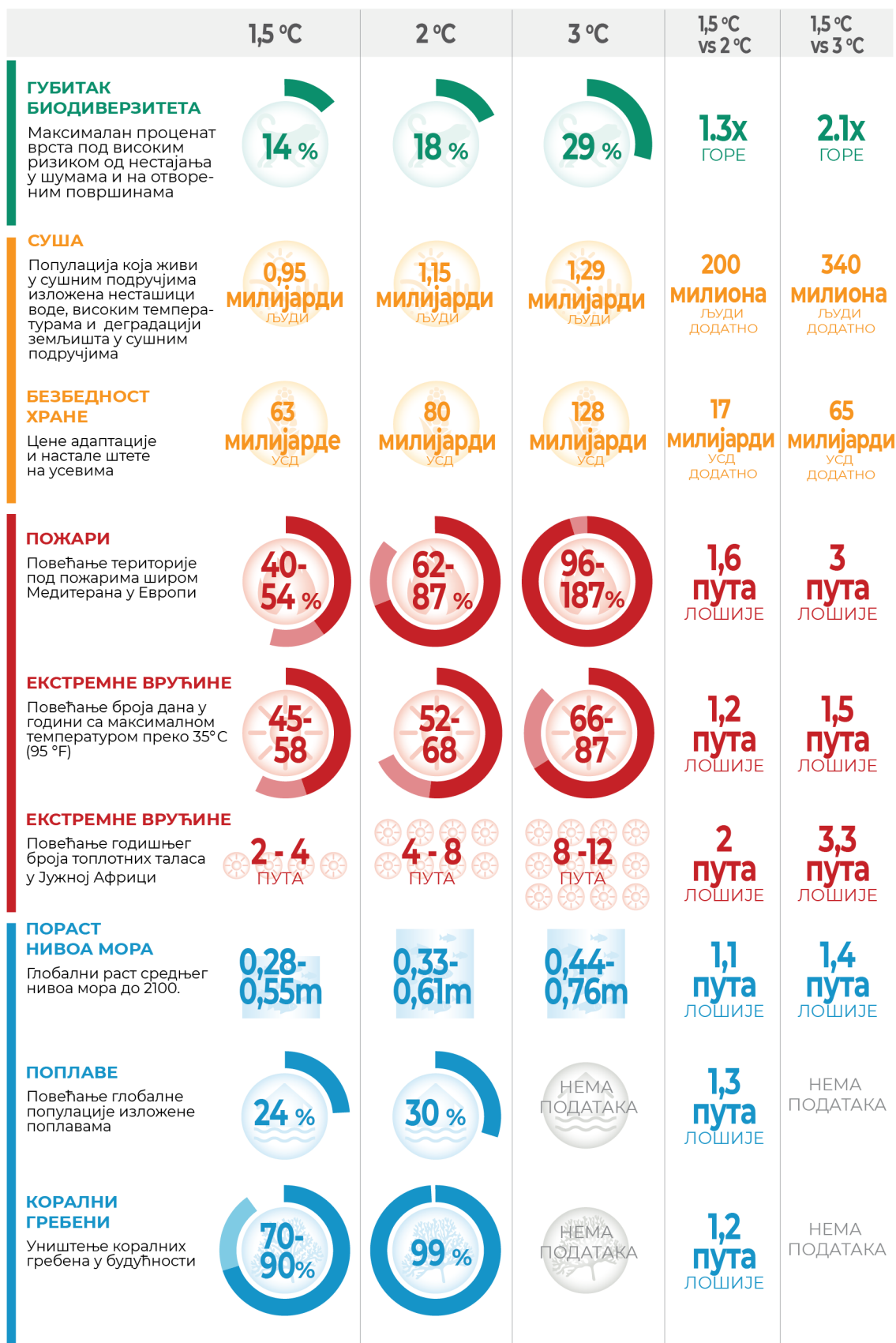
Слика 2.1

Негативни утицаји климатских промена на животну средину и људе до краја 21. века уколико не учинимо све што можемо да смањимо емисије гасова са ефектом стаклене баште



Слика 2.2

Поређење ризика за људе и природу на различитим нивоима температуре



Данашње климатске промене смањиле количину хране коју можемо произвести, отежаће доступност воде, довести до већих суша и топлотних таласа и повећати број јаких олуја. Такође, промене на обалама ће се десити брзо и биће изражене, што би могло изазвати проблеме у друштву. Светска метеоролошка организација (WMO) утврдила је четири кључна индикатора климатских промена: концентрацију гасова са ефектом стаклене баште, пораст нивоа мора, топлоту океана и закисељавање океана, и сви су они поставили нове рекорде у 2022. години. Ово је још један јасан начин да се прати како људске активности изазивају промене на планетарном нивоу, на копну, у океану и у атмосфери, са драматичним и дуготрајним последицама. Уколико не учинимо све што је у нашој моћи да смањимо емисије гасова са ефектом стаклене баште, негативни утицаји климатских промена на животну средину и људе могли би бити неповратни до краја 21. века (сл. 2.3).

Искуства сугеришу да би истраживање отпорности претходних генерација на климатске промене и аномалије могло пружити информације о томе како се носити са климатским променама данас и у будућности. Да би се смањила штета узрокована климатским променама, човечанство мора предузети одговарајуће мере, а посебно изградити отпорност на загревање изазвано људским фактором, које већ представља климатску кризу. Докази из евиденције о досад уоченим утицајима и пројектованим ризицима показују да је климатски отпоран развој хитнији него што је раније процењено.

Изводљиве а ефикасне мере прилагођавања на климатске промене представљене су за сваку од тема о којима је реч у овом поглављу. Оне обухватају мере које могу да смање ризике по људе, као што је разматрање утицаја климатских промена и ризика у пројектовању и планирању урбаних и руралних насеља и инфраструктуре. Оне такође укључују мере које могу помоћи у очувању биодиверзитета и екосистема, које су кључне за климатски отпоран развој, с обзиром на претње које им климатске промене представљају и њихову улогу у прилагођавању и ублажавању (сл. 2.4).

Иако сви већ осећамо последице климатских промена, оне највише погађају сиромашне, историјски маргинализоване заједнице. У извештају IPCC AR6, научници су приметили да данас између 3,3 милијарде и 3,6 милијарди људи живи у земљама које су веома осетљиве на климатске утицаје, углавном на Арктику, у Централној и Јужној Америци, малим острвским државама у развоју, јужној Азији и великом делу подсахарске Африке. Утицаји климатских промена погоршавају постојеће неједнакости, сукобе и развојне изазове (нпр. сиромаштво и ограничен приступ основним услугама као што је чиста вода) у многим земљама у овим регионима и ограничавају капацитет заједница да се прилагоде. На пример, од 2010. до 2020. године смртност од олуја, поплава и суша била је 15 пута већа у земљама са високом осетљивошћу на климатске промене него у земљама са веома ниском угроженошћу.

Ово поглавље истражује утицаје климатских промена на различите регионе, друштва и економске активности и доноси примере мера за прилагођавање клими, које помажу у ублажавању и припреми за неизбежне негативне климатске утицаје.

Опасности, ризици, утицаји, отпорност и прилагођавање у вези са климатским променама

Међувладин панел за климатске промене (IPCC) данас користи термин **отпорност** да означи способност међусобно повезаних људских и природних система „да се носе са опасним догађајем или трендом или поремећајем, реагујући или реорганизујући се на начин који одржава њихову суштинску функцију, идентитет и структуру“.

Та способност, дакле, обухвата **адаптацију**, коју IPCC дефинише као прилагођавање на нове климатске услове предузимањем корака који би требало да смање ефекте негативних последица и помогну да се искористе потенцијалне позитивне прилике које ће нови услови пружити. На пример, мере адаптације могу укључивати изградњу објеката отпорних на екстремне временске појаве, изградњу брана за борбу против поплава, развијање нових сорти усева отпорних на сушу и друго.

IPCC такође широко користи концепт **ризика** у вези са потенцијалом негативних последица климатских промена по људе или екосистеме, препознајући разноликост вредности и циљева повезаних са таквим системима. У контексту климатских промена, ризици могу настати из потенцијалних утицаја климатских промена, као и људских одговора на њих.

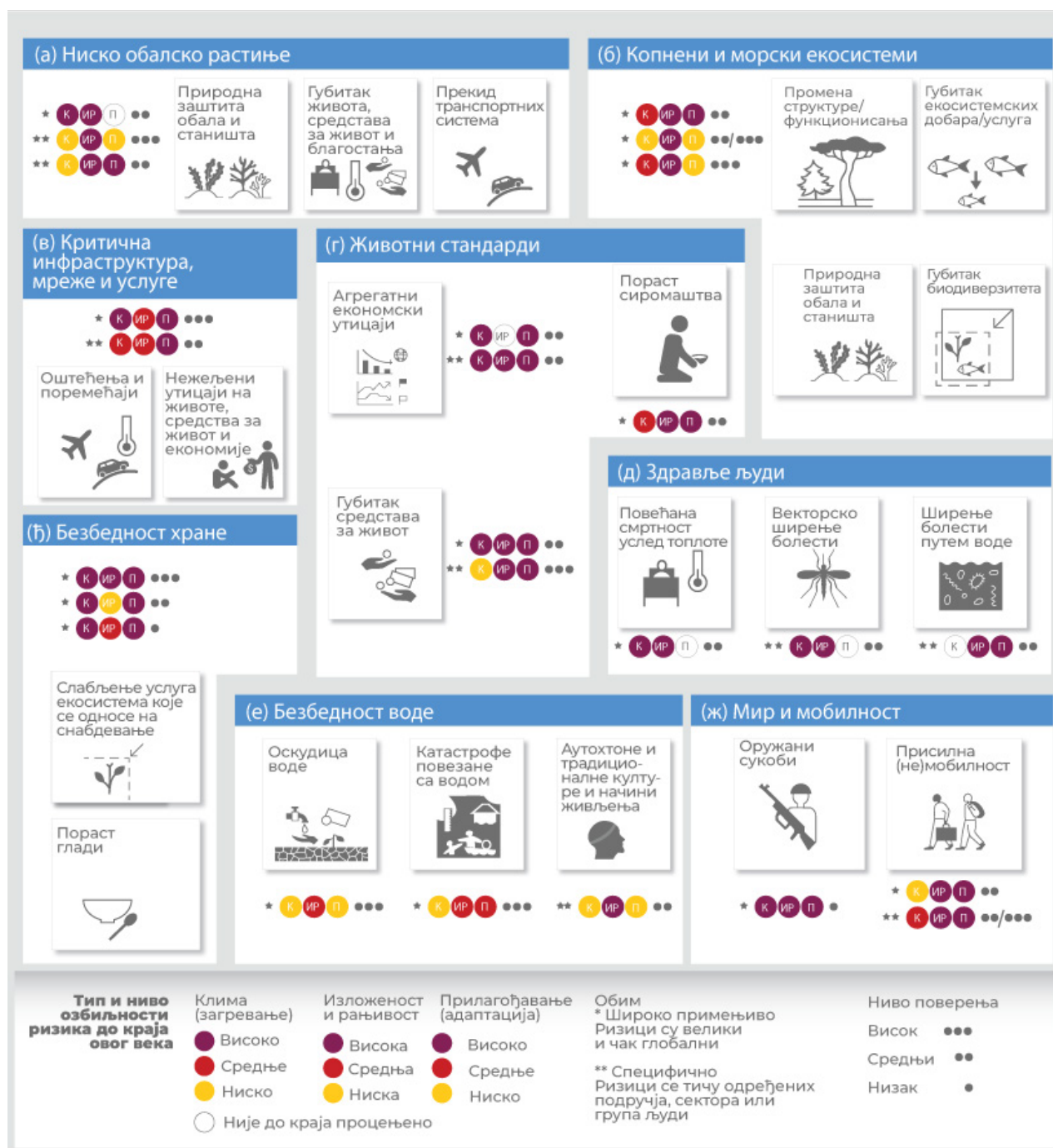
Последице реализованих ризика од климатских промена на природне и људске системе дефинишу **утицаје**. Утицаји се генерално односе на ефекте на животе, средства за живот, здравље и благостање, екосистеме и врсте, економска, друштвена и културна добра, као и услуге (укључујући услуге екосистема) и инфраструктуру.

Опасности се дефинишу као негативни утицаји природних или физичких догађаја или трендова изазваних људским активностима, који могу довести до губитка живота, повреде или нарушити здравље, изазвати штету и губитак имовине, утицати на инфраструктуру, средства за живот, пружање услуга, екосистеме и ресурсе животне средине.



Слика 2.3

Кључни ризици за природу и људе који проистичу из климатских промена до краја века



Слика 2.4

Како се прилагодити климатским променама и изградити отпорност



Табела 2.1

Препоручене мере за повећање отпорности становника Републике Србије на климатске промене, односно за смањење рањивости у будућим климатским условима, за смањење ризика и убрзање опоравка²

Препоручене мере	Начин спровођења	Напомене
Повећати спремност становника на екстремне временске услове и друге климатске опасности	Обезбедити правовремено информисање јавности о екстремним временским догађајима, укључујући повећање могућности да становници добију правовремене информације, и обезбедити упутства за понашање и начине за смањивање ризика, укључујући заштиту здравља и имовине. Побољшати комуникацију са медијима и спровести образовање и информисање за новинаре ради повећања ефикасности обавештавања. Повећати и прилагодити капацитете хитне помоћи и здравствених установа за пружање правовремене помоћи у условима повећаних ризика. На локалном нивоу, правовремено организовати активности за смањивање ризика (обезбеђивање доступности склоништа, обезбеђивање воде, хране, планова за евакуацију итд.). Укључити организације које се баве активностима за помоћ сиромашнима и бескућницима у мере спровођења смањења ризика услед климатских опасности.	Нарочито важно код рањивих група са мањим капацитетима за правовремено информисање, и то код старе и сиромашне популације и популације у селима. У изради смерница и пружању помоћи узети у обзир и потенцијалну важност родних разлика. Неопходно је укључивање локалних самоуправа у ове активности.
Повећати капацитете хитних служби и здравствених установа за интервенције	Повећати/прилагодити капацитете хитне помоћи и здравствених установа за пружање правовремене помоћи у условима повећаних ризика. Повећати доступност здравствених услуга становништву (нарочито рањивим популацијама). Побољшати правовремену информисаност здравствених радника о наступајућим климатским опасностима, односно спровести образовање и информисање здравствених радника о климатским променама.	Нарочито важно код сиромашне популације и популације у селима. За повећање доступности здравствених услуга треба узети у обзир и потребе услед родних разлика.
Унапредити капацитете других служби за реаговање у ванредним ситуацијама	Образовање и информисање служби за спасавање. Израда планова за заштиту грађана у случају екстремних временских догађаја. Ова мера омогућава спровођење прве препоручене мере.	Важно на националном и на локалном нивоу, ради обезбеђивања повећане спремности и правовременог планирања и реаговања.

²Програм прилагођавања на измењене климатске промене Републике Србије, 2023, <https://pravno-informacioni-sistem.rs/eli/rep/sgrs/vlada/drugiakt/2023/119/1/reg>

Препоручене мере	Начин спровођења	Напомене
Заштитити раднике на отвореном	Изменити или допунити прописе који се односе на критеријуме за здравствене ризике услед екстремних временских догађаја и других временских опасности. Повећати информисаност послодаваца, руководиоца послова на отвореном и радника на отвореном о климатским опасностима, са давањем смерница за правовремено смањивање ризика.	При одређивању критеријума потребно је узети у обзир и екстремне услове који се јављају услед комбинованих утицаја и других опасности (повишена температура и влажност, повећан ризик од болести и зараза итд.), услове на локацији извођења радова, опасност од нових екстрема итд.
Спречити ширење болести и интервенисати у раним стадијумима	Образовати и информисати здравствене раднике и ветеринаре о климатским променама. Пратити појаву и ширење болести и проширити знање о повезаности са утицајима климатских промена. Повећати информисаност о ширењу болести са повећаним ризицима услед климатских промена и обезбедити смернице о начину сузбијања њиховог ширења и деловања у раним стадијумима, нарочито за векторски преносиве болести	Важно ради побољшања знања о утицајима климатских промена на здравље и омогућавања спречавања ширења нових болести. Повећање информисаности нарочито је важно код сиромашне популације, која има највећу изложеност.
Побољшати праћење квалитета хране и воде	Повећати ефикасност током и након појаве климатских опасности. Проширити знање о повезаности са утицајима климатских промена.	Важно због повећаног утицаја климатских опасности услед климатских промена или комбинованог утицаја климатских опасности и загађивања воде и земљишта.
Повећати образовање и информисање деце и младих	Израдити и спровести програме за образовање деце и младих о климатским променама, климатским опасностима, утицајима. Образовати просветне раднике. Прилагодити начин информисања и повећати разумевање деце и младих о наступајућим климатским опасностима и начину понашања ради смањивања ризика.	Важно ради стварања климатски одговорног понашања становништва, што је један од главних услова за остваривање и одржање отпорности на климатске промене у будућности. Важно је укључивање локалних самоуправа и локалних организација у ове активности.
Проширити знање о рањивости и ризицима у вези са здрављем и безбедношћу људи	Израдити анализу на нивоу Републике Србије просторне расподеле рањивости и ризика од климатских промена за здравље и безбедност људи узимајући у обзир расподелу рањивих група, старосну расподелу и родне разлике, идентификовати врсте и нивое ризика. Израдити смернице за мере које ће повећати отпорност становништва на климатске промене, односно оне које ће смањити ризике и повећати способност опоравка. Омогућити да локалне самоуправе и организације имају капацитете и потенцијално обавезу да спроведу процене рањивости и ризика за становништво на локалном нивоу, и са већим нивоом детаља, и да планирају и спроводе приоритетне мере адаптације.	Овове доприносе и подаци који би били доступни кроз претходно наведена побољшања система за праћење. Оваквом проценом рањивости и ризика добија се информација о расподели приоритетних мера неопходних за смањивање ризика.

2.1 | Како климатске промене утичу на временске прилике

Научници су приметили да су широм света, током последњих 50 година, временске прилике постале много екстремније. Повремено чујемо вести о још једној природној катастрофи: разорном урагану на Филипинима, невиђеној суши у Аустралији, јаким поплавама у Европи, прекомерним шумским пожарима због дуготрајних топлотних таласа и суша у Канади, Грчкој и на Хавајима, и снежним падавинама у Каиру и Александрији, у Египту, први пут после једног века. Сваког дана температура достиже нове рекорде: у Европи доживљавамо изузетно топла лета, а онда зими температуре могу нагло да падну са изнад нуле на -20°C .

Научници такве неуобичајене временске услове називају екстремним временским догађајима (приликама или појавама). На пример, топлотни таласи, суше, велике количине падавина (пљускови, град, обилан снег), олујни ветрови, неке су од екстремних временских прилика. Необично хладни периоди током лета или продужено отапање током зиме најчешћи су екстремни временски догађаји у областима са умереном климом на северној хемисфери. Када временске прилике представљају претњу по здравље, животе и економске активности људи, оне су **екстремни временски догађаји**.

Аномалија у временским приликама је одступање вредности метеоролошких параметара (температуре, количине падавина итд.) од средње климатске вредности за годину, сезону, месец или неки други одређени период (период вегетације) за тај регион. Климатски период је период од најмање 20 узастопних година, најчешће 1961–1990. Велике вредности аномалија указују да се десио неки од екстремних временских догађаја.

Екстремне временске (метеоролошке) појаве су природни процеси и догађаји повезани са временским условима који настају у атмосфери, или на копну, или у водама океана, чије дејство може знатно угрозити животну средину, економију, здравље и безбедност људи.

Екстремни временски догађаји обухватају продужену врућину или екстремну хладноћу, веома јак ветар, тропске циклоне (урагани, тајфуни), торнада, пешчане олује, олује прашине, јаку кишу, јак снег, поплаве, суше, лавине, клизишта и многе друге.

Напомена: земљотреси, вулканске ерупције и цунами не зависе од климе и временских прилика, тако да они нису екстремне временске појаве!

Слика 2.1.1

Благе зиме без снега више нису реткост
(Трг републике, Београд 1988. и 2019. године)



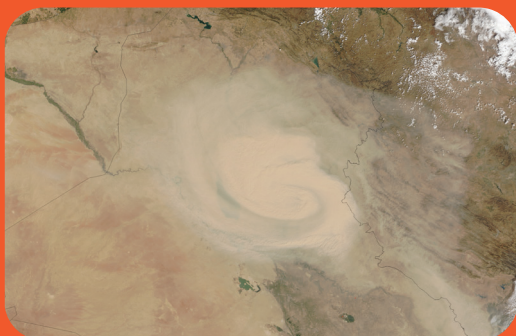
Јака пешчана олуја на Блиском истоку 2022. године

Озбиљне пешчане олује и олује прашине дефинишу се као олује изазване интензивним ветровима над областима сушног земљишта које покупе велике количине земљаног материјала у атмосферу. Приближно две тоне песка и прашине уђе у атмосферу сваке године, према Коалицији Уједињених нација за борбу против дезертификације. Пешчане олује су метеоролошки феномен карактеристичан за пустиње и регије са сувим тлом. На Блиском истоку и другим сушним регионима јављају се у два облика – хабуб и шамал. **Хабуб** пешчане олује (арапска реч за „силовит ветар“) настају из олујних облака, личе на високи зид од песка који се креће великом брзином и током њиховог трајања ништа се не види, као да је накратко завладала ноћ. Попут олуја са грмљавином, хабуи не трају дуго. Поред њих, постоје и дуготрајне пешчане олује, које захватају велику површину и могу трајати данима. У Ираку су такве олује често повезане са упорним северозападним ветровима, који се зову шамали (на арапском језику значи север). Изградња већег броја брана, лоше управљање водом, екстремна сувоћа, дезертификација и други фактори доприносе овом непријатном феномену.

У априлу и јуну 2022. године, изнад Ирака и других земаља у Персијском заливу било је апокалиптично наранџасто небо са налетом пешчаних олуја и олуја прашине. Због тога су затваране луке, аеродроми, путеви и школе и отказивани су летови. Олуја је изазвала проблеме са дисањем и хиљаде људи су се нашли у болницама. Олује прашине могу бити посебно опасне за особе са астмом; осим тога, могу да преносе болести микробима. Олује прашине такође изазивају губитак земљишта, поготово његових најлакших честица богатих хранљивим материјама, чиме се смањује пољопривредна производња.

Последњих година, пешчане олује и олује прашине су све учесталије на Блиском истоку и у другим сушним деловима света, као што су северна Африка, северна Кина, Монголија и Казахстан, Аустралија, као и централне државе Сједињених Америчких Држава. Према наводима стручњака са Универзитета Оксфорд, у Мауританији, где пустиња Сахара покрива 90% територије, почетком 60-их година 20. века у просеку су се дешавале две пешчане олује годишње, док их је данас око 80. Погодна област у Србији за појаву оваквих догађаја је Војводина, у периоду пре или после вегетационе сезоне ратарских култура, када је тло голо и сушно, а настане јак олујни ветар.

Научници кажу да су чешће олује прашине резултат и лоших пољопривредних пракси, укључујући прекомерну испашу, огољевање земљишта и уклањање вегетације, исушивање река и језера прекомерним коришћењем воде или изградњом брана, као и због пораста температуре и сушних периода. Утврђено је да су пешчане олује и олује прашине глобални феномен који утиче на економију, здравље и животну средину, и то не само у земљама подложним суши. Овај феномен утиче на све – мушкарце, жене, дечаке и девојчице – али не на свакога на исти начин. Разлике произлазе из родно заснованих улога у продуктивној, економској, породичној и друштвеној сфери. Штавише, пешчане олује и олује прашине могу бити опасне по живот особа са нарушеним здрављем. Оне су директно повезане са деградацијом земљишта и решење може бити одрживо управљање земљиштем и постизање неутралности деградације земљишта.

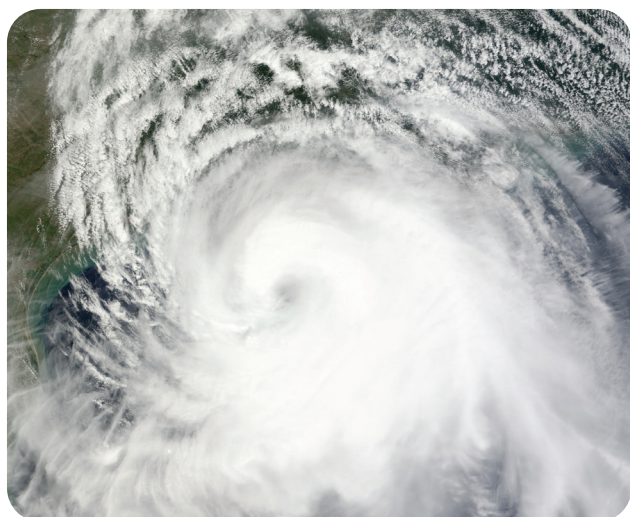


Слика 2.1.2

Сателитски снимак олује прашине у Ираку 7. и 9. априла 2022. године

Дакле, шта се то дешава са временским приликама и какве везе са тим имају климатске промене?

Опажања наводе на закључак да број необичних временских образаца и екстремних временских појава непрестано расте у целом свету. Научници верују да је то повезано са глобалним климатским променама. Како просечна температура на планети расте, повећава се и количина воде која испарава из океана, језера и река. Тако долази до пораста количине влаге у атмосфери, што у неким областима доводи до обилних киша. Такође, виша температура у површинским водама океана узрокује да врло опасне тропске олује (урагани, тајфуни) постају јаче него што су биле средином прошлог века.



Као што би се очекивало, глобално загревање доводи и до чешћих појава топлотних таласа.

Топлотни таласи представљају период од најмање пет узастопних дана када су просечне дневне температуре за најмање 5 °C више од нормалне за те дане у години.



Недавна истраживања објављена у научном часопису „Nature“ показују да се температуре које су се раније дешавале само једном у 1.000 дана сада догађају на сваких 200-250 дана. Међутим, ефекти загревања се разликују у целом свету. Према тим истраживањима, временски догађаји на екватору постаће екстремнији, што значи да ће тропске земље, које се већ суочавају са слабом инфраструктуром и сиромаштвом, доживети више од 50 пута изузетно топлих дана и 2,5 пута више кишних. С друге стране, неки већ сушни региони, укључујући делове Средоземља, северне Африке, Чилеа, Блиског истока и Аустралије, имаће веће ризике од суше и несташнице питке воде.

Друга студија, у истом броју споменутог часописа, закључује да сада улазимо у еру екстремних врућина, којих једноставно не би било без климатских промена. На основу анализе приписивања догађаја, која повезује стварне догађаје са климатским променама, долази се до тога да би продужени услови топлотног таласа у Сибиру и Аустралији 2020. били практично немогући без климатских промена. Сибирски топлотни талас довео је до великих шумских пожара (испуштање око 56 милиона тона CO₂ у атмосферу) и колапса инфраструктуре услед топљења пермафроста, што је довело до проглашења ванредног стања. Ванредно стање је такође проглашено за пожаре у Аустралији, који су повезани са изузетном летњом врућином од краја 2019. до фебруара 2020. године, познатом као *Црно лето*.

Научници који су анализирали забележене рекордне максимуме у зимском и пролећном периоду јужне хемисфере 2023. закључили су да су те температуре 100 пута веће због климатских промена.

Важно је имати на уму да неуобичајено време није исто што и климатске промене. На пример, врло хладна зима не значи нужно да је клима постала хладнија. Подаци се морају прикупљати током дужег периода (око десет и више година) како би се могло говорити о климатским променама.

Временске аномалије могу нанети велику штету светској економији и довести до губитка људских живота.



Екстремни временски услови протеклих година

Тринаестог септембра 2023. јаке кише, услед олује Данијел, захватиле су неколико области у источној Либији. Лучки град Дерна био је најтеже погођен, а читави квартави су збрисани након што су се две старе структуре урушиле, стварајући катастрофалну ситуацију. Канцеларија Међународне организације за миграције у Либији саопштила је да је најмање 30.000 људи расељено, а да је број погинулих брзо порастао на најмање 11.300.

Кључни разлог за велики губитак живота био је недостатак надзора над бранама или наређења за евакуацију упркос познатом путу олује Данијел, односно недостатак државних капацитета да се координирају мере у случају катастрофе, уз људски утицај. Катастрофа у Либији долази након низа смртоносних поплава широм света у септембру 2023. године, од Кине до Бразила и Грчке.

Тропски циклони погађају неразвијене и недовољно припремљене земље попут Мјанмара, Бангладеша, Индије, Филипина и Хондураса, где је такође био веома висок број смртних случајева у прошлости. Нације без политичке стабилности и ресурса да се адекватно припреме за природне катастрофе сnose штету са огромним последицама по људе и привреду.

Слика 2.1.3

Поплаве у Дерна, Либија, 13. септембра 2023.
Поплаве од јаких киша убиле су хиљаде људи и одвукле читаву насеља у море



Екстремни временски догађаји у Африци 2023. године

Док су се поплаве у Либији 2023. године нашле на насловним странама свих светских новинских агенција, због обима и броја погинулих, многи други смртоносни екстремни догађаји у Африци нису успели да доспеју у међународне вести. Анализа свих података о катастрофама, хуманитарних извештаја и локалних вести од стране организације Carbon Brief помогла је да се створи потпунија слика о размерама екстремних временских утицаја у Африци од 2023. до данас.

Та слика показује да је најмање 15.700 људи погинуло у екстремним временским непогодама у Африци 2023. године, а 34 милиона је погођено екстремима:

- Више од 3.000 људи погинуло је у поплавама у Демократској Републици Конго и Руанди у мају;
- Научници нису могли да процене улогу климатских промена у катастрофи због недостатка функционалних метеоролошких станица које бележе податке у региону;
- Најмање 860 људи је погинуло у поплавама и клизиштима у фебруару током тропског циклона Фреди, најдуготрајнијег циклона у историји, који је погодио Мадагаскар, Мозамбик, Маурицијус, Малави, Реунион и Зимбабве;
- Више од 29 милиона људи и даље се суочава са немилосрдним условима суше широм Етиопије, Сомалије, Кеније, Џибутија, Мауританије и Нигера;
- Земље у јужној Африци преплављене су вишемесечним зимским топлотним таласом, остављајући многе да се суочавају са условима сличним летњим током целе године.

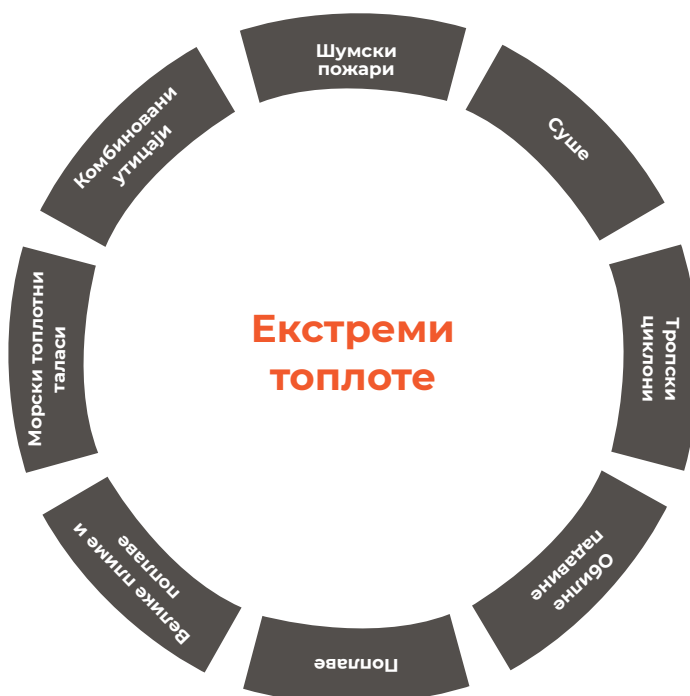
Поплаве у Србији 2023. године.

Почетак године обележиле су поплаве у Сјеници и Пријепољу. Касније, после обилних падавина на југу Србије, Александровац је остао без асфалта на главном путу. Невреме није заобишло ни Мачву, на западу државе, где је борба против кише трајала данима. У околини Шапца и оближњој општини Коцељева било је евакуације 20 мештана. Око 70 литара кише по метру квадратном пало је и у Јагодини, граду у централном делу Србије. У свим овим местима, због обилних падавина или изливања река, проглашена је ванредна ситуација, као и у другим деловима Србије, међу којима су Врњачка Бања, Косјерић, Лозница и Бабушница. Памти се и 2014. година, када су забележене рекордне кише; у западној Србији током једне недеље пало је више од 200 mm кише, што је једнако количини тромесечних падавина у нормалним условима. Обилне кише довеле су до брзог и великог пораста водостаја Саве, Тамнаве, Колубаре, Јадра, Западне Мораве, Велике Мораве, Млаве и Пека. Поплаве су погодиле око 1,6 милиона људи који живе у 38 општина и два града који се налазе углавном у централној и западној Србији.

Испитујући све недавне екстремне догађаје и податке о њима, Национална управа за аеронаутику и свемир Сједињених Америчких Држава (NASA) потврдила је да климатске промене на Земљи изазивају екстремне временске прилике широм планете. Рекордни топлотни таласи на копну и у океану, кише, јаке поплаве, вишегодишње суше, екстремни шумски пожари и широко распрострањене поплаве током урагана постају све чешћа и интензивнија појава. Сателитске мисије NASA, укључујући опсерваторију Земљиног система, пружају виталне податке за праћење екстремних временских прилика, са објашњењима за сваку од њих (сл. 2.1.4).

Слика 2.1.4

Ротирајућа графика резимира како климатске промене утичу на екстремне временске прилике широм планете, што доводи до екстремних врућина, шумских пожара, суша, тропских циклона, обилних падавина, поплава, великих плима и морских топлотних таласа



Екстремни топлоте: Од 1950. године, учесталост и интензитет екстрема топлоте повећали су се првенствено због емисија гасова са ефектом стаклене баште изазваних људским фактором. Ово укључује рекордно високе температуре и опасне топлотне таласе. Ови догађаји постаће још озбиљнији и чешћи како се планета загрева.

Шумски пожари: Врући и суви услови повећавају ризик од шумских пожара. Делујући као гориво, сува вегетација омогућава ватри да гори када се једном покрене. Како температуре настављају да расту на глобалном нивоу, шумски пожари би могли постати све чешћи и интензивнији у неким регионима, угрожавајући животе и имовину.

Суше: Како се планета загрева, поједине сушне области постају све сушније. Више температуре доводе до већег испаравања воде са површине. Пошто топлији ваздух може задржати више водене паре, то ствара циклус који доводи до већег загревања и још већег испаравања. Са мање влаге на површини, долази до повећања учесталости и јачине суше.

Тропски циклони: Са топлијим океаном и више влаге у ваздуху, тропски циклони могу произвести интензивније и сталне падавине. Урагани, тајфуни и тропски циклони такође повећавају ризик од обалних поплава, јер пораст мора доводи до већих олујних удара. Плус, олује које се формирају имају веће шансе да се брзо појачају.

Обилне падавине: Како температура Земље расте, топлија атмосфера може задржати више водене паре, обезбеђујући више воде за интензивне падавине, снежне падавине и друге падавине услед олуја. Обилне падавине се већ јављају чешће и постаће све чешће и интензивније са повећањем глобалних температура.

Поплаве: Повећање водене паре у атмосфери значи да ће нека влажна подручја постати влажнија. Екстремне падавине могу премашити капацитет природних и људских система за одводњавање, што ће узроковати штетне поплаве. Пораст нивоа мора такође ће погоршати поплаве у близини обале.

Велике плиме и поплаве: Како глобалне температуре расту, загревање океана и отапање копненог леда изазивају пораст нивоа мора. То значи да ће плиме постати веће, што ће створити већи ризик од поплава чак и када је сунчано. Ово се већ дешава у неким обалним градовима као што су Мајами и Бангкок.

Морски топлотни таласи: Глобално загревање може довести до екстремних топлотних таласа унутар океана. Корали и други облици морског живота нису нужно способни да се прилагоде овим вишим температурама и могу умрети током вишедневних топлотних таласа. Баш као и на копну, предвиђа се да ће морски топлотни таласи постати чешћи и интензивнији како се Земља загрева.

Комбиновани утицаји: Многи од ових екстремних временских догађаја збивају се у комбинацији са другим. На неким локацијама, топлотни таласи и суше чешће се јављају заједно, а тренд ће се вероватно наставити како се планета загрева. Исто важи и за случајеве поплава, пошто ће јаке падавине услед олуја и пораста нивоа мора повећати потенцијалну штету дуж обала.

Процене показују да се **Република Србија загрева више и брже од глобалног просека**. Док је осматрен пораст глобалне средње температуре 1,1 °C, Србија је већ на 1,8 °C, а лети на чак 2,6 °C. Истовремено, од 2000. године, Република Србија се суочила са неколико екстремних климатских и временских епизода које су проузроковале знатне материјалне и финансијске губитке, као и губитке људских живота. Укупна минимална сума материјалне штете изазване екстремним климатским и временским условима, у периоду 2000–2020. године, износи 6,8 милијарди евра. Више од 70% штете настало је услед суша и високих температура изазваних променом климе и екстремним временским догађајима. Други главни узрок великих губитака биле су поплаве.



Можемо ли предвидети екстремне временске услове?

Нажалост, за сада, прогноза екстремних временских прилика није могућа много унапред. Период поузданости временске прогнозе стално се продужава, како се развијају расположиви рачунарски ресурси. Временске прогнозе које пратимо из дана у дан данас се сматрају „квалитетним“ до десетак дана унапред. Месечна прогноза даје процене какве нас у просеку очекују наредне седмице. Сезонска или дугорочна прогноза даје процене какви нас просечни временски услови очекују наредних месеци. На пример, током лета или јесени може се унапред рећи да ће „зима бити у просеку за један степен хладнија/топлија од климатолошког просека“.

Краткорочне прогнозе су много прецизније. Временске прогнозе за сутра, које су направиле европске метеоролошке службе, тачне су у 96% случајева, предвиђања за прекосутра тачна су у 93% случајева, а 90% тродневних прогноза се остварује. Тренутно је упозоравање на озбиљне временске догађаје у будућим климатским условима могуће само у врло општем облику. На пример, може се предвидети да ће се екстремно високе температуре, које се сада виде на северу Евроазије сваких 20 година, појављивати три пута чешће (једном у седам година) средином 21. века и крајем века могу се појављивати на сваких 3–5 година, што их чини готово уобичајеном појавом.

Можемо ли се уздати у народна веровања?

Сигурно сте чули да старији кажу нпр. биће кише, јер мрави излазе из земље, или да ће година бити родна, јер је снег падао на Божић. Сваки народ имао је своја веровања о времену и како се оно може предвидети. Тумачења природних појава и временских услова који следе преносила су се са генерације на генерацију и сада су део фолклора – народне метеорологије. Многа веровања више нису примењива, а најпознатије међу њима везано је за понашање медведа за Сретење. Знате ли зашто? Мала помоћ: медведи, чије понашање се прати, не живе у дивљини, већ у зоолошком врту.

Шта да радимо? Како се можемо носити са екстремним временским појавама?

Уједињене нације су препоручиле системе раног упозорења као кључне елементе прилагођавања климатским променама и управљања климатским ризиком, посебно у погледу екстремних временских појава и пораста нивоа мора. Такви системи могу помоћи заједницама које живе у приобалним подручјима, дуж поплавних зона и које се ослањају на пољопривреду, да се изборе са поплавама и циклонима и тако смање своју рањивост на екстремне догађаје. Генерални секретар Уједињених нација Антонио Гутереш апеловао је да свака особа на Земљи буде заштићена системима раног упозорења до 2027. Он је покренуо Иницијативу раних упозорења за све (EW4All) у новембру 2022, на Конференцији о климатским променама (COP27) у Шарм ел Шеику, у Египту. Уједињене нације су такође покренуле партнерство под називом „Климатски ризик и системи раног упозоравања“ (енг. „Climate Risk and Early Warning Systems“), како би се помогло високоризичним земљама са занемареним системима упозорења у њиховом развоју. Слично томе, Светска здравствена организација препоручује системе раног упозоравања како би се спречило повећање смртности и избијање болести повезаних са топлотним таласима.

Ураган Ирма у Антигви и Барбуди 2017. године

Постоји неколико примера и добрих пракси у смањењу штете и разорних утицаја олуја и урагана. На Барбуди је ураган Ирма 2017. направио неред, што је резултирало огромним губицима имовине и евакуацијом свих 2.000 становника овог карибског острва у суседну Антигву. Уз финансијску помоћ од 10 милиона долара из Глобалног фонда за адаптацију, Антигва и Барбуда спроводе пројекат прилагођавања климатским променама од 2017. Пројекат је осмишљен да помогне најугроженијим заједницама у приобалном сливном делу Мекинона да изграде отпорност на поплаве, урагане и више температуре усвајањем интегрисаног приступа. Мере обухватају обнављање природних дренажних канала и осетљивих домова и склоништа од олује, како би се смањили ризици од поплава и катастрофа:



- Обнављање природних одводних канала: чишћење, проширење и продубљивање дренажних канала, ретенционих језера и пропуста; ова мера има за циљ да се изграде капацитети за подношење екстремних падавина и олуја.
- Куће отпорне на климатске промене: омогућавањем приступа иновативном програму револвинг кредита са ниском каматом, ова мера помаже угроженим домаћинствима да заштите своје домове од климатских промена.
- Склоништа од олује за смањење ризика од поплава и катастрофа: подржавајући групе заједница у ризичним областима новчаним износима, ова мера је настојала да се развију зграде отпорне на климу, које ће служити као склоништа од олује. Пројекат је такође унапредио сарадњу са другим фондовима, као што је Специјални фонд за климатске промене (SCCF) Глобалног фонда за животну средину, израдом хидролошке студије и стварањем потенцијала за примену.

Source: www.adaptation-fund.org.



Не морате бити научник ни климатолог, па чак ни радити за хитне службе да бисте одговорили на питање у вези са екстремним временским приликама. Одговор је врло једноставан: „Морате почети од себе“. Морате бити пажљиви и морате водити рачуна. Водити рачуна је сложенији задатак: морамо бити пажљивији у свом понашању, променити своје навике; на пример, морамо научити како да уштедимо енергију. Било би врло корисно знати како се треба понашати у екстремним временским ситуацијама. На пример, како пружити прву помоћ некоме ко се онесвестио од врућине.

