КЛИМАТСКИ ПАКЕТ

Интерактивни образовни алат о климатским променама

ПРИРУЧНИК

КЛИМАТСКИ ПАКЕТ

Интерактивни образовни алат о климатским променама

ПРИРУЧНИК

Аутори оригинал Приручника:
Владимир Бердин (водећи аутор, потпоглавља 1.1.-1.4, 2.6, 2.8 и 3.5)
Јулија Доброљубова (потпоглавља 2.7, 2.9 и 2.10)
Екатерина Грачева (потпоглавља 3.1, 3.2 и 3.4)
Др Павел Констатинов (потпоглавља 1.1, 2.1, 2.4, 2.5, 2.9)
Др Наталија Рижова (потпоглавље 2.2)
Др Катја Симеонова (ажурирања у издању 2025. године)
Др Елена Смирнова (потпоглавља 3.2, 3.3, 3.4)
Др Димитри Замолодчиков (потпоглавље 2.3)

Педагошки рецензенти
Колотилин Љубов
Др Елена Смирнова

Менаџери пројекта
Наталија Олофинскаја
Антонина Кованскаја
Елена Суровикина
Др Сергеј Тамбијев
Петра Валастинова

Техничка рецензија
Теренс Џон Карингтон

Уредник издања 2025.
Барати Садасивам

Дизајн и прелом
Ана Алекперова
Натан Ђулијано

Захвалнице
Пројектни тим се захваљује свим саветницима и научним консултантима који су помогли у припреми Климатског пакета - интерактивног алата за учење, посебно:
Алексеју Кокорину за драгоцене савете у припреми одељака „Климатске промене“ и „Како климатске промене утичу на арктички регион“;
Јулији Калиничевој за помоћ у припреми зидне мапе и постера за ублажавање климатских промена;
UNDP Јерменија за припрему постера за климатску адаптацију;
Алексеју Солдатову (BSH Home Appliances LLC) и Олги Пегови за њихову помоћ у припреми материјала на тему Енергетска ефикасност и уштеда енергије;
Следећи наставници у школи № 9 Переславл-Залески (Јарославска област, Русија) који су помогли око алата Климатски пакет: Људмила Бубнова, Татјана Гордејева, Татјана Кукушкин, Светлана Руднева, Светлана Токар, Галина Васикова, Олга Володина, Галина Вороз и Вера Забавина.
Климатски пакет је део интерактивног алата за учење о климатским променама намењеног ученицима основних и средњих школа и наставницима специјализованим за природне науке и студије животне средине. Приручник је припремљен од стране Програма Уједињених нација за развој (UNDP) уз финансијску подршку, током реализације различитих фаза: Глобалног фонда за животну средину, Владе Руске Федерације и компаније Coca-Cola. Климатски пакет наставља серију алата о животној средини за студенте, који укључују Црноморски пакет и Бајкалски мали ковчег са благом.
Климатски пакет: интерактивни комплет алата за учење о климатским променама. / В. Бердин, Е. Грачева, Ј. Доброљубова et al. Програм Уједињених нација за развој, 2024 – 254, [2].

© United Nations Development Programme
Сва права задржана. Ова публикација се може репродуковати у некомерцијалне, образовне сврхе без писмене сагласности носиоца ауторских права, под условом да је извор правилно наведен.

Коришћене ознаке и приказ материјала на картама не подразумевају изражавање било каквог мишљења Секретаријата Уједињених нација или UNDP-а у вези са правним статусом било које земље, територије, града, подручја или њених власти, или у вези са разграничењем њених граница.

КЛИМАТСКИ ПАКЕТ

Интерактивни образовни алат о климатским променама

Приручник

За српску верзију Приручника и Водича:
Проф. др Анђелка Михајлов, руководилац експертског тима / водећи експерт за климатске промене (потпоглавље 1.2.1, адаптација и надградња потпоглавља 1.1-1.4 за Србију; адаптција и надградња поглавља 1 и 2 у верзији 2025.)
Лука Наглић, водећи експерт, стручњак за чисту енергију – MSc инжењер машинства (адаптација и надградња потпоглавља 3.1-3.5 за Србију)
Небојша Покимица, водећи експерт, стручњак за заштиту животне средине – магистар хемијских наука
Проф. др. Ана Вуковић Вимић, експерт за климатске промене (подпоглавље 1.2.1)
(адаптација и надградња потпоглавља 2.1, 2.3-2.8 за Србију)
Мр Ивана Круљ, водећи експерт, стручњак за образовна питања – магистар физичких наука (адаптација и надградња поглавља 3 у верзији 2025.)

Уз допринос:
Др Милена Банић, стручњак за заштиту животне средине (учешће у адаптацији и надградњи потпоглавља 2.9 и 2.10 за Србију);
Тијана Гордић, професор биологије, Основна школа „Дринка Павловић“, Београд (учешће у адаптацији и надградњи потпоглавља 2.2 за Србију, верзија 2021. године);
Марина Дрндарски, водећи експерт, педагошки саветник- наставник биологије, методичар и тренер, Основна школа „Дринка Павловић“, Београд (допринос у адаптацији и надградњи потпоглавља 2.2 за Србију);
Маја Лалић, магистар наука из области архитектуре и урбаног дизајна, водитељ пројекта и експерт за климатске промене и кружну економију (учешће у адаптацији и надградњи потпоглавља 2.9 и 2.10 за Србију);
Ксенија Пантелић, МА, стручњак за графички дизајн (учешће у адаптацији и надградњи потпоглавља 2.9 и 2.10 за Србију;

Аутори водича за наставнике:
Марина Дрндарски, (у пензији) водећи експерт, педагошки саветник- наставник биологије, методичар и тренер, Основна школа „Дринка Павловић“, Београд
Зорица Милосављевић, професор биологије, педагошки саветник, магистар заштите животне средине, Основна школа „Димитрије Туцовић“, Чајетина
Весна Белчевић, дечији писац
Тијана Гордић, специјалиста за образовање, наставник биологије, Основна школа „Дринка Павловић“, Београд
Др Милена Банић, стручњак за заштиту животне средине и образовање
Јагода Јеремић , професор српског језика и књижевности, Основна школа „Димитрије Туцовић“, Чајетина
Ирена Манчић , Едукативни методолог и тренер, наставник, Основна школа „Свети Сава“, Пирот, за препоруке за адаптације за ниже разреде основношколског образовања у Србији
Јагода Петровић Укај, наставник грађанског васпитања/географије, Геодетска техничка школа/Средња школа “Свети Сава”, Београд
Радмила Јокић, професор разредне наставе, саветник спољни сарадник Министарства просвете за инклузивно образовање, Школа за основно и средње образовање са домом „ Вук Караџић“ Сомбор
Александра Малушев, ВА, стручњак за комуникације и промоцију,

Педагошко-методолошке консултације:
Јелена Видановић, мастер васпитач, директор Дечије установе „Дечија радост“, Ириг
Марија Ђекић, наставник математике, Геодетска техничка школа, Београд
Радмила Мијаиловић,т професор разредне наставе, Основна школа „Димитрије Туцовић“, Чајетина
Ивана Милојевић, професор француског језика, Основна школа „Димитрије Туцовић“, Чајетина
Зорица Милошевић, дипломирани васпитач у предшколским установама, директор предшколске установе „Сунцокрети“, Владимирци

КЛИМАТСКИ ПАКЕТ

Интерактивни образовни алат о климатским променама

Приручник

Маја Мирковић, дипломирани васпитач у предшколским установама, предшколска установа „Сунцокрети“, Владимирци
Снежана Тучић, професор биологије, Основна школа „Димитрије Туцовић“, Чајетина
Весна Радонић, педагог, Основна школа „Краљ Петар I“, Београд
Марјан Ранчић, професор разредне наставе, Основна школа „Свети Сава“, Пирот
Милева Рогић, професор биологије, педагошки саветник, Основна школа „Слободан Секулић” Ужице
Јелена Удовичић, учитељица, Основна школа „Краљ Петар I“, Београд
Ана Штерјоска, председница Удружења васпитача Браничевског округа, Пожаревац

Чланови фокусне групе:
Бајић Маша, Лабовић Барбара, Лабовић Дарја, Јакшић Лора (онлајн консултације), Лалић Лав, Лалић Леа, Лалић Тина (фокус група) за корисне предлоге и препоруке младих за побољшања климатског оквира у локалном контексту у Климатском пакету (верзија 2021.)