ПРАВИЛА ЗА ПОНАШАЊЕ ТОКОМ ОЛУЈЕ И ЈАКОГ ВЕТРА

Када чујете упозорење на олују:

- затворите врата, прозоре, отворе на поткровљу и вентилационе отворе;
- уклоните предмете који би могли да буду ношени ветром са прозорских прагова, балкона и лођа;
- одрасли треба да искључе гас, воду и струју, као и да угасе ватру у пећима и ложиштима;
- припремите залихе хране и воде за пиће;
- уверите се да имате све неопходне ствари и документа;
- склоните се у чврсту грађевину; удаљите се од прозора, останите у кући, на сигурном месту (најбољи је подрум или приземље), односно ако сте напољу, потражите уточиште у затвореном објекту (нпр. у продавници, улазу зграде итд.).

У случају олује и грмљавине без упозорења:

а) уколико сте код куће:

- затворите врата и прозоре и уклоните предмете које ветар може носити са прозора, балкона и лођа;
- избегавајте контакт са славинама у кухињи, купатилу и дворишту, радијаторима и другим металним предметима, који су добри електрични проводници, и удаљите се од прозора.

б) уколико сте напољу:



- покушајте да нађете уточиште у згради, склоните се у подвожњак, продавницу или на трем зграде, а ако то није могуће, идите што је даље могуће, немојте стајати усправно, већ се савијте, или чучните, или лезите равно на земљу, не додирујући рукама земљу, а ако сте у групи, будите на удаљености пет метара једни од других.
- држите се подаље од високих грађевина, клоните се билборда, аутобуских стајалишта, носача мостова, високих стабала, ограда, телефонских каблова и далековада;
- ако сте у шуми, заштитите се испод грана ниског дрвећа – никада немојте стајати под високим дрвећем на отвореном, нити на граници између шуме и отвореног простора; избегавајте отворена поља, планинске врхове, обале, јарке или друга влажна места; не прелазите преко воде, не идите да пливате;
- не држите кишобран ни друге металне проводљиве предмете у рукама (штапови за голф, за пецање и слично); избегавајте да budete у близини металних предмета, бицикала, опреме за камповање итд.;
- ни у ком случају не додирујте електричне жице које је ветар покидао.

Не напуштајте своје склониште одмах након престанка ветра, јер би могао да уследи још један налет ветра.



ПИТАЊА

1

Да ли је теже предвидети временске прилике у великом или у малом граду? Објасните зашто.

2

Замислите да ваша породица жели да прослави Нову годину у центру места, али то зависи од временских прилика. Који је најранији датум када ћете моћи прогнозировать временске прилике за 31. децембар?

3

Зашто екстремне временске појаве представљају опасност за биљке, животиње и људе?

4

Да ли је земљотрес екстремна временска појава?

5

Да ли су се екстремни временски догађаји које данас видимо (јаки ветрови, поплаве, топлотни таласи итд.) јављали у прошлости? Колико су они били чести?

6

Које се мере прилагођавања на измењене климатске услове препоручују за решавање климатских утицаја у односу на екстремне временске прилике?





ЗАДАТАК

Сазнајте од свог наставника географије које су главне карактеристике климе у вашој области.

Какво је било прошло лето: је ли било топлије или хладније него обично?



2.2

Како климатске промене утичу на
живи свет

Шта је биодиверзитет?

Биодиверзитет, биоразноликост или биолошка разноврсност (грч. *bios* + лат. *diversus*, различитост) представља разноврсност свих живих бића на планети Земљи, односно свеукупност гена – генетички диверзитет, врста – специјски диверзитет, и екосистема – екосистемски диверзитет.

Научници су дефинисали **три главна типа диверзитета**:

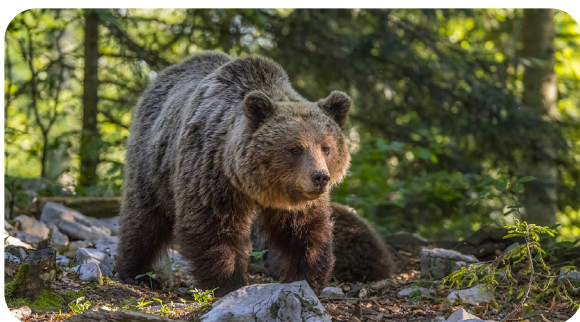
- генетички (индивидуална разноликост између јединки исте врсте),
- специјски (разноврсност међу врстама), и
- екосистемски (разноврсност екосистема).

Шта је **генетички диверзитет**? Узмимо, на пример, јато дивљих гусака. На први поглед, све јединке изгледају исто. Али свака од њих је јединствена и разликује се од осталих јединки по некој специфичности. То је најбоље описано у дечијој причи Чудесна путовања Нилса Холгерсона кроз Шведску списатељице Селме Лагерлеф (1858–1940). Иако је то књижевно дело, у њему се описују гуске: једна од њих је спретнија да чује прикрадање лисице успаваном јату, друга памти где се налазе бусени траве у близини језера, а трећа има непогрешиву моћ да пронађе пут по звездама. Тако, читаво јато се ослања на појединачне вештине сваке од гусака. Овакве особине нису присутне само код гусака. Сваки организам има јединствене особине по којима се разликује од осталих. Свака врста животиње или биљке треба да реши различите проблеме да би преживела, а то раде боље ако поједине животиње имају различите посебне способности него ако су све исте.

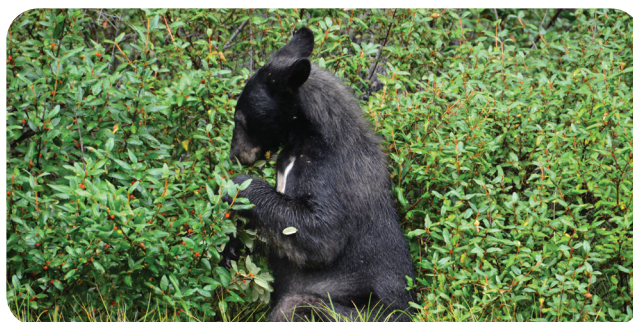
У нашој књижевности, индивидуалне варијабилности унутар популације једне врсте могу се уочити код описа живине у делу „Поп Ђира и поп Спира“ Стевана Сремца, или у приповеци „Јаблан“ Петра Кочића, где се описују разлике између два бика.

Генетички диверзитет доводи до развоја нових врста. Биолози верују да разлике у понашању и физичким особинама, на пример, између две популације медведа могу да се током времена повећају. Након више година, чукун, чукун унучићи мечића ових популација медведа, које су се просторно раздвојиле, почињу да лове на различите начине или да се различито припремају за период мировања, хибернацију. Ове две популације су с временом постале две врсте – у овом примеру то су мрки медвед и азијски црни медвед.

Мрки медвед



Азијски црни медвед



Разноврсност биљоједа у афричкој савани

Разлике између врста животиња које припадају одређеним вишим *таксономским категоријама*, као што су тип, *коло* или *класа*, јасно су видљиве. Не морате бити научник да бисте разликовали маслачак од банане, вилиног коњица од мравца или говече од лисице. Али зашто се ове врсте и милиони других толико разликују?



Свака врста организма на планети има одређену улогу. У афричким саванама, врхове бусена траве једу зебре, доњим деловима стабљика хране се антилопе и гнуови, а газеле пасу стабљике при основи стабла. Тако хране има довољно за све и различите врсте биљоједа не ступају у односе *компетиције*. То значи да већина животиња може да живи у одређеном екосистему, да се добро хране, буду здраве, а сам екосистем бива одржив и у равнотежи дуже време. И то захваљујући **специјском диверзитету**.

Сваки пажљиви путник лако може уочити **екосистемски диверзитет** ако уме да разликује шуме храста од шума букве, или коралне гребене од екосистема мангрова. У природи се сусреће безброј разноликих екосистема који су попут живописне сценографије наспрам које се одвијају бескрајни циклуси живота. Изузев што сценографија сама по себи игра важну улогу у тим циклусима. Специјски диверзитет омогућен је захваљујући великом броју врста, које опстају захваљујући одговарајућим ресурсима хране, воде и станишта. На пример, неке врсте биљака влажних станишта повремено могу опстати и након шумских пожара. Небројено мноштво јединки одређене врсте инсеката које нападају њиве кромпира зауставиће климатска зона где површински слој земљишта мрзне преко зиме. Што је већи диверзитет у природи, то су веће шансе за опстанак различитих врста и тако ће екосистеми бити одрживи.

Врсте су неравномерно распрострањене широм планете. Разноврсност је већа у екваторијалном појасу, а опада идући ка половима. Највећи специјски диверзитет присутан је у екосистемима тропских кишних шума, које покривају око 7% наше планете. Ту живи око 90% живог света наше планете.

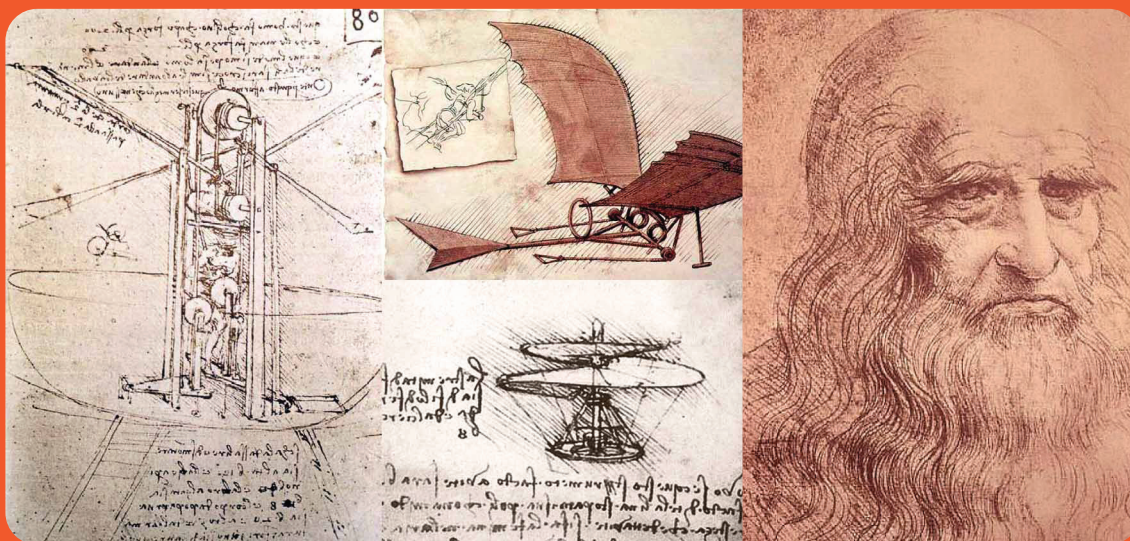


Зашто је важан биодиверзитет?

Све што су људи од давнина користили у исхрани, за лекове, одећу, изградњу кућа или транспорт потицало је из природе. Вероватно ћете рећи: „Да, али не више.“ Нећете бити у праву. На пример, данас научници проводе доста времена у тропским кишним шумама истражујући врсте биљака чији састојци могу бити искоришћени у производњи нових лекова. Многе врсте биљака које расту у природи могу се узгајати за исхрану. Чак су и инжењери „позајмили“ више оригиналних техничких решења од различитих врста микроорганизама, гљива, биљака или животиња.

Али то није једна од главних улога биодиверзитета. Оно што је најважније јесте да биодиверзитет омогућава опстанак свих живих бића, укључујући човека. Шта то конкретно значи? Током више милиона година, све што расте, креће се, пузи, плива, лети, прилагођавало се саставу Земљине атмосфере. Промене овог „коктеља“ гасова увек су биле незнатне. Али чак и то незнатно смањење концентрације кисеоника у ваздуху који удишемо заједно са милионима других организама може утицати да се не осећамо добро. Ако се ниво кисеоника смањи, осетићемо се још горе. Али ко је произвео толики ниво кисеоника у атмосфери? Цијанобактерије и биљке!

Бионика или **биомиметика** нуди инжењерска решења за различите проблеме користећи знања о грађи и функцији живих бића. На пример, оплате за трупце бродова ослањају се на изучавање грађе коже делфина. Овим изумом се брзина брода може повећати за 15–20%. Чувени уметник и научник Леонардо да Винчи сматра се оцем бионике. Он је покушао да направи „орнитоптер“, летећу машину са крилима која се покреће слично замаху птичијих крила.



Сва жива бића граде веома замршен и фино подешен систем. Замислите да ви и ваш друг проведете две године у свемирском броду путујући до Марса и назад. Размислите о свим разноврсним деловима, уређајима и другој опреми коју један свемирски брод мора да има! Да ли сад можете да замислите нашу планету као тај свемирски брод? Сваки њен „део“ стваран је милионима година биолошком еволуцијом, а покретање сваког од њих било је у складу са хиљадама других делова. Шта би се десило да је постојала грешка на само једном од многобројних делова или да је метеорит оштетио делове брода? Вероватно бисте неки део могли да замените, бар на кратко. Али шта би се десило ако би дошло до неке нове грешке током лета у свемиру?

Биодиверзитет на Земљи функционише на сличан начин. Сваки организам има важну улогу у систему. Један производи храну захваљујући Сунчевој енергији, други користи енергију како би сустигао плен или побегао од предатора, а трећи, опет, разлаже увеле делове биљака или угинулих животиња, и тако редом. Сваки од њих, од огромног баобаба до малог лишаја, од моћног плавог кита до прозирне медузе, важан је део живота планете Земље. А има и оних организама које још нисмо стигли да откријемо!

Можда их и не буде велики број, али су сви они свакако важни. Можда ћете рећи: „Било је периода у историји живота планете када су изумирале читаве групе организама. Губитак само једне врсте и није нека велика катастрофа, па чак и десетак, можда и стотинак...“ Али станите! Грешите! Ми не знамо колико губитака наш „свемирски брод“ може да поднесе. Можда смо већ прекорачили ту границу. У краткој историји људске врсте, природа је неповратно изгубила не стотину или хиљаду врста, него много више!

Још једна важна чињеница је и та да се биодиверзитет може посматрати као справа за мерење која показује одрживост и стање здравља живота на планети. Ако има доста различитих врста и свака има своју одређену улогу, тада ће и тропске кишне шуме, океански корални гребени и влажна станишта постојати и у далекој будућности.

Још од почетка историје, једна од најстрожих казни била је затварање људи у мале затворске ћелије сивих зидова на дуже време. Одатле затвореници нису могли да виде небо нити да комуницирају са осталим затвореницима.

Ако би свет садржао мање биљака са лепим и нежним цветовима или пак са неупадљивим и мирисним цветовима, мање ласица и окретних чиопа, или неспретних оклопника и спорих корњача, тада би наш заједнички планетарни дом био налик досадним, сивим затворским ћелијама.

Које су претње биодиверзитету?

У екологији, основни фактори угрожавања биодиверзитета дефинисани су акронимом Н.И.Р.О (енг.), који је изведен од почетних слова енглеских речи. Последњих година, због све већег утицаја климатских промена на нестајање биодиверзитета, у наведени акроним додато је још једно слово – С.Н.И.Р.О (енг.):

- С – Климатске промене (енг. Climate change)
- Н – Губитак станишта (енг. Habitat loss)
- И – Инвазивне врсте (енг. Invasive species)
- Р – Загађење животне средине (енг. Pollution of environment)
- Р – Популациони раст *Homo sapiens*-а (енг. Population growth)
- О – Прекомерно искоришћавање (ресурса) (енг. Overexploitation)

Људске активности представљају највећу претњу несметаном постојању света дивљине у његовој целокупној биолошкој разноликости. Ми сечемо шуме, узоравамо степу, палимо саване, исушујемо мочваре, изловљавамо дивљач или рибу. Наравно, не намеравамо да уништимо природу. Наши циљеви су да нахранимо растућу светску популацију, набавимо дрво за грађу, произведемо довољно енергије, узгајамо стоку, ослободимо простор за подизање градова, за путеве, војне локације, тржне центре, депоније и још много тога. Повећање површина под пољопривредним културама доводи до масовног уништавања станишта, што узрокује нестајање врста.

Биолошка разноврсност је веома рањива и осетљива на промене природних услова, било да су то промене у температури, шумски пожари, топљење глечера, исушивање мочварних станишта, колебање нивоа океана и слично. Ви сигурно знате да се ове промене већ дешавају.



Дефорестација је једна од претњи биодиверзитету

Једно необично вруће лето не представља катастрофу. Током милиона година биолошке еволуције живи свет се постепено прилагођавао на климатске услове станишта и на остале промене у природи. Оно што представља садашњу претњу биолошкој разноврсности јесу брзе, нагле и неповратне промене у животној средини, а посебно промене климе. Покушајмо да схватимо зашто.

Масовна изумирања и климатске промене

Током развоја живота на Земљи, од око 3,5 милијарди година, дешавало се неколико десетина наглих климатских промена које су узроковале значајно смањење биолошке разноврсности. Пет од њих се издвајају и обично се називају „Великим изумирањима“.

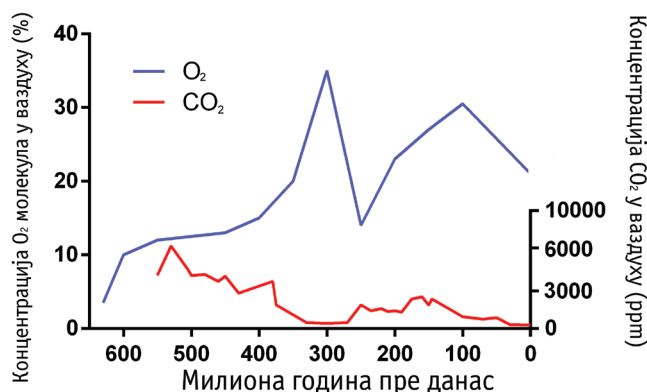
Једно од најдраматичнијих изумирања догодило се пре око 250 милиона година. У то време Земља још није била насељена биљкама и животињама које су нам данас познате, иако је постојала велика разноврсност живог света. А онда, сасвим изненада, у геолошком смислу те речи, у размаку од само неколико милиона година, готово све врсте животиња и биљака су нестале. У то време био је далеко мањи диверзитет биљака у односу на животиње, јер је живот у океанима и морима био много богатији животињским врстама него на копну.

Нестанак одређених врста и појава нових сталан је процес у геолошкој историји биосфере. Ниједна врста не може заувек постојати. Изумирање се надокнађује појавом нових врста и увећањем броја врста у биосфери. Изумирање врста је природни еволутивни процес који се одвија без људске интервенције.

Који су „мистериозни“ узроци довели до готово потпуног изумирања неких врста и појаве других? Научници сматрају да су велике промене на површини планете, тј. померање континената (то сте сазнали у претходним одељцима), биле главни узроци ових великих изумирања. Континентална померања променила су целокупни изглед живог света какав је до тада постојао, као и положај планинских ланаца, правац кретања океанских струја, а наравно, радикално су променила климу на Земљи. Након древних геолошких доба, када је клима била много хладнија, дошло је до поновног отопљавања. Клима је постајала све сушнија, а сезонске температурне разлике су се повећавале. Ниво кисеоника у атмосфери такође се променио. Све је то довело, као што смо видели, до велике „замене“ некадашњих врста новим врстама живих бића.

Изумирање врста се понављало, али никада више у таквом обиму. Пре око 60 милиона година дошло је до још једне, прилично нагле промене услова на планети, односно до глобалног хлађења, што је за последицу имало изумирање диносауруса. Ову промену су пратиле и промене климатских услова, које су убрзале процес „замене“ неких врста биљака и животиња новим врстама. Остале групе живих бића, као што су амонити (морски мекушци који су обликом љуштуре подсећали на овнове рогове) и белемнити, чији фосили подсећају на стрелице, испратили су диносаурусе у овом изумирању. Скоро половина свих морских врста организама нестала је у исто време. Није познато са сигурношћу колико их је нестало на копну, јер не постоје довољно добро очувани остаци некадашњих копнених организама.

Концентрација гасова кисеоника и угљен-диоксида у атмосфери током времена



Фосил амонита



Фосили беламита



Глобално хлађење праћено је формирањем ледених капа на Земљиним половима. Огромни ледени трагови који и сада постоје на Гренланду и Антарктику могу се видети на фотографијама Земље из свемира. Колико је воде потребно да се формирају такве ледене капе? Добро питање. Одакле долази та силна вода која се леди? Долази из океана. Када се формирају ледене капе, ниво мора опада, што драстично мења услове живота за све организме који живе дуж морских обала, али и у води и на копну.

Између осталих ефеката, климатске промене утичу на биолошку разноликост, при чему је највећи утицај у почетним фазама. Након тога, живот на Земљи се постепено опоравља, али никада се не појављује у свом претходном облику! Милиони година су потребни за опоравак и врсте које су изумрле никада се неће вратити. Да ли желимо да се суочимо са данашњим изумирањем живог света наше планете за које смо ми једини одговорни?

Које животиње најбрже реагују на климатске промене?

Наравно, све о чему смо до сада разговарали догађало се у далекој прошлости - тако далекој да не можемо ни да замислимо. Али како климатске промене данас утичу на разноврсност живог света?

Утицај људских активности и нагле климатске промене довели су до тога да је брзина изумирања врста широм планете много већа од оне која се дешава током природног процеса.

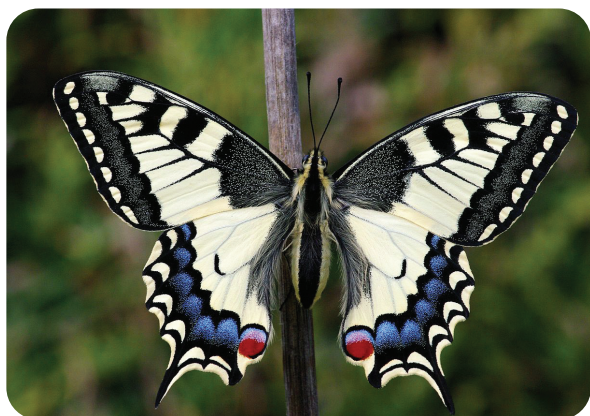
Мале, ситне животиње, које имају кратке животне циклусе, зависе од услова животне средине и зато брже реагују на климатске промене. Наравно, и велики организми реагују на климатске промене, али у њиховом случају, ефекти се касније испољавају. За нас је битно да знамо како климатске промене данас делују на живи свет и како ће се то одразити у блиској будућности.

Незнатан, али дуготрајан пораст просечних температура од 1,5–2 °C у планинама Словачке изазвао је неочекиване последице. Прелепи лептири из породице ластиних репака *Podalirius* и *Machaon* проширили су свој ареал распрострањења и ван шумостепске зоне у којој су живели и почели су да се појављују на хладнијим и влажнијим ливадама. Они су такође почели да се размножавају три пута годишње уместо два пута, као раније.

Друге врсте лептира, из рода *Arashnia*, некада су имале различиту боју тела, у зависности од годишњег доба: у пролеће су били смеђи, у лето црни, а у јесен поново смеђи. Због климатских промена, данас су у свим годишњим добима црне боје.

Тakoђе у словачким планинама, биолози су установили две супротне тенденције у животним циклусима европског смрчевог поткорњака и гусенице зимског мољца. Ови инсекти су проширивали ареал свог распрострањења како се температура повећавала, док се прождрљива гусеница зимског мољца, напротив, сада мање храни својим омиљеним дрвећем. У оба случаја постоји директна веза између промене температуре и понашања код инсеката.

Ластин репак



Европски смрчин поткорњак



Жути пругасти пигмејски звиждач је мала жаба која настањује тропске кишне шуме, где су промене у температури и влажности током дана и током године мале, али се ипак јављају. Последњих неколико година научнике је почео занимати однос ове врсте жаба и паразитских гљива, плесни, које расту на њеној кожи. Утврђено је да је паразит много мање рањив на промену услова животне средине у односу на свог домаћина, жабу. Према томе, климатске промене чине паразита опаснијим за жабу и на тај начин угрожавају читаву популацију ове врсте домаћина.

Жути пругасти пигмејски звиждач



У хладним водама Антарктика, чак и најмањи пораст температуре доводи до повећања киселости океана и смањења концентрације кисеоника у води. То је довело до масовних миграција шкољки врсте *Laternula elliptica* из зоне опасности. Међутим, старијим јединкама (старијим од три године) ове врсте шкољки недостаје мишићна снага да мигрирају и зато у великом броју пропадају. Можда ћете се запитати: да ли могу те шкољке да се населе у нове области и обнове своју бројност? Можда, али то није тако једноставно: врста се може размножавати тек након треће године живота, тј. кад изгуби покретљивост!

Антарктичка шкољка латернула



Такође, корали су међу првима погођени климатским променама. Корали су веома осетљиви организми. Вода која је превише топла или превише хладна, недостатак светлости и загађење мора делују на успоравање раста или потпуно зауставља раст корала. Корални полипи се не могу кретати и нису прилагођени променама у окружењу. Они живе и умиру тамо где су рођени. Микроскопске алге, зоохлореле, које су за коралне полипе од изузетног значаја, јер апсорбују Сунчеву енергију, зависе од температуре воде.

На многим местима на аустралијском Великом гребену научници изучавају смрт алги и избељивање корала, што се догађа када гребен умире. То се дешава због поновљених морских топлотних таласа у последњих неколико година, који су претворили већи део Великог коралног гребена у сабласно белу боју. Дим од шумских пожара и паљења тресета у Индонезији често доводи до атмосферске емисије једињења гвожђа, што додатно изазива брзо цветање алги које производе токсичне супстанце и изазивају смрт корала.

Корални гребен



Ипак, постоје и неке недавне, успешне активности у спасавању корала. Научници Аустралијског института за биологију мора (енг. The Australian Institute of Marine Science, AIMS) примењују размножавање корала у аквакултурама како би произвели што већи број здравих корала потребних за реинтродукцију и како би боље разумели репродукцију и екологију корала. Институт сакупља фрагменте корала са коралних гребена, а потом их размножава. Ларве корала узгајају се у „акварасадницима“, а потом се насељавају на посебно дизајнираним површинама. Израсли корали, или делови код одраслих јединки, постављају се на посебна места на коралном гребену. Рониоци редовно посећују ове локације како би идентификовали и разумели услове животне средине у којима корали могу најбоље опстати и расти. Ова знања ће помоћи у дизајнирању и унапређењу система за аквакултуру корала, како би се унапредио опстанак корала на деградираним коралним гребенима, почевши од њиховог размножавања па до насељавања и даљег раста.

Загревање у поларним областима смањује површину сезонског морског леда, чија је доња страна потребна за развијање микроскопских алги, познатих као фитопланктон. Фитопланктон је на почетку океанског ланца исхране, за њим следи зоопланктон рачића крил, а затим рибе, пингвини и остале морске птице, туљани и неколико подврста китова. Ако нема довољно леда, фитопланктон не може да расте нити да се размножава у довољним количинама. Крил не може да опстане у води у којој недостаје фитопланктон. Њихово место тада заузимају древна прозрачна жива бића, налик желеу, салпе. То изазива прекид ланца исхране, јер скоро ниједна животиња не једе салпе, осим неколико врста риба и морских корњача. Тако ни китови не могу да сакупе довољне резерве масти у зимским месецима. Такође, и друга жива бића напуштају воде у којима нема довољно хране. И овде још једном видимо сложене међусобне односе који постоје у природи и који се огледају у биолошкој разноврсности.

Салпе



Смањивање северне поларне ледене капе је највидљивији знак глобалног загревања. Поларним медведима је потребан лед за њихове миграције, тражење супротног пола, као и за лов на туљане. Такође, лед је од виталног значаја за туљане, јер без леда немају где да одморе своје младе.

Ако се ледене санте почну смањивати више него што је то уобичајено током летњег периода, популације туљана ће се такође смањивати. Изгладнели поларни медведи биће принуђени да једу читаве лешеве туљана, уместо да једу само слој масти животиња. Раније су остаци оброка поларног медведа пружали богату гозбу и осталим становницима Арктика – арктичкој лисици и бројним птицама. Али убудуће им више ништа неће преостати!

Поларни медведи



Како клима постаје све топлија на северном ободу Евроазије, сибирске шуме смрче полако али сигурно залазе у тундру, брзином од неколико десетина километара у једном веку. Ово мења станиште и изворе хране за бројне врсте птица.

Топле зиме на Арктику такође су погубне за дивље и припитомљене ирвасе, јер уместо снега падају кише, које се зими леде и прекривају снег, што отежава овим животињама да пронађу лишаје, који су њихова основна храна током зимских месеци.

Ирвас



Леминг, најбројнији становник тундре, такође „пати“ због топлије климе. Рупе у којима живе леминзи често су преплављене водом што смањује популације леминга и утиче на бројност грабљивица на пример поларних лисица којима су леминзи основни извор хране.

Леминг



На јужној хемисфери, на обалама Антарктика, која има изглед ледене пустиње са ретком вегетацијом, истраживаче је изненадио проналазак густих бусенова антарктичке траве, мале биљке која је раније расла у малим групама између камења, заштићена од ледених ветрова јужног континента.

У Дауријској степи на истоку Русије, између језера Бајкал и планине Великог Хингана из Монголије, научници су приметили да клима постаје све сувља због последица глобалног загревања. Језера и мале реке нестају, шумски појасеви се суше, а вегетацију на степи сунце немилосрдно пали раније него што је уобичајено. Животиње степе покушавају да се прилагоде на новонастале промене. Ларве и рибља млађ се закопавају дубоко у муљ на дну река. Птице се селе на друга места, мењајући своје миграционе путеве и места за гнезђење. За све водене птице, као што су корморан, сива чапља и сребрнасти галеб, нема довољно хране.

Кинеска лабудаста гуска се више не гнезди у овој области. Вукови, лисице, јазавци, па чак и ждралови одлазе због недостатка воде. Птице грабљивице, којима је потребно много воде да би свариле храну, такође се селе у друге крајеве. Током летњег периода толајском зецу недостаје траве, не само како би се прехранио већ да би се сакрио од предатора. Табаргански мармот и даурска веверица, који су аутохтоне врсте овог подручја, добро су прилагођени суши. За њих је живот у новим условима веома тежак, јер се не могу довољно брзо кретати како би избегли степске пожаре, који су све чешћа појава у летњем периоду. Изгорела трава такође значи недостатак зимске хране за копитаре, што присиљава велика стада антилопа и газела да прелазе из Монголије у Русију. Неколико преосталих места у даурској степи постају пренасељена животињама која су у потрази за водом, што повећава ризик од болести.

Како су лета постајала све сувља, а зиме са више снежних падавина, манул (врста дивље мачке) не може тако лако да пронађе храну. Дауријски јеж готово да једини има користи од промене климе: потребно му је више од пет месеци топлог времена за успешан животно циклус, тако да проширује своје присуство у новим условима и на овим просторима.

Антарктичка трава



Толајски зец



Манул



Климатске промене и лоши услови животне средине утицали су на изумирање мешовитих шума храста лужњака и цера на северу Србије 2013. године, као последица веома сушне 2011. и 2012. године.

Научно је доказано да повећање температуре, заједно са смањењем количине доступне воде, има негативан ефекат на шуме храста лужњака и цера у басену реке Дунав.

Шума храста лужњака – Шалиначки луг, аутор: М. Тодоровић



Негативне последице суше из 2012. године утицале су и на Панчићеву оморику, која тада, услед недостатка воде, није могла да обавља све физиолошке процесе. Овој врсти одговара већа влажност ваздуха и земљишта, а предвиђа се да ће у будућности период суша бити дужи и интензивнији.

Још један климатски фактор који представља претњу за ову врсту јесте пораст температуре. У последњих неколико година уочен је тренд повећања температуре ваздуха у Југоисточној Европи, а Панчићева оморика је врста којој одговара хладноћа.

Панчићева оморика



Према савременим литературним подацима у Србији, проблем угрожености животиња услед деловања климатских промена није довољно истражен. Можда је разлог за то комплексан утицај климатских фактора на врсте које променом свог понашања (миграције) могу да утичу на превазилажење наметнутих проблема.

То не значи да климатске промене не делују на животињски свет, већ да је њихово деловање најчешће посредно (ишчезавање станишта, недостатак воде, повећање средње и максималне годишње температуре и сл.).

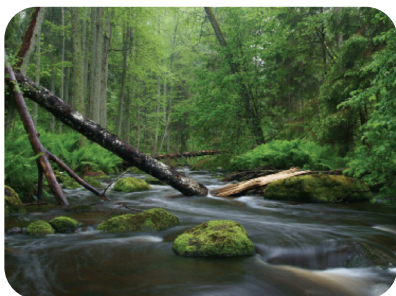
Из наведених разлога, али и директног утицаја човека на преживљавање животиња у природи (изловљавање, крчење шума, загађивање и сл.), многе животиње су постале угрожене и нашле се у некој од четири до сада објављене књиге о фауни Србије.

Национални паркови: учење о очувању природе

Шта је национални парк? То је заштићено подручје које могу посетити туристи, али где је људска активност ограничена одређеним правилима. Национални паркови обично настају на местима где има много различитих пејзажа (типичних и јединствених), ретких или угрожених биљака и животиња, јединствених геолошких и/или водених феномена. Националне паркове посећују одрасли и деца, који тамо могу да науче више о глобалним изазовима у заштити животне средине. Национални паркови могу бити простори на којима ће се гајити ретке врсте биљака и животиња, које ће се потом слати у друге делове земље.

Да ли климатске промене утичу на националне паркове? Нажалост, ДА. Глобалне климатске промене доводе до чешћих пожара, суша, повећања температуре ваздуха и многих других појава које се не могу ограничити, па тако утичу и на подручја националних паркова.

Фактори животне средине који утичу на флору и фауну копнених вода у НП Еверглејдс на Флориди (САД) варирају у зависности од прилива слане морске воде из оближњег залива Флорида, процеса на који утичу климатске промене. Научници и особље заштићених подручја разумеју да такви процеси угрожавају опстанак националних паркова, па је нпр. америчка Агенција за заштиту животне средине заједно са службом НП Еверглејдс на Флориди (САД) основала посебан програм – „Паркови који су прилагођени на климатске промене“. Овај програм упознаје особље и посетиоце парка са узроцима и последицама климатских промена и објашњава како они сами могу да помогну у решавању глобалних проблема повезаних са климатским променама.



**Национални парк
Лахема у Естонији**



**Национални парк
Џаспер у Канади**



**Национални
парк Кругер у
Јужноафричкој
Републици**





Широм света познат **НП Желоустоун** основан је 1872. године: то је најстарији национални парк на свету и у САД.



Велики корални гребен је од виталне важности за опстанак многих врста организама. Данас је и он озбиљно погођен деловањем климатских промена. Овај корални гребен је законом заштићен као део морског националног парка у Аустралији, а Унеско га је уврстио у светску природну баштину проглашавајући га једним од седам природних светских чуда. То је једина жива структура на планети коју је могуће видети из свемира.



Најдужа пешачка стаза кроз заштићено подручје налази се и у САД, у **НП Велике димне планине** (енг. Great Smokey Mountains).



Национални парк Намиб-Науклуфт у Намибији, у западној Африци, познат је по изванредним наранџастим динама које су највише на свету. Неке од њих се издижу више од 300 метара изнад пустињског нивоа. У парку живе неке од најнеобичнијих врста животиња. Овај парк спада у највеће природне резервате света и простире се на површини већој од 49.000 km² – већи је од територије Швајцарске.

У Републици Србији законом је заштићено око 450 природних целина и добара. Увидом у базу података Завода за заштиту природе Србије (<https://zzps.rs/zastita-prirode/>), следећа подручја су заштићена у Србији:

- пет националних паркова,
- седам паркова природе,
- 10 резервата природе,
- 11 предела изузетних одлика, и
- 253 споменика природе.

Фрушка гора – први национални парк Србије

Фрушка гора је проглашена националним парком 1960. године. Налази се у Војводини, недалеко од Новог Сада. Научници је називају „огледало геолошке прошлости“ због богатства палеонтолошких налаза који потичу из мезозоику (пре око 90 милиона година). Поред геонаслеђа, Фрушка гора обилује столетним шумским заједницама храста, букве, липе (највећи комплекс липове шуме у Европи) и граба, где живе бројне животињске врсте као што су: срна, јелен, муфлон, ласица, дивља свиња, куна, дивља мачка, шакал, зец итд. На Фрушкој гори постоји и више археолошких налазишта, као и 17 манастира насталих од краја 15. до 18. века, због чега је називају и „српским Хиландаром“.

Детаљ шуме Фрушке горе



Национални парк Копаоник – један од центара ендемизма Србије

Национални парк Копаоник налази се у централном делу Србије и припада унутрашњим Динаридима. Због сложене геолошке грађе, рељефа и висине, овај масив називају „небеским столицама Србије“, а због великог броја сунчаних дана у току године и „Сунчаном планином“. Националним парком Копаоник је проглашен 1981. године.

На Копаонику расте преко 1.500 врста биљака, од којих је 91. ендемична, па овај простор представља један од значајних центара ендемизма Србије. Од подножја до врхова Копаоника смењују се шуме врбе, тополе, заједнице белог бора, цера и сладуна, храста китњака, брдске букве, јеле и смрче. Овај национални парк настањују живородни гуштер, који насељава само највише планине Европе, планинска шева, крстокљун, сури орао, дивља мачка, медвед, срна и вук. На Панчићевом врху (надморска висина 2.017 m) налази се Панчићев маузолеј, који уједно представља први културни споменик на планинама Србије.

Национални парк Тара

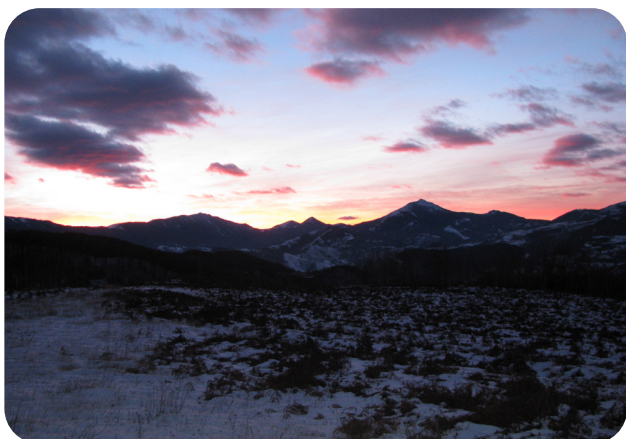
Национални парк Тара проглашен је 1981. године. Простире се на крајњем западу Србије, припадајући се Старовлашким планинама. Подручје НП Тара обилује биљним врстама, међу којима се издваја „царица свих ендемита Европе“ – Панчићева оморица. Ову врсту је први пут за науку описао Јосиф Панчић, наш чувени ботаничар 19. века. Осим оморице, у НП Тара расту још 20 ендемита, а међу њима су Панчићева цицербита, Панчићева бедрница, дервентински различак и љупка кандилка. Од животиња су присутне дивокоза, дивља мачка, видра, алпска ровчица, медвед, Панчићев скакавац (ендемит Србије), белоглави суп, сури орао итд.

У подножју планине Таре налазе се манастир Рача, задужбина краља Драгутина из 13. века, и средњовековне некрополе са стећцима у Растишту и Перућцу, које су 2016. године стављене на Унескову листу светске културне баштине.



Национални парк Шар-планина

Национални парк Шар-планина простире се на крајњем југу Србије, дуж границе са Северном Македонијом. Основан је 1986. године. Овај национални парк се протеже у виду гребена, у дужини од 95 km, на коме доминирају 30 врхова, чија висина прелази 2.500 m. У овом националном парку расте око 2.000 врста биљака, што чини 56% српске флоре. Посебну драгоценост представљају ендемичне и реликтне терцијарне врсте, као што су хајдучица краља Александра, шарпланински каранфилић, шарпланински шафран и шарска руњика. У кречњачким клисурама расту српска рамонда, борови муника и молика и жбунасте заједнице глацијалне горске руже. Од животиња живе 147 врста лептира, белоглави суп, сури орао, велики тетреб, динарска волухарица, видра, дивља мачка, рис, медвед, дивокоза и многе друге.



Ђердап – национални и геопарк Србије

Ђердап је проглашен националним парком 1974. године. Захваљујући посебној клими због присуства сложене мреже клисура, кањона и дубоких увала, на овим просторима задржао се део флоре и фауне из терцијара (геолошко доба почело пре око 66 милиона година, до 2,6 милиона година). У НП Ђердап расту мечија леска, тиса, сребрна липа, маклен, медунац, зеленика и многе друге врсте. Посебну вредност овог националног парка представља 35 реликтних шумских и жбунастих заједница изолованих у клисурама и кањонима. Од животиња присутне су сури орао, орао змијар, орао белоребан, видра, медвед, вук, шакал, бројне врсте слепих мишева и друге врсте. У њему се налази и чувено археолошко налазиште из неолита, Лепенски Вир, као и остаци Трајановог пута, Трајанова табла и други локалитети.



Одлуком организације УН за образовање, науку и културу подручје Ђердапа се од 10. јула 2020. године налази на Унесковој Глобалној мрежи геопаркова.

Простор Ђердапа који обилује природним феноменима као што су Ђердапска клисура, дуга више од 100 km (најдужа клисура у Европи), четири мање клисуре (Голубачка клисура, клисура Госпођин Вирт, Казанска клисура и Сипска клисура) и три котлине (Љупковска котлина, Доњомилановачка котлина и Оршавска котлина).

Унескова глобална мрежа геопаркова основана је 2004. године и обухвата подручја са израженом геолошком баштином, коју одликују пејзажи и локалитети од мултидисциплинарног значаја – за палеонтологију, геоморфологију, хидроекологију, седиментологију и друго. Геопаркови су важна места по својој научној, естетској или образовној вредности.

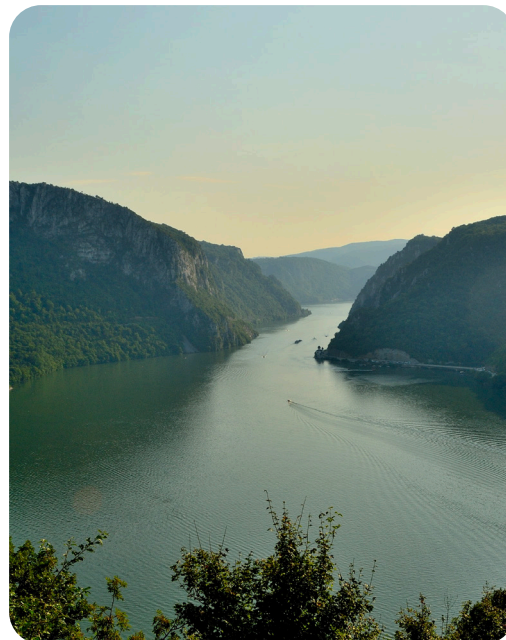
Резервати природе: природа без човека

Природни резервати су места на којима научници могу да прате и бележе промене у живом свету. У овим резерватима забрањено је брати дивље бобице, сакупљати гљиве или ловити рибу. Оваква места су идеална за обнављање популација угрожених врста, које се потом могу пустити у погодна подручја ван резервата.

Резервати природе често се оснивају на местима где природа није подложна никаквом људском утицају. Користе се у циљу заштите типичних локалних екосистема, као и ретких врста и заједница биљака и животиња. Пример су резервати природе којима би се заштитили екосистем тајге на северу или тропска кишна шума у тропском региону. Очување природне средине у таквим подручјима има глобални значај.

Резервати природе постоје на свим континентима. Вероватно сте гледали филмове о таквим подручјима у Африци. Захваљујући томе што су она под заштитом, разноврсност живог света афричког континента се одржава и данас.

Клисура Казан код Кладова у НП Ђердап, аутор: М. Дрндарски



Национални парк Евергледс у САД



Бјаловјежа (Белорусија, Пољска)



Амерички НП Зион у држави Јути представља добар пример како се животна средина може очувати. Око 20 аутобуса, који користе гориво са малим емисијама гасова, превозе посетиоце по парку, замењујући тако око 5.000 путничких аутомобила, којима би се посетиоци иначе возили. То је допринело значајном смањењу емисије гасова са ефектом стаклене баште. „Зелени центар“ изграђен у парку, који дочекује туристе, добија скоро трећину енергетских потреба од соларних панела, тако да 80% његових потреба за осветљењем обезбеђује природна светлост. У току лета, клима-уређаји користе посебне, енергетски ефикасне испариваче, а зими топлоту обезбеђује пасивни систем грејања, захваљујући материјалима од којих су изграђени зидови (камен, цигла), који апсорбују топлоту јер су окренути сунцу.



Национални парк Таганај однедавно је инсталирао први еколошки прихватљив систем за снабдевање енергијом и он се користи у заштићеном природном подручју у Русији. Једна од кућа у парку сада добија електричну енергију из енергије ветра (ветротурбине) и сунца (соларни панели). Систем аутоматски одређује који од ова два извора енергије – соларни или на ветар – треба да се користи у одређеном тренутку. Раније су ове и друге куће и објекти у парку зависили од бензинских генератора за своје енергетске потребе – енергента који је скупљи и штетан је за животну средину. Нови систем осветљења, који се напаја соларном енергијом и преко ветрогенератора, постављен је у Адлеру, на делу *Јузнија Култура*, Кавкаског државног природног резервата биосфере на југу Русије.



Резерват (биосфере) природе је заштићено подручје, где нису дозвољене активности човека, осим научних истраживања.

Сви резервати биосфере учествују у међународном програму „Човек и биосфера“, који води Унеско, који подржава текуће, дугорочне студије животне средине. Студије које се сада спроводе у многим резерватима односе се на утицај климатских промена на биљни и животињски свет. Научници који раде у кавкаском државном резервату биосфере на југу Русије открили су да се шумски покривач на падинама планина постепено помера на веће висине како клима постаје топлија.

Резервати биосфере су подручја копнених или обалских/морских екосистема која су призната на међународном нивоу преко Унесковог програма „Човек и биосфера“ (енг. Man and Biosphere - MAB). Мрежа резервата биосфере формирана је 1976. године, обухвата површину од преко 6.812.000 km² у 124 земље и популацију од 257 милиона људи који живе у оквиру граница резервата биосфере.

Циљ програма „Човек и биосфера“ јесте стварање услова за одрживу равнотежу између често супротстављених активности: заштите биодиверзитета, очувања културних вредности и социо-економског развоја. Резервати биосфере представљају подручја где се промовишу и уравнотежавају односи између људи и природе.

Одлуком Међународног координационог савета за програм MAB, септембра 2001. године, **Резерват биосфере Голија–Студеница** проглашен је за први **резерват биосфере** у Србији и постао је део Унескове светске мреже резервата биосфере. Резерват биосфере Голија–Студеница обухвата највећи део парка природе Голија и његове најважније пределне и пејзажне вредности, природне реткости и сеоска насеља. Површина резервата износи 53.800 ha, или 72% површине парка природе.



Уточишта за дивље врсте од изузетног природног значаја

Смисао уточишта за дивље животиње је заштитити не читав екосистем, већ само његове појединачне делове: на пример, одређене врсте биљака или животиња, или неке геолошке структуре (стене или пећине). Дакле, као и у осталим природним резерватима, и овде постоје ограничења за људске активности које се односе на делове заштићеног подручја.

Подручја од изузетног природног значаја су јединствена или типична природна подручја и знаменитости, који имају посебну научну, културну, образовну или здравствену вредност. То могу бити језера, дрвеће, геолошка налазишта или древни паркови. Заштићене су забранама свих људских активности које могу нарушити њихов интегритет.

Како заштићена подручја помажу у решавању проблема климатских промена

Какав је допринос националног парка (или било којег другог заштићеног подручја) у решавању климатских промена? Најзначајнији допринос је у смањивању емисије угљен-диоксида у атмосфери. Шуме, мочваре, тресетишта и други екосистеми унутар заштићених подручја делују као важни резервоари угљеника. Они апсорбују и складиште угљен-диоксид (CO_2) из атмосфере, чиме помажу у смањењу количине овог гаса који доприноси ефекту стаклене баште. Такође, заштићена подручја могу промовисати одрживи туризам, који смањује негативан утицај на животну средину и доприноси смањењу емисија гасова са ефектом стаклене баште повезаних са путовањем и потрошњом ресурса. На пример, неки паркови охрабрују туристе да користе јавне аутобусе на алтернативне врсте горива уместо да загађују ваздух коришћењем приватних аутомобила. Сами запослени у парку такође могу употребљавати облике транспорта који имају минималан утицај на животну средину. Паркови могу користити енергију ветра, сунца или термалних извора за осветљавање или грејање просторија намењених посетиоцима. Максимално се користе природна расвета и ЛЕД сијалице, а загревање или хлађење канцеларија обезбеђује се енергијом прикупљеном соларним панелима. Туристима се нуде сувенири направљени од рециклираног материјала, кафетерија у парку послужује јела од локалних производа (производи који немају велики угљенични отисак, не загађују ваздух и који чувају животну средину), а просторије парка опремљене су тоалетима у којима се штеди вода. Свим посетиоцима се дају упутства како да се понашају на начин који је најефикаснији за животну средину и најмање штетан за околину.



Еко-туризам: хармонија човека и природе

Дали уживате у шетњи и другим активностима на отвореном? Ако је одговор ДА, онда ћете ви и ваши пријатељи уживати у путовањима и откривању нових места. Можда ћете и ви постати еко-туристи.

По чему се разликују туриста и еко-туриста? По њиховом односу према околини. Еко-туризам је нова концепција понашања, настала оног тренутка када су људи схватили колико је свет природе важан за све нас. Постоје различити начини опуштања напољу. Можете се аутомобилом возити кроз шуму или до ивице језера, укључити музику на најјаче, запалити ватру на најлепшем месту на које наиђете, појести доста хране и оставити гомилу смећа иза себе. Али постоје и другачији туристи, који ће се попети на врх планине, посматрати дивље животиње, пронаћи ретку биљку, слушати птице како певају или уживати у заласку сунца и тишини. Њихов главни циљ је видети и чути свет природе. Еко-туристи не остављају смеће – напротив, често сакупљају смеће других људи и обавезно се придржавају свих правила која чувају животну средину. Из године у годину број еко-туриста расте!

Еко-туризам људима пружа прилику да виде околину у њеној нетакнутој, природној лепоти, да схвате колико је она разнолика, колико је рањива на деловање људских активности и да се запитају: „Шта могу да учиним за нашу планету?“ Еко-туристи проучавају законе природе и раде ствари које помажу у њеном очувању, покушавајући да смање на минимум свој утицај на животну средину. Штавише: компаније за еко-туризам дају део свог прихода како би подржале проучавање и заштиту животне средине.



Етно-село Сирогојно

Много дивних предела са нетакнутом природом смештено је у забаченим местима, у руралним срединама где су људи релативно сиромашни или у областима као што су џунгла Јужне Америке или планински региони дуж границе између северног Тајланда, Мјанмара и Лаоса, у којима живе староседеоци. Стога еко-туристи уче не само о свету природе већ и о животној средини и људској култури. Еко-туризам пружа посао и додатни извор прихода људима који живе у овим регионима.

Еко-туризам помаже људима да виде лепоту и јединственост природе, да схвате како је све у свету међусобно повезано, колико врста биљака и животиња живи на нашој планети и колико стање животне средине зависи од поступака сваког од нас.

Еко-туризам помаже људима да виде лепоту и јединственост природе, да схвате како је све у свету међусобно повезано, колико врста биљака и животиња живи на нашој планети и колико стање животне средине зависи од поступака сваког од нас.

Еко-хотел у Костарики



Еко-хотел из птичије перспективе



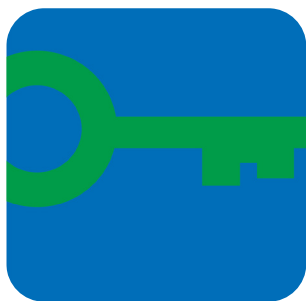
Због свог положаја, богатства река, планина богатих шумама и региона са нетакнутом природом, Србија има огроман потенцијал за развој *еко-туризма*. У многим брдским и планинским селима и бањама Србије овај вид туризма се развија на локалном нивоу и, у мањим размерама, у појединачним домаћинствима, где се еко-туристима, осим природних лепота, нуде производи здраве хране, оригинални ручни радови од вуне и остале рукотворине.

Еко-туризам и климатске промене

Веза између климатских промена и *еко-туризма* није одмах уочљива. Многе туристичке организације данас томе посвећују посебну пажњу. Шта значи путовати? Изнад свега, то значи премештање са једног места на друго, авионом, океанским бродом, возом, аутомобилом или аутобусом. Сви ови облици превоза користе гориво, које доприноси повећању емисија гасова са ефектом стаклене баште и на тај начин климатским променама.

Најбољи облици транспорта за еко-туризам су бицикли, пешачење, јахање и рафтинг. Туристичку руту можете направити тако што ћете путовање путничким возилима свести на минимум и уместо тога одабрати по животну средину и климатске промене прихватљивије превозно средство. То смањује емисију гасова са ефектом стаклене баште и ослобађање штетних супстанци у атмосферу.

Сви који су се уморили од буке, прометних гужви и других неприлика градског живота иду и корак даље од еко-туризма: прелазе за стално да живе у сеоској средини, где уче да узгајају локално воће и поврће и једу органску храну и храну произведену уз поштовање стандарда заштите животне средине. Власници оваквих мини фарми обично користе алтернативне изворе енергије, одбијају употребу хемијских ђубрива и пестицида и праве свој компост од органског отпада. Такве фарме већ постоје у многим земљама, али су посебно популарне у руралним областима Европе, Аустралије, Новог Зеланда, САД и Канаде.



„Плава застава и Зелени кључ”

Међународни програм и еко-сертификација Плава застава (енг. Blue Flag) додељује се на добровољној основи плажама, marinaма и оператерима пловила који реализују програме заштите животне средине. Еко-ознака Плава застава базира се на одрживом развоју плажа и marina, које морају да следе прописане критеријуме за квалитет воде, образовање и информисање, заштиту животне средине и безбедност корисника.



Поред критеријума који се односе на третман отпадних вода и квалитет воде за купање, критеријуми за добијање Плаве заставе укључују и друге области управљања животном средином, као што су управљање отпадом, планирање и заштита обала и очување заштићених подручја у непосредној околини.



У свету има више од 4.600 плажа, marina и оператера сертифицираних Плавом заставом, у преко 50 земаља широм Европе, Јужне Африке, Марока, Туниса, Новог Зеланда, Бразила, Канаде и Кариба.

Међународни програм Плава застава у Србији се реализује од 2012. године. Плажа Савско језеро, популарна Ада Циганлија, до 2024. године, укључујући и 2024, дванаест је пута подизала Плаву заставу, истичући важност бриге за квалитет воде за купање, као и бриге за животну средину и безбедност посетилаца.

Међународни програм и еко-сертификација Зелени кључ (енг. Green Key) односи се на сертификацију туристичких и угоститељских објеката. Циљ програма Зелени кључ је промоција развоја одрживог туризма и активно учешће овог сектора, почев од власника објеката, посетилаца, гостију, добављача, произвођача, до читаве локалне заједнице, у очувању животне средине и уштеди ресурса.

На глобалном нивоу, у програм је укључено преко 3.200 туристичких објеката у 65 земаља, што га издваја као један од тренутно најпознатијих светских програма у области одрживог развоја и заштите животне средине.

Србија као земља са великим туристичким потенцијалом, који је у развоју и успону, представља земљу која би свој даљи напредак могла базирати на одрживом коришћењу и управљању ресурсима, установама и објектима, према стандардима заштите животне средине, уз смањену употребу ресурса и енергије. Први хотели у Србији већ имају еко-сертификацију Зелени кључ.

Програми Плава застава и Зелени кључ су интелектуално власништво непрофитне организације Фондација за образовање о животној средини (енг. FEE – Foundation for Environmental Education). Национални оператер ових програма у Србији је струковно удружење *Амбасадори одрживог развоја и животне средине*.

Шта су Црвене листе и Црвене књиге и чему оне служе?

Црвене листе су глобални прикази статуса ретких и угрожених врста животиња, биљака и гљива, док Црвене књиге представљају научне базе података о врстама које су изложене опасности од изумирања.

Црвена боја нас упозорава на опасност да су ове врсте угрожене и на хитну потребу да их заштитимо и сачувамо.

Црвене листе организама широм планете, којима је потребна заштита, наведене су у Међународној црвеној књизи, чија се главна копија чува у швајцарском граду Моргес. Књигу је издала Међународна унија за заштиту природе (енг. International Union for Conservation of Nature - IUCN), а први пут се појавила 1963. Ова необична књига дизајнирана је више као зидни календар него као обична књига: како је време пролазило, и стање врста у природи, у књигу су додавана и имена нових врста биљака, животиња и гљива. Дакле, Црвена књига се стално мења и проширује.

За сваку врсту коју садржи Црвена књига пружа информације о распрострањености, броју популација, карактеристикама станишта, мерама потребним за очување и много других детаља. Странице Црвене књиге су обележене различитим бојама. Странице које описују изумрле врсте означене су црном бојом. Ту спадају, на пример, морска крава, путнички голуб и птица додо. Странице обележене црвеном бојом представљају угрожене и веома ретке врсте (далекоисточни леопард, амурски тигар, снежни леопард и европски бизон). Животиње чија се бројност популације брзо смањује наведене су на страницама означеним жутом бојом (поларни медвед, ружичасти галеб, голураста газела). Животиње и биљке које се у дивљини ретко налазе бележе се на белим страницама. Врсте које нису довољно проучене, јер живе на забаченим местима, бележе се сивом бојом, док су највише охрабрујуће врсте са зелених страница, јер су људи успели да их сачувају од изумирања (укључују евроазијског дабра и евроазијског елка).



Свака земља и регион у свету такође састављају своје спискове ретких и заштићених врста.

Пре него што се одређена врста уврсти у Црвену књигу, научници спроводе интензивне студије флоре, фауне и гљива у одговарајућим областима. Откривају узроке који прете нестанку врсте, описују њихова станишта и препоручују како их треба сачувати. Црвена књига не садржи само ретке и ендемичне врсте (врсте које се налазе само на одређеној територији) већ и читав низ јестивих и лековитих биљака.

Биљке и животиње треба заштитити из два разлога: директног и индиректног. Директни разлози за заштиту постоје када људи својим деловањем уништавају биљке и животиње: ловом, сакупљањем лековитог биља, риболовом или на неки други начин, као што је колекционарство. Индиректни разлози односе се на промену станишта, укључујући оно што је узроковано глобалним климатским променама. Такви индиректни разлози су тешко прилагођавање на климатске промене, увођење нових врста биљака (када „придошлице“ из било којег другог разлога потискују домородачке, домаће врсте), уништавање биљака које су извор хране за животиње и слично.

До сада је у Србији објављено више Црвених књига (Црвена књига флоре, Црвена књига фауне Србије – водоземци, гмизавци, птице, правокрилци, Црвена књига дневних лептира Србије). Црвене књиге флоре и фауне представљају основу за деловање у области политике заштите врста, а истовремено нуде обиље важних информација, не само стручној већ и најширој јавности. Неке од врста које су нашле своје место у Црвеним књигама флоре Србије су: Панчићева оморика, степски божур, жута линцура, јагорчевина, белоглави суп, Аполонов лептир, видра, црни даждевњак итд.



Црвене књиге

Која су решења у прилагођавању екосистема на климатске промене?

Могућа решења у прилагођавању екосистема леже у развијању отпорности на климатске ризике и у многим случајевима имају шире предности, које подразумевају одрживи развој.

Једно од ових решења може помоћи локалним заједницама да се прилагоде утицајима који већ уништавају њихове животе и имовину, истовремено чувајући биодиверзитет, здравље, утичући на сигурност хране, пружајући економске користи и повећавајући секвестрацију угљеника. Многе мере прилагођавања засноване на екосистемима – укључујући повећање површине заштићених подручја, обнову деградираних станишта, одрживо управљање природним ресурсима, као и одрживу пољопривредну праксу (нпр. сађење дрвећа на пољопривредним земљиштима или повећање разноврсности усева), данас се већ могу применити уз релативно ниске трошкове.

Кључ успеха оваквог приступа је да се ангажују локалне заједнице и да се осигурају стратегије прилагођавања које су засноване на прилагођавању екосистема, као и да се у обзир узме утицај пораста глобалне температуре на екосистеме.

Слика 2.2.1

Прилагођавање засновано на екосистемима које може заштитити животе и средства за живот (имовину)



Објашњење непознатих појмова

компетиција – тип биолошког односа који означава такмичење између јединки исте врсте или различитих врста услед тежње да задовоље потребе за храном, водом, стаништем.

секвестрација „угљеника“ – процес хватања и складиштења атмосферског угљен-диоксида један је од метода смањења количине угљен-диоксида у атмосфери са циљем смањења глобалних климатских промена.

<https://sr.wikipedia.org/sr-ec/> Интерспецијски односи

<https://www.usgs.gov/faqs/what-carbon-sequestration#:~:text=Carbon%20sequestration%20is%20the%20process,carbon%20sequestration%3A%20geologic%20and%20biologic>



ПИТАЊА

1

У ком екосистему ће бити најразноврснији и најбогатији диверзитет живог света на планети?

2

Који је највећи међународни степен заштите неког подручја?

3

Шта све морамо да знамо пре него што се започне процедура заштите одређеног подручја или врсте?

4

Наведите природна заштићена подручја у вашем окружењу.

5

Наведите највидљивије последице климатских промена у Србији у последњих неколико година.

6

Шта се подразумева под „директним“ а шта под „индиректним“ узроцима нестанка врста? Наведите примере.

7

Како бисте са другарима из одељења започели причу о важности биолошке разноврсности? Који су аргументи најубедљивији за школарце, а који за одрасле?

8

Зашто су Црвене листе и Црвене књиге баш црвене боје? Које биљке, гљиве и животиње су наведене у Црвеној књизи Србије или света? Зашто нестају? Како можемо помоћи да се оне сачувају? Које се боје користе на страницама Црвене књиге? Које се боје користе за одређене статусе врста? Зашто Црвена књига постаје све дебља сваки пут када се ажурира?

9

Како глобално загревање утиче на ирвасе?

10

Кога можемо са сигурношћу назвати „еко-туристом“?

11

Које врсте мера прилагођавања на климатске промене поменуте у овом или неком другом поглављу можете препоручити у циљу решавања њиховог утицаја на биодиверзитет и екосистеме?

12

Која решења чине део прилагођавања заснованог на екосистемима?



ЗАДАТАК

Са другарима из одељења, направите своју Црвену листу. На страници одређене боје нацртајте животиње, биљке и гљиве којима је потребна заштита и објасните свој избор.



2.3 | Како климатске промене утичу на шуме

Шта су шуме?

Иако је „шума“ уобичајена и често коришћена реч, није једноставно прецизно дефинисати њено значење. Постоји више од 800 различитих дефиниција за шуму широм света! Најпознатији приступ одређивању појма шуме користи Организација за храну и пољопривреду Уједињених нација (енг. FAO) и укључује показатеље као што су: 1) минимална висина стабала од 5 m, 2) минимална покривеност земљишта крошњама дрвећа од 10% и 3) минимална шумска површина од 50 ари. Српска дефиниција се разликује: 1) минимална покривеност земљишта крошњама дрвећа од 30% и минимална површина шуме од 5 ари. Према дефиницији Уједињених нација, на Земљи има нешто мање од 4 милијарде хектара шума, што покрива око 30% укупне површине копна. Отприлике половина шумских подручја света смештена је у три државе: Русији, Канади и Бразилу.

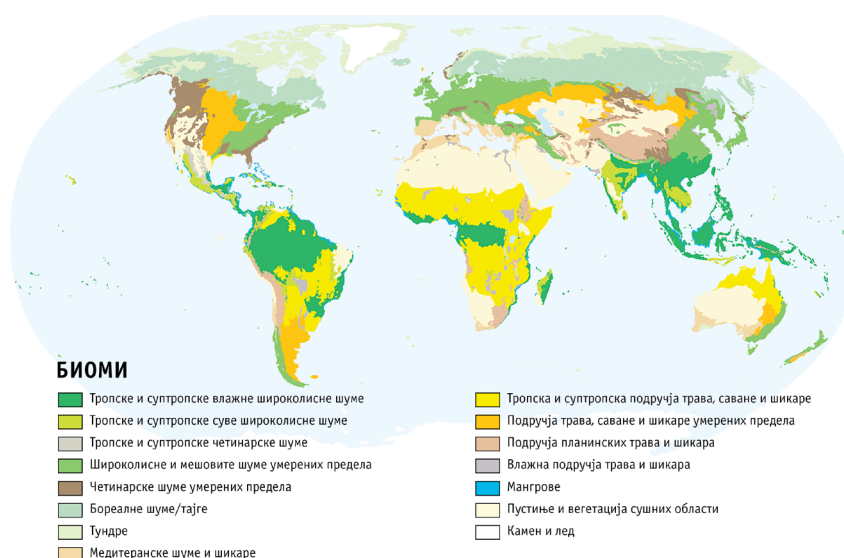
Врсте шума

Шуме се обично класификују према доминантним врстама дрвећа (лишћарске, четинарске и мешовите шуме) и задржавању лишћа на дрвету (листопадне и зимзелене). Главне врсте шума (сл. 2.3.1) јесу:

- **Тајге (бореалне шуме)** – углавном су четинарске зимзелене шуме.
- **Шуме умереног појаса** обухватају лишћарске листопадне, четинарске зимзелене шуме и комбинацију обе врсте. Топле умерене зоне погодују широколисним зимзеленим шумама.
- **Медитеранске шуме** се обично састоје од широколисног зимзеленог и склерофилног дрвећа. На грчком језику склерофил значи „тврдоћа“, јер таква стабла имају мале, тамне листове обложене воштаним слојем који омогућава задржавање влаге у сувим летњим месецима. У овој зони се јављају и четинарске шуме.
- **Тропске и суптропске шуме** обухватају влажне и суве широколисне и четинарске шуме.

Слика 2.3.1

Основни шумски биоми на свету



Зашто шуме зависе од климе?

Опстанак шума и њихова географска расподела зависе од климатских услова, нарочито температуре ваздуха и количине падавина. Само у неким местима наше планете клима је погодна за развој шума. На пример, линија најсевернијих шума зависи од просечне годишње температуре ваздуха. Тамо где постане превише хладно, тајге замењује тундра. Међутим, температура ваздуха, посебно на равницама, не мења се нагло, већ постепено. Тако граница шума и тундре постаје прелазна зона, у којој се налазе и подручја тундре и шума, тзв. шумска тундра (сл. 2.3.2).

Јужна граница шума умереног појаса (где оне уступају место пашњацима, степама и полупустињама) одређена је количином падавина. У условима високих температура, биљке и дрвеће непрестано губе влагу из лишћа како би се охладили. Ако су кише оскудне током лета, у тлу нема много влаге, а дрвеће има потешкоће да извуче воду из земљишта и усмери је до највиших делова крошње. Будући да је ваздух топао, а падавине ограничене, ниске зељасте биљке су у предности и пејзаж прелази у степу.

Рељеф, квалитет тла, водена тела и човекова активност такође су важни за одређивање шумског покривача. Учешће шума смањује се у регионима у којима се већи део земљишта користи у привреди.

Слика 2.3.2

Шумска тундра



Шуме умерених и субарктичких климатских зона

Бореалне шуме (тајге) – доминирају четинарске врсте дрвећа: бор, смрча, ариш, јела и кедар. Занимљиво је да се такве шуме у Европи и западном Сибиру састоје углавном од бора и смрче, док је у централном и источном Сибиру углавном заступљена врста ариш.

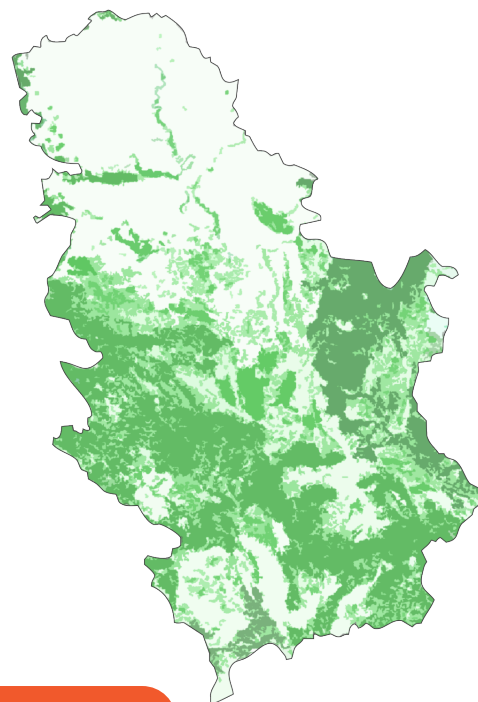
Подручје јужно од тајге заузима зона умерених **листопадних шума**. У њима доминирају разне врсте храста, граба и бреста. Таква стабла су обично позната као листопадно тврдо дрво (јер је њихово дрво релативно тврдо). Јужно од листопадних шума у источној Европи и централној Азији почиње пашњак (који се назива и „степа“), а прелазна зона се назива шума-степа.

Шуме Србије

По прелиминарним подацима Друге националне инвентуре шума⁴, шумовитост у Републици Србији износи 39,3%. Најмања шумовитост је у Војводини, око 8%. Идентификовано је да, услед климатских промена, постоје рањивост и растући ризици за одрживост овог сектора, односно за виталност и продуктивност, али и опстанак шумских врста.

Поред наведеног треба имати у виду да су шуме комплексни екосистеми, који могу бити и индиректно угрожени услед утицаја климатских промена на неку другу компоненту система, односно на биодиверзитет ових области и друге компоненте климатског система (воде, земљиште итд.).

Шумарство је сектор који је у великој мери погођен климатским променама. Најзначајнији утицај на шуме у Србији имају суше, шумски пожари, али и штеточине и болести, који се јављају са смањењем виталности шума. Дуготрајни сушни периоди, заједно са екстремним догађајима (поплаве, јаки ветрови, касни мразеви итд.), нарушавају стабилност шумских екосистема. У протеклој деценији, која је најтоплија деценија глобално, али и у Србији, забележено је сушење и опадање виталности храстова у Војводини због дугих сушних периода, девастација шумских подручја услед ледолома у источној Србији и сушење смрче у четинарским подручјима након изражено топлих и сувих година.



Слика 2.3.3

Распрострањеност шума:
светлозеленом бојом су приказане
листопадне, а тамнозеленом четинарске
шуме

⁴ Pantić, D., Dees, M., Borota, D. (2020): Metodologija druge nacionalne inventure šuma Republike Srbije. Organizacija za hranu i poljoprivredu Ujedinjenih nacija, Rim, 185 p.

Сушење шума се доводи у везу са појавом екстремних догађаја, пре свега екстремних суша, као и ветролома, ледолома, пожара и напада штеточина (поткорњаци, губар, храстова стеница, лисни дефолијатори итд.) и болести. Масовнија појава губара забележена је 2004, као и 2013. и 2014. године. Током 2013. године, губар је био присутан на 175.000 ха, док је 2014. године та површина удвостручена (више од 340.000 ха). Интензивни пожари, посебно из 2007. и 2012. године, били су последица суша. У периоду 2003–2012. године, шумски пожари су захватили и начинили штету на 36.095 ха. Најчешћи месеци у којима је долазило до шумских пожара били су март, април, јул и август.

Када се говори о врстама дрвећа које ће највише бити изложене последицама климатских промена, храст лужњак се издваја као најосетљивији, јер је зависан и од подземних вода, које доживљавају општи пад у последњих неколико деценија. Просторна расподела храста китњака, цера, јеле, смрче и букве биће измењена пре краја 21. века. Црни и бели бор, као и храст медунац, који су већ присутни у сушним областима, биће најмање погођени променом климатских услова.

Слике 2.3.4

**Лист храста нападнут
храстовом стеницом**



Сушење смрче



Да ли климатске промене које се данас догађају утичу на шуме?

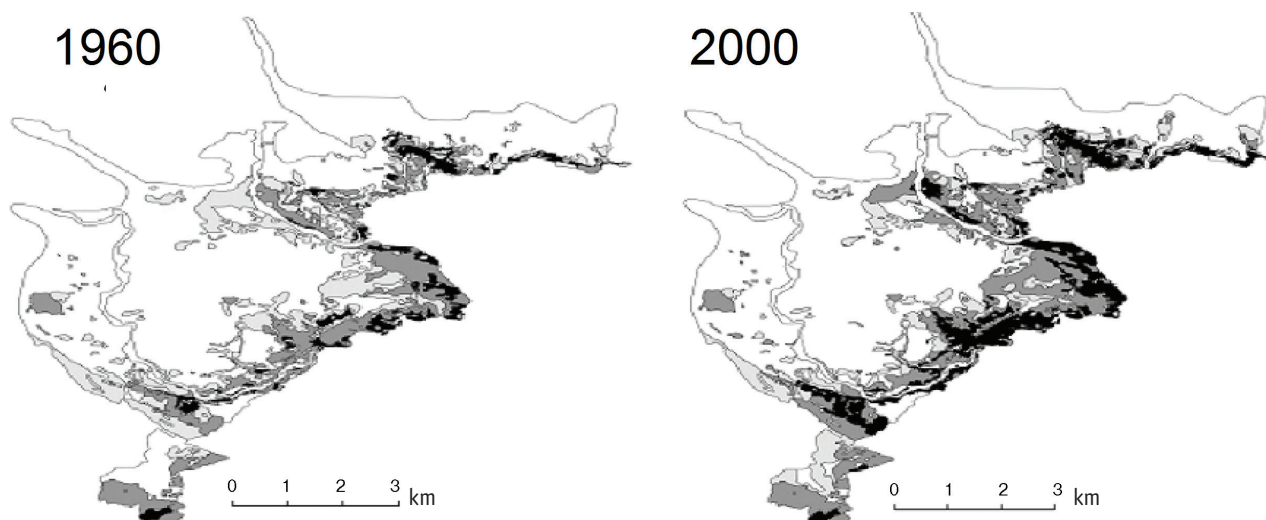
Да ли на шуме утиче глобално загревање, које се тренутно догађа? ДА, утиче!

Климатске промене имаће различит утицај на дрвеће и састав врста унутар шумских екосистема. Како се клима и даље мења, дрвеће ће морати да се прилагоди новим условима или да мигрира на погоднија станишта.

Промене повезане са глобалним загревањем посебно су видљиве на северној граници бореалних шума. У поларним пределима, дрвеће и грмље почиње да расте на већим надморским висинама и да потискује планинске тундре (сл. 2.3.5). Горња граница дрвећа ариша на планинским падинама поларног Урала (Русија) померила се 35–40 m навише у последњих 80–90 година, а у неким регионима и 50–80 m. Грмље сада расте и 50 m више на падинама планина Хибини на полуострву Кола (Русија), а интензиван раст грмља, нарочито врба, примећен је у зонама скандинавске тундре.

Слика 2.3.5

Промена вегетације на Поларном Уралу (Русија)



Дрвеће и грмље у планинским пределима Јужне Америке „беже“ од неподношљивих врућина у равницама крећући се уз обронке планина, где је ваздух хладнији, и омогућујући себи опстанак. У Андима, дрвеће се „помера“ уз планине у просеку 2,5–3,5 m сваке године. Ово је значајан подвиг за биљке, које се не могу активно кретати осим размножавањем. Климатске промене које се дешавају у Андима „приморавају“ дрвеће да помера границу распрострањења навише за 6 m годишње, како би опстало у повољним условима животне средине.

Од 38 биљних врста које научници прате врста *Scheffleris* се најбрже сели од свих: мигрира око 30 m навише сваке године. Смоква вероватно неће преживети у овим крајевима, јер се креће брзином од само 1,5 m годишње.

Климатски модели сугеришу да би више од 50% врста тропских биљака могло изумрети до 2100. године ако би се глобалне температуре повећале за 4 °C.

Извор: Часопис „Национална географија“

Јужна граница умерених шума такође се мења. Храстове шуме постепено нестају из шумско-степских и степских зона, углавном због летњих суша. Насупрот њима, око Бајкалског језера борове шуме напредују у степске екосистеме, због повећања падавина. Тако се јужна граница шума помера због промене количине влаге, а не због повећања температуре.

Подручја руских шума у којима доминира дрвеће мењала су се последњих деценија и научници верују да је то у великој мери последица глобалног загревања. На пример, површине храстових шума су се смањиле у јужним регионима, али су се повећале на северу, на граници између листопадних шума и северне тајге.

Шуме смрче (сл. 2.3.6) повукле су се у свим деловима Русије. Коренов систем смрче расте близу површине земље, што чини врсту осетљивом на повећање учесталости и трајања суша. Истовремено, многи региони Русије бележе пораст површина под брезовим шумама. Овај феномен је добро познат стручњацима у шумарству: након пожара или сече четинара, на њиховом месту се у почетку појављују брезе или друге листопадне врсте. После неког времена изникла би нова четинарска стабла, док би се бреза, топола и јова повукле. Међутим, претходних деценија није се догодила ова последња фаза: четинари нису у стању да заузму територију коју су заузеле брезове шуме.

Слика 2.3.6

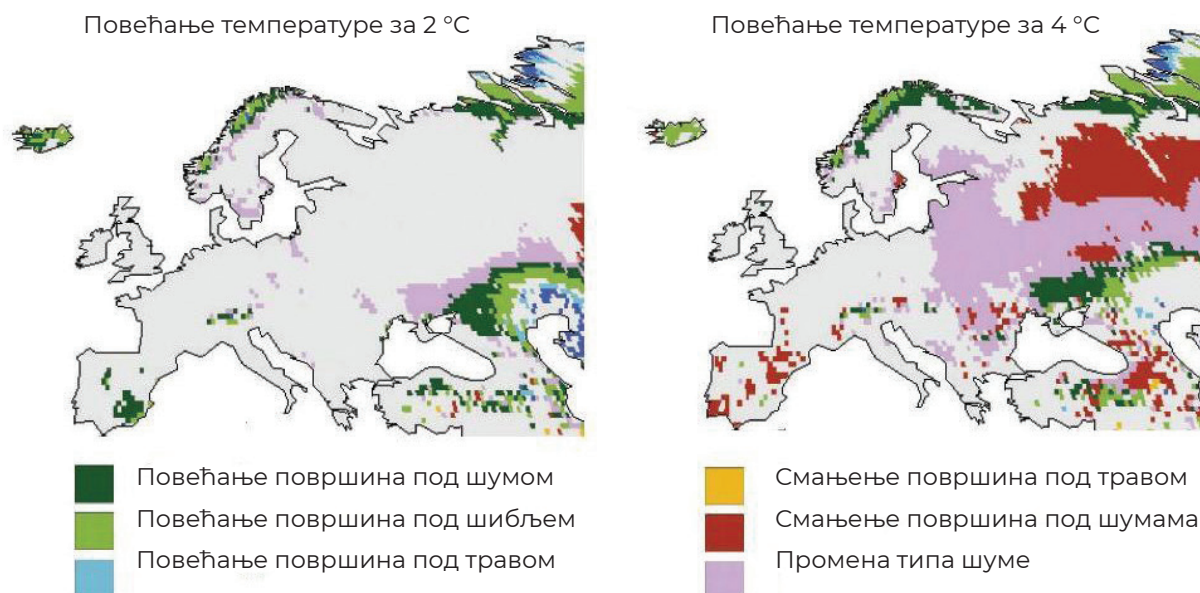
Шума смрче



Предвиђања су да ће шуме у северним деловима Евроазије и Северне Америке бити под већим утицајем глобалног загревања него шуме у другим деловима света, јер су њихове северне и јужне границе измештене. Пораст температуре за 2 °C условиће пораст површина под шумом у Европи, а нарочито због напредовања тајги према зонама тундри. Међутим, пораст температуре за 4 °C утицаће на повлачење јужне границе шуме ка северу и тај ефекат ће бити израженији од повлачења шуме ка северу, према зони тундри (сл. 2.3.7).

Слика 2.3.7

Прогнозе промене шумског покривача у Европи до 2100. године
уколико дође до раста температуре за 2 °C и 4 °C



Дефорестација узрокована климатским променама захватиће целу источну Европу и западни Сибир. Ово је забрињавајућа прогноза, која указује на могућност нестанка шума ако се оствари најгори сценарио глобалног загревања.

У Србији, у климатским условима који се предвиђају за средину 21. века, очекује се да ће се површине са погодним општим климатским условима за шуме врста јела, буква, смрча, бели и црни бор смањити просечно 15–30% у односу на услове у блиској прошлости. До краја века, у случају сценарија који предвиђа даљи пораст емисија гасова са ефектом стаклене баште, смањење површина са климатски повољним условима за шуме биће преко 70%, а могуће и преко 90%. Храст лужњак и друге хигрофилне врсте дрвећа биће угрожене услед смањивања расположивости подземних вода.

Очекује се да ће ризик од утицаја климатских промена бити најмањи у области западне и централне Србије, док се већа погођеност предвиђа у области јужне, југоисточне и источне Србије и у области Војводине. Важно је истаћи да су области са ниским степеном шумовитости изузетно погођене.



Слика 2.3.8

**Шумски
пожар**

Уништавање шума од пожара, непожељних врста и екстремних временских прилика

Друга велика претња шумама повезана са климатским променама јесу чести и велики пожари током летњег периода, као и непожељне врсте. Високе температуре и друге екстремне временске прилике углавном су у директној вези са нестанком шума.

Шумски пожари обично започињу ненамерном људском грешком. Они се могу задржати само у одређеним условима, када је неколико дана или недеља топло и суво време. Шумска стеља, која се састоји од увелог лишћа, борових иглица, поломљених гранчица, маховине, лишјајева и трава које расту на шумском тлу, постаје сува и лако запаљива подлога, па се пожар може брзо проширити на велике површине. Овако настаје приземни пожар.

Када се ватра шири у четинарским шумама, често допире до крошњи дрвећа. Борове иглице и гранчице јела и борова садрже велике количине смоластих супстанци, па ова стабла могу лако да се запале. Пожар крошње је најопаснији и најразорнији и може довести до потпуног губитка шумског подручја (сл. 2.3.8)!

Пожари наносе огромну штету шуми: велики број стабала пропада, раст се успорава, разноликост дрвећа у шуми постаје сиромашнија, што олакшава ширење непожељне врсте инсеката. Како се клима мења, опасност од шумских пожара је све већа, јер више температуре брже исушују дрвну масу. Такође, топли део године, током ког могу настати пожари, постаје све дужи.

Само током 2019. године, широм планете су буктали велики шумски пожари – у Аустралији, Амазонији и чак на Арктику.

Сезона шумских пожара у Аустралији 2019–2020. године, која је названа „Црно лето“, започела је с неколико озбиљних неконтролисаних пожара у јуну 2019. године. Током лета избило је на стотине пожара, углавном на југоистоку земље. До марта 2020. године у пожарима је изгорело 18,6 милиона хектара шуме, усмрћено је готово милијарду животиња, а неке угрожене врсте су доведене на руб истребљења. Заштитници животне средине верују да ће врстама које су успеле да преживе бити потребно неколико векова да поврате бројност која је била пре пожара. Пожари су до сада уништили трећину популације коале, због немогућности да се брзо склоне пред пожаром. Од јануара 2020. године, NASA је проценила да је емитовано око 306 милиона тона CO₂, за чију су апсорпцију потребне деценије, што додатно отежавају дуготрајне суше, које не дозвољавају шумама да се обнове.

А о пожарима у Амазонији? Сезона пожара у амазонским тропским шумама траје од јуна до новембра, са највећом просечном активношћу у септембру. У августу 2019. године дошло је до незаустављивог ширења пожара, а за кратко време је осмотрено преко 70.000 пожара. Процењен је губитак од преко 9.060 km² шума.

Током 2019. године шумски пожари су захватили чак и Арктик. Већина њих је избила на Аљасци и у Сибиру, док је пожар у Алберти (Канада) захватио површину дупло већу од читавог Београда! Ови пожари су директна последица климатских промена – температура у Сибиру је у јуну била за око 10 °C виша у односу на просек за тај месец, док је на Аљасци забележен други најтоплији јун откад се температура мери. Поред штете по шуме и ослобађања великих количина угљен-диоксида, јавио се и проблем пепела који је прекрио снег. Рефлексија (одбијање) светлости о бели снег је смањена услед присуства пепела, што је довело до његовог загревања и отапања.

Не тако давно, у септембру 2021. године, пожари су уништили више од 18,16 милиона хектара руских шума, постављајући апсолутни рекорд од када се прате шумски пожари помоћу сателита (од 2001. године). Претходни рекорд је постављен 2012. године, када су пожари захватили 18,11 милиона хектара шума.

Шумски пожари нису заобишли ни Србију, а у октобру 2019. године регистровано је више од 3.000 пожара. Поред Старе планине, на коју се проширио пожар започет у Бугарској, гореле су шуме и код Трговишта, Врања, Прокупља и Босилеграда. Узроци пожара нису познати, а њихово гашење, поред неприступачног терена, отежавале су и веома високе температуре. Наиме, октобар 2019. године је био најтоплији откад се врше мерења, а топлотни талас у већем делу земље трајао је од 12. до 28. октобра.

Интензивни пожари, посебно из 2007. и 2012. године, били су последица суша. У периоду 2003–2012. године, шумски пожари су захватили и начинили штету на 36.095 ha. Најчешћи месеци у којима је долазило до шумских пожара били су март, април, јул и август.