Дизајн и прелом:
Јовановић Миша, водећи визуелни уредник (дизајн и илустрације, припрема за штампу издања 2021. године)
Бранко Тмушић, стручњак за визуелне комуникације и графички дизајн
Ксенија Пантелић, МА, стручњак за графички дизајн (дизајн и илустрације, припрема за штампу издања 2025. године)

Координатори пројекта:
Милан Церовац, UNDP Србија
Александра Младеновић, магистар биолошких наука, Амбасадори одрживог развоја и животне средине

Лектура:
LEXICA доо, Београд, Емилија Бацковић

Издавач:
UNDP, Нови Београд

Место и година издања:
Београд, мај 2025.

Штампа:
Планета принт доо, Београд
Мај 2025.

Тираж:
70 примерака

ISBN-978-86-7728-305-6

Кратак резиме:
Образовни Климатски пакет је мултимедијални образовни материјал намењен ученицима основних и средњих школа, наставницима и осталим стручњацима у образовању. Овај комплет је 2015. године развио Програм Уједињених нација за развој (UNDP) уз финансијску подршку Глобалног фонда за животну средину, Владе Руске Федерације и компаније Coca-cola. Од тада се Климатски пакет прилагођавао и развијао у различитим државама и 2020/21. године прва верзија на српском језику је припремљена у оквиру UNDP иницијативе “Обећање за климу” и пројекта „Припрема извештаја Р. Србије према UNFCCC” који реализује Министарство заштите животне средине Републике Србије, уз техничку подршку UNDP и финансијску подршку Глобалног фонда за животну средину.

О КЛИМАТСКОМ ПАКЕТУ

Климатске промене су данас универзално признате као глобални приоритет. Проблем је глобалан јер се ефекти климатских промена осећају у свим земљама и регионима света и зато што свако од нас, у различитом степену, сноси одговорност за промене које се дешавају на нашој планети. Ми смо крајњи потрошачи добара и услуга које захтевају ресурсе и енергију, тј. фосилна горива (нафта, угаљ и природни гас), за њихову производњу. Производња и потрошња фосилних горива узрокују емисије гасова са ефектом стаклене баште (GHG), што повећава њихову концентрацију у атмосфери, припадајући ефекат стаклене баште и глобалну температуру ваздуха. Производња цемента и метала, као и друге људске активности на копну, попут пољопривредних активности и управљања шумама, такође повећавају емисију гасова са ефектом стаклене баште у атмосферу. Ово је угљенични отисак који остављамо на Земљи.

Значај климатских промена захтева да стичемо сва знања и користимо алате који су нам потребни за заштиту наше животне средине и смањење угљичног отиска. Важно је да нам се таква знања и навике усађују од малих ногу, тако да сви до тренутка када напусте школу схвате колико је важно водити рачуна о нашем природном окружењу и ресурсима.

Програм Уједињених нација за развој (UNDP), уз подршку Глобалног фонда за животну средину (GEF), Владе Руске Федерације и компаније Coca-Cola, развио је Климатски пакет као интерактивни алат за ученике за учење о климатским променама. Климатски пакет пружа ученицима кључне чињенице о питањима везаним за глобалне климатске промене на занимљив и забаван начин, а наставницима даје препоруке о коришћењу алата у школском курикулуму.

„Сви ви који радите, марширате и заговарате стварну климатску акцију, желим да знате да сте на правој страни историје и да сам ја са вама.“

Антонио Гутереш
Генерални секретар Уједињених нација
19. септембар 2023.

Климатски пакет се састоји од:

- Илустрованог Приручника за ученике са образовним материјалима и разним питањима и задацима за појединце и групе, као и Водича за наставнике, који пружа смернице за коришћење материјала на часовима за ученике у различитим старосним групама (као Поглавље 4 у Приручнику и проширени додатни материјал доступан онлајн

  http://klimatskipaket.klimatskepromene.rs/index.php/korelacija-sadrzaja-klimatskog-paketa-sa-sadrzajima-osnova-predskolskog-programa-vaspitanja-i-obrazovanja/

- Климатског квиза, скупа карата за игру;

- Зидне мапе која илуструје могуће ефекте климатских промена на природу и човечанство у разним деловима света до краја 21. века;

- Постера са препорукама о томе како се одупрети и прилагодити утицајима климатских промена које је тешко ублажити;

- Постера са саветима о томе како да смањите свој угљенични отисак;

- Посебно осмишљен за ученике, Приручник функционише као илустрована енциклопедија о клими, обрађујући кључна и често сложена питања на разумљив и приступачан начин. Читаоци сазнају како се клима на Земљи мењала од најранијих геолошких епоха, које се климатске промене дешавају сада, како ове промене утичу на природу и човечанство, да ли можемо да се прилагодимо неизбежним утицајима, како да спречимо најопасније последице глобалног загревања и шта се ради по том питању у различитим регионима света. Посебан део књиге објашњава концепт угљеничног отиска и како га смањити.

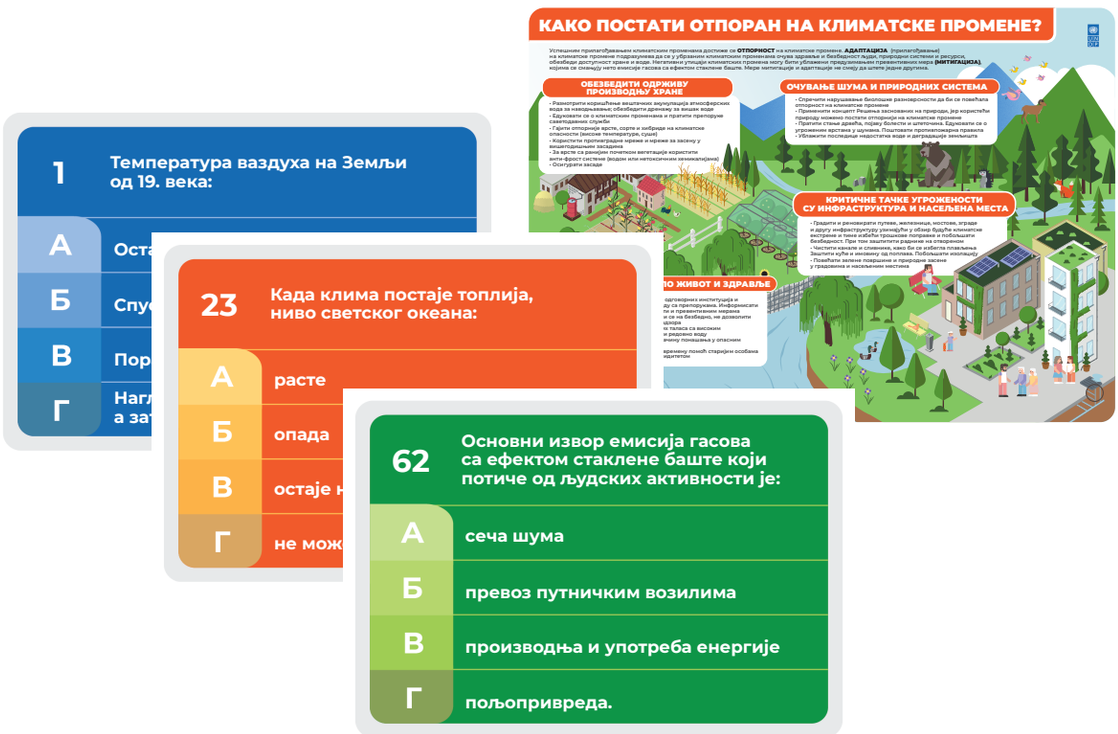
Приручник и други материјали у Климатском пакету дизајнирани су на начин који омогућава младим читаоцима да их користе самостално. Неке теме се фокусирају на децу млађег узраста, а друге на ученике средњих школа. Неким читаоцима ће цела књига бити интересантна, док ће други бити привучени специфичним интригантним чињеницама, илустрацијама или идејама за експерименте. Сви ће наћи нешто ново и занимљиво у Климатском пакету.
Успех пилот фазе Климатског пакета, уважавање стручњака за климатске промене, наставника и ученика инспирисали су UNDP да га учини истински међународним образовним комплетом, уједињујући децу и наставнике преко граница.

До 2019. године, UNDP је повећао број земаља укључених у Климатски пакет н девет, у источној Европи, на Кавказу и у централној Азији, а број земаља наставља да расте. Дигиталне верзије алата доступне су на различитим језицима Уједињених нација и националним језицима земаља учесница на www.climate-box.com.

Ова, ревидирана 2025. године, српска верзија Климатског пакета садржи најновије информације о климатским променама, укључујући кључне налазе из Шестог извештаја о процени (енгл. the Sixth Assessment ReportAP6). Међувладиног панела о климатским променама (енгл. The Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC) и студије случаја недавних иницијатива за ублажавање климатских промена и прилагођавање из целог света, посебно укључујући примере из Србије. Такође, то укључује повратне информације и препоруке добијене од наставника и стручњака земаља учесница, на основу њиховог искуства у примени садржаја и материјала из Климатског пакета.

Велики тим аутора је радио на изради Климатског пакета, укључујући водеће стручњаке у климатологији, географији, биологији и економији и стручне писце књига за децу. Искусни наставници су дали непроцењив допринос помажући да се развију смернице за наставнике, како би могли да ове доступне алате користе у учионици.
Надамо се да ће Климатски пакет и даље бити интересантан и користан извор информација о климатским променама за школску децу и да ће им помоћи да науче како да заштите свет природе.

Сазнајте више о пројекту Климатски пакет на: www.climate-box.com



Предговор

Проф. Томас Стокер

Професор климе и физике животне средине, Универзитет у Берну, Швајцарска

Копредседавајући IPCC Радне групе I 2008–2015

Размислите о 2030, 2050, 2100. Ово су године које се највише помињу када говоримо о климатским променама и њеним утицајима и како се морамо прилагодити у будућности.

Таква времена изгледају далеко за већину, а посебно за младе људе. Али за вас, следећу генерацију, ове тачке на временској оси су критичне. Шта ћу радити 2030. године? Где ћу живети 2050. године? Како ће моја деца наћи срећан живот 2100. године? Ова питања су од суштинског значаја за данашње ученике и студенте, од школе до универзитета.

Наша генерација је навикла да тражи одговоре на таква питања гледајући себе, добијајући најбоље образовање, напорно радећи и креативно и инвентивно. Међутим, климатске промене узроковане људском активношћу промениће не само услове живота на Земљи – нашем једином дому – већ ће и више него икада утицати на наше животе и добробит наших породица и наших суседа, блиских или далеких. Климатске промене ће постати фактор који највише одређује наше животне услове.

Због тога се Климатски пакет појављује у право време. Морамо да знамо шта обликује нашу будућност и разумемо како наше одлуке данас не само да утичу на нас у нашем животу, него утичу на животе наше деце и унука на много компликованих начина. Научна сазнања о људском утицају на Земљу, на њену климу и на све њене ресурсе морају се користити од најранијих нивоа образовања, како би се истакао значај ових питања међу децом и ученицима што је раније могуће.

Климатски пакет даје иновативни и динамичан приступ овој сложеној теми. Представљањем најсавременијих научних чињеница јасним језиком, једноставном графиком, квизовима и причама, ученици могу да усвоје знање на више начина. Задаци у Климатском пакету помажу да се подсете наученог, да процене своје знање и да усмере своје интересовање.

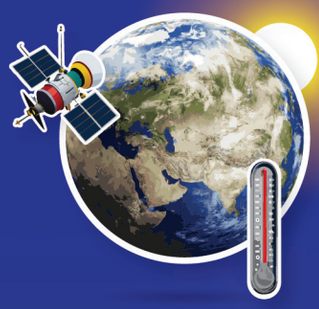
Глобализација нам је донела многе користи, али ми нисмо довољно припремљени да живимо, радимо и функционишемо у глобализованом свету. Наши умови су обучени током миленијума да реагују и прилагођавају се променама које се дешавају у нашем непосредном окружењу. То је било од суштинског значаја за наш опстанак. Наши лични сензори не иду даље од онога што видимо и чујемо. Међутим, данас, наше акције, пре свега потрошња енергије из фосилних горива, потрошња ресурса крчењем шума и друге активности, имају глобалне последице које угрожавају опстанак свих нас.

Наш нагон за преживљавањем има велику потребу за надоградњом. Ова надоградња долази из науке која нам пружа разумевање промене климе и омогућава нам да проценимо могућу будућност која долази из наших избора данас.

Да ли ћемо живети у свету који је другачији од оног који данас познајемо, топлијем свету са промењеном климом, али и даље дому на који већина људи на Земљи може да се прилагоди и удобно живи? Или ћемо, као последица неконтролисаних климатских промена, доживети фундаментално другачији свет, много топлији од свега са чим се људи и екосистеми могу носити, са нивоом мора најмање један метар вишим, огромним пространствима обалног земљишта потопљеним и бескорисним, отопљеним глечерима и неповратно измењеним Арктиком? Ово ће такође бити свет у којем ће екстремни временски догађаји утицати на најугроженије групе људи, а многи екосистеми ће престати да буду ефикасно функционишу. Предвиђа се да ће овај други свет бити резултат "уобичајеног пословања", најнеприкладнијег и најподмуклијег израза, јер сугерише да ће се 2050. или 2100. године посао какав данас познајемо и даље одвијати "као и обично". Информисани грађанин већ зна да то неће бити случај у таквом сценарију.

Климатски пакет помаже ученицима да науче о овим опасним по живот последицама промењиве климе, кроз науку и наставу и повећају своју осетљивост на сутрашње резултате својих акција данас. Надам се да ћемо, са овим иновативним материјалом за учење, који ће бити доступан на свим нивоима наставе, припремити следећу генерацију, тако да не губе толико времена као ми у доношењу правих одлука.