Остали екстремни временски догађаји – оркански ветрови и торнада – могу порушити стабла и нанети штету шумама једнако озбиљну као и суша (сл. 2.3.10). Обилне кише такође могу направити велику штету, јер доводе до испирања површинског слоја земљишта, док превелика количина воде може бити подједнако штетна за шуме као и њен недостатак. Велики снегови и лед исто тако штете дрвећу, а јак град оштећује кору стабала, слабећи дрво и узрокујући његово сушење.



Слика 2.3.9

Смрче након суше 2010. године

У јулу 2019. године, јак ветар, праћен грмљавином, пљуском и градом, погодио је Нови Сад и околину. Поред штете која је нанета градом, олуја је уништила саднице у расаднику које су биле намењене за пошумљавање у јесен 2019. године. Уништене су 50.202 саднице тополе и врбе, као и целокупна производња садница багрема (очекивани број од 300.000 комада).

Слика 2.3.10 Саднице уништене у олуји



Историја глацијације, тренутни научни докази и прогнозе показују да се шуме и други природни екосистеми могу прилагодити најразличитијим климатским условима. Ово прилагођавање углавном се односи на миграцију, односно на промене граница природних подручја и вегетационог типа. Током периода глацијације, шуме су преживеле само на релативно малом подручју, а велика пространства Евроазије била су прекривена тундром и тундра-степом. Кад је клима постајала топлија, шума је поново стекла статус доминантног вегетацијског типа. Међутим, глобално загревање данас се одвија пребрзо, претећи не постепеном, већ катастрофалном променом врста вегетације, путем великог исушивања шума са великим ризиком од шумских пожара.

Због тога је изузетно важно да се глобално загревање не доведе до крајности и да се ради на постепеној стабилизацији климатских промена на планети!

Како шуме утичу на климу?

Сада знамо како клима и климатске промене утичу на шуме, али тај однос важи и у другом смеру: шуме имају утицај на климу!

На пример, зелена шума мења рефлексију Сунчеве светлости на Земљиној површини, тако да утиче на количину топлоте коју Земља апсорбује. Разлика у температури између шумских подручја и подручја без шума посебно је уочљива током зиме. Сунчеви зраци се одбијају о површине без дрвећа и прекривене снегом, док тамни простори тајги (бореалних шума) одбијају мање и апсорбују више Сунчевог зрачења. Шума помаже да се задржи влага у тлу и утиче на испаравање, чинећи регионалну климу блажом и влажнијом.

Снежни покривач дуже остаје у шуми, чиме се смањују оштре промене температуре до којих долази у пролеће, као и ризик од пролећних речних поплава.

Оно што шуме чини посебно важним за климу јесте циклус угљеника. Угљен-диоксид који се ослобађа у атмосферу сагоревањем фосилних горива главни је узрок глобалног загревања које се данас догађа. Шуме играју виталну улогу у апсорпцији угљен-диоксида из атмосфере и задржавању угљеника у облику различитих органских супстанци.

Вероватно знате да зелене биљке апсорбују угљен-диоксид и стварају кисеоник. Овај процес се назива фотосинтеза, а покреће га енергија Сунчеве светлости. Шуме представљају густу концентрацију зелених биљака (дрвеће, грмље и трава) и обично се верује да су шуме кључне за обогаћивање атмосфере кисеоником. Често чујете појам „зелена плућа планете“, који се користи на ТВ-у и у новинама за описивање шума. Апсорпција угљен-диоксида и емисија кисеоника су две стране јединственог процеса фотосинтезе, па бисте помислили да шуме морају уклањати угљен-диоксид из атмосфере. Али то није тако једноставно.

Да бисмо разумели процес размене угљен-диоксида између шума и атмосфере, морамо разумети како шума складишти угљеник – елемент који се спаја са кисеоником да би формирао угљен-диоксид. Сва органска супстанца садржи угљеник. На пример, скоро половина тежине сувог дрвета је угљеник.

Понор или одвод угљеника јесте све што апсорбује више угљен-диоксида из атмосфере него што ослобађа, на пример, биљке, океан и тло. Насупрот томе, **извор угљеника** је све што ослобађа више угљен-диоксида у атмосферу него што апсорбује, на пример, сагоревање фосилних горива или вулканске ерупције⁵.

⁵ <https://www.clientearth.org/latest/news/what-is-a-carbon-sink/#:~:text=A%20carbon%20sink%20is%20anything,fossil%20fuels%20or%20volcanic%20eruptions>

Складишта/залихе угљеника укључују хватање, транспорт и складиштење емисија гасова са ефектом стаклене баште у слојевима угља, нафте и земног гаса дубоко испод површине Земље или на дну океана⁶.

Сваки део екосистема који садржи знатне количине органске материје јесте складиште угљеника, које научници називају и „резервоар угљеника“.

Складиште угљеника може да ради у два смера: узимање или ослобађање угљен-диоксида. У шумском екосистему постоје четири складишта угљеника:

1. као фитомаса (живе биљке),
2. као мртва дрвна грађа,
3. као опали биљни материјал (лишће и гране),
4. као органске материје у тлу.

У многим земљама постоји и пети, мањи резервоар угљеника, који се зове „пожњевени производи од дрвета“.

Фитомаса се састоји од живих биљака: дебла, грана, корена, лишћа, иглица четинара, грмља, траве, маховине (сл. 2.3.11). Стабљике дрвећа по правилу припадају већини фитомасе, а маховина је такође њен главни део у тајгама и мочварним боровим шумама.

Мртво дрво се састоји од мртвих стабала и корена. У недостатку светлости, мања стабла постепено вену и умиру, јер немају могућност да врше фотосинтезу. Ово је разлог због ког су младе шуме много гушће од старијих. Повећање количине мртвог дрвета у шуми се може дешавати и у разним другим ситуацијама: могу га проузроковати шумски пожари, суше, шумске непожељне врсте инсеката и загађење воде, ваздуха и земљишта. У шумама које су погођене на један или више ових начина, количина угљеника у мртвом дрвету може премашити фитомасу.

Опали биљни материјал се састоји од релативно малих делова органске материје који леже на тлу шуме (сл. 2.3.13). Састоји се углавном од сувог лишћа и борових иглица, ситних сувих гранчица, латица цвећа, шишарки и других делова који су опали са живих биљака. У листопадним шумама резерве угљеника у опалом биљном материјалу увећавају се током јесени због опадања листова, док су у четинарским шумама равномерне током свих годишњих доба.

Слика 2.3.11

Стабла су највећи део фитомасе



Слика 2.3.12

У мртвом дрвећу је ускладиштен угљеник



Слика 2.3.13

Складиште угљеника у опалом биљном материјалу се повећава током јесени



⁶<https://www.climatecouncil.org.au/resources/what-is-carbon-capture-and-storage/#:~:text=WHAT%20IS%20CCS%3F,gases%20back%20into%20the%20ground>

Органска материја у тлу садржи знатне количине угљеника. Тло је мешавина минерала и органске материје, углавном **хумуса**, супстанце тамне боје, која настаје постепеном разградњом биљних остатака (опали биљни делови, мртво дрво и мртво корење). Угљеник чини 58% састава хумуса, што је већи удео него у фитомаси. Што је тамније тло, то садржи више угљеника (сл. 2.3.14).

Угљеник депонован у производима од дрвета често се назива **базеном угљеника пожњевених производа од дрвета**. Неки производи од дрвета, као што су висококвалитетни намештај од дрвета и зграде са дрвеном конструкцијом, могу задржати угљеник дуже него да је дрво остављено у шуми. Производи од дрвета су важни за помоћ у складиштењу постојећег шумског угљеника, док проредна сеча помаже да се остави простор за раст заменског дрвећа.

У бореалним шумама (тајгама) залихе угљеника су распоређене по складиштима (резервоарима): фитомаса садржи 21% залиха угљеника, мртво дрво 4%, опали биљни материјал 3%, а 72% је у тлу. Дакле, у овим шумама угљеник се концентрише у земљишту. Ови удели су сасвим различити у тропским шумама, где жива и мртва органска материја чине 50% ускладиштеног угљеника.

Зашто је разлика толико велика? У бореалним шумама већину мртвих биљака разграђују гљивице и бактерије, а тај процес се одвија споро. Потребно је много деценија да би се велика стабла разградила. Због тога шума акумулира велике количине мртве органске материје – мрвог дрвета, опалог биљног материјала и хумуса у тлу.

У тропској шуми, животиње, посебно термити, конзумирају велики део отпадних вода и мрвог дрвета. Ово убрзава разградњу и смањује удео мртве органске материје у укупној количини угљеника у екосистему.

Слика 2.3.14

Уколико је земља тамнија, садржи више угљеника



Угљенични буџет

Сада када знамо све о буџету угљеника у шумском екосистему, хајде да видимо како су ови буџети повезани једни са другима и са атмосфером (сл. 2.3.15). Научници овај систем веза називају „**буџетом угљеника**“, јер је налик на финансијски буџет неке земље, компаније или породице, тј. све оно што долази (приходи) мора да се усклади са оним што излази (потрошња).

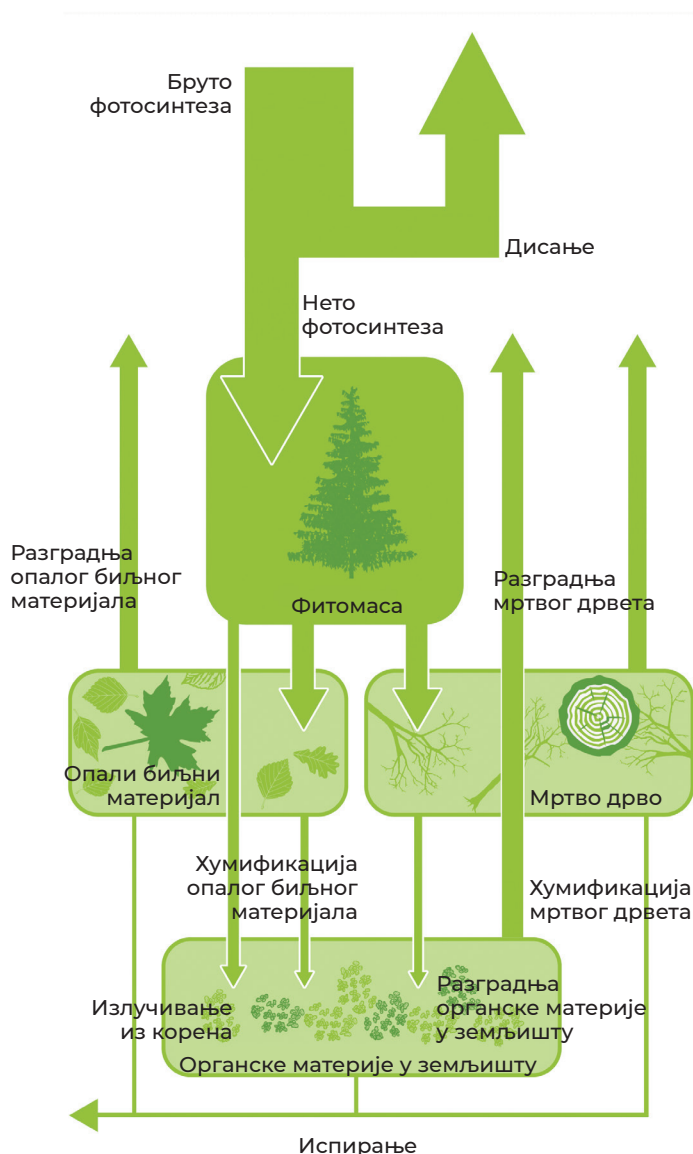
Једини „прилив“ угљеника у шумском екосистему је кроз фотосинтезу. Фотосинтеза је процес који се одвија у листовима биљака које чине фитомасу. Да би се фотосинтеза одвила, потребан је угљен-диоксид из ваздуха, вода, Сунчева светлост (видљиви део спектра Сунчевог зрачења) и хлорофил у листовима биљака. Резултат фотосинтезе је настанак кисеоника и органске материје, тј. шећера, које биљке користе за раст и развој. С друге стране, биљке такође дишу и током дисања користе органске материје које су настале у фотосинтези. Резултат дисања биљака је настанак енергије, воде и угљен-диоксида. Разлика у количини угљен-диоксида који се искористи у току фотосинтезе (на слици 2.3.15 обележено је са „укупна фотосинтеза“) и оног који настаје у процесу дисања је „нето фотосинтеза“, односно угљеник који остаје ускладиштен у фитомаси.

Разни организми који живе у шумама хране се биљкама: гусенице и други инсекти, који се хране листовима дрвећа; птице и глодари, који се хране воћем и семењем, и копитари, који једу траву и младе гране.

У тајги и у умереним шумама, велики део биљног света природно умире (када биљка потпуно одумре или кад отпадне лишће и гранчице), а затим је разлажу гљиве, бактерије, кишне глисте и други организми (сл. 2.3.16). На овај начин се повећава количина угљеника у резервоарима мртвог дрвета и опалог биљног материјала.

Слика 2.3.15

Угљенични буџет шумског екосистема



Када гљиве и бактерије дишу, угљеник из органске материје се везује са кисеоником и враћа у атмосферу као угљен-диоксид. Ово се дешава и када се мртво дрво и опали биљни материјал разграђују. Мањи део угљеника из ових резерви се претвара у хумус и доприноси повећању количине угљеника у тлу (овај процес се назива хумификација). Угљеник улази у тло и у облику органских материја које се излучују из корена живих биљака.

Органске материје у тлу такође разграђују гљивице и бактерије уз ослобађање угљен-диоксида у атмосферу. Део угљеника се испира подземним и/или површинским водама: вероватно сте видели како јесење лишће носе шумски потоци.

Шуме које садрже много старих стабала апсорбују једнаку количину угљен-диоксида из атмосфере колико и емитују. Резервоари угљеника у таквој шуми с временом постају стабилни, непромењиви.

Ово не значи да старе шуме не играју важну улогу у регулисању састава гасова у атмосфери. Поента је само у томе што се они више не апсорбују активно, већ су постали „власници“ ускладиштеног угљеника, тј. угљеника који више не може допринети ефекту стаклене баште.

Буџет угљеника младих, растућих шума разликује се од старих шума. Младе шуме прикупљају угљеник, складиште га и тако уклањају из атмосфере. Само младе шуме заслужују да се назову „зеленим плућима“ планете.

Слика 2.3.16

Гљиве у шумама разграђује мртво дрво и враћају угљеник у атмосферу



Разлике у утицају шума на атмосферу

Видели смо како младе и старе шуме другачије функционишу: младе, растуће шуме апсорбују угљен-диоксид из атмосфере и тако делимично могу да искористе овај гас који настаје током сагоревања угља, гаса и нафте. Старе шуме складиште огромне количине угљеника у везаном облику, спречавајући емитовање угљен-диоксида, који би допринео ефекту стаклене баште.

Дакле, ако желимо да искористимо шуму да ублажимо климатске промене, морамо:

- 1) посадити нове младе шуме, где раније није било шума;
- 2) водити рачуна о постојећим шумама.

У развијеним земљама (САД, земље Европске уније, Русија и друге) постоји много младих шума које упијају угљен-диоксид из атмосфере. Привреда у овим земљама је већ у потпуности формирана и шуме се више не уништавају за потребе индустрије. Последњих деценија многе земље (САД, Канада, државе Европске уније и друге) такође охрабрују власнике земљишта за садњу нових шума.

Како тајге (бореале шуме) и умерене шуме расту и апсорбују угљеник током више деценија, а понекад и стотинама година, угљеник се сада накопља захваљујући обнови шума у многим местима где је, услед индустријализације, шума редукована.

Обнова борове шуме дуж канадске обале Тихог океана је упечатљив пример тога (сл. 2.3.17). Почетком 20. века, ова територија је била покривена великом четинарском шумом дуглазије и кедра, од којих су неке биле високе и до 80–90 m. До средине 20. века, ове шуме су посечене, а џиновски пањеви оборених стабала пречника већег од два метра још увек су видљиви. Од тада су успостављени строги закони о животној средини у Канади, који су омогућили да се обнови шума у деловима где су посечене шуме.

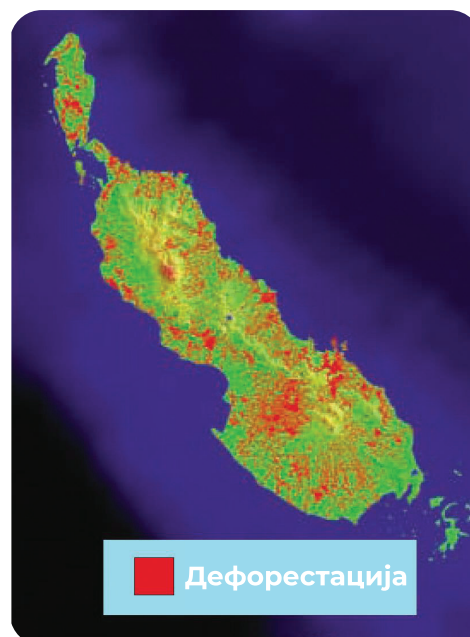
Слика 2.3.17

Џиновски пањеви у шуми западне Канаде (Британска Колумбија) доказ су интензивне сече дрвећа у првој половини 20. века



Слика 2.3.18

Губитак шуме на острву Бугенвил (Папуа Нова Гвинеја), 1972–2002. године



Ситуација је прилично другачија у земљама у развоју, нарочито у Јужној Америци, југоисточној Азији и Океанији. Становништво и привреда ових земаља убрзано се развијају, па је за пољопривреду, фабрике, градове и путеве увек потребно више земље. Ово земљиште углавном потиче од уништавања тропских шума, а нове шуме које би апсорбовале угљен-диоксид и утицале на климу региона се не саде. Фотографија снимљена у тропском делу Аргентине (сл. 2.3.19) приказује почетак уништавања шуме. Ово шумско земљиште је раније припадало војсци, али је предато на управљање и контролу локалној управи почетком 21. века. Локална самоуправа дала је дозволу за пољопривредни развој земљишта и почела је сеча дрвећа.

Крчење шума, **дефорестација**, убрзано се дешава у неким тропским регионима. Крчење шума у Папуи Новој Гвинеји је опсежно и дешава се по стопи од 1,4% тропске прашуме која се губи годишње. Незаконита сеча главни је узрок крчења шума, доприносећи 70-80% укупном извозу дрвне грађе. Између 1972. и 2002. године, ова земља је изгубила више од пет милиона хектара шума, што је ставља одмах иза Бразила и Индонезије међу тропским земљама (сл. 2.3.18). Као резултат тога, емисије гасова стаклене баште од крчења шума у Папуи Новој Гвинеји су се више него удвостручиле током овог 30-годишњег периода. Захваљујући напорима за очување прашума, темпо крчења шума је недавно успорен на просечних 0,5% годишње.

Због људских активности, око 10% целокупног угљен-диоксида који је до сада емитован у атмосферу потиче од уништавања тропских шума. Због важности и значаја шума у борби против климатских промена, спроводе се различити програми широм света који имају за циљ спречавање деградације шума. Један од програма који су успоставиле Уједињене нације је програм под називом Смањене емисије од крчења шума и деградације шума, познат као REDD+ (енг. Reducing emissions from deforestation and forest degradation; Знак „+“ означава додатне активности везане за шуме које штите климу, односно одрживо управљање шумама и очување и повећање залиха шумског угљеника), као корак ка глобалном систему за смањење емисија гасова стаклене баште узроковане крчењем шума у земљама у развоју. Истовремено се покрећу билатерални међународни пројекти за очување тропских шума, на пример, споразуми између Бразила и Норвешке, Аустралије и Индонезије. Неке земље у развоју, као што су Кина, Индија и Костарика, доносе сопствене програме за повећање површина под шумама. Све у свему, брзо отпуштање залиха угљеника уништавањем тропских шума и даље изазива велику забринутост.

Слика 2.3.19

Бивше шумско подручје у Аргентини (провинција Игуацу)



Нестанак тропских шума

Тропске прашуме спадају у најважније екосистеме на планети. Њихови екосистеми су најбогатији на свету у погледу разноликости врста. Тропске шуме су извор дрвета, хране и сировина за медицинске производе. Оне такође играју врло важну улогу у регулисању климе на Земљи. Нестанак тропских шума доводи до губитка плодног површинског слоја земљишта, губитка биолошке разноликости и поремећаја еколошке равнотеже на великим површинама планете.

Упркос свим напорима који су уложени до сада, тропске шуме и даље убрзано нестају, нарочито у Јужној Америци и Африци. Губици од 2005. до 2010. године износили су око 3,6 милиона хектара у Јужној Америци и 3,4 милиона хектара у Африци. Данас тропске прашуме покривају само 5% Земљине површине, у поређењу са 12% од пре сто година. Сваке године, подручје шума веће од читаве Енглеске (130.000 km²) или се посече или спали.

Охрабрује чињеница да је сеча шума опала, а нето шумски покривач се повећао од 2010. Владине иницијативе и међународни мораторијуми били су успешни у смањењу крчења шума у Амазонији између 2004. и 2015. године, док се поновни раст шума десио и у Европи, Евроазији и Северној Америци. Међутим, одржавање ниске стопе крчења шума је изазов, с обзиром на повећане стопе крчења шума у последње четири године у Амазонији и у другим деловима света.

Један од главних узрока крчења шума је претварање шума у пољопривредно земљиште, како би се прехранило растуће светско становништво. Прашуме се често замењују плантажама за производњу палминог уља, соје, какаоа, гуме и кафе, као и за узгој стоке. Неконтролисана експлоатација рудних богатстава још је једна претња тропским кишним шумама у Јужној Америци. Ово су све водећи узроци губитка тропских шума, које су дом врстама као што су јагуар, лењивац, орангутан, тукан и лемури.

Велико уништавање шуме може бити неповратно. Ако је сеча стабала ограничена на мало подручје, шума ће се поново оформити на том подручју за неколико година, али ако се посече велика површина, она се никад неће обновити: обилне кише ће спрати хранљиве састојке са површине земљишта, а високе температуре ће „спалити“ горњи слој земље, тако да на њему може расти само коров.



Шта се може учинити за очување шума? Пре свега, сиромашне земље са великим површинама тропске шуме (Перу, Еквадор и Индонезија) морају бити подстакнуте на друге економске активности, које не укључују уништавање шума. У супротном, уништавање стабала наставиће се ради рударства и производње хране.

Економски подстицаји и прописи могу помоћи да се смањи крчење шума и спречи њихов губитак. Бразил је имао поприличан успех у смањењу крчења шума у Амазонији крајем прве и почетком друге деценије 21. века. За смањење крчења шума заслужни су закони о животној средини, нови закон о шумама, побољшани надзор над илегалном сечом и спаљивањем, као и мораторијум на гајење соје у Амазонији. Међутим, од тада је дошло до великих скокова у крчењу шума у највећој прашуми на свету, због мањка органа за спровођење закона. Недавни успех Индонезије у успоравању крчења шума мораторијумом на експанзију палминог уља је крхак из истих разлога: економски подстицаји за крчење шума нису се нимало променили.

Еквадор је недавно од Уједињених нација затражио да обезбеде 3,6 милијарди америчких долара за очување 4.000 km² тропске шуме, али нису добили јасан одговор. Влада је тада пустила да се шума уништи, како би се земљиште могло користити за производњу нафте.

Како управљати билансом угљеника у шумама

Биланс угљеника шума зависи од многих фактора, од којих су најважнији људски утицај, катастрофе (шумски пожари, штеточине итд.) и климатске промене. Билансом угљеника шума може се управљати – ако се смањи крчење шума, оне ће апсорбовати више угљеника из атмосфере.

Један од пројеката који спроводи Светска фондација за природу (енг. WWF) на руском Далеком истоку има за циљ заустављање обимне сече кедрова и листопадних шума у сливу реке Бикин, где ће се дати право локалном становништву да секу дрвеће (сл. 2.3.20). Пројекат подстиче локално становништво да развијају традиционалне облике управљања шумама – сакупљање пињола, бобица, гљива, папрати и биља.

Такође је од виталног значаја да се смањи штета коју изазивају шумски пожари, а већину започињу људи који не угасе ватру после пикника, бацају цигарете на суво лишће или лишајеве, пале суву траву (сл. 2.3.21) итд., све што треба дефинисати као „неодговорно и несавесно понашање“. Сви смо упозорени да „шуму штитимо од пожара“, али упозорење добија нову хитност у светлу климатских промена. Ако можете да научите своје пријатеље да не спаљују траву и да пажљиво угасе ватру након породичног излета, ви ћете дати свој допринос у борби против климатских промена!

Слика 2.3.20

**Кедрова листопадна
шума у сливу реке Бикин**



Слика 2.3.21

**Сува трава коју су
људи запалили**



Уопштено говорећи, научници разликују прилагођавање за природне шуме и за шуме којима се управља. Адаптација за природне шуме обухвата мере очувања, заштите и рестаурације. У шумама којима се управља, опције прилагођавања укључују одрживо управљање шумама, диверзификацију и прилагођавање састава врста дрвећа ради изградње отпорности те управљање повећаним ризицима од непожељних врста, болести и пожара. Управљање шумама је одлична стратегија за суочавање са сушом, за смањење ризика од пожара и одржавање биодиверзитета пејзажа и руралних послова. Обнављање природних шума, исушених тресетишта и побољшање одрживости шума којима се управља повећава отпорност залиха и понора угљеника, тј. резервоара који упија више угљен-диоксида него што ослобађа.

Према Шестом извештају о процени Међувладиног панела Уједињених нација за климатске промене (енг. IPCC AR6) успешне стратегије прилагођавања шума у Европи и Русији укључују промену састава врста дрвећа како би се повећала отпорност шума. Диверзификација врста дрвећа и повећање подручја очувања смањују рањивост на непожељне врсте и патогене, јачају отпорност на природне поремећаје и могу повећати секвестрацију угљеника, биодиверзитет и квалитет воде. Активни приступи газдовању (одрживом управљању) могу ограничити утицај пожара на продуктивност шума. То укључује пошумљавање, управљање смањењем горива, прописано сагоревање, прелазак са четинара на листопадне и мање запаљиве врсте, обнављање мешовитих шума и агрошумарство.



ПИТАЊА

1

Шта су тајге или бореалне шуме?

2

Која врста дрвета је доминантна у источној сибирској тајги? Објасните зашто је доминантна.

3

Зашто се граница тајги померила више на простор тундри у последњим деценијама?

4

Ако температуре порасту за 4 °C пре краја овог века, како ће то утицати на шуме?

5

Како људске активности утичу на шуме?

6

Који су главни резервоари угљеника у шумском екосистему?

7

Какав је однос процеса фотосинтезе и дисања биљака?

8

Који организми разграђују мртве биљне остатке?

9

Могу ли старе шуме уклонити вишак угљен-диоксида из атмосфере?

10

Зашто тропске шуме губе залихе угљеника?

11

Које се врсте мера прилагођавања на климатске промене поменуте у овом и другим поглављима препоручују за решавање климатских утицаја на европске шуме?





ЗАДАЦИ



1

Задатак 1. Експеримент

Циљ: Открити која су стабла и грмље најосетљивији на пораст температуре.

Материјали: гране дрвећа (пре појаве лишћа), вазе са водом.

Опис: Експеримент се изводи неколико недеља пре почетка топљења снега у вашој регији. Одсеците неколико грана са различитих стабала и грмља (бреза, брест, врба, топола). Ставите гране у вазе са водом и редовно их посматрајте. Водите рачуна о томе како пупољци расту, када се отварају и како листови расту. Такође пратите развијање пупољака на дрвећу са којих су гране одсечене. Након што се лишће појави на дрвећу напољу, направите графикон да бисте одредили раст и величину пупољака и лишћа у затвореном и на отвореном. На овај начин ћете открити које су врсте осетљивије на топлије окружење (које од њих брже реагују на пораст температура).

2

Задатак 2. Експеримент

Циљ: Открити које врсте дрвећа садрже више угљеника.

Материјали: Комади разних врста дрвета (храст, смрека, бреза, јасен и др.), лењир, вага за мерење.

Експеримент. Измерите димензије сваког комада дрвета како бисте израчунали његову запремину (помножите дужину са ширином и са висином) и измерите масу. Масу дрвета поделите са израчунавом запремином, чиме ћете добити његову густину, односно информацију колику масу има комад дрвета чије су странице један центиметар. Које дрво има највећу густину?

Угљеник чини 50% дрвета, односно половину масе. Измерену масу поделите са два и добићете масу угљеника у свакој врсти дрвета која се користи у експерименту. На основу добијених резултата, одредите коју врсту је најбоље посадити како би се смањио ефекат стаклене баште и објасните зашто.

3

Задатак 3. Експеримент

Циљ: Упоредивање количине кисеоника и угљен-диоксида које биљке отпуштају на дневном светлу и у мраку.

Материјали: Две велике стаклене посуде са поклопцима, вода (око $\frac{2}{3}$ запремине тегле), изданци биљака крупних листова, већа крпа, шибице.

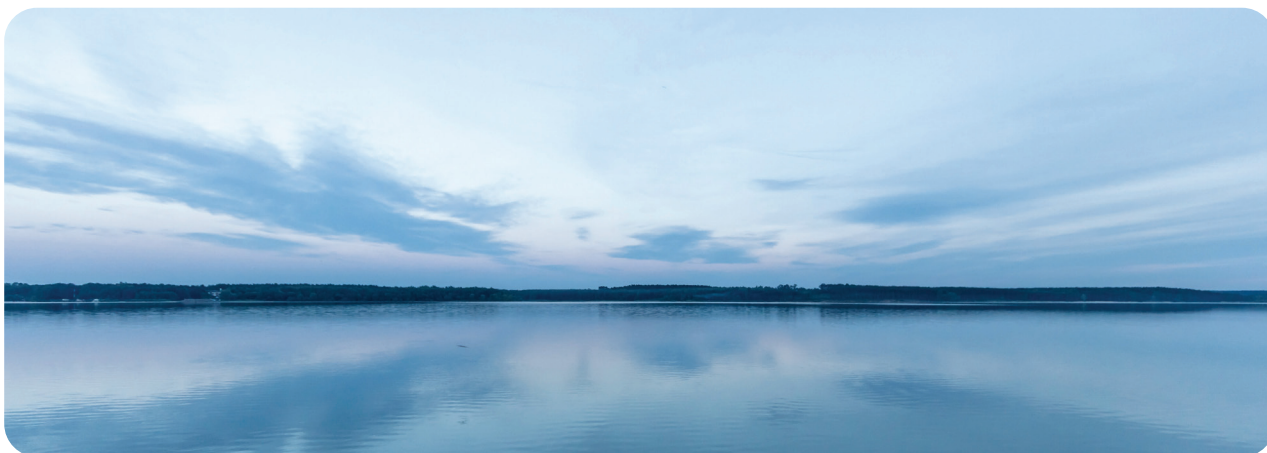
Опис: У посуде с водом ставите изданке биљке. Затворите тегле. Једну ставите на топло, осветљено место, а другу прекријте крпом која не пропушта светлост. Након 1-2 дана, уз помоћ шибице утврдите у којој посуди је више кисеоника. Одмах након уклањања поклопца, принесите запаљено дрвце шибице и посматрајте како се повећава јачина пламена при отварању тегле која је била на светлости, односно пригушује у случају тегле која је била у мраку. Закључак је да биљка ствара више кисеоника када је на дневном светлу, а више угљен-диоксида када је у мраку.



2.4 | Како климатске промене утичу на водне ресурсе

Вода у природи

Вода има посебно место међу огромним бројем хемијских једињења која се налазе на нашој планети – тече из славина, користимо је током припреме хране, испуњава реке, језера, мора и океане.



Вода може да постоји у три агрегатна стања: чврстом, течном и гасовитом. Када је температура ваздуха испод 0 °C, вода прелази у чврсто стање и постаје лед. Вода која тече из славине је у течном стању, док нпр. при припреми чаја можемо запазити пару – воду у гасовитом стању. Водена пара је саставни део атмосфере, а ситне капљице и ледени кристали чине облаке и маглу.

Слика 2.4.1

Ноктилуцентни облаци у Шведској

Ноћни облаци су посебно леп тип атмосферске формације. Налазе се на надморској висини 76–85 km изнад земљине површине и формирају се само од кристала леда, што одређује њихов фантастичан изглед. Ноктилуцентни (ноћни) облаци се могу видети само ноћу, на поларним географским ширинама, када су осветљени сунцем, које је већ зашло испод линије хоризонта.



Наука која проучава воду назива се хидрологија. Сматра се да су прва хидролошка истраживања вршили стари Египћани пре 5.000 година на реци Нил: мерили су висину сезонских поплава, обележавајући нивое воде стенама или степеницама које воде до реке.

Да нема воде на нашој планети, не би било ни живота: многе врсте биљака и животиња имају велики удео воде у саставу свог организма. На пример, људско тело садржи око 60% воде. Овај удео зависи од старосне доби: тело новорођенчета чини 86% воде, а старије особе – само 50%. Ово је разлог због кога је важно уносити довољну количину воде; човек може да живи без хране око месец дана, али само 3–10 дана без воде.

Вода на Земљи поприма многе облике који су у сталном кретању и заједно чине кружење воде. Водени циклус (слика 2.4.2) јесте процес којим вода циркулише између океана, атмосфере и копна, укључујући падавине у виду кише и снега, одводњавање у потоцима и рекама и враћање у атмосферу испаравањем и транспирацијом. На циклус воде утичу и климатски и неклиматски фактори.

Слика 2.4.2

Кружење воде, укључујући директне интервенције људи



Сва вода на Земљи коју човек користи или би је могао користити чини „водне ресурсе“. Укључује сву воду у рекама, језерима, каналима, вештачким језерима, морима и океанима, подземну воду, влагу у тлу, смрзнуту воду (лед) у планинским ледницима и поларним леденим капама, па чак и водену пару у атмосфери.

Више од 97% укупне количине воде на планети је у океанима и морима. Вода у океану је слана и није погодна за пиће. Мање од 1% укупне количине воде на планети је слатка вода у рекама, језерима, потоцима и другим површинским водним телима. То се не чини много, али постоји још једна велика резерва слатке воде: глечери и ледене капе Антарктика и Гренланда. Они чине 2% све воде на Земљи – скоро осам пута више од укупне количине воде у свим рекама и језерима.

Очување резерви свеже воде на планети један је од главних изазова за животну средину са којима смо данас суочени: без ових резерви човечанство не може да опстане!

Проблеми са недостатком воде су се погоршали због глобалних климатских промена и због све веће потребе за храном и хигијеном све бројније популације у свету. Од почетка 20. века светска популација је порасла са 1,6 на више од осам милијарди људи! Потрошња воде у већини земаља се повећала последњих деценија због брзог раста становништва, промене начина живота и развоја пољопривредне производње. Око 70% питке воде човек користи за наводњавање поља са биљним културама. Стручњаци Уједињених нација процењују да ће до 2050. године за производњу хране бити потребно скоро 90% светских ресурса питке воде.



Стручњаци Уједињених нација такође истичу да је прерасподела доступне питке воде неравномерна на континентима: у Азији живи 60% светске популације, али поседују само трећину водних ресурса у свету. Према подацима Светске здравствене организације, 2020. године, свакој четвртој особи недостајало је безбедне (исправне) воде за пиће у њеном дому а скоро половини светске популације недостајали су безбедни санитарни услови, од којих је већина у Африци.

У септембру 2015. године, Уједињене нације су усвојиле 17 циљева одрживог развоја, укључујући циљ 6: „До 2030. године постићи универзалан и једнак приступ безбедној и пијаћој води за све“.

Како климатске промене утичу на водне ресурсе?

Сви извори слатке воде на Земљи (реке, језера, мочваре, снег, глечери, подземне воде) у блиској су вези са климом. У одређеној мери, сви су они производ климе, иако, наравно, сви зависе од различитих компоненти природног света.

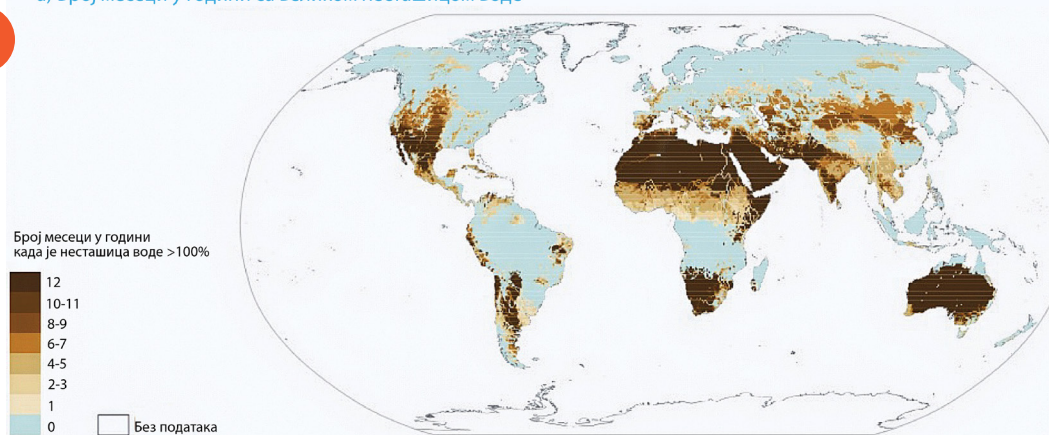
Већ знамо да ће повећање температуре у многим деловима света вероватно довести до повећања учесталости и обилности киша, које ће узроковати катастрофалне поплаве. У другим областима или појединим сезонама, напротив, очекује се смањење падавина, тако да ће се екстремне суше чешће дешавати. Нажалост, клима у регионима у којима је она већ сувише влажна постаће још влажнија, а суви региони, посебно региони у централним деловима континената, све ће више трпети последице суша.

Међувладин панел за климатске промене (IPCC) примећује да ће недостатак воде услед климатских промена посебно утицати на сушне регије света, највише на медитеранске земље, западне делове Сједињених Америчких Држава, јужну Африку и североисток Бразила. Научници дефинишу неусклађеност између потражње за слатком водом и њене доступности као – недостатак воде. Процењује се да око половине светске популације, или четири милијарде људи, живи у условима велике несташице воде најмање месец дана годишње (сл. 2.4.3). Скоро половина њих живи у Индији и Кини. Иако су региони са великим недостатком воде већ природно суви, људски утицај на климу смањује доступност воде у овим и многим другим регионима. При загревању од 2 °C, глобално, предвиђа се да ће 800 милиона до три милијарде људи искусити хроничну несташицу воде због суше, а до приближно четири милијарде при загревању од 4 °C, с обзиром на ефекте само климатских промена на данашње становништво.

а) Број месеци у години са великом несташицом воде

Слика 2.4.3

**Садашња
несташице
воде**



Напомена: Несташица воде је недостатак питке воде за задовољавање људских потреба за водом. Због тога, када говоримо о регионима са несташицом воде, обично указујемо на период када је недостатак воде већи од 100%.

Климатске промене ће такође битно утицати на глечере и снежни покривач. Метеоролошки сателити (сл. 2.4.4) показују да се површина под снегом на северној хемисфери знатно смањила у последњих 45 година. Најочитије смањење снежног покривача у планинским подручјима уочено је у западном делу Северне Америке и у швајцарским Алпима, углавном на малим висинама.

Слика 2.4.4

Метеоролошки сателит метеоролошко-сателитске службе Сједињених Америчких Држава

Метеоролошки сателити, које су пројектовали људи, прикупљају податке који се користе за прогнозу времена и праћење климе (нпр. осматрање метеоролошких елемената, кретање облака, олуја, промене на глечерима и др.). Поред метеоролошких, постоје и сателити који могу пренети ТВ сигнал, управљати навигационим системима возила и још много тога.



Промене у количини и циклусу падавина, топљење планинских глечера и општи пораст температура на планети доводе до промена у количини воде коју носе реке. Обично се речни ток мења из сезоне у сезону, али постоје одређени дугорочни обрасци. Климатске промене утичу на уобичајено понашање река. Резултат тога могу бити велике поплаве које угрожавају насеља уз реку или обрнуто, пресушивање корита. У умереним географским ширинама, трајање леда у рекама је измењено – вода се касније леди, а лед се раније отапа. Ове промене треба узети у обзир у економском планирању, јер реке играју огромну улогу у економији многих земаља. Оне се користе за превоз робе и путника, као извор хидроенергије, воде за пиће и за наводњавање.

Дренажни басен

Слив (дренажно подручје или басен) представља подручје копна са којег се све површинске и подземне воде уливају у једно одређено водно тело, укључујући његове различите притоке.

Слика 2.4.5

Амазон у Јужној Америци има највећи слив на свету,
од 7 милиона km²



Слика 2.4.6

Нил је најдужа река на свету



Земље које имају највеће залихе слатке воде су Бразил (Амазон, највећа река на свету, тече кроз његову територију), Русија и Канада. Међутим, расподела залиха слатке воде широм света је изузетно неуједначена. Око 700 милиона људи у 43 земље пати од недостатка воде. Чак и у земљама које имају довољно воде, попут Бразила или Русије, постоје подручја која већ доживљавају водени стрес и недостатак воде (сл. 2.4.9). Ова природна „неправда“ ће с временом бити све израженија због климатских промена: региони који већ трпе несташницу воде постаће још сушнији (сл. 2.4.3 и 2.4.8).

Слика 2.4.7

Бајкалско језеро у Сибиру је највећи резервоар слатке воде на планети



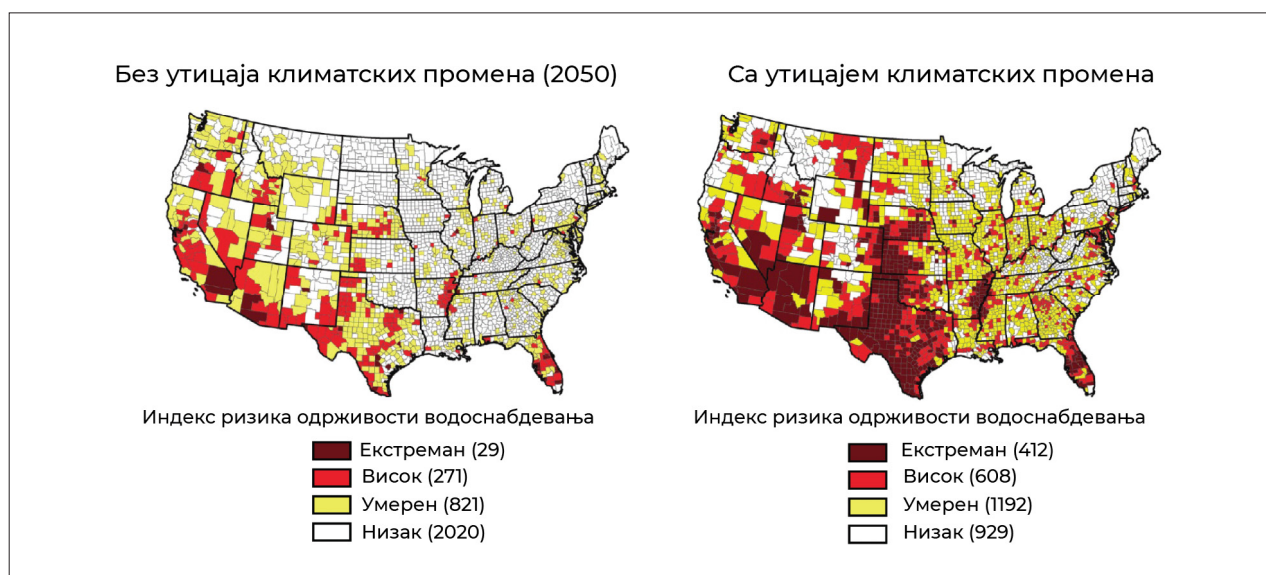
Водне ресурсе Србије највећим делом чине транзитне воде Дунава, Саве, Тисе и других река. Свега 9% водних ресурса чине домицилне воде водотока који највећим делом припадају сливу Дунава, односно црноморском сливу. Западни, југозападни и јужни делови Србије богатији су водом него северни, централни и источни. Поред просторне неравномерности, режими вода на рекама у Србији генерално се одликују сезонском неравномерношћу, са великим водама у пролеће и малим водама у касно лето, у јесен и на почетку зиме.