Садржај



Проблем климатских промена 13

1.1 Клима и време — 17
1.2 Типови климе и климатске зоне — 21
1.2.1 Западни Балкан, са фокусом на Србију — 29
1.3 Како се и зашто мењала клима у прошлости — 39
1.3.1 Узроци климатских промена: милиони година — 41
1.3.2 Узроци климатских промена: десетине и стотине хиљада година — 43
1.3.3 Узроци климатских промена: векови — 47
1.4 Климатске промене данас — 52

Можемо ли се прилагодити неизбежним последицама климатских промена? 65

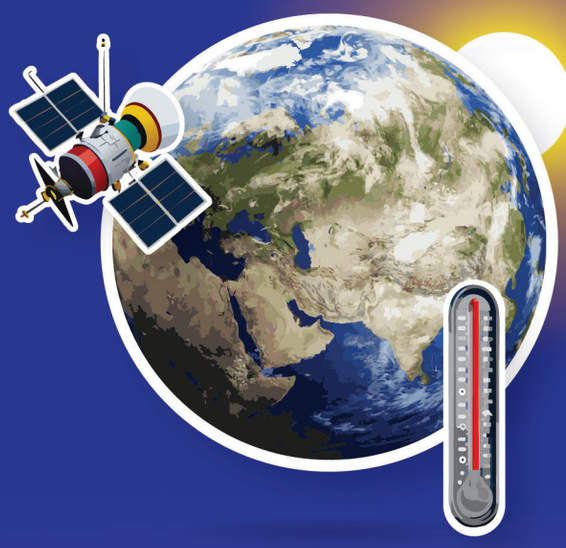
2.1 Како климатске промене утичу на временске прилике — 75
2.2 Како климатске промене утичу на живи свет — 88
2.3 Како климатске промене утичу на шуме — 117
2.4 Како климатске промене утичу на водне ресурсе — 140
2.5 Како климатске промене утичу на пољопривреду — 152
2.6 Како климатске промене утичу на приобалне регионе — 160
2.7 Како климатске промене утичу на планинске регионе — 171
2.8 Како климатске промене утичу на Арктик — 187
2.9 Како климатске промене утичу на градове и здравље људи — 206
2.10 Како климатске промене утичу на... друштвена питања — 225

Како спречити опасне климатске промене? 237

3.1 „Зелени“ извори енергије 241
3.1.1 Шта је енергија? 241
3.1.2 Главни извори енергије 242
3.1.3 Фосилна горива 244
3.1.4 Нуклеарна енергија 249
3.1.5 Обновљиви извори енергије 252
3.1.6 Предности и недостаци различитих извора енергије 273
3.2 Енергетска ефикасност и уштеда енергије 280
3.2.1 Превоз са смањеним утицајем на животну средину 285
3.2.2 Кућни апарати и електрични уређаји 294
3.2.3 Зелена градња. Пасивне и активне зграде 297
3.2.4 Зелени градови 304
3.3 Угљенични отисак и како могу помоћи планети смањивањем свог угљеничког отиска 310
3.3.1 Угљенични отисак 310
3.3.2 Како могу помоћи планети? Смањите свој угљенични отисак 314
3.4 Глобална сарадња у вези са климатским променама, одрживим развојем и приступ који укључује цело друштво у борбу против климатских промена 328

Водич за примену климатског пакета за наставнике и остале стручњаке у образовању, који је специфичан за Републику Србију 335

4.1 Уводне напомене 336
4.2 Климатски пакет и предшколско васпитање и образовање 337
4.3 Климатски пакет и основношколско васпитање и образовање 338
4.4 Климатски пакет и средњошколско образовање и васпитање 339
4.5 Климатски пакет, неформално образовање и грађански активизам 341
4.6 Прилагођене активности за рад са ученицима у инклузивном образовању 342



1

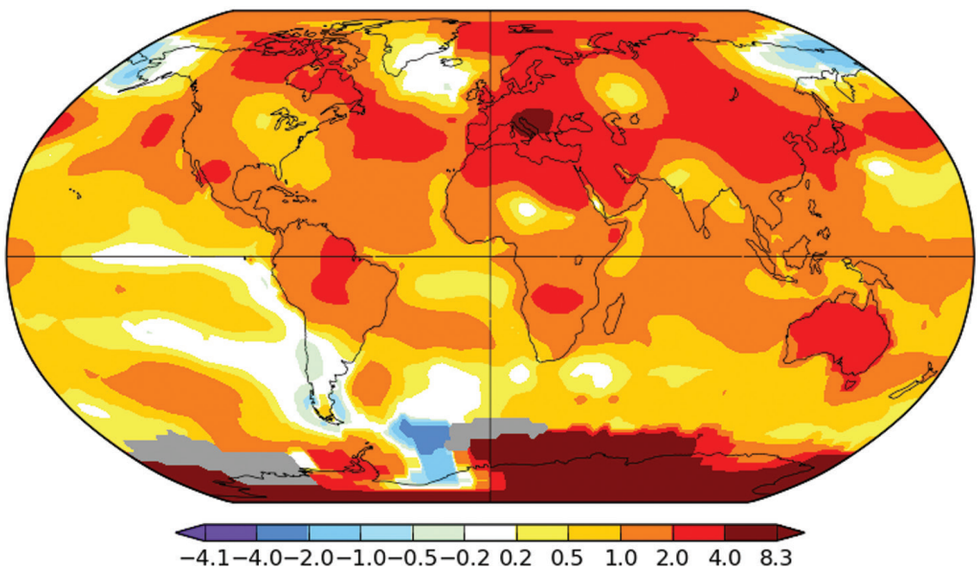
ПРОБЛЕМ КЛИМАТСКИХ ПРОМЕНА

1 | ПРОБЛЕМ КЛИМАТСКИХ ПРОМЕНА

Климатске промене представљају један од најзначајнијих проблема са којим се суочавамо данас. У прошлости, једино су научници говорили о климатским променама, а данас је ова тема свуда постала неизбежна, услед очигледних промена које сви уочавамо. Примећујемо да су временски услови постали све нестабилнији и да је све теже предвидети какве нас временске прилике очекују у некој сезони. Такође, уочавамо да су екстремни временски догађаји, попут олуја, топлотних таласа, јаких падавина праћених дугим периодима суше, учесталији и интензивнији.

Чињеница је да се клима на нашој планети мења, и то јако брзо. Просудите сами: од друге половине 19. века до данас просечна температура на Земљи порасла је за скоро 1,2 °C. То се можда не чини много, али на глобалној скали представља озбиљну претњу по живи свет планете, како за биљке, тако и за животиње, па и људе. Треба да запамтите да повећање глобалне температуре од 1,2 °C представља глобални просек, али да се ефекти овог повећања више осете изнад копна него океана, а најјаче на Арктику. Повећање температуре је такође јаче на северној него на јужној хемисфери, где већа површина апсорбује више Сунчевог зрачења. Загревање се такође дешава брже након 70-их година 20. века него у првој половини 21. века. У другој деценији 21. века, просечна температура у Србији била је за 1,8 °C виша од просечне температуре у другој половини 20. века (тачније, периода 1961–1990. године).

Слика 1.1. **Мапа осмотрених промена у приземној температури на Земљи, 1901–2022.**



Напомена: Области у сивој боји означавају да недостају подаци.

Земља је све топлија!

Према подацима Светске метеоролошке организације, средња глобална температура на Земљи 2023. године била је за око 1,4 °C виша од просечне температуре у периоду 1850–1900. године. То значи да је 2023. била најтоплија година од почетка мерења, 1850. године. Због утицаја климатских промена, потребно је стално обнављати податке, јер скоро сваке године нови резултати мењају листу рекорда и временских екстрема.

Грчки филозоф Хераклит употребио је фразу „panta rei“ („све тече“) да би изразио концепт промене. То се односи и на климу, која се милионима година непрестано мења. Чак и пре 125 милиона година, просечне глобалне температуре биле су више за око један степен Целзијуса него данас.

Али, док се клима, а и просечна температура, мењала полако и постепено током милиона година, убрзање климатских промена последњих деценија има негативне последице по планету и све њене становнике.

Израз „климатске промене“ је свеобухватнији у поређењу са изразом „глобално загревање“, јер су више температуре само један од показатеља климатских промена на Земљи. Убрзане климатске промене доводе до топљења и нестајања глечера, топљења пермафроста, пораста јачине урагана, повећања учесталости и интензитета суша, поплава, топлотних таласа итд. Боље предвиђање временских прилика доводи до благовремене припреме за временске непогоде. Климатске промене доводе до изумирања многих животиња и биљака, јер не могу да се прилагоде новонасталим условима, утичу на економије земаља и угрожавају здравље и безбедност људи.

Постоје различити узроци промене климе на Земљи. На пример, промене активности Сунца и нагиб Земљине осе неки су од астрономских фактора који утичу на климатске промене. Људске активности су основни узрок климатских промена на глобалном нивоу током последњег века. Оно што је сигурно јесте то да су промене активности на Сунцу и у нагибу Земљине осе ван наше контроле, док је за неодрживу потрошњу природних ресурса и повећану емисију гасова са ефектом стаклене баште искључиво одговоран човек.

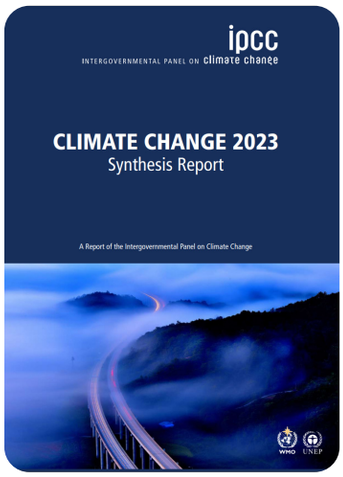
Циљ за климатске акције (Циљ 13) један је од 17 циљева одрживог развоја које су Уједињене нације усвојиле 2015. године. Треба да одговори на потребе у вези са прилагођавањем на климатске промене и да подстакне улагања у нискоугљенични развој.

Међувладин панел за климатске промене и његови најновији резултати

Међувладин панел за климатске промене (енгл. Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) међувладино је тело Уједињених нација, које су 1988. године основали Светска метеоролошка организација и Програм Уједињених нација за животну средину, како би унапредили научна сазнања и разумевање климатских промена, њихових покретача и последица, као и како се носити са њима.

Међувладин панел за климатске промене пружа владама најновије научне информације о климатским променама. Ово тело не спроводи своја истраживања, већ процењује сву релевантну научну литературу. То укључује осмотрене промене у климатском систему и њихове пројекције; природне, економске и друштвене утицаје и ризике који проистичу из климатских промена, као и опције и могућности за ублажавање климатских промена (митигација) и за прилагођавање на измењене климатске услове (адаптација). Хиљаде научника и других стручњака добровољно се јављају да анализирају бројне публикације и да систематизују резултате у Извештајима о процени (енг. Assessment Report - AR) за креаторе политика, као и за јавност. Они представљају најпоузданији извор научних информација и процена о климатским променама, пошто водећи научници-проучаваоци климе и владе подржавају њихове процене. Извештаји IPCC-а играју кључну улогу на годишњим климатским конференцијама држава чланица Оквирне конвенције Уједињених нација о промени климе (енг. United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC, односно Конвенција), које су познате као COP (КОП, енг. Conference of Parties - COP). Сваки од шест Извештаја о процени које је објавио IPCC довео је до великог напретка у преговорима Конвенције. Први Извештај о процени био је кључан за преговоре који су довели до усвајања Конвенције 1992. Године. Други Извештај о процени за преговоре о Протоколу из Кјота 1997. године. Четврти Извештај о процени донео је својим ауторима Нобелову награду за мир, а Пети извештај о процени био је кључан за преговоре о значајном Париском споразуму 2015. године. Најновији извештај IPCC-а јесте његов Шести Извештај о процени (AP6) објављен у периоду 2021–2023. Многи његови резултати укључени су у ово издање Климатског пакета (сл. 1.2).

Слика 1.2 **Издвојене кључне поруке AR6 IPCC климатске промене 2021. – физичке основе:**



„Неоспорно је да људске активности проузрокују климатске промене, повећавајући учесталост и интензитет екстремних климатских догађаја, укључујући топлотне таласе, обилне падавине и суше.“

„Докази су јасни: време за акцију је – сада.“

Можете пронаћи више на:

https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/

Дакле, шта се то заиста дешава са нашим временским приликама и климом? Како се клима планете мењала током прошлости, а како се мења данас? Ко може бити одговоран за промене које се данас одигравају? Шта су то гасови са ефектом стаклене баште и шта можемо учинити у вези са њима? Хајде да покушамо да одговоримо на ова питања.

1.1 Клима и време

Људи се често жале на временске прилике, али се готово никада не жале на климу. Ево примера: „Октобар се истрошио у налету киша ношених ветровима што су хујали и стигао је новембар, хладан као смрзнуто железо, са јаким мразевима сваког јутра и дахом ветра који је штипао незаштићене руке и лице.“ (Џ. К. Роулинг, „Хари Потер и Ред феникса“). Леп је и пример: „У децембра кројача игла и конац бели од браде Мраза стара. По земљи игла корача, хаљину везе по жељи сребрног јануара. Звезду до звезде шије, беле провлачи конце и нагу земљу крије срмена жица до жице, само понекад боцне иглица неком лице...“ (Драган Лукић, „Децембар“). Песници и писци не пишу о клими. И лако је разумети зашто. Кад погледате кроз прозор, можете да видите какво је време. Временским приликама бавимо се сваког дана. Међутим, климу је много теже схватити. При томе, ипак сви – од научника до политичара и привредника – причају како се клима мења.
Када се вратите са одмора који сте провели са породицом негде далеко од куће, прво што људи желе да знају јесте: „Какво је било време?“. Али када препоручујете пријатељима да оду на одмор у исто место, вероватно ћете им казати: „клима је тамо веома добра“.
Дакле, каква је разлика између времена и климе?

ВРЕМЕ

је стање атмосфере на одређеном месту у одређено време, односно током ограниченог периода (на пример, током једног дана или месеца).

Дакле, време је тренутно стање нечега што зовемо „метеоролошки елементи“ и о чему слушамо сваке вечери у телевизијској временској прогнози: температура, влажност, атмосферски притисак, облачност итд. Неки не воле временске прилике када лети захладни током целе недеље и када пада тако јака киша да не желите ни нос да промолите напоље. Такође, у нашем српском језику постоје многе речи које описују временске услове, на пример, зиму – голомразица/сувомразица – мраз у време када је земља гола, без снега; мразовито време без снега; лети када је врућина – жега, или када је врућина а пала је киша – спарина.

КЛИМА

је просечно стање времена на одређеном месту током дугог периода (неколико деценија).