Потенцијални негативни утицаји климатских промена на сектор вода у Републици Србији могу се издвојити: повећање несташница воде; повећање интензитета суше и ширење подручја која су погођена сушом; продужено трајање малих вода у рекама; смањење малих вода на речним деоницама без узводних акумулација; директно и индиректно повећање проблема везаних за квалитет воде; интензивирање ерозије, бујица и поплава на малим рекама; пораст великих вода на великим рекама. Промене у годишњој расподели падавина и померање максималних вредности са јуна на средину пролећа повећава опасност од поклапања периода великих киша и отапања снегова, што повећава вероватноћу да дође до поплаве.



Слика 2.4.8

Предвиђени пад водоснабдевања у окрузима Сједињених Америчких Држава: (а) без ефекта климатских промена и (б) са пројектованим ефектима климатских промена



Слика 2.4.9

Недостатак воде је већ проблем на југу Русије



Може ли се смањити ризик и омогућити прилагођавање?

Донедавно, одговорни за управљање водама нису били приморани да, услед климатских промена, преиспитају читав систем управљања водним ресурсима. Ако се на време не предузму одговарајуће мере, штета настала од наглих и јаких суша, поплава или смањења ресурса слатке воде може бити огромна. Научници примећују да прилагођавање ризицима и утицајима везаним за воду чини већину свих документованих адаптација широм света и предлажу низ мера.

Најпре је потребно стално побољшање прецизности временске прогнозе. Ово ће помоћи да се унапред предвиди вероватноћа настанка тешких временских појава, било да је јака киша или екстремна суша.

Друго, постоје многа технолошка и инжењерска решења која могу умањити ризик по људе и инфраструктуру, од изградње нових брана и акумулација уз реке, како би се регулисао њихов проток, до стварања структура дуж обала река, како би се заједнице које живе тамо заштитиле од јаких поплава.

Треће, мораћемо да променимо понашање потрошача како би се смањила потрошња воде. То се, на пример, може учинити коришћењем кишнице или двоструком употребом исте воде за различите потребе. Посебна постројења за десалинизацију, која претварају слану у слатку воду такође ће помоћи (сл. 2.4.10). Пре свега, морамо имати на уму да ефикасно користимо воду.

Слика 2.4.10

Постројење за десалинизацију морске воде у Уједињеним Арапским Емиратима



Четврто, можемо шире применити решења заснована на природи (енг. *nature-based solutions*) да бисмо се прилагодили оскудици воде која је резултат климатских промена. Таква решења се ослањају на природне процесе, како би се побољшала доступност воде и квалитет воде и смањили ризици повезани са катастрофама које се односе на воду. На тај начин истовремено доприносимо биодиверзитету. Примери укључују коришћење природних или полуприродних система као што су мочваре и здрави слатководни екосистеми за снабдевање чистом водом, регулисање поплава, побољшање квалитета воде и контролу ерозије. Градови попут Њујорка и Копенхагена су интегрисали велике инвестиционе планове који садрже решења заснована на природи у урбано планирање, са циљем суочавања са екстремним падавинама и њиховим великим утицајем. Ово је растући тренд: сваки трећи град користи решења заснована на природи (енг. *Nature based solutions*) за решавање климатских опасности у вези са водом, према бази података пројекта за откривање угљеника (енг. *Carbon Disclosure Project database*).

Искориштавање домородачког и локалног знања: како су се стари Индијанци Латинске Америке прилагођавали променљивој клими

Староседеоци Средње и Јужне Америке живели су углавном од усева које су узгајали око својих насеља. У планинским регионима, где су многа индијанска племена била концентрисана, производња хране била је ограничена због неравномерне расподеле водених ресурса. Током кишне сезоне није недостајало воде, али шта су ови древни народи радили током сушне сезоне?

Главни извор воде у сушној сезони биле су реке које теку од планинских глечера. Међутим, оне су задовољавале потребе становника насеља у долинама река. Древна индијска племена су осмислила читав низ технологија и изума како би се осигурало целогодишње снабдевање водом у планинама.

Индијанци су научили да прикупљају, филтрирају и складиште кишницу, граде површинске и подземне канале за наводњавање и изумели су уређаје за мерење количине воде у складишту. Чак су повезали речне басене Тихог и Атлантског океана. Они су се такође ослањали на искуствено знање о клими на местима где су живели и о појединим природним показатељима, помоћу којих су могли наслутити када наступа кишна или сушна сезона, чему су прилагођавали своје активности као што су сетва и жетва усева.

Аутохтони народи Америке користили су своју инжењерску вештину за равнање корита реке и изградњу мостова – висећих мостова и мостова са носачима изнад корита реке. Користили су и водоводне цеви за свакодневну употребу и за верске церемоније. Свештеници цивилизације Ћавин спроводили су воду кроз цеви унутар својих храмова, како би добили звук попут урлика јагуара, кога су сматрали светом животињом.

Вода је такође коришћена за сечење камених блокова који су се користили у грађевинарству. У камену су прављени канали, а затим се унутар њих вода ледила и стварала све веће пукотине, чиме су се добијали правилни облици погодни за грађење.

Тако су Индијанци Средње и Јужне Америке, који су живели на територији која се простирала од садашњих граница Мексика на северу до Чилеа и Аргентине на југу, били пионири у коришћењу различитих технологија које се могу користити за прилагођавање неповољним климатским условима.



Слика 2.4.11

Систем сакупљања воде у регионима Наска (јужна обала Перуа) за подземне аквадукте и дистрибуцију подземних вода



ПИТАЊА

1

Како називамо науку о водама?

2

Која земља има највећу залиху слатке воде на свету?

3

На које ће регионе света нарочито утицати несташница воде и зашто?

4

Која је вама најближа река? Пронађите је на приложеној мапи и утврдите ком сливу припадају.

5

Наведите најмање три мере прилагођавања које помажу да се смањи ризик од климатских промена на водне ресурсе.





ЗАДАТАК

Пронађите Амазон на карти света. Помоћу канапа и мере на карти измерите дужину и површину слива Амазона и упоредите са највећом реком у нашој земљи.



2.5

Како климатске промене утичу на пољопривреду

Могло би се помислити да ће климатске промене утицати позитивно на пољопривреду северних земаља. Међутим, топлија клима није нужно и боља. Уколико буде топлије у регионима у којима је раније било хладно за узгој пшенице, постаће и топлије у регионима у којима је већ постојала идеална клима за пољопривреду, а више топлоте значи и веће захтеве за водом. Тако ће бити много теже (или немогуће) узгајати усеве на површинама где се вековима узгајају и где су се формирале специфичне пољопривредне традиције.



Дакле, услови за пољопривреду ће на неким местима постати бољи, а на другима лошији, а у овој фази је врло тешко предвидети коначни исход таквог „глобалног потреса“ за разне земље.

Важно је запамтити да клима није једини природни фактор који утиче на пољопривреду.

На пример, једна од главних житарица у Северној Америци, Европи и Сибиру је озима пшеница. Глобално загревање значи да ће се зона са идеалним климатским условима за њено гајење преселити на север. Тло у овим новим регионима није тако добро као у регионима у којима се данас узгаја озима пшеница. Побољшање квалитета тла у севернијим регионима захтева много посла и биће веома скупо.

Пшеница озима се не сеје у пролеће као пшеница јара, већ у касно лето и рану јесен, тако да семе има довољно времена да проклија и да се укорени до доласка зиме и снега. Пшеница наставља свој раст на пролеће и сазрева пре усева који су посејани у пролеће.



Пораст температуре и промена режима падавина током последњих деценија утицали су на пољопривреду у Србији, и на количину и на квалитет биљне и животињске производње. Рана цветања, праћена касним пролећним мразом, сушама, екстремно високим температурама, градом, јаким кишама и поплавама, негативно утичу на приносе усева, али такође могу проузроковати физичку штету на плоду или другим деловима биљке. Процењује се да највећу штету и губитке српској пољопривреди наноси суша. Током периода 2000–2017. било је седам сушних година у просеку за територију Србије, док је у периоду 1950–2000. године било само три. На локалном нивоу, суше могу бити чешће, дуже и са већим последицама.

Климатске промене утичу на производњу воћа и поврћа. Коштуњаво воће, посебно трешње, захтевају хладне сате да би донеле плод. Ако је мало хладних ноћи, мања је вероватноћа да ће дрвеће постићи успешно опрашивање и даће мање плодова. Неуобичајено хладно време у неким периодима може бити једнако неповољно. Године 2023, „држава брескве“, Џорџија у САД, изгубила је више од 90% годишњег рода брескве након ненормално топлог времена током зиме, праћеног смрзавањем у касној сезони.

Земље са умереном и оштријом климом, попут Канаде и Русије, могле би се суочити са другим изазовом у виду појачане конкуренције између шумарства и пољопривреде. Климатске промене ће омогућити да се земљиште које сада заузимају шуме преусмери на пољопривреду, што би могло убрзати сечу шума. Чак и у подручјима где су услови за пољопривреду ограничени (на крајњем северу пољопривредне зоне), добит са једног хектара земље под усевом и даље је већа од добити хектара шумског земљишта. Промена намене земљишта из шумског у пољопривредно захтеваће бројне анализе и процене оправданости.

Пољопривреда свих крајева света мораће да се прилагоди новим климатским условима. Стручњаци Међународне организације за храну и пољопривреду верују да ће приноси усева у многим деловима света опасти након 2030. због климатских промена. Прогнозе говоре да ће се најозбиљније последице десити у тропским регионима, где се очекује даље смањење падавина.

Све већа појава суша, поплава и колебање падавина у подсахарској Африци учиниће снабдевање храном тамошњег локалног становништва једним од главних изазова у наредним деценијама. Стручњаци Светске банке рачунају да ће повећање просечних глобалних температура за 1,5–2 °C и смањење падавина довести до смањења количине обрадивог земљишта за 40–80% у усеву кукуруза, проса и сирка у супсахарској Африци до 2030–2040. године.

У Мексику, суша смањује количину земљишта погодног за узгој кукуруза, што је главна пољопривредна култура те земље.

Житарице су веома важна група биљака, јер дају жито, које је основна храна људи, као и сировину за многе индустрије и храну за пољопривредне животиње. Житарице укључују пшеницу, раж, пиринач, овас, јечам, кукуруз, сирак, просо, хељду и многе друге.



Главна врста житарица у југоисточној Азији је пиринач, који се углавном узгаја у делтама великих река. Како ниво воде у океану расте, услед последица климатских промена, низијски делови постају слани, што може довести до губитка усева. Региони Вијетнама у делти Меконг, који је један од светских центара за узгој пиринча, посебно су погођени порастом нивоа мора. Чак и пораст нивоа океана за 30 cm може смањити усеве пиринча за 11%.



Збирно, пољопривреди прете различити утицаји климатских промена као што су пораст температуре ваздуха, промена образаца падавина, пораст нивоа мора (који утичу на приобалне низије) и честе суше и поплаве, посебно у областима које су склоне природним катастрофама. Те промене имају велики утицај на пољопривреду, а доступност хране постаје све озбиљнији проблем.

Концепт безбедне хране изискује да људи у сваком тренутку морају имати приступ хранљивој, укусној и незагађеној храни како би себи обезбедили активан и здрав стил живота.

Организација за храну и пољопривреду (енг. FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations) проценила је да се од 2021. године 2,3 милијарде људи, или 28% светске популације, суочило са небезбедношћу хране, погоршаном последицама пандемије коронавируса. Индија, Пакистан и Афрички рог посебно су погођени због губитака услед екстремних временских прилика. Екстремне врућине у Индији и Пакистану довеле су до пада приноса, што је, у комбинацији са забраном извоза пшенице и ограничењима на извоз пиринча од стране Индије, представљало претњу за међународна тржишта хране и земље које су већ



погођене несташицом хране. Монсунске кише довеле су до невиђених поплава у Пакистану, са порастом болести које се преносе водом, које су се прошириле у најугроженијим регионима и регионима који нису са безбедном храном. У Етиопији, Кенији и Сомалији процењено је да се 22,5–23,4 милиона људи суочило са кризом хране или небезбедношћу хране, због суше и других фактора. Велики резони у помоћи у храни погодили су 75% укупне избегличке популације.

Треба имати на уму да је пољопривреда главни извор прихода за трећину свих људи на свету. У неким земљама Азије и Африке више од половине становништва бави се пољопривредом. Климатске промене не само да смањују обим производње хране већ утичу и на приходе од пољопривреде. Овај се ланац може наставити: висока температура и недостатак воде доводе до неодговарајућег складиштења хране и њене припреме у недовољно хигијенским условима, чиме она постаје опасна по здравље људи.

Ни северне земље не могу очекивати да ће климатске промене донети корист за пољопривреду без икаквих последица, а они који живе у умереној или хладнијој клими тешко могу очекивати да ће у скорој будућности узгајати поморанце у дворишту. Изузетно је важно развити „паметне“ стратегије које ће помоћи пољопривреди и људима који раде у овом сектору да се прилагоде могућим утицајима (и позитивним и негативним) климатских промена и избегну велике губитке.

Која су најбоља средства за адаптацију у пољопривреди? Већина приступа прилагођавања у пољопривреди ослања се на ефикасно коришћење водних ресурса и фокусира се првенствено на повећање ефикасности система за наводњавање. Ово укључује коришћење капљичног наводњавања, проширење наводњаваних површина, сакупљање и коришћење кишнице за наводњавање, прилагођавање времена наводњавања и прелазак са кишне на наводњавану пољопривреду.

Друге опције прилагођавања које се односе на водне ресурсе укључују обнављање слива река и интегрисани приступ управљању водама. Опције специфичне за пољопривреду укључују промовисање одрживе пољопривреде и агрошумарства, диверзификацију биљака и стоке, промену образаца усева и система усева садњом биљака отпорних на топлоту и сушу, и промене у пољопривредним праксама, као што је садња дрвећа дуж ивица поља да служи као ветрозаштита, постављање противградних мрежа и изградња више пластеника. Научници нас упозоравају да наводњавање усева, прилагођавање времена садње и промена образаца усева и система могу све више достићи границе прилагођавања како се крећемо изнад 1,5 °C и 2 °C током глобалног загревања. Ово се посебно односи на Африку, где прилагођавање постаје много мање ефективно са повећањем од 1,5 °C.

Слика 2.5.1

Паметни системи за наводњавање су усмерење за очување воде и прилагођавање климатским променама





ПИТАЊА

1

Која је разлика између пшенице јаре и озиме? Коју је боље садити у вашем окружењу и зашто?

2

Које житарице расту у вашем окружењу? Прете ли им климатске промене?

3

Зашто пораст нивоа мора представља претњу за производњу пиринча у југоисточној Азији?

4

Шта је безбедност хране? Објасните то примером.

5

Колики се проценат људи широм света бави пољопривредом?

6

Које се врсте мера прилагођавања – поменуте у овом поглављу и другим – препоручују за решавање климатских утицаја на пољопривреду? Како се ове мере односе на водне ресурсе?





ЗАДАТАК

Уз помоћ свог наставника географије направите листу главних култура које се узгајају у вашем крају.

Пронађите информације о њиховом приносу последњих година. Да ли се он повећава или смањује? Да ли је у том периоду било лоших жетви и чиме су оне проузроковане?

Размислите како климатске промене могу утицати на принос ових и других усева у вашем крају. Могу ли нови климатски услови омогућити узгој других усева?



2.6

Како климатске промене утичу на приобалне регионе



Тренутно, око 40% светске популације живи у кругу од 100 km од обале. Многи највећи светски градови, луке и туристичке зоне налазе се на морским обалама или близу њих, и остварују више од 70% укупног светског бруто домаћег производа.

Приобална подручја су уско повезана са регионима који се налазе дубоко у копну. Дакле, утицаји на обалске зоне имају озбиљно дејство на економију и услове живота, чак и на местима која су далеко од њих. Обалске зоне су веома осетљиве на ефекте климатских промена. Главна претња им је пораст нивоа мора, интензивније олује, које узрокују поплаве и ерозије обале, и повећање учесталости других екстремних временских појава.

Раст нивоа светског океана

Више од 100 година, ниво светског океана непрестано расте, углавном као резултат глобалних климатских промена. Порастао је за 15–25 cm, у просеку 1-2 mm годишње, између 1901. и 2018. године. То можда не изгледа много, али представља стварну опасност за земље у којима ниво копна није много изнад нивоа мора (или је чак испод њега).

Међувладин панел за климатске промене наводи да је пораст нивоа светског океана од средине 19. века бржи од просека у претходних 2.000 година. Од 1901. године ниво мора расте све већом брзином. Просечна стопа пораста нивоа мора била је 15–25 cm, или 1–23 mm годишње, између 1901. и 2018. године, да би се у деценији 2013–2022. повећала на 4,62 mm годишње.

Климатске промене изазване активностима људи углавном су разлог пораста нивоа мора, а узроци су:

1. Термичко ширење воде – како се температуре повећавају, вода се шири и заузима више простора.
2. Топљење глечера на Гренланду и Антарктику, услед чега се повећава укупна количина воде у светском океану.

Научници за предвиђање климатских промена користе напредне физичко-математичке моделе, који узимају у обзир комплексност процеса климатског система и интеракција његових компоненти. Симулацијама будућих промена климатског система добијају се, поред атмосферских вредности, и вредности везане за океане и мора. Коришћењем резултата више различитих климатских модела одређује се вредност највероватнијих будућих промена, као и распон могућих вредности. Једна од најзанимљивијих информација која се добија јесте колико ће центиметара порасти ниво мора у будућности због промене климатских услова. У поређењу са периодом 1995–2014, ниво светског океана порашће између 15 cm и 29 cm до 2050. и између 28 cm и 1,01 m до 2100. Током наредних 2.000 година, ниво светског океана порашће за око 2-3 m ако дође до ограничавања загревања на 1,5 °C односно 2–6 m ако је ограничење на 2 °C.

Очекивани пораст нивоа мора до краја овог века представља озбиљну претњу за обална подручја, људе који тамо живе, обалску инфраструктуру и обалне екосистеме, посебно мала корална острва и ниско лежећу пацифичку обалу југоисточне Азије. Пораст ће бити неуједначен и очекује се да ће бити много већи у тропима, где би у 22. веку могли да се виде успони од једног до три метра, након чега ће уследити повећање од пет до 10 метара у наредном веку у односу на тренутне нивое.

Високи пораст броја становника и урбанизација у ниским обалним зонама биће главни покретач ризика који проистичу из пораста нивоа мора у наредним деценијама. До 2030. године, 108–116 милиона људи биће изложено порасту нивоа мора у Африци (у поређењу са 54 милиона у 2000. години), односно 190–245 милиона људи до 2060. (средња поузданост). До 2050. године, више од милијарду људи који се налазе у нижим градовима и насељима биће изложено ризику од климатских опасности специфичних за обалу.

Холандија се припрема за климатски шок

Холандија је низијска држава, а велики део копнених површина у овој малој, али високоиндустријализованој земљи добијен је исушивањем приморских региона.

Холанђани већ много векова развијају технологију за уклањање воде из мочварних низија. Иновативни холандски инжењери одавно су постали свесни претње коју представља пораст нивоа мора и зато су побољшали дизајн хидрауличних конструкција које су способне да обуздају напредовање мора.

Слика 2.6.1

Воденице се користе за испумпавање воде из језера



Слика 2.6.2

Брана Афслаутдајк (Холандија) највећа је у Европи



Хоће ли море прогутати приморске регије?

Обалске равнице биће поплављене као резултат пораста нивоа мора. Обалу ће постепено прогутати море, а доступност слатке воде биће угрожена. То су озбиљне претње за густо насељене приморске земље као што су Бангладеш, Нигерија и Индонезија. Неколико већих градова су у опасности од раста нивоа мора, укључујући Шангај, Бангкок, Мумбај, Џакарту, Буенос Ајрес, Рио де Жанеиро, Мајами и Њу Орлеанс.

Пораст нивоа мора за један метар преплавиће до 15% обрадиве земље у Египту и 14% у Бангладешу, присиљавајући милионе људи да се преселе. Слана морска вода може продрети до подземне воде, која је главни извор пијаће воде у многим деловима света. Прогнозе сугеришу да ће чак и пораст нивоа мора од 0,5 m довести до поплаве од око 40.000 km² плодних равница у Кини. Низије и доњи токови главних река (Хуангхе, Јангцекјанг и друге) биће посебно рањиви. Просечна густина насељености дуж таквих река у Кини понекад је чак 800 људи по квадратном километру.

У многим малим острвским државама (енг. SIDS - Small Island Developing States) копно је на само неколико десетина центиметара изнад нивоа мора. Ова острва би у потпуности могао прекрити растући океан, а њихови становници би били принуђени да траже уточиште у другим земљама.

Слика 2.6.3

Прогнозе за обале које ће бити поплављене уколико ниво мора порасте за пет метара



Упозорење за олују

Олује су у последње време све чешће у приобалним подручјима и на мору. Екстремни олујни ветрови, било у близини обале или на отвореном мору, узрокују олујне плиме – нагли пораст водостаја у водним телима која су полуотворена према мору (заливи, ушћа река у море). Олујне плиме често су праћене екстремним падавинама и поплавама, што је претња по кретање бродова, нафтне и гасне платформе и приморски туризам, али и за саму обалу, јер доводе до ерозије.

Слика 2.6.4

Невреме је учестало у приобалним подручјима



Трагедија на Филипинима

У новембру 2013. године, Филипини су претрпели катастрофу која се по обиму може упоредити са трагедијом у Јапану две године раније, кад их је погодио џиновски талас цунами, изазван подводним потресом у Тихом океану. Филипини су архипелаг који често погађају тајфуни који долазе из Тихог океана: у таквим случајевима Филипини ефикасно штите азијски континент, као што је био случај 2013. године.

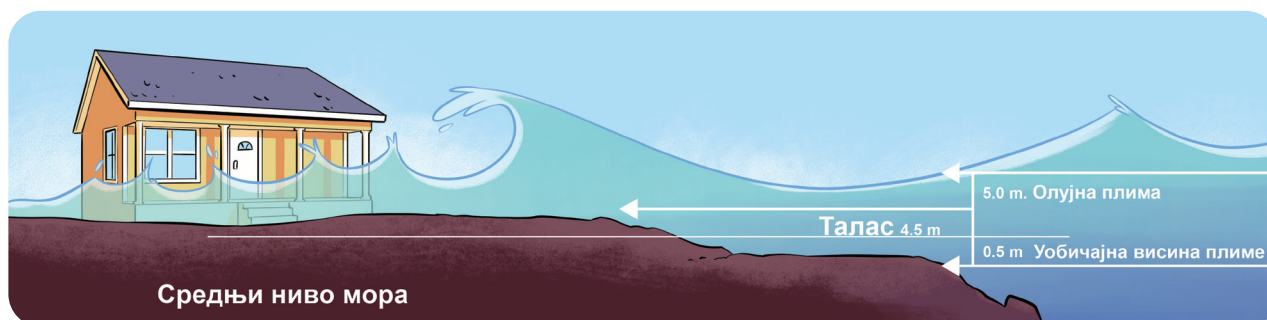


Филипине је прво погодио тропски циклон Хаијан (на Филипинима назван и Јоланда), који је усмртио 6.300 људи; затим је уследила друга олуја, која је добила име Зораида. Власти у Филипинима наводе да је катастрофа погодила скоро седам милиона људи (невреме је потпуно уништило 21.200 домова и оштетило додатних 20.000).

Велику штету у подручјима где нису постојале бране направила је олуја у новембру 2013. године, која је достигала висину и до пет метара.

Слика 2.6.5

Ефекат олујне плиме



Ерозија и разарање обале

Ерозија и разарање обале још је једна последица пораста нивоа мора (сл. 2.6.6–2.6.9). Ерозија је посебно озбиљан проблем дуж арктичке обале, која је раније била заштићена ледом, али сада се обала убрзано нарушава услед смањења леденог покривача и учесталих олуја. Обала Арктика се на неким местима повлачи за чак 10–25 m сваке године.

Слика 2.6.6

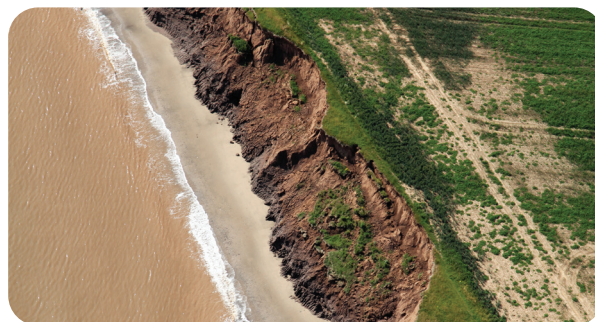
Ерозија обале новосибирских острва на Арктику



Слика 2.6.7

Пример ерозије на обали мора

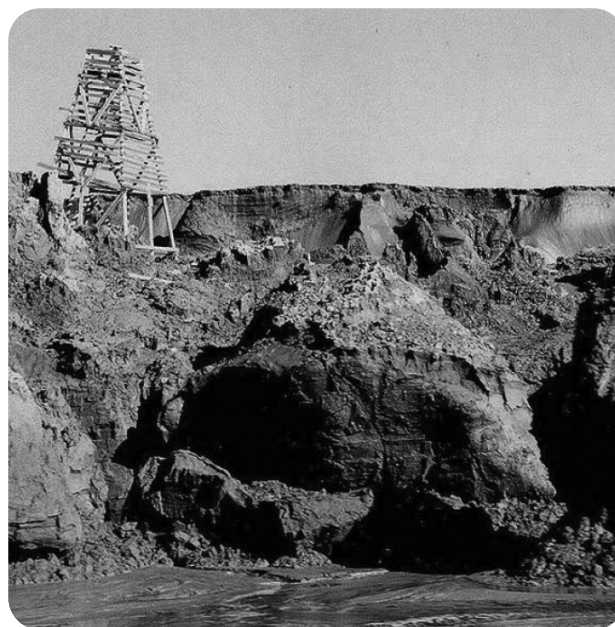
Наравно, ерозија морских обала услед таласа и поплава није ништа ново. Када погледате мапу острвских архипелага која је направљена пре више од 100 година, видећете да многа острва више не постоје (сл. 2.6.8). Овај процес сада напредује брже. Светионици који су првобитно изграђени на сигурној удаљености од литице, сада падају у море (сл. 2.6.9), насеља се обрушавају, становници морају бити расељени, а путеви преусмерени.





Слика 2.6.8

Обална ерозија на Арктику. На овом делу мапе из 1890. године, који приказује Лаптевчево море и Новосибирска острва, црвеним круговима су обележена острва којих више нема.



Слика 2.6.9

Ванкин приморски светионик (Источносибирско море, острво Бољшој-Лајховски), који више не постоји

На Аљасци је морало да се расели цело село Кивалуна, где је 400 људи живело на уском потезу поред Арктичког океана, а његови становници су се преселили далеко од обале. Трошкови расељавања су износили више од 200 милиона америчких долара, иако село није било велико (око 70 кућа).

У Португалији нестају плаже

Они који брину о заштити животне средине забринути су због утицаја ерозије на обалу Португалије, која би у скорој будућности могла да одузме многе плаже овој европској земљи.

На неким местима дуж португалске обале, море прогута неколико метара земље сваке године, а ситуација је критична у северном делу Еспиња, где се обала у последњих неколико деценија смањила за чак 70 m. Овај процес је неповратан.



Ризик по приобалне екосистеме

Поред тога што утиче на људе и економију, пораст нивоа мора делује и на морске и копнене екосистеме дуж обале.

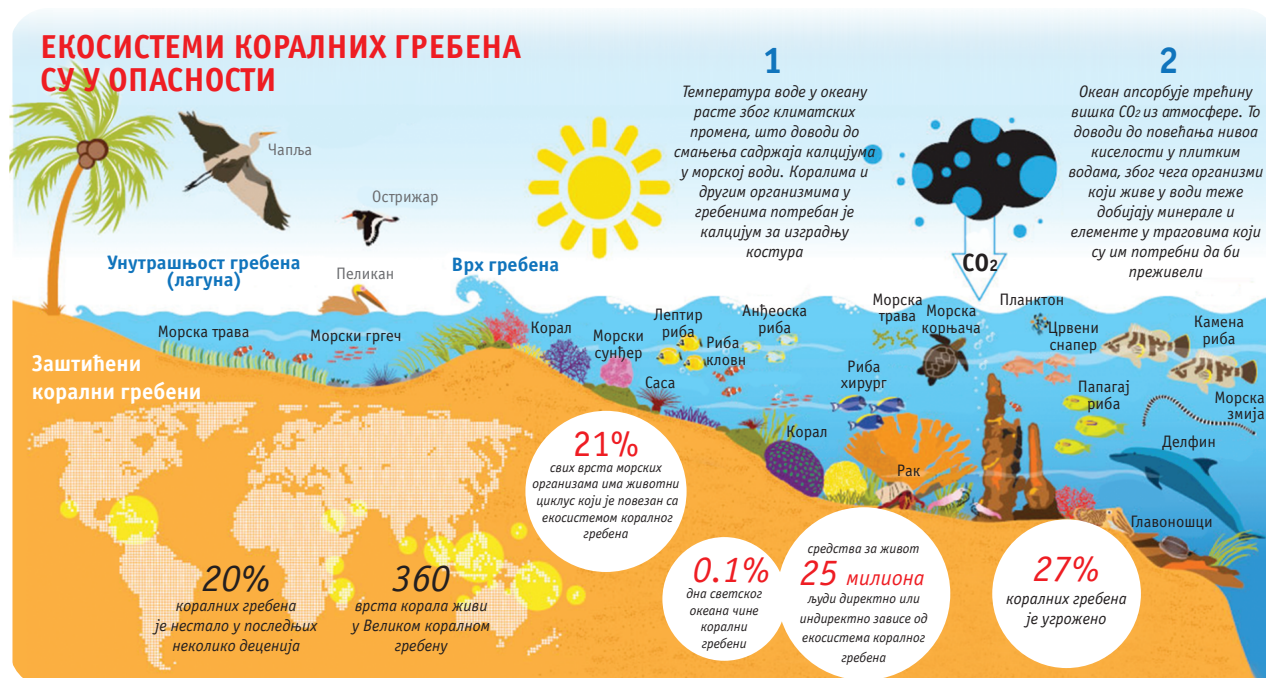
Екосистеми обалских равница су посебно рањиви, јер је њихов ниво обично само неколико центиметара изнад нивоа мора. Такве низије су станиште многих врста животиња и биљака и играју кључну улогу у акумулацији хранљивих материја. Ови екосистеми укључују слане мочваре, које су преплављене морском водом. Мангрове шуме, које се обично налазе у приморским низијама са влажном тропском климом, такође су угрожене порастом нивоа мора.



Глобално загревање представља велику опасност за коралне гребене, јер ће пораст температуре воде изнад одређене границе довести до избељивања корала. Избељивање значи да корали губе симбиотске алге које се обично налазе у њиховим ткивима и постају бели као резултат стреса. Ако је бељење јако или дуготрајно, корали могу угинути. Овај феномен се већ примећује на многим местима.

Слика 2.6.10

Екосистеми коралног гребена су у опасности



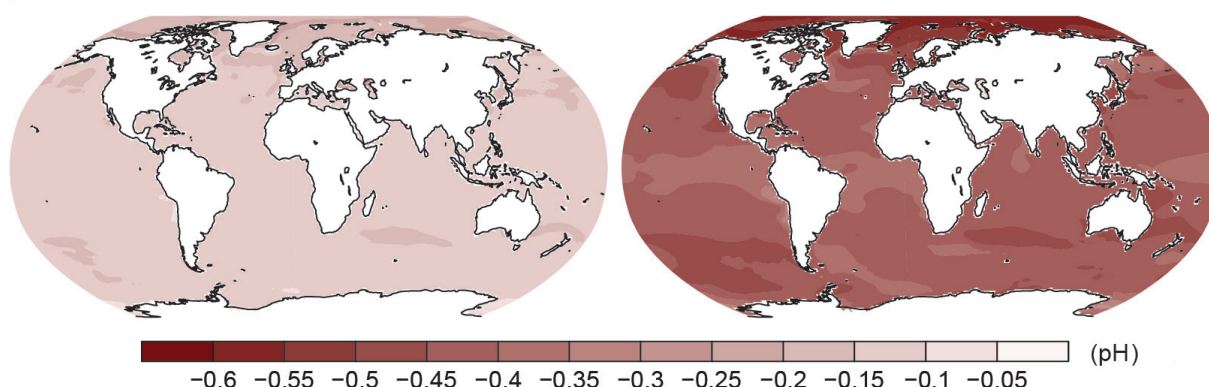
Дуготрајно повећање температуре морске воде може довести до велике деградације читавог екосистема коралног гребена. Корални атоли, који су станиште великог броја организама, могу бити уништени. Пројекције изнете у извештају Међувладиног панела за климатске промене наводе да ће 18% светских коралних гребена бити изгубљено у наредне три деценије, услед утицаја различитих фактора.

Климатске промене и рибарство

Научници и риболовци су забринути због повећања температуре и киселости океанске воде. Како концентрација CO_2 у атмосфери расте, тако се повећава и апсорпција CO_2 , што повећава ниво киселости (pH). Промене pH вредности и температуре воде још нису превише велике, али су довољне да изазову избељивање корала. До средине овог века киселост се може повећати за 0,06–0,34 pH, што је 100 пута брже од стопе промене која се догодила у последњих 20 милиона година. Многи морски организми ће се тешко прилагодити новим условима, а то ће имати озбиљан утицај на разноликост и бројност риба.

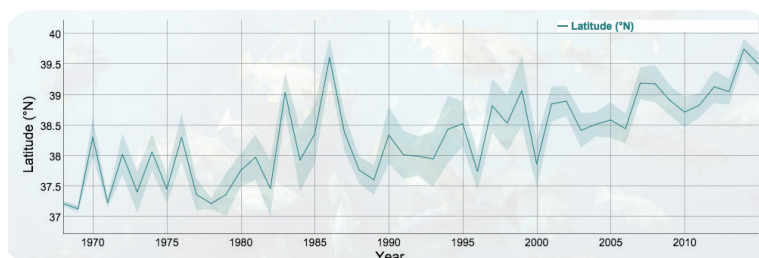
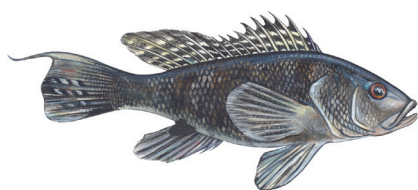
Слика 2.6.11

Прогнозе промене киселости океана до краја 21. века: најповољнији сценарио (лево) и најнеповољнији сценарио (десно)



Слика 2.6.12

Црни бранцин се помера ка северу при загревању океана



Америчка Национална управа за океане и атмосферу и Универзитет Ратгерс развили су **OCEANADAPT веб-алат** за праћење кретања риба и бескичмењака као резултат промене климатских и океанских услова. Алат омогућава једноставан приступ информацијама о променама дубине и географске ширине за готово 650 морских врста у последњих 40–50 година. То је користан ресурс за управнике, риболовце, рибарске заједнице и научнике за развој благовремених стратегија прилагођавања.

Промене особина морске воде већ доводе до масовног расељавања морских и слатководних врста риба, а правац њиховог кретања није хаотичан, већ је са разлогом. Рибе које живе у топлијој води крећу се ка већим и хладнијим географским ширинама. То није последица пораста температуре воде, већ смањења количина фитопланктона при порасту температуре воде, који су основна храна океанске рибе.

Примећено је да се број бакалара уз обалу Гренланда, као и харинги, јапанске и јадранске сардине повећава током топлијег периода и знатно смањује током хладних периода.

Многе врсте риба тренутно се лове у оквиру капацитета који им омогућава обнову популације. Међутим, постоји забринутост да би додатни притисак у виду прилагођавања климатским променама врсте довео до ризика да размножавањем не би могле да одрже врсту.

Губитак обалних станишта, укључујући коралне гребене и мангрове, други је главни фактор који угрожава бројност риба.

Светски програм за храну напомиње да риба представља више од 15% просечног уноса протеина за преко 2,9 милијарди људи. У малим острвским државама и неким земљама у развоју (Бангладеш, Камбоџа, Екваторијална Гвинеја, Француска Гијана, Гамбија, Гана, Индонезија и Сијера Леоне) исхрана рибом обезбеђује више од 50% животињских протеина. Популација ових земаља зависи од риболова, тако да свако смањење локалног улова представља озбиљан проблем.

Климатске промене узрокују да ниво мора расте, и то је једна од најтежих промена којој се морамо прилагодити. Да бисмо се боље прилагодили, потребно је да људи више знају о теми раста нивоа мора, да имамо боље системе, који ће нас рано упозоравати на опасности, да јачамо одбрану обала и да паметно управљамо приобалним подручјима.





ПИТАЊА

1

Која ће земља, Швајцарска или Холандија, бити угроженија ако се ниво мора повећа за више од пола метра?

2

Зашто морске обале брже еродирају?

3

Шта ће се десити многим острвима чија је надморска висина тек неколико метара изнад нивоа мора?

4

Наведите примере утицаја климатских промена на обалске екосистеме.

5

Зашто се неке врсте риба крећу ка северним географским ширинама?

6

Шта се може учинити како би се прилагодило климатским променама у обалним зонама?





ЗАДАТАК

1

Задатак 1.

Пронађите Републику Малдиви и Тувалу на географској карти света. Сазнајте која је њихова надморска висина и објасните зашто је пораст нивоа светског океана за њих тако опасан. Пронађите острвске земље и обалске земље на разним континентима, за које је такође могуће да у наредних 50–100 година буду потпуно или делимично потопљене. Предложите најважније начине решавања овог проблема.

2

Задатак 2.

Покажите на топографској карти са изохипсама како би се изглед Јужне Америке променио ако би се ниво мора повећао за 100 метара: обојте подручја која би била под морем. Размислите о географским именима за та подручја. Шта ће се догодити са биљкама и животињама које тамо живе: хоће ли изумрети? Запишите своје предлоге у радну свеску.

3

Задатак 3.

Користећи интернет страницу OCEANADAPT (<http://oceanadapt.rutgers.edu/>), сазнајте како су различите врсте риба у САД мењале своје уобичајено станиште у последњих 40–50 година. Које су врсте морале да пређу највећи пут? Зашто се дешавају ове сеобе риба?



2.7

Како климатске промене утичу на планинске регионе

Шта су планине?

„Шта су људи наспрам стена и планина?“ реченица је коју изговара Елизабет Бенет, јунакиња романа „Гордост и предрасуде“ књижевнице Џејн Остин.

Тачно је да су планине једна од највећих творевина природе. Шта се може упоредити са задивљујућим осећајем када стојите на врху планине, око вас само плаво небо, а испод вас остатак света, који изгледа тако сићушно. У таквим тренуцима увиђате лепоту и снагу природе, а истовремено и њену крхкост.

Научници дефинишу планине као узвишења која се видно истичу у односу на околни нижи и заравњени терен. Осим у случају вулкана, планине ретко стоје саме, и обично формирају планинске венце и гребене. Потом, планински венци формирају планинске регионе или системе.

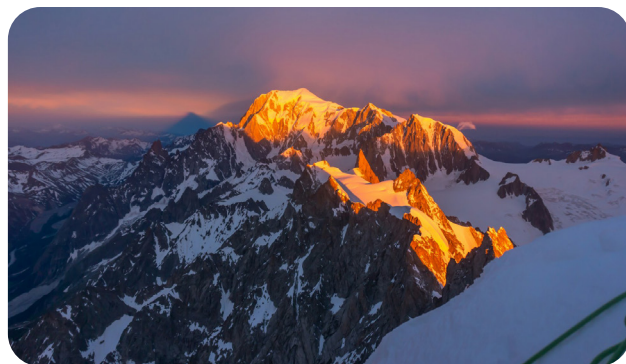
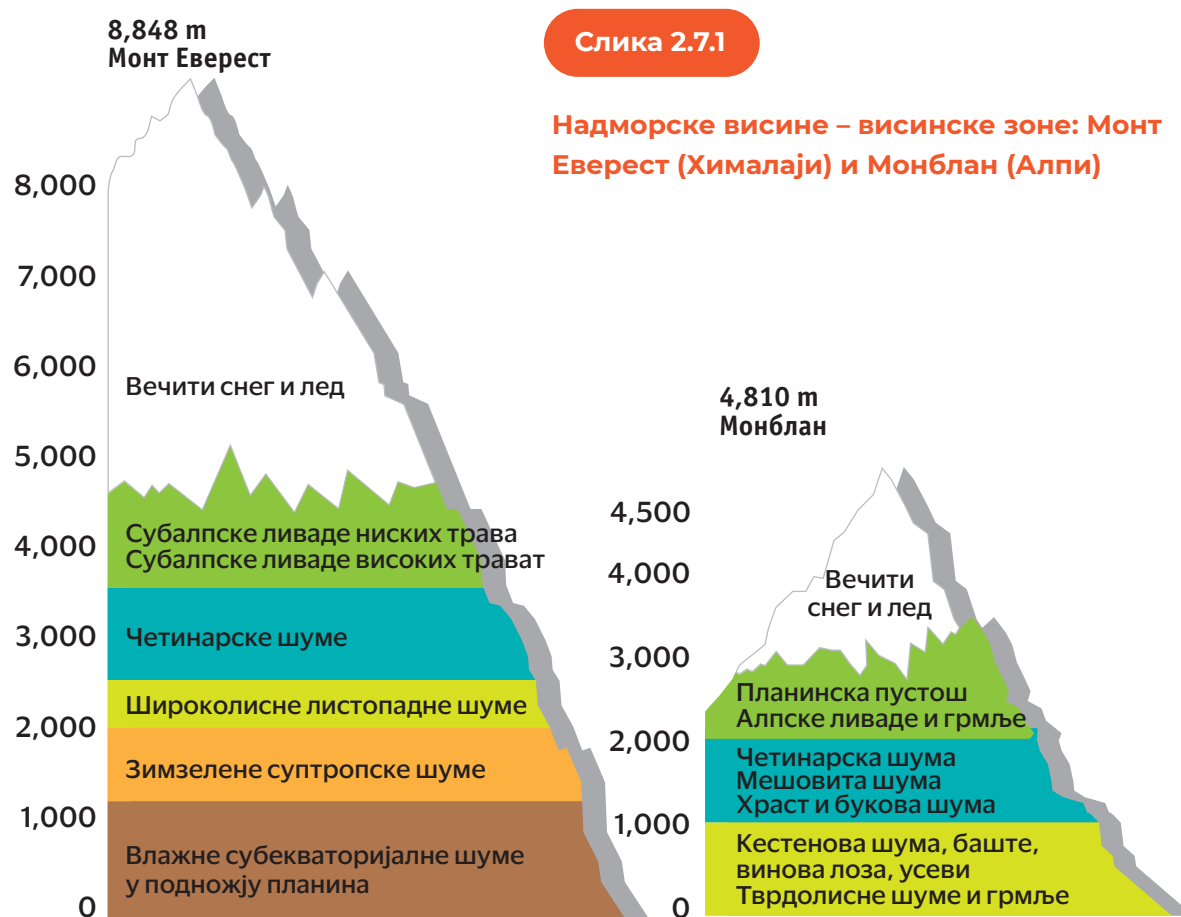
Планине могу бити високе (изнад 3.000 m), средње висине (1.000–3.000 m) и ниске (до 1.000 m). Ниске планине обично имају заобљене врхове и благе падине, док високе планине имају стрме и шпицасте врхове.