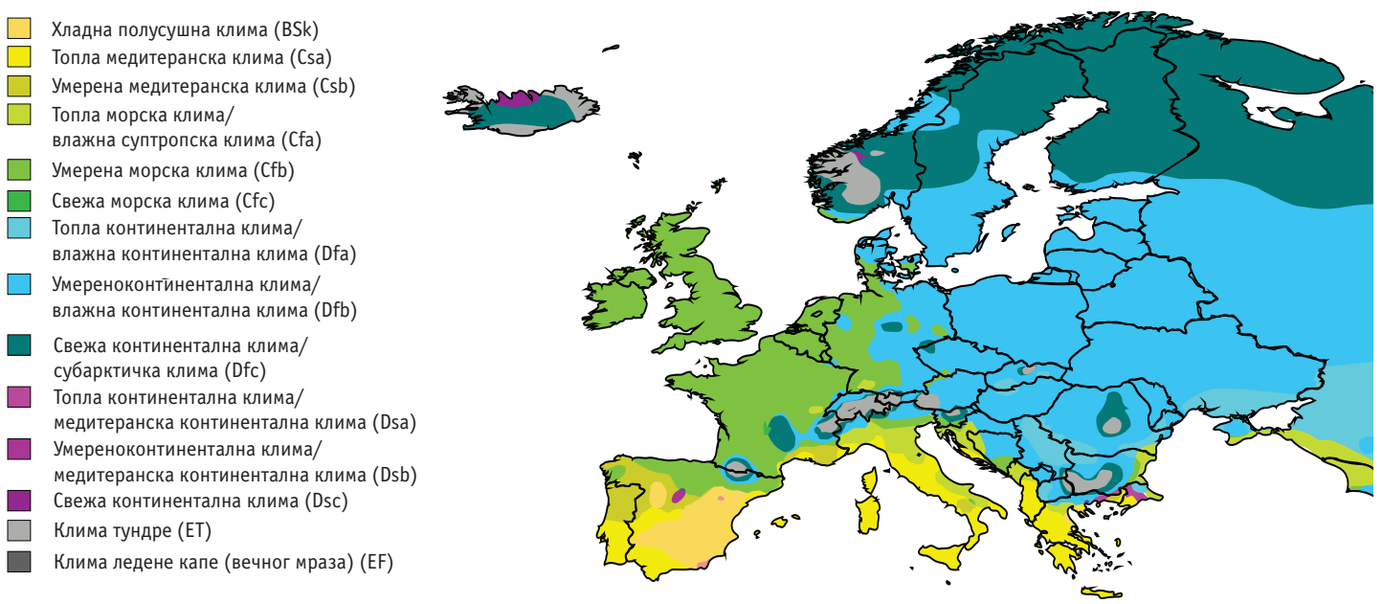
На пример: лета су топла и сува, док су зиме прохладне и влажне, са веома ретким снежним падавинама. То је кратак опис медитеранске климе. Као што пословица каже, „клима је оно што очекујемо, временске прилике оно шта добијамо“ и „најбоље је да прочитате временску прогнозу пре него што се помолите за кишу“. Кад погледате кроз прозор, не можете видети каква је клима! У нашем народу, добро су познате изреке: „Ако зима устима не уједе, она репом ошине“, „По јутру се дан познаје“, „Окреће се како ветар дува“.

У нашем старословенском календару, многи месеци били су везивани за одређене временске прилике: сечењ (јануар), љути (фебруар), сухи (март), зарев (август), листопад (октобар), груден (новембар), студен (децембар). Уколико се осврнемо на садашње временске прилике и упоредимо их са народним изрекама или старосрпским називима за месеце, видећемо колико су се оне измениле у односу на раније. Познате су и изреке:
Јовањски мраз (20. јануар).
„Ведре ноћи у априлу опаке су и воћу и вину.“
Нема лета до Ђурђева дана (6. мај).
„Пасје врућине“ (од јула до августа).
Од светог Илије (2. август) сунце све милије.
Свети Тома (19. октобар) – снег већ дома,
Свети Срђе (20. октобар) – снег све грђе.
Свети Мрата (24. новембар), снег до врата.

Основне одлике климе су:

- температура ваздуха и њене промене у зависности од годишњег доба;
- количина и расподела падавина (кише и снега) током године;
- правац кретања ваздушних маса;
- преовлађујући и други ветрови.

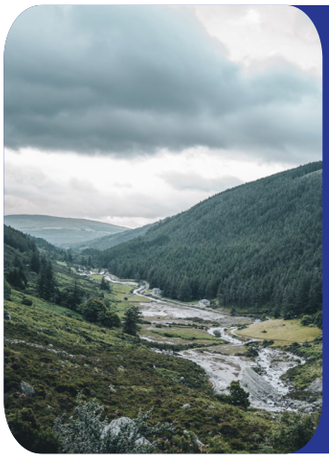
Слика 1.1.1 **Пример климатске мапе Европе (В. Кепен)**



ВАЗДУШНА МАСА

је пространа маса ваздуха у којој се вредности метеоролошких параметара (температура ваздуха, атмосферски притисак, количина водене паре) мало мењају у хоризонталном правцу.

Осматрање, проучавање и прогнозирање времена представљају грану атмосферских наука која се зове метеорологија. Проучавањем климе Земље бави се атмосферска наука климатологија, која се бави анализом и разумевањем климатских услова, расподелом климатских карактеристика, климатских промена и њиховим практичним последицама.



Људи који живе у Србији у шали умеју да кажу: „Кружи ко киша око Крагујевца“. Свако ко живи или је био у граду Крагујевцу, или у његовој близини, зна да је често све црно, као пред кишу, да се облаци навуку на небо као сива завеса, чак и мирише на кишу, а кише – ни од корова. Статистика каже да су шездесетих година прошлог века свака олуја и киша обилазиле Крагујевац годинама, из неутврђених разлога. Ова узречица се употребљава и у ширем контексту, када, на пример, неко не одговори директно на постављено питање.

Који метеоролошки елементи одређују време?

Температура ваздуха може бити позитивна или негативна. Прелазна тачка између позитивне и негативне температуре ваздуха је 0 °C, када вода мрзне и претвара се у лед.

Влажност ваздуха зависи од количине водене паре у ваздуху. Када је зими влажност ваздуха већа, нама је хладније. Али када су вредности температуре и влажности ваздуха високе, онда је спарно.

Облаци су скуп сићушних водених капи или кристала леда који лебде на висини у атмосфери.

Падавине варирају у зависности од тога да ли потичу из облака (киша, снег, ледена киша, град) или се образују на површини тла и предмета (роса, мраз, иње, лед).

Видљивост је највећа удаљеност после које се посматрани предмет стапа са околином и више се не може разазнати.

Магла е скуп ситних капљица воде или кристала леда који лебде у ваздуху углавном у приземном слоју атмосфере и смањују видљивост.

Атмосферски притисак је притисак настао услед тежине ваздуха. Ветар је хоризонтална компонента кретања ваздуха изазвана разликама у атмосферском притиску.

Сигнали из природе су посматрање промена времена у природи.

Посматрање промена времена у природи је значило за пољопривредне радове, планирање садње за следећу годину, убирање летине или припреме за дужа путовања. Како раније људи нису поседовали савремена технолошка средства (нпр. апликацију на мобилном телефону о краткорочним временским приликама), уздали су се у природне појаве и знаке, попут:

- *„Румена зора, мокра гора.“*
- *Црвен сунчев залазак, сутрашњи дан ће бити ветровит.*
- *„Притисак ниже, киша стиже.“*
- *Када земља мирише, знак је надолазеће кише.*
- *Муве („Досадан као мува“), комарци, обади и осе пецкају, немирно и ниско лете пред кишу.*
- *Пчеле („Пчеле знају, па се враћају“) пред кишу се раније враћају с пашњака или остају у кошници, а мрави затварају „врата“ мравињака.*
- *Цврчци цврче и после заласка Сунца, најављујући лепо и топло време.*
- *Кишне глисте излазе на површину земље пред кишу (како дишу преко коже, у својим тунелима би се удавиле ако би остале).*
- *Када жабе чешће и јаче крекећу, биће кише.*
- *Ласте ниско лете пред кишу.*
- *Главице маслачка или беле раде се затварају када је већа влажност ваздуха.*
- *Липа окреће лишће пре кише, јер има плитак корен и боље „осећа“ долазак падавина.*

Такође, једна од најлепших врста жаба Европе, у народу позната као гаталинка – жаба која „гата“ и предвиђа временске прилике – када седи високо на дрвету, биће лепо време, а када дуго крекеће и спушта се при дну стабла, биће кише.

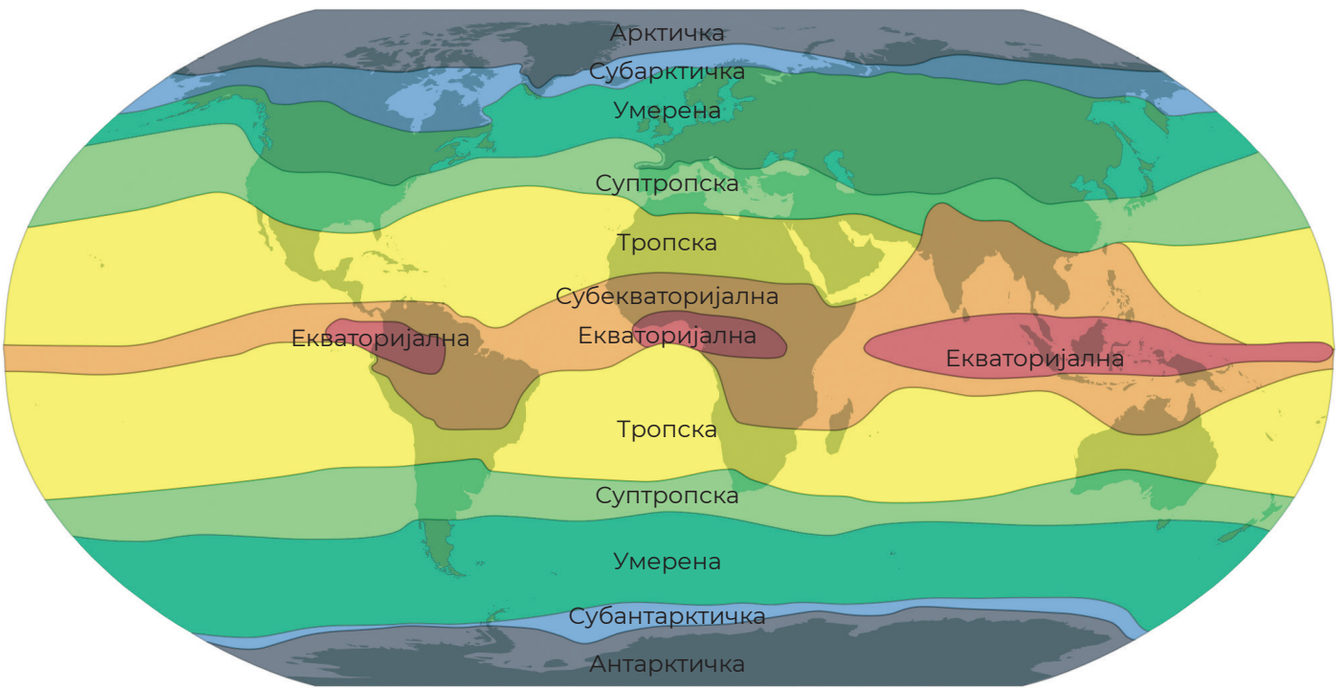
1.2 Типови климе и климатске зоне

Различити делови Земљине кугле имају различите климе. У насељима на високим планинама наших простора, када људи зими погледају кроз прозор и свуда виде снег, добију жељу да оду на одмор у тропске земље где може да се ужива у топлом времену и да се плива у топлом мору током целе године.

Још од древних времена научници деле Земљу на климатске зоне, у зависности од висине Сунца над хоризонтом и дужине дана. Реч „клима“ потиче из грчког језика, у којем значи упадни угао Сунчевог зрачења. Разлике у клими на нашој планети постоје, пре свега, због чињенице да је Сунчева топлота неуједначено распоређена по површини Земље. Близина мора, атмосферска циркулација, обрасци падавина и други такозвани „климатски фактори“ такође имају велику улогу у одређивању климе, а они, са своје стране, много зависе од географске ширине и надморске висине.

Предели са сличним климама личе на широке пруге које обавијају Земљину куглу. Те пределе научници зову „климатске зоне“ (или „климатски појасеви“) и оне се смењују од екватора према половима (сл. 1.2.1).

Слика 1.2.1 **Климе на Земљи (Б. Алисов)**



Климатске зоне

су предели са релативно уједначеним средњим температурним карактеристикама.

Најпознатију класификацију климатских зона увео је немачко-руски климатолог Владимир Кепен 1884. године (сл. 1.1.1). Он је поделио климе на пет основних типова: А – тропска, Б – сува, В – умерена, Г – континентална, Д – поларна и алпска.

Други систем класификације климатских зона, који се обично користи у источној Европи, израдио је руски научник Борис Алисов педесетих година 20. века (сл. 1.2.1). У оквиру те класификације разликују се четири основне климатске зоне на свакој Земљиној хемисфери, као и три прелазне зоне.

Основне климатске зоне су: **екваторијална, тропска, умерена и поларна (арктичка на северној хемисфери и антарктичка на јужној хемисфери)**. Сматра се да су то основне климатске зоне, јер у свакој од њих током целе године доминирају исте ваздушне масе.

Између основних климатских зона постоје прелазне зоне: **субекваторијална, суптропска и субполарна (субарктичка на северној хемисфери и субантарктичка на јужној хемисфери)**. Сви називи прелазних климатских зона имају префикс „суб“, што на латинском значи „под“.

Ваздушне масе у прелазним климатским зонама мењају се са годишњим добима, улазећи у њих из суседних зона у различитим добима године. На пример, у суптропској клими лето је топло, као у тропској, али зима је прохладна, јер тропску ваздушну масу истискује маса из умерене зоне.

Неке климатске зоне имају специфичне климатске регионе са континенталном, морском или монсунском климом (видети табелу 1.2.1).

Годишња доба на јужној и северној хемисфери потпуно су супротна: од децембра до фебруара, када је северна хемисфера у хладном годишњем добу, на јужној хемисфери лето је у пуном јеку, а када је на северној хемисфери најхладнији период, на јужној хемисфери је најтоплији период.

Табела 1.2.1 **Климе на Земљи (Б. Алисов)**

Климатска зона	Тип климе	Просечна температура		Време и количина атмосферских падавина	Циркулација атмосфере и доминантни ветрови	Област
		Зима	Лето			
Екваторијална	Екваторијална	+26 °C	+26 °C	Током целе године, 2.000 mm	Топле, влажне екваторијалне ваздушне масе образују се у рејону ниског атмосферског притиска	Екваторијални региони Африке, Јужне Америке и Океаније
Суб-екваторијална	Тропска монсунска	+20 °C	+30 °C	Углавном током монсуна, 2.000 mm	Монсуни	Јужна и југоисточна Азија, западна и централна Африка, северна Аустралија
Тропска	Тропска сува	+12 °C	+35 °C	Током целе године, 200 mm	Пасатни ветрови	Северна Африка, централна Аустралија
Суптропска	Медитеранска	+7 °C	+22 °C	Углавном током хладног дела године, 500 mm	Лети антициклони са високим атмосферским притиском; зими циклони	Медитеран, јужна Африка, југозападна Аустралија западна Калифорнија
	Суптропска сува	0 °C	+40 °C	Током целе године, 120 mm	Суве континенталне ваздушне масе	Унутрашњост континената између 30° и 45° северно и јужно од екватора
Умерена	Умерена морска	+2 °C	+17 °C	Током целе године, 1.000 mm	Западни ветрови	Западни делови Евроазије и Северне Америке
	Умерена континентална	-15 °C	+20 °C	Током целе године, 400 mm	Западни ветрови	Унутрашњост континената од 40° до 45° географске ширине до поларних кругова
	Умерена монсунска	-20 °C	+23 °C	Углавном током летњих монсуна, 560 mm	Монсуни	Источни ободи Евроазије
Субполарна (субарктичка и субантарктичка)	Субарктичка	-25 °C	+8 °C	Током целе године, 200 mm	Преовлађују циклони	Северни ободи Евроазије и Северна Америка
	Субантарктичка	-20 °C и нижа	Око 0 °C	Током целе године, до 500 mm	Преовлађују циклони	Мора јужне хемисфере од 60° јужне географске ширине
Поларна (арктичка или антарктичка)	Поларна (арктичка или антарктичка)	-40 °C	0 °C	Током целе године, 100 mm	Преовлађују антициклони	Мора Арктичког океана и копнени део Антарктика