Планине и клима

Планине играју важну улогу у обликовању климе. Оне стварају баријеру за ваздушне масе, које не могу лако прећи високе врхове. Из тог разлога, различите падине истих планина често имају различите климатске услове, са више падавина на једној страни него на другој. Просечна температура и пејзажи такође се могу знатно разликовати.

Планине су карактеристичне и по „висинским зонама“, односно на различитим нивоима од подножја до врха јављају се различите климе и пејзажи (сл. 2.7.1).



Највише планине на свету

Највиши планински ланац на Земљи су Хималаји, што на санскриту значи „снежно боравиште“. Десет од 12 светских планина високих преко 8.000 m налази се овде, укључујући највишу тачку на земљи: Монт Еверест, који се на локалним језицима назива и Чомолунгма или Сагармата. Монт Еверест је висок 8.848 m.

Најдужи планински ланац на копну су Анди. Овај гигантски јужноамерички планински ланац простире се дуж целокупне пацифичке обале континента.

Највиша тачка Анда и западне и јужне хемисфере је планина Аконкагва (6.960 m).

Највећи планински систем у Европи су Алпи, који се простиру кроз територије осам држава: Аустрије, Немачке, Италије, Лихтенштајна, Монака, Словеније, Француске и Швајцарске. Монблан (4.807 m), на граници између Француске и Италије, највиша је тачка у Алпима и западној Европи. Највиша планина на европском континенту је угашени вулкан Елбрус (5.642 m), на Великом Кавказу, који је уједно и највиши врх Русије.

Северна Америка има више планинских ланаца, од којих су највиши Аљаски гребен и Стеновите планине. На Аљасци је и највиши врх у Северној Америци и Сједињеним Државама – Макинли (6.193 m). Бивши амерички председник Барак Обама најавио је 31. августа 2015. године да ће се планина Макинли преименовати у Денали, како је називају домороци из Аљаске.

Највиша планина у Африци је планина Килиманџаро (5.895 m). Највиша планина у Аустралији је планина Кошћушко (2.228 m).

Слика 2.7.2

Николај Рерих, „Хималаји“, Еверест, 1938.



Слика 2.7.3

Вулкан Елбрус (5.642 m) – највиши врх Европе



Вероватно сте се питали зашто су планински врхови често прекривени снегом, чак и у тропским ширинама. Први планинари су брзо установили да што су били више, температура је била нижа и теже се дисало. Ваздух се загрева највише од Земљине површине, а мањим делом апсорпцијом директног Сунчевог зрачења. Гасови са ефектом стаклене баште, који задржавају топлоту коју ваздух прима од површине, ређи су на вишим надморским висинама. Како се надморска висина повећава, ваздушни притисак и температура постепено опадају. При загревању, топао ваздух иде нагоре, долази на место мањег притиска, шири се и хлади.

Са надморском висином, температура у просеку опада за 6°C на сваких 1.000 m надморске висине. Дакле, ако температура у подножју планине високе 4.000 m износи 24°C , температура на врху ће бити око 0°C . Због тога, чак и ако просечна температура ваздуха у тропима никада не падне испод нуле, на планинама још увек може бити снега.

Планине утичу на климу, али истовремено су веома зависне од ње. Планински региони су међу првима осетили промене климатских услова. Главни показатељ климатских промена у планинама су ледници, који се смањују или повећавају у зависности од тога да ли је клима све топлија или хладнија.

Топљење лепоте

Ледници настају у планинским пределима када се нагомилани снег у горњим деловима планина претвара у лед. За формирање ледника потребна је хладна и влажна клима, у којој током године падне више снега него што може да стигне да се отопи. Чим температура порасте и падавине се смање, ледници престају да расту и почињу да се отапају.

Слика 2.7.4

Глацијална подручја Земље



Планински ледници широм света почели су да се топе („повлаче“) пре око 15.000 година, када је последњи глацијални период уступио место периоду топлије климе. Овај процес топљења пратили су кратки периоди када су ледници још једном напредовали. Из историје знамо да су се од 5. до 7. века пре нове ере многи планински прелази који су сада под ледницима користили као караванске стазе. Ове историјске чињенице указују да се на неким местима на Земљи клима мењала, тако да је то утицало на промену снежног и леденог покривача. Када је клима постала хладнија, ледници су почели да расту, а у 17. и 18. веку ови прелази више нису били отворени. Један пример је познати прелаз Сен Готард у Алпима. Како је песник Фредерик Шилер описао 1799. године: „Ка свечаном понору води страшни пут, по коме живот и смрт лелујају вртоглаво“, прелазак преко снегом прекривеног прелаза био је опасан и могућ само током летњих месеци.

Слика 2.7.5

В. Рут, „Прелазак преко Сен Готарда“, 1790. година



Међутим, у последњих 70 година, ледници широм света се убрзано повлаче (сл. 2.7.6). Научници упозоравају да се брзо топљење планинских ледника, које данас виђамо, не подудара са природним циклусима. Смањење количине планинског леда може довести до катастрофалних последица по животну средину и економију планинских региона, као и низија око планина, у којима живи чак шестина становника света.

Слика 2.7.6

Промене масе планинских ледника широм света, 1950–2022. године (приказано у метрима воденог еквивалента – m. w. e.)



Ледници на Хималајима повлаче се у просеку 10–15 m годишње. Ледник Ганготри, који је извор реке Ганг, топи се изузетно брзо, повлачећи се за 30 m сваке године. Ганготри је један од главних извора воде за 500 милиона људи који живе дуж реке Ганг.

Ледници у Перуу такође се врло брзо повлаче. Према најконзервативнијим проценама, њихова површина је у последњих 30 година смањена за трећину.

Афрички вулкан Килиманџаро претрпео је можда најгоре од свега: његова чувена ледена капа, која је овековечена романом „Снегови Килиманџара“ Ернеста Хемингвеја, готово у потпуности је нестала.

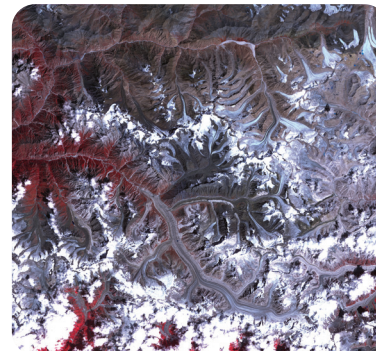
Слика 2.7.7

Начин на који научници испитују леднике



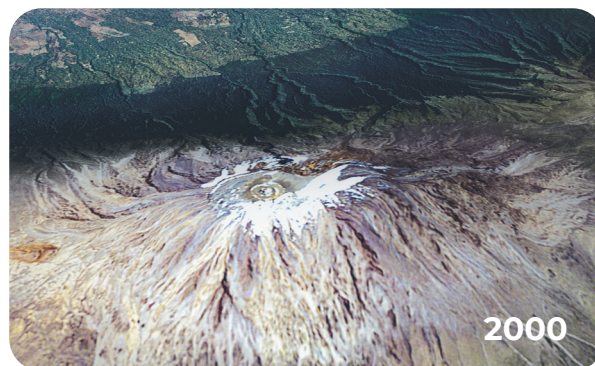
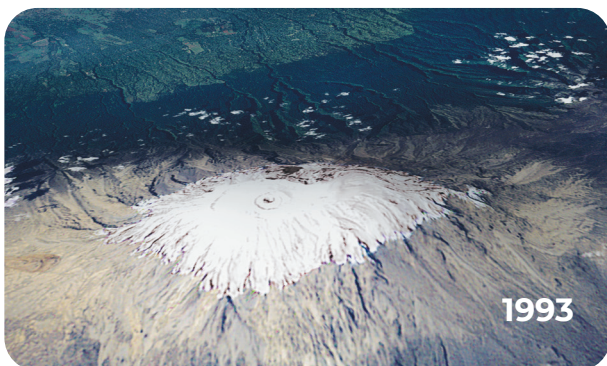
Слика 2.7.8

Ледник Ганготри



Слика 2.7.9

Ледена капа и снег на планини Килиманџаро готово су потпуно отопљени



Глечери на Алпима се топе брже него икад. Према истраживању које је 2023. године спровела научна група Glacier Monitoring Switzerland (GLAMOS), швајцарски глечери су за две године изгубили исто толико леда као у три деценије пре 1990. године. Наиме, за само два топла лета, 2022. и 2023. године, алпски глечери су изгубили исту количину снега као између 1960. и 1990. Научници су закључили да је климатска криза изазвана сагоревањем фосилних горива узрок неуобичајено топлих лета и зима са веома малом количином снега, које су убрзале отапање глечера. Европска агенција за животну средину очекује да ће се 75% алпских глечера отопити до 2050. године.

Средином 19. века, НП Глечер у Стеновитим планинама, на граници између Сједињених Држава и Канаде, био је дом за чак 150 ледника. До почетка 21. века остало је само 25 ледника, а научници предвиђају да ће ледници у потпуности нестати из овог парка у наредним деценијама, па би посетиоци који желе да виде парк требало да пожуре!

Слика 2.7.10

Национални парк Глечер у августу 2013. године



Количина ледника на Новом Зеланду смањена је за 11% у периоду 1975–2005. године. Најбрже се топе ледници Тасман, Класен, Мулер и Мод.

Слика 2.7.11

Велики ледник Азау на Кавказу. Фотографија коју девојка показује је из 1956. године, а иза ње се могу видети остаци ледника из 2007. године.



Ледник Азау на Кавказу доживео је значајне промене. Крајем 19. века процес топљења довео је до дељења на два дела, названа Мали и Велики Азау. Данас Велики Азау више није велики. Од 1957. до 1976. ледник се повлачио за 360 m, а затим за 260 m у периоду 1980–1992. Мањи Азау се повуче за око 16 m сваке године.

Број ледника у планинама Алтај у источној Русији смањен је за 7,5% од 1952. до 1998. године, а они који су остали повукли су се за 100–120 m у поређењу са њиховим положајима средином 19. века. Ледник Софија, који је под надзором стручњака са Државног универзитета Алтај, повукао се за 1,5–2 km у последњих 150 година. Овај ледник се такође „подиже“ брзином 20–30 m сваке године.



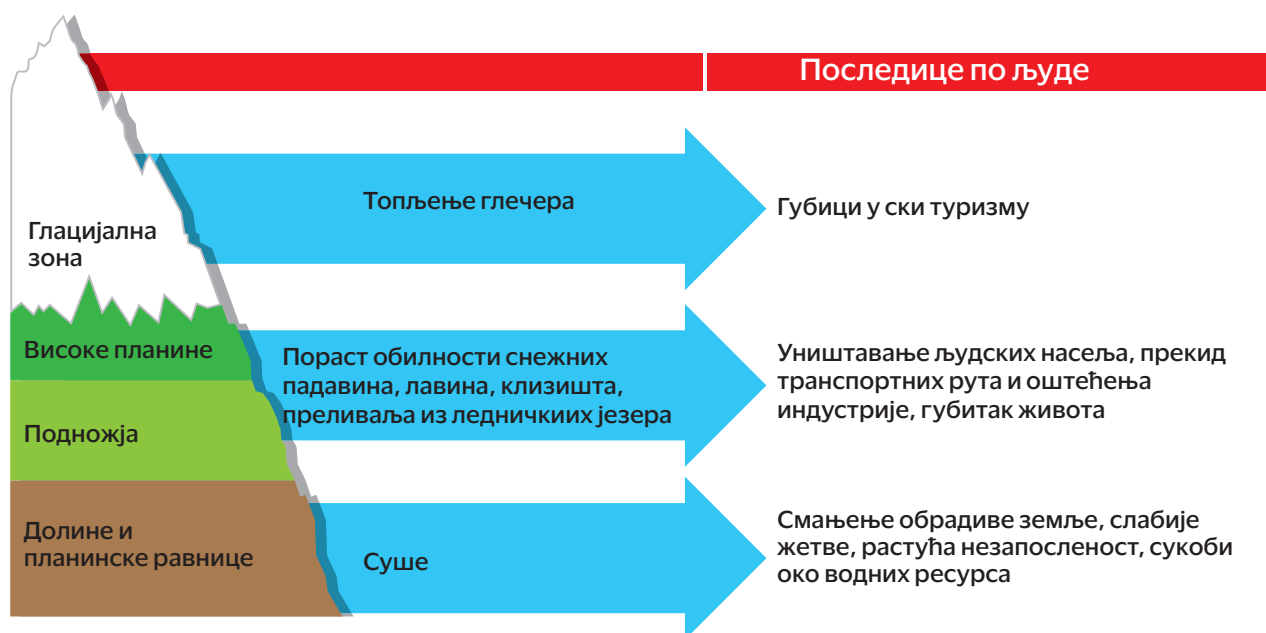
Како климатске промене утичу на људе који живе у планинама

Живети у планинама није лако. Велика надморска висина, неприступачан терен и честе промене времена отежавају узгој хране и стоке.



Слика 2.7.12

Утицај климатских промена на живот људи у планинама



Од давнина су се људи насељавали у уским планинским долинама, одвојеним једне од других високим планинским ланцима са стрмим падинама, што је често отежавало контакте између суседних долина (и становништва). И данас људи који живе у планинским регионима имају своје јединствене обичаје, културу и начине за живот. Начин живота и њихов главни извор прихода – пољопривреда и туризам – директно су зависни од климе. Чак и мале промене климе могу негативно утицати на добробит људи у планинским регионима.

Туризам иде низбрдо

Пример Алпа показује како климатске промене утичу на приходе од туризма планинских подручја. Тренутно, скијашки туризам осигурава до 20% прихода алпских земаља (сл. 2.7.13). За 13 милиона људи који живе у Алпима у Аустрији, Немачкој, Швајцарској и Француској, недостатак снега је економска катастрофа: две трећине свих туриста који овде дођу то чине како би уживали у скијању и сноубордingu.

Прогнозе дају озбиљан разлог за забринутост: до 2030. године у Алпима готово да неће бити снежних падавина испод 1.000 m надморске висине. Половина свих скијалишта у Аустрији су на надморској висини до 1.300 m и биће присиљени да се затворе због недостатка снега. Песимистичка предвиђања већ се почињу остваривати: током зиме 2006–2007. године чак 60 од укупно 660 алпских скијалишта остало је затворено, а многа друга могла су радити само са вештачким снегом, што је увелико повећало њихове већ високе трошкове. Резултат је пад интересовања за одмор у Алпима.

Како планински региони могу да поднесу одсуство снега? Индустрија спорта и забаве прилагођава се најбоље што може, радећи на развоју других врста туризма и рекреације, које су мање зависне од снега. Подручја која су коришћена за скијање претварају се у паркове и лечилишта. Можда ће доћи време када ће људи долазити у Алпе не ради зимских спортова, већ ради уживања у шетњи око планинских језера, домаће хране и свежег планинског ваздуха.

Слика 2.7.13

**Туризам омогућује
значајан приход
планинским регионима**



Језеро Трифт у швајцарском кантону Берн занимљив је пример како глобално загревање утиче на Алпе. Деведесетих година прошлог века оближњи ледник почео је да се смањује, растопљена вода је формирала мало језеро и већи део долине је остао без леда. Раније су људи могли пешачити од једног до другог планинског врха преко глечера. Локалне власти су одлучиле да саграде висећи мост за шетаче пре него што се глечер потпуно отопи, а мост је убрзо постао главна атракција, привлачећи посетиоце из целог света.

Слика 2.7.14

**Мост преко језера
Трифт, Швајцарска**



Ледник Пасторури у Перуу се повлачи

Донедавно су туристи и професионални алпинисти опседали ледник Пасторури, који се уздизао над Андима у Перуу. Међутим, ледник се смањио за четвртину у последњих 35 година и научници предвиђају да би могао потпуно нестати у наредних неколико деценија. Невероватни пејзаж снега и леда уступио је место црним литицама. Локалне власти су забраниле пењање због нестабилности стена, што се повезује са топљењем глечера.

Број туриста који долазе да се диве глечеру Пасторури смањио се три пута од почетка деведесетих, што је имало велики утицај на туризам у Перуу и приходе локалних становника. Перуански предузетници нису очајавали: они сада приказују остатке глечера као упечатљив пример резултата климатских промена, а регион успева да привуче све већи број људи који брину за животну средину и природу и знатижељних туриста.

Али, наравно, обнављање самог ледника је много тежи задатак од обнављања локалног пословања.

Слика 2.7.15

Повлачење ледника Пасторуру у перуанским Андима



Природне катастрофе у планинама

Смањење обима туризма није највећа последица глобалног загревања нити највећа претња за људе који живе у планинама. Такође, ту су природне катастрофе – лавине, клизишта и поплаве – које су у планинама постале све учесталије, представљају претњу за људски живот и наносе велику штету локалној економији.

Када се ледник повлачи, иза њега остаје вода у течном стању, која се акумулира у планинској долини и формира ледничко (гласијално) језеро. Како се количина воде повећава, језеро може преплавити и пробити своје обале, узрокујући поплаву. Научници верују да 20 гласијалних језера у Непалу и 24 у Бутану представљају озбиљну претњу људима који живе у долини. Ако ова језера пробију своје обале, а вода се излије у долину, многим људима прети губитак живота или кућа. Неколико таквих поплава већ се десило последњих година у долинама река Тимбу, Паро и Пунака-Ванду у Бутану.

Опасност за локално становништво може се смањити копањем заштитних канала и брана пре него што се такве поплаве појаве.

Језеро **Тшо Ролпа** у Непалу, које је настало од воде из отопљеног глечера, у протеклих 50 година проширило се седам пута. Студије показују да би више од 20 ледничких језера у Непалу и 24 у Бутану могло ускоро да се прелије. Ово би довело до катастрофалних последица за људе и економије ових земаља, уколико се не предузму одговарајуће мере предострожности.

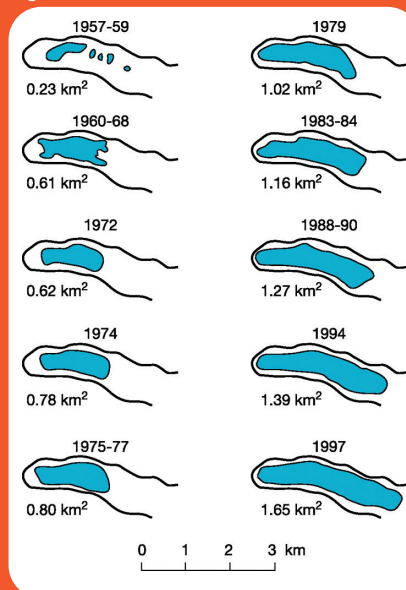
Слика 2.7.16

Ледничка језера на Хималајима



Слика 2.7.17

Језеро Тшо Ролпа је порасло седам пута током последњих 50 година



Лавине представљају огромну масу снега која пада или клизи низ падине планина и могу имати катастрофалне последице. У фебруару 1999. године лавина тежине 170.000 t потпуно је уништила село Галтур у Аустрији и однела 30 живота. Почетком марта 2012. године низ лавина у Авганистану уништило је куће, усмртивши више од 100 људи. У јануару 2023. године лавина је уништила пут у Нингчију у Кини и убила 28 а повредила 53 особе.

Клизиште је невероватно снажна маса земље, камења и стена која се изненада обрушава низ долине планинских река. Клизишта су обично узрокована обилним кишама или брзим отапањем снега. Такође могу бити изазвана изливањем воде из ледничких језера. Клизишта, попут лавина, могу проузроковати масовно уништење.



Смањење залиха слатке воде

Будуће смањење залиха слатке воде, како у планинским регионима, тако и у суседним долинама, представља озбиљну претњу. Ледници су један од главних извора слатке воде на Земљи, јер су извор многих река. Смањење количине леда довешће до несташнице воде у регионима око планина, што ће знатно погоршати услове за пољопривреду, рударство и производњу електричне енергије. Мањак слатке воде у близини планинских области већ доводи до озбиљних политичких сукоба у неким деловима света. Научници указују да климатске промене утичу на планине, на пример, хидролошке промене које су резултат повлачења глечера или неке промене екосистема, што се не може смањити мерама прилагођавања.

Планине су одувек биле повезане са опасностима, а климатске промене на Земљи могу повећати ризик. Пораст температуре, промене количине падавина, топљење планинских ледника и чешћа појава непредвидивих природних катастрофа могли би довести до веома лоших последица по животну средину, људе и економију планинских региона и региона око планинских редова.



ПИТАЊА

1

Колико високо се попео планинар ако је на нивоу где је температура -9°C , док је температура у подножју планине 18°C ?

2

Хоће ли остати снега на врху планине која је висока 5.200 m ако је температура ваздуха у подножју 30°C током најтоплијег дана лета?

3

Зашто се планински глечери често називају показатељима климатских промена? Шта се дешава са њима када се температура ваздуха промени?

4

Зашто је у планинским регионима често велика етничка разноликост?

5

Какав је начин живота људи који живе у планинским регионима? Како на њих утичу климатске промене?

6

Шта се може учинити да се очувају главни извори средстава за живот људи који живе у планинским пределима и да се прилагоде последицама климатских промена?





ЗАДАЦИ

1

Задатак 1.

Обележите највише врхове на сваком континенту. Ком планинском систему припадају? У којим државама се налазе?

2

Задатак 2.

Лепота и неприступачност планина увек су биле извор инспирације за највеће песнике, писце, уметнике и композиторе. Наведите неколико познатих литерарних или уметничких дела која показују различите планине или врхове. Изаберите било које дело које вам се посебно допада и објасните шта би аутор морао променити да је живео у доба глобалних климатских промена. Како би то могао учинити?



3

Задатак 3.

Играчи се деле у две екипе.

Тим број 1 живи у Високом селу, које се налази у долини планинске реке. Последњих година, топљење ледника у планинама довело је до тога да је река плавила у више наврата, што је узроковало проблеме локалним становницима. Локално становништво жели да изгради насип на реци да би се заштитило од поплава и истовремено произвело електричну енергију те отворило нова радна места. Људи са планина нису богати, немају новца за изградњу бране и живе углавном од онога што могу да узгајају и животиња које гаје. Последњих година, због пораста температуре, становници су почели да узгајају цвеће и егзотично воће.

Тим број 2 живи у селу Пашњак, које се налази на равници у близини планина, низводно од реке. Село је успешно, људи су пољопривредници и користе воду из реке за наводњавање и пиће. Воле егзотичну храну, забаву и путовања. Локални буџет има много новца за финансирање нових грађевинских пројеката.

Чланови тимова треба да разговарају о следећим питањима (наставник или један од ученика може играти улогу министра за регионални развој, који ће управљати преговорима):

- 1) Какве ће бити последице за село Пашњак ако становници Високог села изграде брану без заједничког договора?
- 2) Под којим условима становници села Пашњак могу договорити изградњу бране и обезбедити потребан новац?
- 3) Могу ли људи из Високог села пронаћи начине да се заштите од последица климатских промена без изградње бране?
- 4) Које нове пројекте и послове становници Високог села и Пашњака могу радити заједно?

2.8

Како климатске промене утичу на Арктик

Арктик је северни поларни регион Земље и обухвата Арктички океан и његова мора, северне делове Тихог и Атлантског океана, Канадски Арктички архипелаг, Гренланд, Свалбард, Острво Фране Јосифа, Нову Земљу, Северну Земљу, Новосибирска острва, Острво Врангел и северне обале Евроазије и Северне Америке.

Границе арктичког региона нису строго утврђене. Најчешћа дефиниција његове јужне границе је Арктички круг на северној ширини од 66 степени и 33 минута. У овом случају, укупна површина Арктика је 21 милион km² (сл. 2.8.1).

Друга дефиниција арктичког региона је да је то област коју одваја јулска изотерма (линија која спаја места са истим температурама) од 10 °C, а овај регион се налази на хладнијој страни. Граница дрвећа поклапа се са овом изотермом, и то је трећа дефиниција границе Арктика – прелазак из зоне шума у жбунасту вегетацију и траву тундре.

Делови територија Русије, Сједињених Држава (Аљаска), Канаде, Норвешке, Шведске, Финске, Исланда и Данске (Гренланд) припадају Арктику.



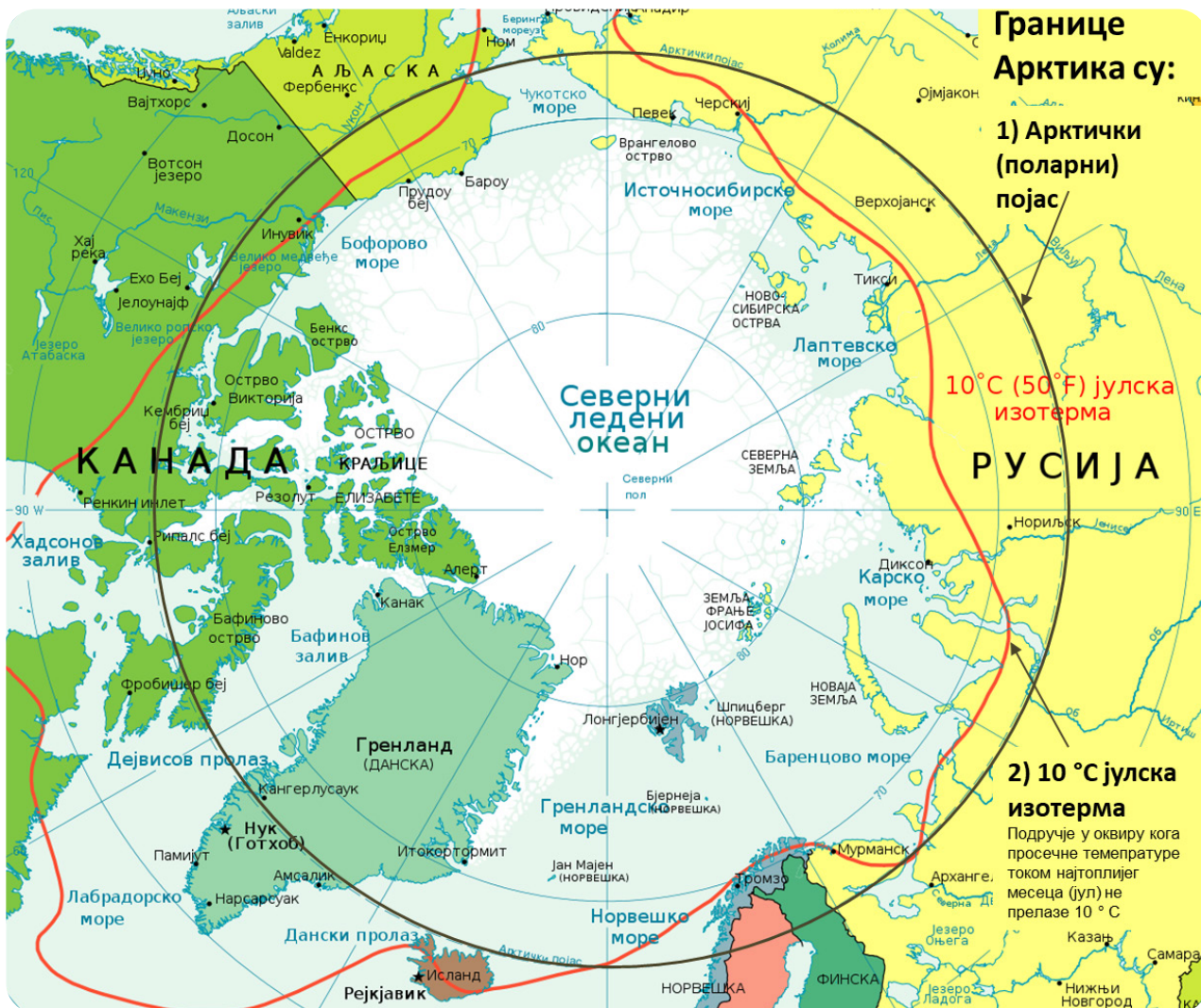
Арктик се загрева брже од остатка света

Климатске промене на Арктику у просеку су много израженије него у свету. Температуре дуж арктичке обале порасле су за 2-3 °C током последњих деценија.

Један од утицаја климатских промена је повећана варијабилност (променљивост) климе и временских прилика. У умереној клими нагле промене температуре обично нису веће од 10 °C: данас може бити прилично топло, али већ сутра највиша дневна температура може пасти за 10 °C, а наредне седмице поново порасти за 10 °C. Ово је случај и са падавинама, јер је под утицајем климатских промена све израженија смена периода са јаким падавинама и сушних периода. На Арктику температура може доживети нагле промене од чак 20 °C, а често се дешава да су летње температуре у једном арктичком региону за 5 °C и више степени топлије, а у суседном региону за 5 °C хладније у односу на климатски просек средине 20. века.

Слика 2.8.1

Арктик и његове границе



Можда се чини да је топлота на Арктику добра ствар, али то није увек истина! Шта је боље: температура од -35°C уз ведро време, без ветра или -20°C са мећавом? Наравно, боље је хладније, али без мећаве, посебно зато што је Арктик навикнут на такве температуре. Проблем није температура као таква: шта год да се деси, температура на Арктику никада неће бити толико висока да директно угрози људе и животиње, али може дестабилизovati животне услове ове области и угрозити животна станишта и расположивост хране за неке животиње.

У метеорологији постоји концепт **субјективног осећаја хладноће услед ветра**, који показује како људи осећају хладноћу при комбинованом дејству ниске температуре и ветра. На пример, при температури ваздуха од -10°C и брзини ветра од 30 km/h , индекс прохладности ветра биће -20°C , што значи да човек осећа и његово тело реагује као да је температура ваздуха -20°C .

На живот људи и екосистеме на Арктику утичу различити климатски параметри: снага ветра (мећаве и олује), смањење обима морског и речног леда, велика обална ерозија и отапање пермафроста. Промене ових параметара нису само последица пораста температура – сами параметри су активне силе које помажу да се температуре повећају. Научници називају такве обрнуте ефекте „повратним спрегама“ и постоје најмање две:

1. Високе температуре ваздуха узрокују топљење и распадање ледених површина, претварајући их у површине отворене воде између великих санти леда. Тамна површина воде, за разлику од леда, апсорбује више Сунчевог зрачења од снежне и ледене површине, више се загрева и ствара топлије услове, који додатно утичу на топљење санти леда.
2. Топлији услови узрокују више испаравања, топлији ваздух може да садржи више водене паре и то може утицати на повећање облачности. Запамтите, ноћи су топлије када је небо облачно, јер облаци задржавају топлоту, а много је хладније када је ведро. Слично је и на Арктику – када има пуно отворене воде и облака, температура је виша, посебно ноћу, што такође убрзава топљење леда.

Привреду Арктика чине две потпуно различите привредне активности. С једне стране, постоје традиционалне активности староседелачког становништва, попут лова, риболова и узгоја јелена. С друге стране, постоји велика производња нафте и природног гаса, гвожђа, цинка, злата, дијаманата, рибе и дрвета за међународно тржиште. Највећи део привреде на Арктику припада Русији и Аљасци (САД), углавном због рударског и нафтног сектора. Региони у којима и даље у великој мери превладавају традиционалније активности, посебно на Гренланду и у Северној Канади, имају много нижи економски производ.

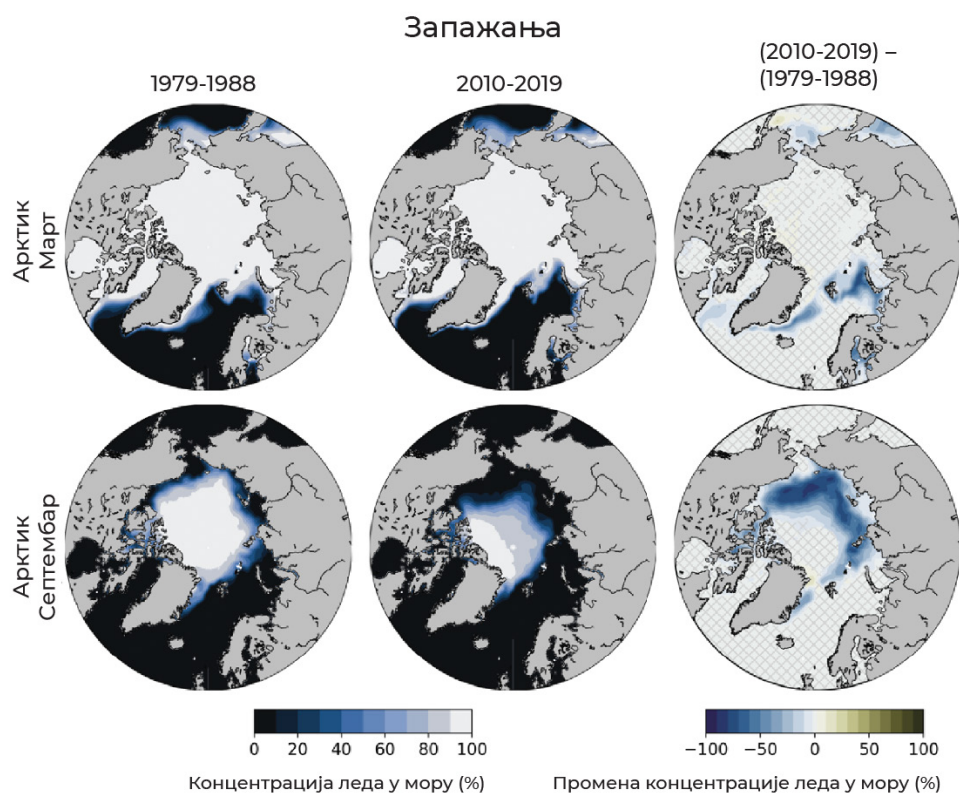


Нестајање леда на Арктику

Научници помоћу сателита прате лед на Арктику од 1979. године. Сателитски подаци показују да се количина леда на Арктику драматично смањила (сл. 2.8.2). Мапе арктичког морског леда показују сателитски преузету средњу концентрацију морског леда током деценија 1979–1988. и 2010–2019, као и апсолутну промену концентрације морског леда између ове две деценије. У протеклих 40 година, обим леденог покривача у Арктичком океану и његовим морима смањен је за више од 20%.

Слика 2.8.2

Мапе концентрације леда на Арктичком мору за март и септембар, који су обично месеци максималне и минималне површине морског леда, респективно



Површина леда се углавном мери када је најмања у години, обично крајем септембра. У септембру 2012. године постављен је апсолутни рекорд: површина морског леда смањила се на 3,41 милиона km² (сл. 2.8.2 и 2.8.3).

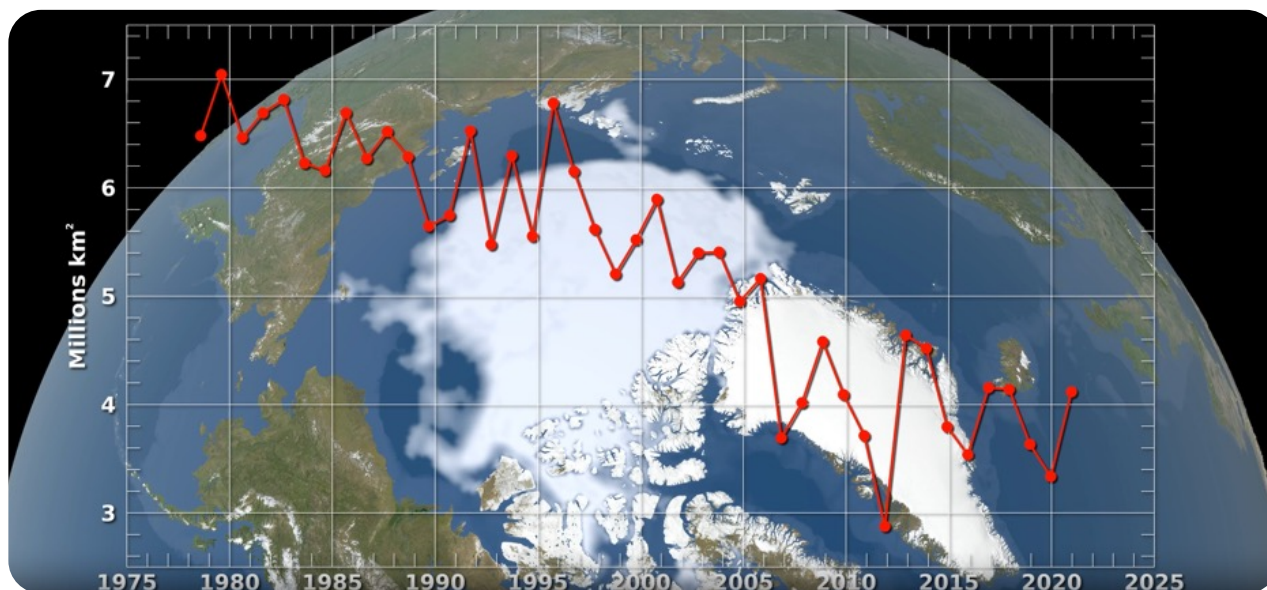
Наравно, током зиме лед и даље прекрива Арктик. Чак и загревање за 15–20 °C не би подигло зимске температуре у поларним областима изнад нуле, али би дебљина леда била знатно смањена. Овај ефекат је и сада јасно видљив.

Научници напомињу да ће смањење површине и дебљине морског леда понудити нове могућности за веће коришћење северног морског пута за превоз робе између Европе и Азије и обрнуто. Рута преко мора Арктичког океана много је краћа од традиционалне руте кроз Суецки канал и може прилично смањити трошкове транспорта.

Бродови имају највећу шансу да прођу руту северним морским путем у септембру, када је подручје леда најмање. Али, као што се види на слици 2.8.2, чак ни тада не постоји гаранција да ће сви теснаци бити отворени. Ово се посебно односи на теснац Вилкитски, између Тајмира и Северне Земље, који представља уско грло за читав северни морски пут. Овај теснац је остао повезан ледом чак и 2007. године. С друге стране, постојали су случајеви када је укупни ледени покривач био много већи, али је теснац био проходан. Сада је прерано са сигурношћу говорити о пловидби без леда дуж арктичке обале Русије. Климатски модели сугеришу да ће Арктик постати потпуно ослобођен леда током лета тек од 2050. године.

Слика 2.8.3

Површина леда на Арктику (годишњи минимум) између 1978. и 2022. године



Важно је запамтити да топљење леда на Арктику доводи до стварања ледених брегова, што може бити опасно за бродове, као и за нафтне платформе постављене на спрудовима на отвореном мору. Убудуће ће бродске и нафтне компаније морати да осигурају активнију заштиту од ледених брегова како би се избегли судари и несреће.

Претње животињама на Арктику

Топљење леда у поларним регионима има велики утицај на животиње, укључујући „краља“ Арктика – поларног медведа. Њему није потребан лед као такав, али његов главни плен су фоке, које се увек налазе на рубу леда.

Због глобалног загревања, с пролећа се ивице леда веома брзо топе и повлаче ка северу Арктика – толико брзо да поларни медведи немају времена да реагују и бивају одвојени од фока огромним просторима воде без леда (сл. 2.8.4). Медвед може пливати на десетине километара, али не и на стотине, а способност пливања младунца је врло ограничена. Као резултат тога, многе животиње остају на обали. Гладни, могу улазити у села и тражити храну по локалним депонијама, што може бити врло опасно, како за животиње, тако и за људе.

Слика 2.8.4

Медвед, на обали и удаљен више од 100 km од ивице леда, није срећан због климатских промена



Постоје начини за решавање овог проблема. Прво, људи би требало да имају средства за одвраћање медведа, попут оружја које испалује гумене метке. Друго, отпад од хране би требало да се одлаже најмање 1-2 km од села, како би се смањила вероватноћа да медведи сретну људе. Треће, медведе треба да надзиру обучени људи, наоружани и опремљени (радио и сателитским телефонима, као делом њихове опреме). Ово би омогућило превенцију и напада медведа на људе и ловокрађу.

Иако остају без свог омиљеног јела – фока, медведи могу да пронађу довољно хране на морској обали (мртве птице, јаја и мале животиње). Они такође могу ловити моржеве, мада се поларни медвед неће борити са одраслим моржевима: слаба, рањена животиња или младунчад бољи су плен. Медведи ће понекад упасти у крдо моржева, што ће изазвати панику у којој ће се јединке прибијати једна уз другу, што може усмртити младунце, остављајући храну медведима. Такве тактике су нарочито успешне ако моржеви нису настањени на равној плажи, већ на падини или клисурама: при паду, велике животиње могу згњечити мање.

Моржеви су све више присиљени да бирају неприкладна места за своја крда, такође услед недостатка леда. Поред санти леда на којима могу да одмарају током миграције, потребан им је и лед на обали. Некада су количине дебелог приморског леда биле велике, а део је прекривао и плаже. Сада је тога много мање, а олује брзо уништавају погодна места за крда моржева! Животиње су због тога приморане да бирају друга места, где им прете не само медведи већ и људи.

Било је случајева да су се хиљаде моржева појавиле на новим местима (сл. 2.8.5), укључујући локације у близини аеродрома. Звук приближавајуће летелице изазвао је панични стампедо, у којем је страдало на десетине животиња. Како би спречили да се ово понови, људи су стварали буку на аеродрому, тик пред долазак авиона, тако да би се моржеви вратили у море. Таква решења захтевају пажљиво праћење кретања популације моржева, уз размештање људи и опреме.



Слика 2.8.5

Рекордан број од око 35.000 моржева окупио се на северозападној обали Аљаске у септембру 2014. године. Они су тражили место за одмор од дугог купања у недостатку морског леда.



Баренцово и Карско море су станиште атлантског моржа, што је наведено у Црвеној књизи. Моржеви су распрострањени на још неколико места, од којих се нека налазе у забаченим пределима попут Земље Фрање Јосифа, али и на приступачнијим местима, уз саобраћајне руте и на локацијама где се планира изградња нафтних и гасних платформи. Од суштинског значаја је пажљиво надгледање и правовремено идентификовање проблема, како би био избегнут нестанак моржева из овог дела Арктика.

Опстанак популације гренландске фоке у Белом мору представља још један изазов. За разлику од медведа и моржева, фоке не могу живети на обали, где постају лак плен вуковима, псима и другим предаторима. Становници арктичке обале дуго су ловили гренландске фоке, а бело и меко крзно младунаца било је посебно цењено. Лов је сада забрањен. Многе јединке су страдале због проласка бродова кроз подручја у којима су живеле. Капетани бродова сада су дужни да избегавају места на којима се фоке скупљају.

Фоке у Белом мору претходно су ловљене због крзна младунаца. Транспортни путеви који су пресецали места на којима се животиње окупљају такође су стварали проблеме. Данас су фоке суочене са другим проблемом: смањење леденог покривача у Белом мору због глобалног загревања отежава подизање младунаца.



Фоке имају још један проблем проузрокован глобалним загревањем: крзно младунаца је врло топло, али није водоотпорно, па је упадање у воду или чак у локве настале на леду који се отопио кобно за њих: смрзавају се, оболевају, а често и умиру. У будућности, ако се количине леда знатно смање, можда ће бити потребно пронаћи засебно острво на којем ће се безбедно подизати младунци фока.

Климатске промене утичу и на северне јелене. Танак ледени покривач на рекама значи да је сточарима почетком зиме теже да усмере стада до правих места. Јелен може пливати преко реке или се кретати по чврстом леду, али не може прећи реку преко танког леда. Нестанак леда на рекама ранијих година и топљење тундре стварају препреке миграцији јелена и често доводе до смрти многих животиња.

Климатске промене се не могу зауставити ни лако ни брзо, па је од виталног значаја да се проблеми реше уклањањем других баријера. На пример, треба осигурати да гасоводи не ометају миграцију северних јелена. Тренутно су цевоводи у зонама пермафроста изграђени изнад тла, на посебним носачима, а јелени нити могу да прођу испод цеви нити да их прескоче. Потребно је обезбедити надземне делове који су изнад постојећег нивоа, што ће омогућити животињама пролазак испод цевовода.



Топљење пермафроста

Људи живе у арктичкој зони пермафроста већ хиљадама година, али староседеоци (Чукчи, Ненци, Јакути, Евенки, Алеути, Јупици и Инуити) нису градили куће, и њихово присуство није штетило залеђеном тлу у арктичкој зони пермафроста. Када су Руси први пут дошли на Арктик и открили да се тло смрзава до дубине од неколико метара и да се само горњи слој топи током лета, били су веома изненађени. Вође колониста написале су да је земља смрзнута, па није било могуће сејати пшеницу. У руском граду Јакутск ископан је бунар да би се утврдило колике је дубине залеђено тло: 1686. године копан је до дубине од 30 m, али није досегао дно вечног леда.

Неких 150 година касније, рад на бунару је настављен и ископан је до дубине од 116 m, али тло је и на тој дубини залеђено.

Слика 2.8.6

Пермафрост у фази топљења, Шпицберген (Норвешка)



Природа пермафроста схваћена је тек крајем 19. века, када је откривено да дубина пермафроста може бити и до 1.500 m, али је залеђени слој, температуре између -2°C и -7°C , обично имао дебљину од 100 m.

На местима где нема пермафроста, температура потповршинског слоја земљишта увек је неколико степени изнад нуле, тако да се водоводне цеви могу безбедно положити, а водотоци и мале реке усмерити кроз канале и тунеле, што може бити потребно у градовима. Горњи слој тла се током лета отапа, али смрзнути слојеви остају нетакнути на дубинама од 10 cm на северној до једног метра на јужној граници пермафроста.

Градња на пермафросту је тешка због проблема са темељима. Смрзнуто тло се не може копати, већ се мора разбити или истопити. Могуће је бушити, тесати или минирати, али то је скупо и захтева посебну опрему. Пермафрост садржи велике количине леда – понекад читаве слојеве (сл. 2.8.7).

Слика 2.8.7

Вертикални пресек пермафроста са слојевима леда



Дакле, када се површински слој пермафроста отопи током лета, настаје врло слаб, „полутечни“ слој, који није стабилан да носи зграде, темеље мостова или далеководне. Такве конструкције морају да почивају на шиповима који се постављају дубоко и достижу нивое на којима се лед никада не топи.

Даљи проблеми потичу из чињенице да је летње одмрзавање пермафроста врло неуједначено. Површина није равна, а природа тла може се променити на само неколико метара. Може се догодити да се током лета вода акумулира на одређеном месту, а због пермафроста не може продрети у дубље слојеве. Кад дође зима, заробљена вода се леди и формира такозвана ледена сочива. Лед заузима више простора од воде, па тло „набубри“. Формирају се испупчења и неправилности, који могу уништити зграде и путеве (сл. 2.8.8 и 2.8.9).

Слика 2.8.8

Део железничке пруге оштећен ефектима пермафроста



Слика 2.8.9

Зграда уништена неравномерним избочинама изнад пермафроста



Како се клима мења, а температура расте, пермафрост се током лета отапа до већих дубина. Може доћи до акумулације воде на једном месту, што при поновном мржњењу доводи до избочина, које могу довести до кривљења или урушавања конструкција и објеката.

Ту се проблеми не завршавају. Како глобално загревање расте, посебно топла година може проузроковати одмрзавање пермафроста до дубљих нивоа него иначе те да заробљена вода отекне. Ово ствара празне просторе под земљом, земља се спушта, а изграђени објекти на површини (носачи мостова, далеководи или мала зграда) урушавају се. Овај ефекат се назива термокарст. Врло је опасан, а његову широку распрострањеност због глобалног загревања није било могуће предвидети када су зграде пројектоване и саграђене на Арктику (сл. 2.8.10 и 2.8.11).

Изливање воде због људског деловања додатно повећава ризик. Даље слабљење пермафроста услед глобалног загревања, које доводи до великих проблема са термокарстом, додатно отежавају цурења из водоводних и дренажних цеви. Правила којих се треба придржавати укључују чишћење снега са кровова и подручја око зграде пре него што се он истопи, јер вода не сме продreti испод зграде.

Шта се може урадити? Климатске промене се не могу брзо зауставити а настала штета брзо се увећава. Велике суме новца мораће да се уложи за директно замрзавање тла и пројектовање скупљих зграда, које ће моћи да се носе са новим условима.

Слика 2.8.10

**Срушена зграда у селу Черски
(Русија)**



Слика 2.8.11

**Срушени угао зграде у Јакутску
(Русија)**



Одржавање пермафроста на Арктику може се обезбедити релативно једноставним уређајима. Понекад су довољни подземни вентилациони канали: врло хладан ваздух са површине леђи земљу до тако ниских температура да током лета нема довољно времена за његово отапање. Ова метода је посебно погодна за путеве који су на издигнутим насипима. Тло насипа може се задржати залеђено полагањем цеви пречника око 20 cm, удаљених око 50 cm са обе стране насипа.

Тло се такође може замрзнути помоћу уређаја који се називају термосифони – вертикалне цеви, херметички затворене на оба краја, с доњим делом у земљи и горњим који се издиже 2-3 m изнад тла (сл. 2.8.13). Цев је делимично напуњена расхладном течностју (расхладним средством), попут амонијака или течног угљен-диоксида. Током зиме, постоји температурна разлика између релативно топлог тла (неколико степени испод нуле) и ваздуха, који је за 20–40 °C хладнији. Топлота из земље се преноси на расхладно средство које испарава због повећања температуре, што доводи до губитка топлоте у земљишту, тј. до хлађења земљишта. Пара расхладног средства се тада подиже и кондензује (враћа у течно стање) у хладној атмосфери изнад земље, након чега се кондензат враћа ка дну цеви и процес се понавља.

На овај начин термосифон снижава температуру тла за неколико степени, а то је довољно да се осигура да се тло не растопи током лета. Термосифон не функционише током лета, јер је ваздух топлији од тла, па расхладно средство унутар цеви не циркулише. Ово је начин замрзавања тла испод путева и носача ценовода, па чак и под великим зградама, а термосифони морају бити постављени на удаљености већој од једног метра (сл. 2.8.13).

Не би било погрешно мислити да термосифони нуде лако решење проблема топљења пермафроста. Међутим, потребно их је често мењати, а упркос својој једноставности, скупи су. Процењено је да би за трајно смрзавање тла под носачима гасовода у Русији било потребно издвојити 10 милијарди америчких долара!



Слика 2.8.12

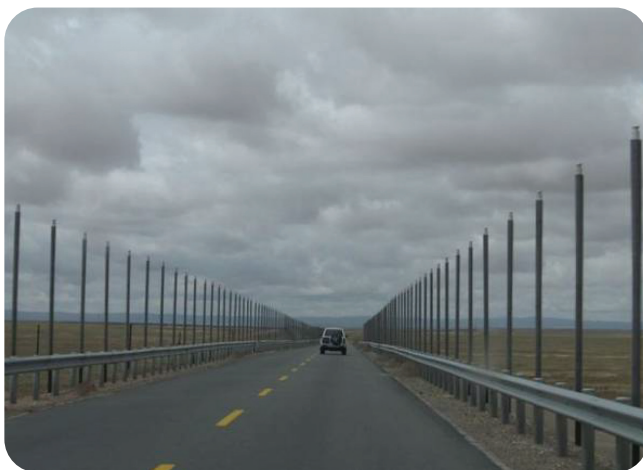
Будућа пермафрост отапања на Арктику. Црвена подручја означавају регије које ће се одледити до 2050. године, наранџасте површине до 2100. године, а жуте ће остати залеђене до 2100. године.

Не би било погрешно мислити да термосифони нуде лако решење проблема топљења пермафроста. Међутим, потребно их је често мењати, а упркос својој једноставности, скупи су. Процењено је да би за трајно смрзавање тла под носачима гасовода у Русији било потребно издвојити 10 милијарди америчких долара!

Такође, термосифони су само привремена мера, јер могу спустити температуру тла за неколико степени, и биће немоћни против интензивнијег загревања. Путеви ће морати да се монтирају на посебним носачима са темељима дубоко у земљи – у суштини, градиће се надвожњак, што ће вишеструко повећати трошкове изградње (сл. 2.8.14).

Слика 2.8.13

Термосифони поред пута



Слика 2.8.14

Пут изграђен на носачима



Није увек могуће осигурати да тло остане смрзнуто, а технологије хлађења су беспомоћне пред олујама и интензивном обалском ерозијом. У све већем броју случајева показује се да је немогуће спасити зграде и инфраструктуру, а једино решење је премештање људи негде другде.

Друга важна поента је да се током процеса отапања пермафроста из земљишта ослобађају велике количине гасова са ефектом стаклене баште, што додатно повећава ефекат стаклене баште и убрзава глобално загревање.

Временске аномалије на Арктику

Већ знате да се ветар и температура морају узети у обзир при процени временских прилика. Екстремна хладноћа без ветра далеко је боља од снажне међаве, услед које је готово немогуће радити било шта корисно – чак и путовати са једног места на друго. Рад при међави је опасан и тежак. Јаки ветрови постају све учесталији на Арктику и захтевају употребу специјалне опреме, одеће, сигурносне опреме и помагала.

Нивои влажности на Арктику су порасли, што доводи до промена у топљењу и замрзавању. То значи да су путеви, мостови и далеководи често прекривени слојем леда, што узрокује чешће несреће и кварове. Зграде и грађевине брже пропадају због дејства воде и леда у микропукотинама. Вода може продрићи у најситније пукотине, а затим се шири када се претвара у лед, што проширује пукотину. Лед се топи, више воде доспева у пукотине, поново се леди, а пукотина се шири све више. Што се чешће овај циклус понавља, брже се оштећује зграда.

Региони ниже надморске висине, попут полуострва Јамал, све су више под утицајем снажних пролећних поплава, када су огромне територије преплављене водом висине од метар па навише. На Јамалу сада падну веће количине снега, који се брже топи током арктичког пролећа. Други проблем Јамала је продирење морске у подземне воде, што доводи до брзе ерозије подземних делова свих врста зграда.

Како климатске промене утичу на домородачке народе севера?

Аутохтони народи на Арктику пате због климатских промена, будући да њихов традиционални начин живота директно зависи од климатских услова. Лов, риболов, прикупљање плодова и сточарство обезбеђују људима храну, главни су извор прихода и веома су важни за очување традиције и културе ових народа и територија на којима они живе.

Ирваси су важан део начина живота домородаца Далеког севера. Чешћа одмрзавања услед климатских промена значе да је тло често прекривено слојем леда, што ирвасима отежава да нађу лишајеве којима се хране. Топљење пермафроста, промене снежних услова и раније топљење и касније смрзавање речног леда ометају миграцијске путеве ирваса између зимских и летњих пашњака. Промене рута миграција ирваса и смањење популације морских животиња, чији је лов део начина живота становништва на крајњем северу, присиљавају људе да траже нове изворе хране и прихода.

Слика 2.8.15

Начин живота домородачких народа Арктика



Шта се може учинити како би се помогло аутохтоним народима Арктика да се прилагоде на променљиве климатске услове?

- 1) Спровести информативне кампање о локалној популацији о климатским променама и њеним могућим последицама како би се они припремили за суочавање са изазовима.
- 2) Развијати еко-туризам у овим областима.
- 3) Повећати доступност здравствене заштите на крајњем северу, посебно у удаљеним пределима и селима, и обезбедити поуздано снабдевање топлотном и електричном енергијом.

Какав је утицај климатских промена и потенцијал прилагођавања на Арктику у поређењу са оним на Антарктику?

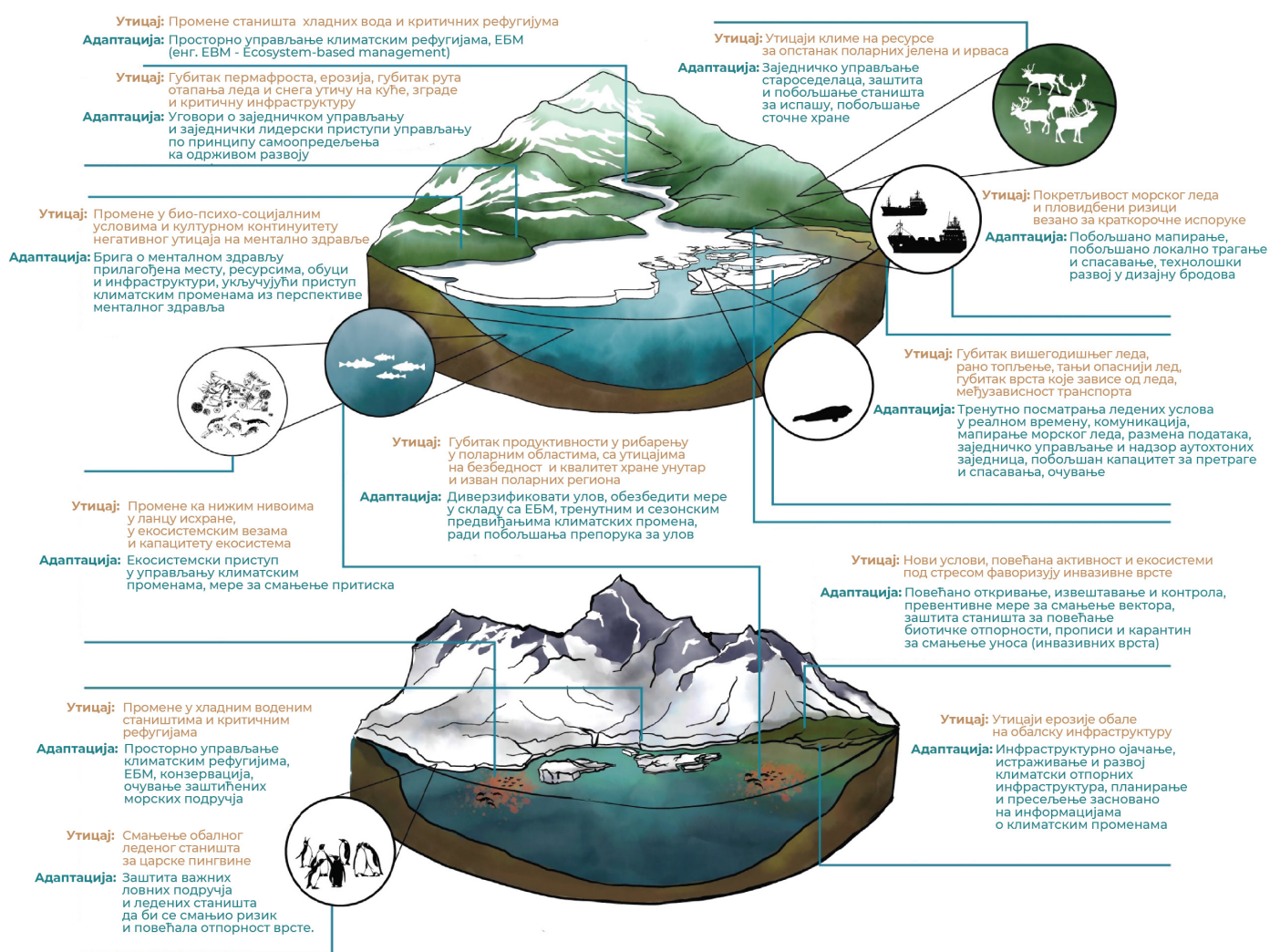
Упознати смо већ са поларним појачањем, што значи да се Земљини полови загревају брже од глобалног просека. Такође већ знамо да се Арктик загревао скоро четири пута брже од глобалног просека у протекле четири деценије и да се Антарктик загрева двоструко брже од глобалног просека.



Научници су упоредили утицаје климатских промена и опције за прилагођавање на Арктику и Антарктику, које показују неке сличности и разлике, на пример, због различитих станишта (сл. 2.8.16).

Слика 2.8.16

Утицаји климатских промена и потенцијал за прилагођавање на климатске промене на Арктику и



Шта је са позитивним ефектима топлије климе?

Тачно је да климатске промене на Арктику стварају неке могућности. Мање новца мора бити потрошено за грејање, смањење леденог покривача у Арктичком океану значи да се он може користити као морска рута између Европе и Јапана и Кине. Инфраструктура за бродски саобраћај треба да се изгради дуж руте на Северном мору, укључујући светионике, опрему за спасавање у хитним случајевима и луке у којима бродови могу бити усидрени током олује или изненадне појаве леда.

Све нестабилнија арктичка клима и укупно глобално загревање донеће и чешће међаве и нагла колебања температуре.

Сезона грејања може се скратити, али чешћа појава непредвидивог времена значи да се мора научити како прилагодити ниво грејања стварној спољашњој температури, а не датуму у календару. То ће захтевати уградњу регулатора температуре на радијаторима, тако да становници могу подесити температуру у својим домовима према потреби. Руске стамбене службе за то нису спремне, јер то захтева додатан рад и одговарајућу опрему.



Климатске промене ће донети више негативних него позитивних утицаја у свим арктичким регионима.

Климатолози и економисти су закључили: адаптација на топљење пермафроста, обалске ерозије и свих осталих могућих негативних последица климатских промена је могућа, али је веома скупа. Зато је веома важно пронаћи начине за успоравање глобалног загревања.



ПИТАЊА

1

Где се глобално загревање брже дешава: у свету у целини или на Арктику?

2

Зашто се температура ваздуха нагло повећава када током пролећа почне отапање ледених поља, при чему се повећавају површине „отворене воде“?

3

Како на поларне медведе утиче смањење леда? Зашто им је потребан лед?

4

Која опасност тренутно прети фокама у Белом мору?

5

Зашто је топљење пермафроста опасно за зграде? Шта бисте препоручили за прилагођавање зграда и друге инфраструктуре топљењу пермафроста?

6

Како климатске промене утичу на живот домородаца на Арктику? Шта би се могло учинити да им се помогне да се прилагоде променљивим условима?





ЗАДАЦИ

1

Задатак 1. Експеримент

Сврха експеримента: Посматрати како се запремина воде мења при мржњењу.

Материјали: Непропусна стаклена боца, вода.

Експеримент: Стаклену боцу напунити водом, затворити је и ставити у замрзивач. Шта се догодило са боцом када се вода заледила? Зашто се ово догодило? Нацртајте паралелу са процесима узрокованим пермафростом.

Задатак 2. Експеримент

Сврха експеримента: Уочити промене у физичким својствима материјала када се леде и отапају.

Материјали: Чаша киселе павлаке.

2

Напомена: Тло које се смрзнуло и одмрзнуло неће бити исто као пре замрзавања. У њему се могу појавити слојеви леда, који ће се током одмрзавања делити на воду и земљу. Кисела павлака се понаша на сличан начин када се прво замрзне, а затим одмрзне.

Експеримент: Чашу киселе павлаке ставити у замрзивач.

Када се павлака заледи, неће бити из једног дела: појавиће се слојеви леда. Када се отопи, кисела павлака се дели на белу течност и дебљу белу супстанцу (након што се помеша, враћа изглед киселе павлаке која се може јести).



2.9

Како климатске промене утичу на градове и здравље људи

Половина светске популације живи у градовима

Одавно се људско становништво поделило на градске и сеоске становнике. Људи који су живели изван градова бавили су се претежно пољопривредом – ратарством и сточарством, док су градови нудили боље услове за развој заната и оснивање првих фабрика. Захваљујући заштити коју су пружале градске зидине, градови су историјски представљали безбедније место за живот.

Слика 2.9.1

Београд – поглед са савске стране – без датума, К. Гебел (уметник), Е. Вајкселгартнер (литографија), Ј. Халер (штампар)



Процес урбанизације започео је развојем цивилизације и стварањем градова, али се интензивирао у 19. веку, након индустријске револуције, развоја нових технологија у пољопривреди, које су смањиле потребу за људском радном снагом на селу, и експанзије услужног сектора у економији.

Овај процес ширења градских подручја и пораста броја становника у градовима, претежно услед миграција становништва из руралних подручја у градове у потрази за бољим економским приликама, назива се **УРБАНИЗАЦИЈА** (од латинског *urbs* – град).



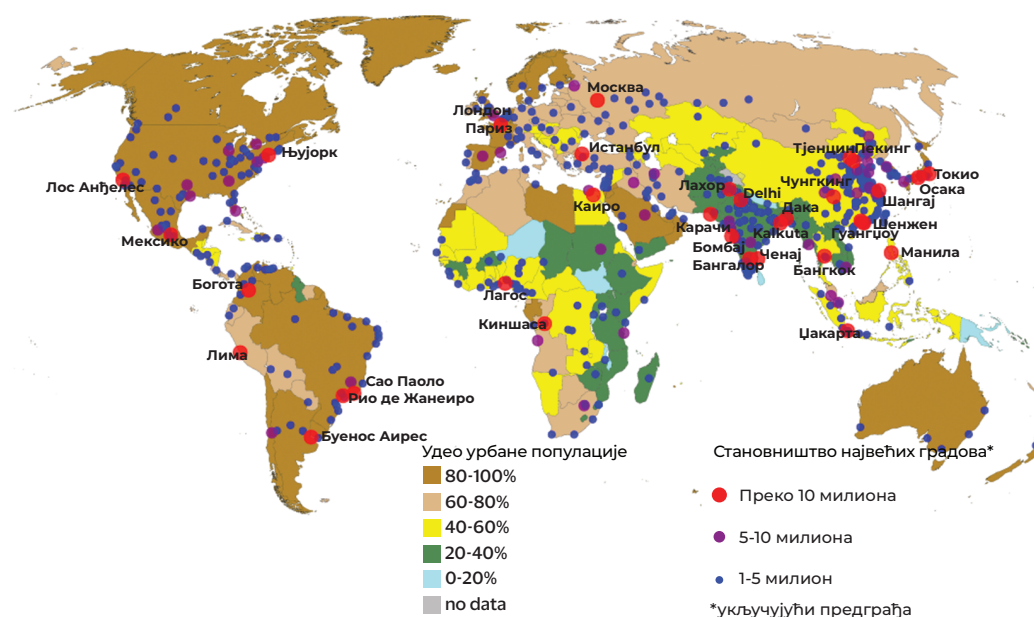
Као последица урбанизације, до 2008. популација у градовима порасла је за више од 50% и наставља да расте (сл. 2.9.2). До половине 2023. године, приближно 4,6 милијарди људи, од преко осам милијарди становника планете, живело је у градовима. То је 57% укупне људске популације. Према процени Уједињених нација, урбана популација ће се до 2030. увећати за скоро 600 милиона, те се предвиђа да ће у градовима живети укупно 5,2 милијарде становника (око 60% укупне популације).

У овом моменту 34 града широм света има више од 10 милиона становника. Већина ових мегаградова су у Азији (21), Латинској Америци (6) и Африци (3). Највећи град је урбана агломерација Токија, са укупном популацијом од 37 милиона. Потом су ту Делхи (33 милиона) и Шангај (29 милиона). Према прорачунима УН, број мегаградова ће се повећати на 43 до 2030. године. До тада ће Делхи постати највећи град на свету, са популацијом од 39 милиона.

Дакле, проучавање климе у градовима важно је за више од половине становништва наше планете.

Слика 2.9.2

Удео градског становништва у укупном становништву и највећим градовима света, 2018.



Табела 2.9.1 Мегаградови, 2023. и 2030.

РАНГ (по броју становника)	ГРАД	2023. ПОПУЛАЦИЈА (у милионима)	ТРЕНД	РАНГ (по броју становника)	ГРАД	2030. ПОПУЛАЦИЈА (у милионима)
1	Токио, Јапан	37,2		1	Делхи, Индија	38,9
2	Делхи, Индија	32,9		2	Токио, Јапан	36,6
3	Шангај, Кина	29,2		3	Шангај, Кина	32,9
4	Дака, Бангладеш	23,2		4	Дака, Бангладеш	28,1
5	Сао Пауло, Бразил	22,6		5	Каиро, Египат	25,5
6	Мексико Сити, Мексико	22,3		6	Бомбај, Индија	24,6
7	Каиро, Египат	22,2		7	Пекинг, Кина	24,3
8	Пекинг, Кина	21,8		8	Мексико Сити, Мексико	24,1
9	Бомбај, Индија	21,3		9	Сао Пауло, Бразил	23,8
10	Осака, Јапан	19,0		10	Киншаса, Конго	21,9

Слика 2.9.3 Са више од 37 милиона становника, Токио има титулу највећег града на свету.



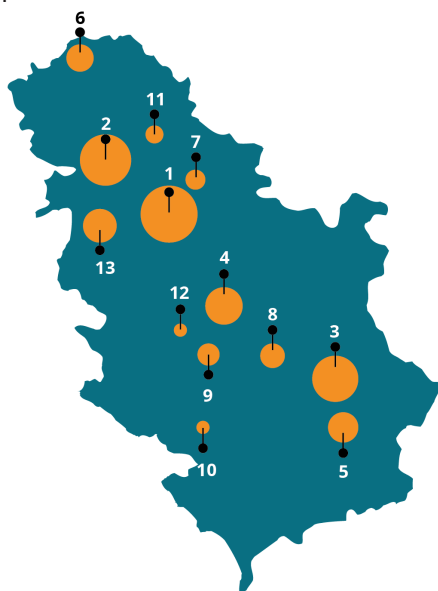
До 2030. године очекује се повећање броја мегаграда/мегалополиса са више од 10 милиона становника, са 34 у 2023. на 43 до 2030. године. Као последица исељавања, ниског природног прираштаја и убрзаног старења становништва, у неким земљама и градовима долази до смањења броја становника.

Предвиђања говоре да ће се између 2018. и 2030. године популација Делхија у Индији увећати за 10 милиона становника, док ће Токио у Јапану изгубити 900.000, тако да ће ова два града заменити места на листи највећих светских метропола ранжираних по броју становника.

Београд је једини град у Србији са више од милион становника. По броју становника четврти је у југоисточној Европи, после Истанбула, Атине и Букурешта. Према Попису становништва из 2022. године, у ширем подручју града живи 1.685.563 становника, што представља повећање од 26.123 становника у односу на Попис из 2011. године, што чини 25,9% популације читаве земље.

У периоду 2011–2022. године, популација Републике Србије опала је за пола милиона (495.975), док Београдски регион бележи раст броја становника, самим тим и удела у укупној популацији земље. Чинећи више од четвртине становништва Србије, Београд представља центар друштвених, политичких, економских и културних активности државе, што је типично и за друге европске престонице. Због негативних страна урбанизације, посебно утицаја великих урбаних агломерација на загађење животне средине и појаву градских урбаних топлотних острва, стручњаци који се баве одрживим развојем све више указују на значај децентрализованог, уравнотеженог развоја насеља и региона унутар земље, супротно централизованом, доминантном културном и економском положају једног великог града, као што је случај са Београдом.

Градови у Србији са преко 100.000 становника у ширем подручју, 2022.



ГРАД	ПОРЕЂЕЊЕ БРОЈА СТАНОВНИКА У ШИРЕМ ГРАДСКОМ ПОДРУЧЈУ	
	ПОПИС 2022	ПОПИС 2011
1. Београд	1.685.563	1.659.440
2. Нови Сад	367.121	341.625
3. Ниш	249.816	260.237
4. Крагујевац	171.628	179.417
5. Лесковац	124.889	144.206
6. Суботица	124.679	141.554
7. Панчево	115.910	123.414
8. Крушевац	114.331	128.752
9. Краљево	111.491	125.488
10. Нови Пазар	107.859	100.410
11. Зрењанин	106.562	123.362
12. Чачак	106.453	115.337
13. Шабац	106.066	115.884

Урбанизација има позитивне и негативне стране

Позитивне стране урбанизације су: већи број радних места и више могућности за запослење у градовима, јер су становништву потребне многобројне додатне услуге, квалитетније образовање и здравство, богатија понуда културних и спортских садржаја, различите могућности транспорта без поседовања личног возила итд.

Нагла концентрација великог броја становника на релативно малом простору може довести до пада квалитета живота у граду и преоптерећености градске инфраструктуре, попут мреже саобраћајница, простора за паркинг, зелених површина, електроенергетске и телекомуникационе мреже итд.

Негативне стране урбанизације су: загађење животне средине (издувни гасови аутомобила, непрописно бацање отпада у окружење, изливање хемикалија из фабрика у реке и језера итд.), загревање градова због ефекта топлотних острва, сиромаштво, пораст стопе криминала и др.

Зашто градове називамо топлотним острвима?

Градови су јединствена „жаришта животне средине“ на нашој планети. Реч „жар“ овде треба схватити сасвим буквално: асфалт и зграде у градовима најефикасније апсорбују Сунчево зрачење и загревају се, па тиме и емитују већу количину топлоте, која загрева ваздух; емисије разних загађујућих супстанци из фабрика и моторних возила задржавају се у површинском слоју атмосфере изнад града, стварајући појачан ефекат стаклене баште, који подиже температуру ваздуха у граду за неколико степени у поређењу са приградским насељима и околном територијом. Научници зато називају градове топлотним острвима.

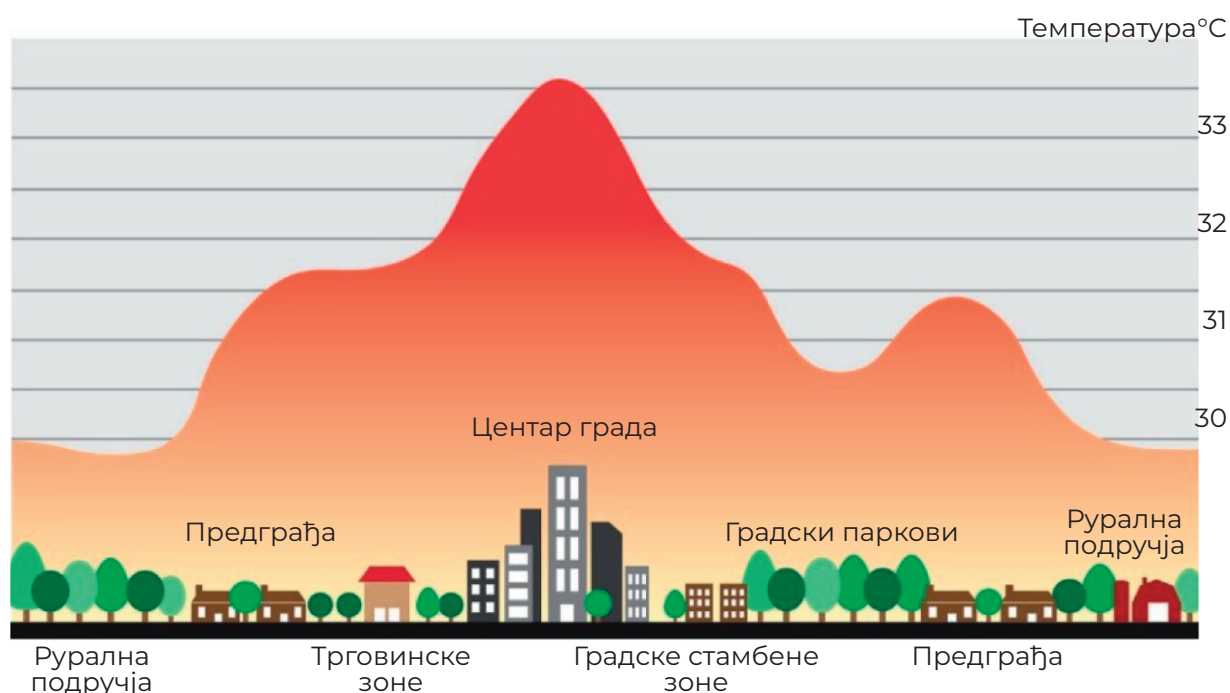
Топлотно острво је подручје у центру великог града, где је температура ваздуха виша у односу на периферију. Утицај градског топлотног острва највише се примећује у вечерњим сатима и током ноћи, посебно у пролеће и јесен, када температурна разлика између центра града и спољашњих подручја периферије може бити чак 10–15 °C.

Ефекат топлотног острва у великим градским областима појачава се и због глобалног загревања.



О ефекту урбаног топлотног острва сви знамо из личног искуства: ако током врућег летњег периода у граду увече изађете у шетњу, температура на улици је довољно висока за шетњу у лаганој одећи, док би вам у вечерњим часовима ван града било прохладно на отвореном без јакне, чак и током најтоплијег летњег месеца. То је зато што се у градском окружењу ваздух хлади спорије: одржава се топлим зидовима и крововима зграда које су током дана апсорбовале Сунчево зрачење.

Слика 2.9.4

Расподела температуре у граду (градско топлотно острво)**Почеци изучавања климе у градовима**

Прва истраживања градске климе спровео је Енглец Лук Хауард (Luke Howard) (1772–1864).

Од 1806. до 1831. Хауард је свакодневно вршио мерења атмосферског притиска, температуре ваздуха, влажности ваздуха, падавина и испаравања у предграђу Лондона. Није имао намеру да проучава специфичну климу Лондона, већ да спроведе општа климатска истраживања, користећи Лондон као основу за своја запажања. Посебно значајан за његова истраживања, и оно што му је донело „титулу“ оснивача урбане климатологије, био је његов покушај да упореди податке сопствених метеоролошких мерења са онима које је спроводило Краљевско друштво на локацији у централном делу Лондона. Поређење је открило оно што савремени истраживачи називају „ефектом урбаног топлотног острва“.



Како климатске промене утичу на здравље становника у градовима?

Климатске промене имају знатан утицај на живот и здравље људи. Већ нам је познато да наше здравље зависи од нашег понашања, наследних карактеристика, особина, занимања, окружења и приступа здравственој заштити, али сада постаје јасно да оно зависи и од климатских промена.

Климатске промене су нарочито приметне у градовима, а највише у метрополама. На пример, пораст температуре ваздуха у Београду током прошлог века износио је 0,5 °C, док је пораст просечних глобалних температура у истом периоду био 1,2 °C. Температура ваздуха такође расте у другим већим градовима широм света. Уколико се наставе постојећи трендови, предвиђа се да ће 77% градова широм света доживети упечатљиву промену климатских услова, док ће се 22% градова суочити са условима који тренутно не постоје у њиховом окружењу. Уколико се не предузму значајни кораци у борби против климатских промена, најдраматичнији помак могао би да се догоди у градовима северних географских ширина, чији би климатски услови око 2070. године подсећали на данашњу климу градова који се налазе 1.000 km јужније.

Слика 2.9.5

Пројекције раста максималних температура у европским градовима по RCP8.5 сценарију емисија гасова са ефектом стаклене баште

Град	До 2070 најсличнији	Пораст максималних температура
Хелсинки, Финска	Разделна, Украјина	4 °C
Париз, Француска	Монтефиасконе, Италија	4 - 5 °C
Лондон, Велика Британија	Софиџиле, Италија	3 °C
Берлин, Немачка	Раст, Румунија	4 - 5 °C
Беч, Аустрија	Ливези, Румунија	5 - 6 °C
Мадрид, Шпанија	Каливија, Грчка	4 - 5 °C

Слика 2.9.6

Пројекције раста максималних температура у градовима балканског региона по RCP8.5 сценарију емисија гасова са ефектом стаклене баште

Град	До 2070 најсличнији	Пораст максималних температура
Београд	Тал, Пакистан	6 - 7 °C
Нови Сад	Упер Дир, Пакистан	5 - 8 °C
Загреб	Тал, Пакистан	5 - 7 °C
Љубљана	Упер Дир, Пакистан	5 - 7 °C
Сарајево	Пожаревац, Србија	6 - 7 °C
Скопље	Градско, Северна Македонија	6 - 7 °C

RCP8.5 (*Representative Concentration Pathway 8.5*) представља сценарио климатских промена који научници користе како би дочарали шта би се могло десити ако наставимо да користимо много фосилних горива попут угља и не уложимо додатне напоре да смањимо емисију гасова са ефектом стаклене баште. Он се сматра сценаријом „најгорег случаја“, јер приказује потенцијално екстремне ефекте климатских промена ако се не предузму мере за ограничавање емисија. На пример, RCP8.5 предвиђа да би таквим начином људског деловања до 2100. године температура Земље могла порасти за око 4,3 °C у поређењу са прединдустријским временима, што може довести до озбиљних промена у временским условима, пораста нивоа мора и других еколошких проблема. Међутим, међу научницима постоји и мишљење да RCP8.5 није реалистичан, јер предвиђа веома високу потрошњу угља и емисије које се вероватно неће догодити уколико друштво пређе на чистије изворе енергије. И поред расправа, RCP8.5 се широко користи у истраживању климе како би се разумели ризици климатских промена и како би се упоредили са позитивнијим сценаријима, у којима се предузимају снажне акције за смањење емисија. На основу „**најгорих сценарија**“ које предвиђа РЦП8.5, можемо схватити важност доношења одлука данас које утичу на климу за будуће генерације.

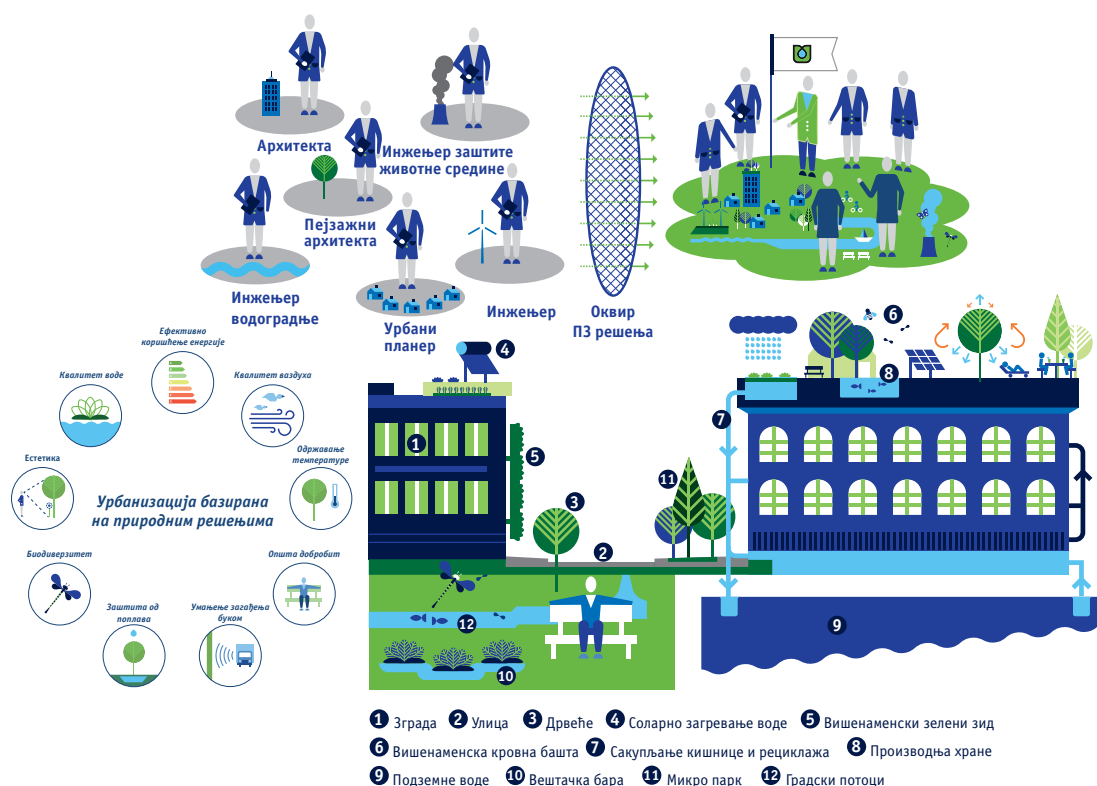
Клима града знатно се разликује од климе околних подручја због фактора као што су правац ветра, загађење ваздуха, топографија, структура изграђеног подручја, а самим тим и биланси зрачења, степен нарушавања водене равнотеже и смањења влажности тла услед немогућности продирања кишнице у тло кроз непорозне подлоге у градовима (бетон, асфалт).

Просечна годишња температура ваздуха у Београду за период 1961–1990. године, измерена у центру града, где је изражен утицај топлотног острва, износила је 11,9 °C. На периферији града, овај просек за исти период износио је око 11,0 °C.

Током 20. века, температура у Београду је непрестано расла, од 11,3 °C у првој деценији 20. века до 12,5 °C у последњој деценији. Опште загревање градова има два основна узрока: а) глобално загревање планете и б) раст града – урбанизација и појава топлотног острва. Како модификовани климатски услови у градовима негативно утичу на здравље људи, паралелно са мерама предострожности и прилагођавања климатским променама, неопходно је да градови широм света смање негативан утицај на климу и животну средину путем промене досадашњих пракси у урбанистичком планирању, производњи и потрошњи.

Стручњаци из домена одрживог развоја и урбаног планирања већ увелико трагају за иновацијама у планирању и развоју градова. Поред оптимизације густине и висине грађевина, профила улица, оријентације објеката, адекватне употребе материјала, проучавања локалних специфичности итд., све се више примењују решења заснована на природи (РЗП), попут озелењавања кровова, изградње висећих зелених вртова, иновативних паркова, урбаних башти и вишенамених рекреативних површина, увођења плаве и зелене инфраструктуре (воде и зеленила) у високоурбанизоване средине, системског прикупљања и употребе кишнице, употребе обновљивих извора енергије, замене бетонских површина иновативним пропусним материјалима за плочнике у циљу водене равнотеже и хлађења испаравањем, пројектовања специфичних формација дрвореда за максимално адијабатско хлађење (хлађење испаравањем) и циркулацију ваздуха и природних засенчења – дрвореда интегрисаних у систем градских паркова, итд.

Водич за Плаво-зелена решења заснована на природи – методолошки приступ планирању одрживих градова



Пример решења заснованих на природи (РЗП⁷) у пракси: Пројекат РЕЗИЛИО, Амстердам



Пројекат *РЕЗИЛИО* у Амстердаму тежи да реши критичне урбане климатске изазове у вези са поплавама, топлотом, водоснабдевањем и коришћењем енергије, и то путем пренамене кровова у климатски угроженим амстердамским насељима. Очекује се да ће површина од 10.000 m² паметних плавих и зелених кровова помоћи граду да се прилагоди климатским променама тако што ће смањити ефекте јаких киша, урбаних топлотних острва или суша, уз истовремено унапређење изолације у зградама, очување биодиверзитета и бољи квалитет живота. На овим крововима, испод зеленила, може се складиштити вишак воде. Тако настали тампонски слој смањује могућност оштећења кућа и њиховог окружења у случају јаких киша и повећава ефекат хлађења те могућност преживљавања биљака у случају суша.

⁷ Nature-based solutions (NBS)

Уколико решења заснована на природи не постану општеприхваћен стандард у планирању и развоју градова, стручњаци Светске здравствене организације очекују да ће глобално загревање узроковати да периоди екстремно врућег времена у градовима постану учесталији, интензивнији и дуготрајнији. Познато је да флукуације колебања притиска, температуре и влажности ваздуха могу учинити живот у градовима непријатним, а све је више случајева када прекомерна градска врућина драстично утиче на старије, малу децу и људе слабог здравља. Интензивна топлота праћена је вишим концентрацијама полена и других честица које изазивају алергије и астму. Људи који живе и раде у центру града и људи чији послови захтевају да проводе много времена на отвореном (радници на путевима, грађевински радници и др.) посебно су угрожени у врелим данима.

Вреле летње ноћи у градовима опасне су по здравље. Ако топлотни талас траје дуже од једне седмице, то може изазвати проблеме са здрављем срца, па чак и смртни исход код старијих грађана и оних са нарушеним здрављем.

Према студији објављеној у часопису „Nature Medicine“, скоро 62.000 људи је умрло због болести повезаних са прекомерном топлотом у Европи током 2022, која је до тада била најтоплија година. Студија је анализирала податке о смртности и температури од 2015. и 2022. у 35 европских земаља, са укупном популацијом од 543 милиона људи, и употребила их је да креира епидемиолошке моделе за израчунавање броја смрти повезаних са повећаним температурама. Научници су открили да је Италија била најснажније погођена, са око 18 хиљада смрти, док су иза ње Шпанија, са преко 11 хиљада умрлих, те Немачка, са око 8.000. Екстремне температуре диспропорционално су утицале на старије грађане и на жене. Од скоро 62.000 анализираних смрти, морталитет повезан са врућинама био је за 63% виши међу женама него међу мушкарцима. Старост је такође важан фактор и смртност знатно расте након 65. године живота.

Правовремена прогноза надолazeћег топлотног таласа је од велике важности, јер пружа медицинском особљу шансу да се припреми за њега. Светска метеоролошка организација⁸ препоручује да се упозорења упуте грађанима најмање два дана пре него што заиста почне период јаких врућина.

Температуре које људи из места са топлијом климом сматрају нормалним могу се назвати топлотним таласом у хладнијим областима ако су изван нормалног климатског обрасца.



⁸ World Meteorological Organization (WMO)

МЕРЕ ПРЕДОСТРОЖНОСТИ ПО ВРУЋЕМ ВРЕМЕНУ



- Носите одећу од природних тканина: оне помажу да се спречи прегревање тела омогућавајући кожи да дише.



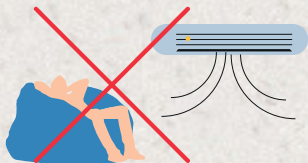
- Не излажите се директној Сунчевој светлости што је више могуће. Сунце је најјаче у подне али је температура ваздуха највиша у 14 часова. Препоручује се да будете у затвореном или у сенци од поднева до 16 часова.



- Не купујте кварљиве производе: бактерије се размножавају врло брзо на високим температурама, тако да постоји ризик од тешког тровања храном.



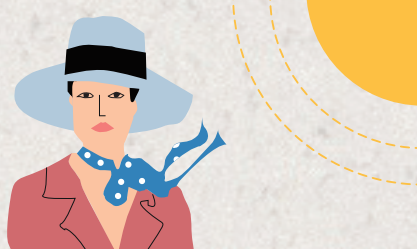
- Избегавајте масну и слану храну.



- Не седите директно под клима уређајем: температурна разлика између врућих улица и климатизоване собе је врло велика, а такве температурне промене могу изазвати прехладу и упалу плућа.



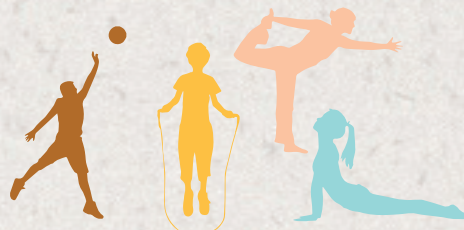
- Са собом носите флашу воде која није превише хладна. Особа треба да попије најмање 3 литре воде дневно по врућем времену.



- Увек носите шешир или неку другу заштиту за главу.



- Једите пуно воћа, поврћа, разних салата и хладних супа.



- Не претерујте са спортом и физичким тренинзима.



- Будите опуштени: сваки нервни стрес повећава ризик од топлотног удара, сунчанице и кардиоваскуларних поремећаја.

Климатске промене и заразне болести

Климатске промене негативно утичу на здравље људи (сл. 2.9.8) и посредно доводе до промене распрострањености и повећања учесталости векторски преносивих заразних болести, као и ширења заразних болести које се преносе путем воде, попут колере и дијареје. Опасне заразне болести, као што су маларија, енцефалитис, денга грозница, вирус Западног Нила итд., рашириле су се на подручја где раније нису биле присутне, а периоди у години када се јавља опасност од заразе постају дужи.

Вирус Западног Нила

Истраживања спроведена на територији Републике Србије у периоду 2007–2012. указују на пренос вируса Западног Нила у популацији комараца, птица и коња. Узимајући у обзир ове резултате и ширење вируса Западног Нила у суседним земљама, Румунији и Мађарској, Институт за биоциде и медицинску екологију спроводи истраживање вируса Западног Нила у популацији на територији Србије. Узорковање комараца на терену и тестирање на присуство овог вируса врши се током сезоне активности комараца (април–септембар), почев од 2013. године до данас.

На основу података достављених Институту за јавно здравље Србије⁹, у 2022. години, на територији Републике Србије регистровано је 246 случајева оболелих од грознице Западног Нила, са 25 смртних случајева који могу бити повезани са овим обољењем, док је у 2021. години регистровано 18 оболелих, од којих три са смртним исходом.

У Београду, узорковање комараца током сезоне њихове активности врши се на целој територији града, на око 200 локација. Године 2013. и 2018. издвајају се као године са највећим бројем локација на којима је забележено присуство комараца позитивних на овај вирус. То су уједно и године са највише забележених случајева оболелих у периоду 2013–2023. године, и то 303 оболеле особе током 2013. године, са 35 смртних случајева, и 415 оболелих са 36 смртних исхода током 2018. године.



⁹ Годишњи извештај о заразним болестима Института за јавно здравље Републике Србије за 2022. годину <https://www.batut.org.rs/download/izvestaji/GodisnjiIzvestajZarazneBolestiSrbija2022.pdf>

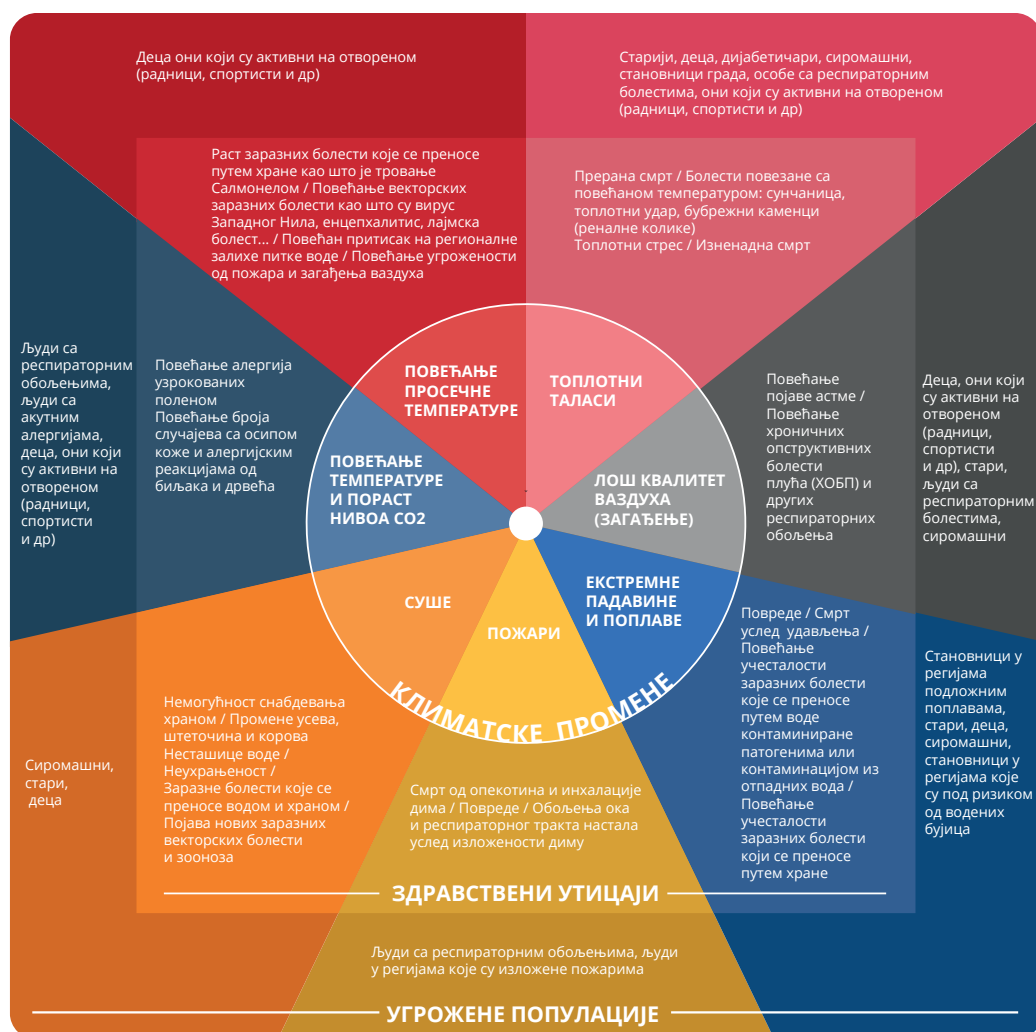
Лајмска болест

Лајмска болест је најчешћа болест која се преноси векторима у умереним регионима. Узрочник болести је бактерија борелија бургдорфери, а инфекција се добија убодом зараженог крпеља. Топлије време повећава шансе за преживљавање крпеља зими и њихово рапидно размножавање током пролећа. У Европи се годишње региструје преко 85.000 случајева оболелих од лајмске болести. У Србији годишње од ове болести оболи око 600 људи.

Лајмска болест први пут је откривена 1975. године у граду Лајм (Конектикат, САД), по коме је и добила назив. У нашој земљи лајмска болест је први пут забележена априла 1987. године, на подручју Београда, од када се непрекидно спроводи изучавање и праћење ове природно-жаришне бактеријске инфекције. У Градском заводу за јавно здравље у Београду отворено је и Саветовалиште за лајмску болест. Према подацима овог саветовалишта, до краја 2017. године болест је утврђена код око 6.400 становника Београда, међу којима је преко 70% имало убод крпеља на зеленим површинама Београда.

Слика 2.9.8

Климатске промене и утицај на здравље људи



Недавна студија о утицају климатских промена на здравље даје сет индикатора који помажу да разумемо ове утицаје, као што су смртност услед врућина, мањак хране и изложеност загађеном ваздуху.

У погледу екстремне врућине, на пример, студија показује да у малим острвским земљама у развоју (SIDS¹⁰) 103 дана врућина опасних по здравље сваке године може да се повеже са климатским променама у периоду 2018–2022. Широм Европе, Северне Америке и Океаније, овај број је мањи од 30.

Студија процењује да ће се, према сценарију о загревању испод 2 °C, још 525 милиона људи суочити са недостатком хране у периоду 2041–2060, у поређењу са просеком у периоду 1995–2014.

Комбинација климатских промена, урбанизације и мобилности доводи до повећане учесталости обољења попут денга грознице. Студија указује да су се случајеви денга грознице дуплирали сваке деценије од 1990. и готово половина светске популације се налази у ризику од овог обољења опасног по живот.

Поплаве представљају директну и индиректну претњу по здравље људи. Као директна последица поплава у Србији у мају 2014. године, од укупног броја жртава (51), 23 особе изубиле су живот дављењем услед утапања. Оштећујући водовод и канализацију, поплаве потенцијално контаминирају површинске и подземне воде и околна земљишта опасним материјама и отпадним водама и повећавају ризик од цревних болести. Током поплава у општини Лозница, у реку Коренита излила се токсична јаловина услед попуштања бране јаловишта. Такође, водоснабдевање општине Мали Зворник је било отежано због продора тешких метала из рудничких копова у изворе воде за пиће. Други индиректан утицај поплава на сектор здравства јесте оштећење здравствених установа у 15 општина, од којих су неке и привремено затворене.

Психолошки стрес и депресија такође могу бити изазвани променама у окружењу и начину живота. Вероватно сте приметили да понекад ваше расположење зависи од временских прилика. Поред промене расположења, метеоосетљиве особе и људи који пате од хроничних болести могу имати још оштрије изражене здравствене реакције на нагле промене временских и животних услова. Стога, елиминација узрока климатских промена, њихово ублажавање и прилагођавање климатским променама пресудни су за отпорност и добробит здравља људи.

Процене показују да између 45% и 55% становништва Србије може бити под великим ризиком од последица климатских промена, што значи да ће вероватно имати проблема са здрављем и животом. Од тога, 20–30% људи је под екстремно високим ризиком, што значи да ће сигурно осетити негативне ефекте климатских промена.

С обзиром на то да становништво стари, као и да се временски екстреми чешће догађају, очекује се да ће се број угрожених људи знатно повећати до средине 21. века. Такође, веће температуре, нарочито у градовима, довешће до још већих проблема, а неки делови популације, који нису укључени у рањиве групе, такође ће постати подложнији климатским променама.

¹⁰ Мале острвске државе у развоју (Small Island Developing States - SIDS) посебна су група од 39 држава и 18 придружених чланова регионалних комисија Уједињених нација које се суочавају са јединственим друштвеним и економским слабостима, као и слабостима у вези са животном средином. Три географска региона у којима се SIDS налазе су: Кариби, Пацифик, Атлантски океан, Индијски океан и Јужно кинеско море.

Табела 2.9.2

Сажет приказ утицаја и последица климатских промена, по групама климатских опасности, за које се до сада зна да имају или могу имати значајан утицај у Србији¹¹

Група климатских опасности	Утицаји	Последице
Вишак топлоте	Топлотни удари и исцрпљеност, смањена доступност хране и воде за пиће. Повећан ризик од болести, алергија и хроничних обољења. Повећан ризик од пожара услед којих се повећава загађење ваздуха.	Погоршање здравственог стања, преурањена смрт. Погоршање животних услова. Преоптерећење здравственог система услед климатских опасности и неадекватне заштите грађана и преоптерећење служби за спасавање. Смањена функционалност хитних здравствених служби.
Вишак воде/влаге	Повећан ризик од болести и других здравствених проблема. Повећан ризик од повреда и погоршање животних услова услед поплава и бујица. Смањена доступност воде за пиће и доступност и квалитет хране. Смањена могућност за пружање хитне здравствене помоћи. Појава заразних болести због погоршања услова хигијене.	
Недостатак воде/влаге	Смањена доступност воде за пиће и одржавање хигијене, смањена доступност и квалитет хране.	
Олује	Повећан ризик од повреда и оштећења имовине, односно погоршања животних услова. Смањена могућност за пружање хитне здравствене помоћи.	

Слика 2.9.9

Поплаве у Србији 2014. године



¹¹ Програм прилагођавања на измењене климатске промене Републике Србије, 2023, <https://pravno-informacioni-sistem.rs/eli/rep/sgrs/vlada/drugiakt/2023/119/1/reg>

Како климатске промене утичу на економију градова?

Екстремне временске непогоде могу пореметити транспорт, струју и водоснабдевање у градовима. Поплава може оштетити зграде, путеве, железнице, морске луке и аеродроме. Високе температуре доводе до бржег пропадања друмских површина, које захтевају чешће поправке. Нагли пад температуре зими узрокује стварање леда, који оштећује далеководе, а куће, школе, домови и предузећа остају без струје.

Током последње деценије научници све више проучавају утицај климатских промена на градове. Овакве студије пружиће правилно разумевање могућих последица глобалног загревања и обезбедиће сагледавање могућности компензације неких трошкова. На пример, становници северних земаља можда ће моћи да смање трошкове грејања својих кућа, јер температура ваздуха у хладној сезони расте. Али градови на југу земаља суочиће се са већим трошковима, јер ће током лета бити већа потреба за климатизацијом.

Како се можемо прилагодити и живети у здравијим и климатски отпорнијим градовима и насељима?

Међународни панел о климатским променама (IPCC) скренуо је пажњу да брзо растуће урбано становништво и незадовољене потребе за здравим, пристојним и одрживим становањем и инфраструктуром представљају трајни изазов. Али урбанизација такође нуди многе могућности за уградњу мера прилагођавања у планирање и развој градова и њихове инфраструктуре. Ово је критичан приоритет, с обзиром на прогнозе да ће додатних 2,5 милијарди људи живети у урбаним подручјима до 2050, од чега је до 90% овог повећања концентрисано у Азији и Африци.

Многи градови и урбана насеља већ предузимају кораке да се прилагоде тренутним и краткорочним климатским утицајима и ризицима као део свог друштвеног и економског планирања и политике. Ове акције обухватају захтевне инжењерске интервенције и планирање, као што су даљи развој градског јавног превоза, инжењерска одбрана од поплава, редизајн и утврђивање зграда, постављање склоништа од циклона, увођење грађевинских прописа зарад отпорности на урагане, развој стандарда, прописа и смерница за изградњу, за побољшање управљања атмосферским водама, система за одводњавање и заштиту од поплава, и, где је релевантно, јачање инфраструктуре која ће издржати услове пермафроста.

Такође расте интересовање за адаптивни урбани дизајн и решења заснована на природи, која имају за циљ зелено хлађење, као што су зелени кровови, зидови и паркови. Проширење зелених и природних простора истовремено повећава биодиверзитет, побољшава квалитет ваздуха и ублажава хидролошки циклус; такође помаже у смањењу здравствених ризика повезаних са топлотним стресом и респираторним болестима и ублажава изазове менталног здравља који произлазе из пренатрпаног урбаног живота. Зелени кровови у Сједињеним Државама (сл. 2.9.10) пример су како градови раде на ублажавању утицаја атмосферских вода, док истовремено одржавају зграде хладнијима.

Мере у вези са здрављем укључују редизајн и реконструкцију домова, школа и здравствених установа, како би се смањили утицаји екстремне врућине, управљање порастом векторских болести и болести које се преносе водом, као што је маларија, те побољшан приступ води и санитарним услугама.

Акције предузете у различитим секторима за решавање ризика од климатских промена могу донети користи за људско здравље и општу добробит. Прелазак са возила на унутрашње сагоревање и производних станица на фосилна горива на обновљиве изворе енергије ублажава емисије гасова са ефектом стаклене баште, побољшава квалитет ваздуха и смањује ризик од респираторних болести. Политика и дизајн који олакшавају активни градски транспорт (пешачење и бициклизам) повећавају ефикасност у том сектору, смањују емисије гасова са ефектом стаклене баште и побољшавају квалитет ваздуха и физичко и ментално здравље становника. Енергетски ефикасне зграде и урбани дизајн побољшавају квалитет ваздуха у затвореном простору и смањују ризик од топлотног стреса и респираторних болести. Системи исхране који наглашавају здраву исхрану усмерену на биљке смањују емисије у пољопривредном сектору, а истовремено помажу у борби против неухрањености.

Слика 2.9.10

Зелени кровови у Сједињеним Државама за решавање проблема отицања атмосферских вода и хлађења зграда Зелени кровови у Сједињеним Државама за решавање проблема отицања атмосферских вода и хлађења зграда Зелени кровови у Сједињеним Државама за решавање проблема отицања атмосферских вода и хлађења зграда





ПИТАЊА

1

Које су по вашем мишљењу предности живота у граду?

2

Направите своју листу негативних последица урбанизације.

3

Упоредите обе листе и продискутујте са ученицима из одељења како задржати и унапредити позитивне стране урбанизације, а сузбити негативне појаве у урбаном окружењу.

4

Какве мере бисте ви применили у борби против загађења воде, ваздуха и осталих елемената животне средине?

5

Да ли можете навести три мере за прилагођавање климатским променама у градовима?

6

Шта бисте предузели у прилагођавању градова на климатске прилике и планирању градова како би сви становници имали добар квалитет живота?





ЗАДАЦИ

1

Задатак 1.

Током летњих месеци у исто доба дана обавите упоредна мерења температуре у сенци градске зелене зоне или парка и у сенци на главној улици у центру града без зеленила. Упоредите ове резултате мерења и образложите улогу вегетације у урбаном окружењу.

Осмислите позиције у свом граду/кварту на којима је потребно засадити стабла, градске баште, травњаке и отворити нове паркове/дрвореде, како би се ублажио ефекат топлотног острва.

2

Задатак 2.

Користећи Приручник, референце и интернет странице, сазнајте и запишите на који начин можете помоћи особи која је доживела топлотни удар, задобила промрзLINE или опекотине од сунца, пати од јаких алергијских реакција на полен или ју је ујео крпељ.

Које превентивне мере можете предузети да бисте заштитили своје здравље током периода јаке врућине?

Креирајте свој визуелно упечатљив постер са упутствима за „прву помоћ“ током топлотног удара / олује.

3

Задатак 3.

Замислите да сте градоначелница/градоначелник свог родног града. Које интервенције бисте ви и ваш тим предузели да ублажите ефекат топлотног острва у граду? (башта на крову, садња висећих вртова, дрвећа у школском дворишту ради креирања надстрешнице за хладовину, анализа школског система грејања и предлог за унапређење, едукација комшија, предлог алтернативног материјала за бетонски плочник школског дворишта итд.).

Осмислите иницијативу/акцију/кампању са својим другарима/колегама којом можете започети позитивну промену у вашој школи/кварту/општини и смањити негативан утицај на животну средину.



2.10 | Како климатске промене утичу на друштвена питања

Тако различити светови: Развијене земље и земље у развоју

Постоји скоро 200 држава у свету. Све државе се међусобно веома разликују по свом географском положају, површини коју заузимају, природном окружењу, клими, становништву, економији и животном стандарду. Дакле, на све њих различито утичу климатске промене. Земље се такође разликују по својим капацитетима да се носе са новим климатским проблемима.

Према степену развоја, државе се често деле на две велике групе: такозване „државе у развоју“ и „развијене државе“.

Развијене државе су релативно богате земље са повољним животним условима и јаким економијама, у којима индустрија, услуге и финансијски сектор играју главну улогу. Људи који живе у овим државама генерално имају бољи приступ здравственој заштити, образовању и могућностима за запослење и имају релативно висока примања, која им омогућавају да троше новац на ресторани, куповину, бављење активностима, културу, уметност или путовања. Ипак, то не значи да у овим државама сви грађани имају једнак приступ оваквим могућностима и ресурсима, због све већег јаза између богатих и сиромашних. Група развијених држава обично укључује САД, Канаду, Аустралију, Нови Зеланд, европске земље, Јапан, Сингапур, Хонг Конг и Израел, али се не ограничава само на њих. Неке државе Источне Европе, укључујући Србију, са такозваним „привредама у транзицији“ представљају подгрупу у групи развијених држава. Термин „транзиција“ или „привреда у транзицији“¹² односи се на процес трансформације централно планиране привреде ка моделима тржишне економије, који је у овим земљама почео 90-их година 20. века.

Државе у развоју су оне које су у раној фази свог економског и социјалног развоја у поређењу са развијеним. Многе од њих и даље у великој мери зависе од пољопривреде, трговине робом и рударства. Велики делови њихових популација имају нижи животни стандард, неједнак приступ здравственом осигурању, мање социјалних програма и мање прилика за образовање и запослење. Група држава у развоју је изузетно разнолика.



¹² Термин „економије у транзицији“ односи се на прелазак ових земаља од 90-их година 20. Века са централно планираних економија на тржишне економије.

Она укључује економије у настајању (новоиндустријализоване државе) као што су Кина, Индија, Јужна Кореја, Турска, Бразил, Аргентина, Мексико и неке друге, које брзо хватају корак са развијеним државама захваљујући брзом расту индустријске производње. Многе ствари које свакодневно користимо – одећа, обућа, посуђе, намештај, уређаји и играчке – производе се у овим земљама, нарочито у Кини. Кина предњачи на светском нивоу у погледу произведене робе на годишњем нивоу, а на другом месту су САД.

С друге стране, постоји 46 држава за које се сматра да су најмање развијене у свету. Оне укључују државе са малим острвима, неизграђене планинске државе, као и државе са пренасељеним територијама и неповољним климатским условима. Ове државе су веома сиромашне, њихове економије су слабе, а њихово становништво и начин живота су високо рањиви на природне катастрофе. Већина најмање развијених држава налази се у Африци и Азији, а најсиромашније државе, према Светској банци, јесу Авганистан, Бурунди, Чад, Демократска Република Конго, Малави, Либериа, Мозамбик, Нигер и Сомалија. Сиромаштво у овим државама је шокантно, јер већина становништва живи са мање од два америчка долара дневно. Људима недостају храна, чиста пијаћа вода, болнице и школе. Владе ових држава не могу да плаћају социјално осигурање ни пензије својим грађанима, па породице покушавају да имају што више деце која ће помагати родитељима да воде домаћинство, радити на пољу и подржати их у старости.

Узрок рађања великог броја деце може се наћи и у већој смртности деце због лоших услова живота, као и у недовољном образовању о репродуктивном здрављу, патријархалним и културолошким обрасцима и другим разлозима. Такође, лоши санитарни услови, недостатак хране и чисте воде, као и недостатак клиника и болница, доводи до веће смртности деце, па рађање већег броја деце представља и начин да се обезбеди да бар нека од њих преживе. Око 880 милиона људи (12% светске популације) у овом тренутку живи у најсиромашнијим државама света, али ове земље доприносе мање од 2% глобалној економији.



Друштвена неједнакост

Године 2023. светска популација је прешла осам милијарди. Огромна већина људи у свету – 6,64 милијарде, или 83% укупног броја – живи у државама у развоју, а само 17% или 1,36 милијарди људи (такозвана „златна милијарда“) живи у развијеним државама.

Није изненађујуће да 17% људи који живе у богатим земљама троше лавовски део светске производње, с обзиром на њихове високе приходе и задовољавање потребе за одређеним животним стилем. Руковање индустријским предузећима и стварање дневне производње за људе у богатим земљама захтева огромну количину ресурса и енергије. Највећи потрошачи енергије су Исланд, Норвешка, Канада, Сједињене Државе и богате нације на Блиском истоку као што су Оман, Саудијска Арабија и Катар. Просечна особа у овим земљама троши чак 100 пута више од просечне особе у неким од најсиромашнијих земаља. На пример, просечном Американцу је потребно 3,5 пута више ресурса током његовог живота него просечном становнику Земље, а просечни Американац користи девет пута више енергије од просечног Индијца. Дакле, допринос људи који живе у развијеним државама глобалној емисији гасова са ефектом стаклене баште (њихов „угљенични отисак“) много је већи од доприноса људи у државама у развоју и они сnose већу одговорност за последице климатских промена.

Разлика између квалитета живота богатих и сиромашних у свету је огромна. Просечна примања у 20 најбогатијих земаља 37 пута су већа од оних у 20 најсиромашнијих. Дакле, на сваких 100 долара прихода које прима просечан грађанин Европе или Сједињених Држава, становник Непала или Етиопије прима само 2,50 долара. Приходи 500 најбогатијих људи на свету премашују укупан приход 416 милиона најсиромашнијих људи на планети.

Поред тога, услед високе стопе наталитета у многим земљама у развоју, стопа раста њиховог становништва је 3,5 пута већа него у развијеним земљама. Популације најсиромашнијих земаља Африке и Азије могле би да се удвоструче за мање од 40 година. Дакле, број најсиромашнијих људи на планети наставља да расте.

Јаз између богатих и сиромашних у свету је огроман. Људи у развијеним земљама, који чине само 17% светске популације, троше већи део светске производње и више од 70% целокупне енергије, док скоро 2,5 милијарди људи широм света живи са мање од два долара дневно. Према подацима Организације за храну и пољопривреду, 770 милиона људи нема приступ чистој води за пиће, а 821 милион људи нема храну која им је потребна за активан и здрав живот.



Било би погрешно мислити да је сиромаштво ограничено на најмање развијене државе. Богате земље такође имају заостале регионе и сиромашне људе. У Сједињеним Државама, на пример, Биро за попис становништва је проценио да је број сиромашних 2021. године износио 38 милиона, или око 12% укупне популације. У Немачкој је скоро свака седма особа, или 13,5 милиона, 2022. живела на граници или испод границе сиромаштва. Често су најсиромашнији људи у развијеним земљама они људи који су тамо дошли из држава у развоју с намером да раде, као и људи који живе у руралним областима и пропалим индустријским градовима, где се рудници и фабрике затварају јер су непрофитабилни.



Постоје очигледне разлике између животних околности сиромашне особе из неке од развијених држава и сиромашног становника неке од држава у развоју. Границом сиромаштва у Сједињеним Америчким Државама сматра се годишњи приход од 22.000 америчких долара за четворочлану породицу или приход од око 15 америчких долара дневно по особи. То је заиста врло мали износ ако се имају у виду високе цене основних потроштина у САД. Али сиромашној особи из најмање развијене државе, услови у којима живи амерички сиромаш, са сопственим смештајем, са тоалетом и кадом, изгледају као право богатство.

Неједнакост животних услова и неједнаки распоред прихода и могућности између људи на нашој планети представљају неке од највећих друштвених проблема у свету данас. У Извештају Програма Уједињених нација за развој за 2013. годину истакнуто је: „Свака особа има право да живи испуњен живот у складу са својим вредностима и тежњама. Нико не би требало да буде осуђен на кратак живот или несрећу јер је случајно из 'погрешне' класе или земље, 'погрешне' етничке групе или 'погрешног' пола.“

Нажалост, климатске промене само повећавају проблем социјалне неједнакости и усложњавају задатак превазилажења сиромаштва. Пандемија коронавируса знатно је погоршала постојеће проблеме, зауставивши двогодишњи напредак у друштвеном и економском развоју, смањењу сиромаштва и неједнакости (Извештај УНДП о људском развоју 2021–2022).

Климатске промене чине социјалне проблеме већим

Већ смо видели да сваки регион и држава у свету доживљавају утицај климатских промена, али смо такође видели и како су неки од њих – приморски, арктички, планински или пољопривредни региони или земље – више погођени последицама климатских промена од других. То се дешава зато што животни стил и економија локалног становништва у великој мери зависе од природних услова и климе, тако да свака промена доводи до великих проблема за економију и друштво.

Људи у сиромашним земљама и регионима у обезбеђивању средстава за живот углавном зависе од пољопривреде, тако да свака суша, поплава или ураган могу моментално одузети тим људима једини извор прихода. Земље попут Бангладеша, Хаитија или Чада не само да су међу првима осетиле ефекте климатских промена већ им недостаје и довољно новца и ресурса за решавање потенцијалних ризика.

Климатске промене у сиромашним земљама имају нарочито велик утицај на жене, које су углавном одговорне за одгајање деце, збрињавање болесних и старих, исхрану породице, узгој усева и прикупљање воде и горива. На све ове задатке озбиљно утичу климатске промене.

У другим областима, чак и у земљама са високим дохотком, мала деца, старији људи и особе са инвалидитетом могу бити изложени посебном ризику, јер њихово здравље у великој мери зависи од временских услова.

Неправда је у томе што људи који су најмање одговорни за глобално загревање могу највише патити од његових последица

Климатске миграције

Климатске промене доводе до тога да десетине милиона људи мигрирају како би избегли последице олуја, суша и поплава. Према истраживању Универзитета Колумбија (Columbia Climate School), око 23 милиона људи широм света одселило се из својих домова 2017. због изненадних екстремних временских појава. Још око 44 милиона је расељено због „хуманитарних криза“, вероватно погоршаних каскадним ефектима климатских промена. Према прогнозама, њихов број би до 2050. могао достићи 200–250 милиона људи.

Подручја којима прете масовне миграције укључују делте реке Меконг и Ганг у југоисточној Азији. То су густо насељена пољопривредна подручја, али повећање нивоа воде ових река за два метра довешће до плављења великих површина обрадиве земље. Локално становништво које ради на овим пољима биће приморано да тражи нова места за живот и рад.

Честе суше или поплаве, које имају посебно озбиљне последице за пољопривреду, примораће многе људе у руралним срединама да се преселе у градове у потрази за послом. Таква миграција доводи до стварања целих четврти сиромашних миграната, тзв. „сламова“, са лошим санитарним условима и високом стопом криминала. Све већи број људи са карипских острва напушта своје домове због учесталих тропских олуја и торнада, јер ниједна земља у региону (осим САД и Кубе) нема капацитета да се носи са отежаним климатским условима.

Слика 2.10.1

Сламови у Рио де Жанеиру (Бразил)



Слика 2.10.2

Камп миграната који су због јаке суше били присиљени да напусте своје домове (Сомалија, 2011)



Слика 2.10.3

Последице урагана Хаијан, (Јоланда) (Филипини, 2013)



Аустралија и Нови Зеланд већ су пружили гостопримство климатским мигрантима из острвских држава Океаније. Острва на Тувалу и Кирибати архипелагу, која се налазе недалеко од Аустралије, постепено нестају испод таласа због пораста нивоа воде у океану. Заштитници животне средине у Аустралији врше притисак на владу да додели посебне квоте за ове климатске избеглице. Слично томе, влада Малдива договорила се са Шри Ланком о пресељењу њених становника у случају непосредне опасности да овај острвски ланац нестане под морем.



Острвску државу Кирибати углавном чине корална острва, која су у просеку само два метра надморске висине, тако да би пораст нивоа мора могао да их поплави у наредних 50 година. Године 2012. влада острва Кирибати одлучила је да купи земљу у Републици Фиџи, где грађани Кирибата могу да се преселе у случају да њихови домови нестану под морем.

Нови конфликти

Климатске промене могу изазвати озбиљне сукобе међу људима, посебно у вези са правима на земљиште, недостатком воде и климатском миграцијом.

Карта на слици 2.10.4 приказује могуће социјалне последице климатских промена у различитим регионима света. Области означене црвеном бојом посебно су изложене ризику од сукоба у вези са климатским променама. То су области којима прете дуготрајна суша, несташица воде, пораст нивоа мора, засољавање земљишта, мањак усева, недостатак приступа изворима енергије и други фактори који могу изазвати политичке и друштвене кризе, као и све веће миграцијске токове.

Слика 2.10.4

Подручја потенцијалних криза повезаних са климатским променама**Климатске промене и родна равноправност**

Да би се пронашли ефикасни одговори на климатске промене, важно је разумети и како родна неравноправност утиче на приступ ресурсима и њихову контролу, институционалне структуре, друштвене, културне и формалне мреже и процес доношења одлука.

Иако климатске промене не дискриминишу и утичу на све, жене и мушкарци, због различитих друштвених улога, могу различито да искусе последице климатских промена, при чему су жене често несразмерно негативно погођене овим променама. Жене, у поређењу са мушкарцима, често имају ограничен приступ ресурсима, мањи приступ правди, ограничену мобилност и ограничен глас у креирању одлука и утицају на политику.

Политике и интервенције у области климатских промена морају бити у складу са локалним контекстом и узети у обзир различите перспективе жена и мушкараца, њихове улоге, потребе, права, искуства, приоритете и интересе.

Поштовање родне равноправности и једнак приступ доношењу одлука кључан је корак за унапређење политика у вези са климатским променама и повећава њихову ефикасност и у развијеним и у неразвијеним земљама.

Нови концепти друштвеног и економског развоја

Као одговор на све веће проблеме друштвене неједнакости, развијају се нови правци сагледавања и мерења друштвеног напретка. Основни начин мерења напретка и развоја друштва углавном је базиран на мерењу преко бруто националног дохотка (енгл. Gross Domestic Product – GDP). Он мери напредак друштва из угла капиталистичке продуктивности, путем мерења производње и потрошње, и занемарује друге важне аспекте као што су неједнака расподела ресурса, животна средина, задовољење холистичких потреба човека и друго. У овом тренутку јасно је да се мерење напретка друштва мора проширити на шире сагледавање друштвене добробити.

Тако је Краљевина Бутан развила индекс бруто националне среће (енгл. Gross national Happiness – GNP), који мери напредак друштва сагледавањем девет различитих области: психолошка добробит, коришћење времена, виталност друштва, културна разноликост, прилагодљивост стања животне средине, животни стандард, здравље, образовање и добро управљање. Канада је развила Канадски индекс добробити (енгл. Canadian Index of Well-being – CIW), који мери квалитет живота у осам различитих области: виталност заједнице, демократска ангажованост, образовање, животна средина, здравље становништва, слободно време, животни стандард и коришћење времена. Индикаторе за мерење добробити развили су и Аустралија (енгл. Measures of Australia's Progress), Нови Зеланд (енгл. The New Zealand Social Report), Уједињено Краљевство (енгл. UK Measures of National Well-being) и др.

Такође, све више се развијају покрети и концепти чији је циљ изградња нових начина живљења. Један од основних је концепт одрживог развоја, који подразумева развој који омогућава задовољење потреба садашњих генерација без угрожавања могућности будућих генерација да задовоље своје потребе. Он представља глобални концепт и основу за даљи развој човечанства. Поред њега, развијају се и други концепти који пружају подршку одрживом развоју, као што су концепт одрживог живљења, концепт глобалне солидарности, друштвено одговорно пословање и други.

Под утицајем нових концепата одрживог живљења, све више се развијају алтернативни модели друштвеног и економског развоја који су у складу са заштитом животне средине и очувањем биодиверзитета и свих природних ресурса планете Земље. Неки од примера обухватају социјално предузетништво које послује у складу са начелима бизниса и људских права Уједињених нација, као што су заједнице урбаних башти, удружења/ задруге произвођача соларне енергије, удружења малих пољопривредних произвођача, заједнице урбаног пчеларства и друге.

Међународна сарадња за пружање социјалне помоћи

Посебни програми помоћи за најугроженије друштвене групе су потребни да би се смањили социјални ризици који произлазе из климатских промена. Они могу укључивати: обуку и професионалну преквалификацију људи који живе у руралним срединама која им обезбеђује нове могућности уместо пољопривреде, пројекти пресељења становника из угрожених региона, отварање нових радних места у сиромашним подручјима, истраживање за развој нових сорти усева које су отпорније на сушу, као и стварање раних упозорења на природне катастрофе. Али све ове мере захтевају новац који сиромашне земље и сиромашни људи немају.

Већ су створени различити фондови и финансијски инструменти који ће помоћи државама у развоју да превазиђу социјалне проблеме повезане са штетним утицајима климатских промена. Главни донатори су владе развијених земаља, велике компаније и међународне организације, пре свега Уједињене нације.



ПИТАЊА

1

По чему се развијене државе разликују од држава у развоју?

—

2

Да ли већина људи на свету живи у развијеним државама или у државама у развоју?

—

3

Које су државе најосетљивије на климатске промене? Зашто?

—

4

Зашто последице климатских промена највише утичу на сиромашне?

—

5

Које социјалне проблеме климатске промене чине још већим?

—

6

Животиње и биљке не могу да се прилагоде брзим променама климе – а шта је са људима?





ЗАДАЦИ

1

Задатак 1.

На мапи света подвуците 20 водећих држава у погледу економског развоја и обојите их зеленом бојом. На истој мапи подвуците 20 главних земаља које су водеће према количинама емисија гасова са ефектом стаклене баште (подаци се могу наћи на Википедији) и обојите их у црвено.

Има ли пуно случајности? Колико водећих земаља света је сада „прљавобраон“, што указује да наносе највише штете клими Земље?

Објасните зашто ове земље сnose највећу одговорност за климатске промене које се дешавају.

2

Задатак 2.

Замислите да радите за међународни фонд који издваја новац за пројекте посвећене борби против последица промена климе. Које бисте пројекте за помоћ сиромашним земљама првенствено финансирали?