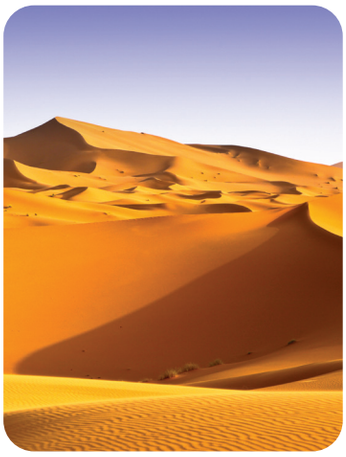
Кратак опис различитих клима

Екваторијална клима

Екваторијалну климу карактеришу топле и влажне екваторијалне ваздушне масе. Температура ваздуха је константна (24–28 °C) и током целе године има много кише (1.500–5.000 mm). Киша пада брже него што вода може испарити са површине, тако да је тло у екваторијалној клими стално влажно и прекривено густом и високом прашумом. Екваторијална клима заступљена је у северним деловима Јужне Америке, на обали Гвинејског залива, у сливу реке Конго и дела тока Нила у Африци, у већем делу Индонежанског архипелага и граничним деловима Индијског и Тихог океана у Азији.

Субекваторијална клима

Субекваторијалну климу карактеришу кишна лета и хладније и сувље зиме. У субекваторијалној клими падавине су неуједначене током године. На пример, у граду Конакрију (главном граду Гвинеје), само 15 mm падне у периоду од децембра до марта, а око 3.920 mm у периоду од јуна до септембра. Такав тип климе сусреће се у неким деловима Индијског океана, у западном Тихом океану, као и у јужној Азији и тропском региону Африке и Јужне Америке.



Тропска клима

У тропској клими доминирају антициклони са високим притиском, дајући ведро време скоро током целе године. Постоје два годишња доба: топлије и хладније. Температура може да варира од 20 °C на обали океана до 50 °C у унутрашњости копна. Температура, такође, може у великој мери да варира током једног јединог дана: у летње поподне ваздух се загрева до 40–45 °C, а ноћу се хлади до 10–15 °C. Пустиње се често налазе у тропским климама, а највећа од њих је пустиња Сахара у Африци. Листопадне шуме (шуме које зими губе лишће) и саване уобичајене су у влажним пределима. Мексико, северна и јужна Африка, централна Аустралија и Арабијско полуострво имају тропску климу.

Суптропска клима

Суптропска клима налази се у регионима између тропских и умерених географских ширина, од око 30 до 45 степени северно и јужно од екватора. Те регионе карактеришу врела, тропска лета и прилично прохладне зиме. Просечна месечна температура износи преко 22 °C, а зими је изнад -3 °C. Ваздух који се налази у поларним пределима зими може проузроковати пад температуре од -10 °C до -15 °C, а понекад чак и до -25 °C. Овај тип климе типичан је за Медитеран, јужну Африку, југозападну Аустралију и северозападну Калифорнију.

Умерена клима

Умерена клима налази се на такозваним умереним географским ширинама, које се простиру од 40–45° географске ширине (јужно и северно од екватора) до поларних кругова. На северној хемисфери, више од половине умерене зоне заузима копно, у односу на море. Међутим, 98% умерене зоне на јужној хемисфери чине океани. Умерену климу одликују честе и снажне промене времена због циклона. Главна одлика умерене климе је подела на четири годишња доба, од којих је једно хладно (зима), једно је топло (лето), а остала два (пролеће и јесен) прелазна су. Просечна температура у најхладнијем месецу обично је испод 0 °C, а у најтоплијем месецу износи преко 15 °C. Зими је тло прекривено снегом. Претежни западни ветрови доносе кишу и снег током године, а падавине кише и снега крећу се од 1.000 mm у приобалном појасу до 100 mm дубоко у унутрашњости континента.

Субполарна клима (субарктичка, субантарктичка)
Субарктичка клима налази се између арктичке и умерене климатске зоне на северној хемисфери. Ту климу карактеришу ваздушне масе умерених температура преко лета и хладне ваздушне масе са Арктика преко зиме. Лета су кратка и хладна, а температура ваздуха у јулу ретко је већа од 15 °C, и ноћу опада на вредности између 0 °C и 3 °C, при чему је ноћу могућа појава мраза током целог лета. Зими је температура дању и ноћу од -35 °C до -45 °C. Пејзаж субарктичке климе чине тундре где је тло пермафрост, на коме има тек по неколико биљака и животиња. Северна Русија и Канада, Аљаска (САД), јужни Гренланд и најсевернији делови Европе имају субарктичку климу.

Субантарктичка клима заступљена је на јужној хемисфери, између умерене и антарктичке зоне. Већи део субантарктичке зоне састоји се од океана. Годишње падавине (киша и снег) у овим пределима износе до 500 mm.

Поларна клима
Поларна клима налази се на северу, од 70 степени северне географске ширине (арктичка клима), и на југу, од 65 степени јужне географске ширине (антарктичка клима). Поларне ваздушне масе доминирају током целе године. Сунце се не појављује изнад хоризонта током неколико месеци (тај период назива се „поларна ноћ“), а током других месеци оно не залази иза хоризонта („поноћно сунце“ или „поларни дан“). Од снега и леда рефлектује се више топлоте него што се апсорбује, тако да је ваздух врло хладан и снег се никад не топи. Атмосферски притисак је висок током целе године (антициклон), тако да су ветрови слабији и готово да нема облака. Има врло мало снежних падавина, ваздух је пун ледених иглица, а лети се често јављају измаглице. Просечна температура лети је испод 0 °C, а зими температура се креће између -20 °C и -40 °C.

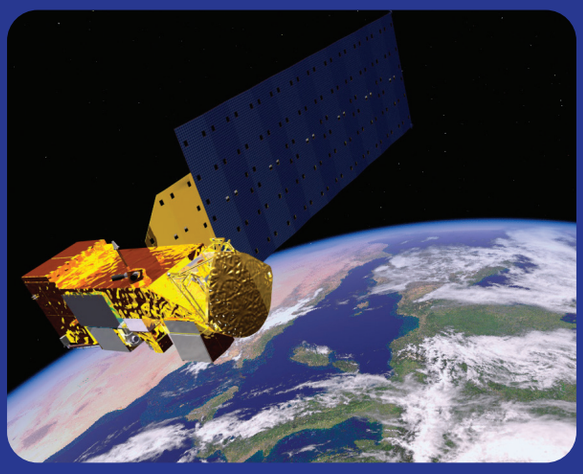
Која су најхладнија и најтоплија места на Земљи?

Најхладније место на Земљи су источне равнице Антарктика. У августу 2010. године, амерички сателити Националне ваздухопловне и свемирске администрације (NASA Aqua) регистровали су нову рекордно ниску температуру од -93,2 °C (сл. 1.2.2 и 1.2.3). Новија анализа научника НАСА показује да су температуре на истој локацији пале и ниже, на -98 °C. Међутим, није вероватно да ће тај рекорд бити званично признат, зато што важећи стандарди захтевају да се температура ваздуха мери са површине Земље, а не из свемира, да би мерења могла да се прогласе валидним. Дакле, међународно признати рекорд у погледу ниске температуре и даље остаје -89,2 °C, и ову вредност је регистровала совјетска (сада руска) истраживачка станица Восток на Антарктику 21. јула 1983. године (сл. 1.2.4). Село Ојмјакон у источном Сибиру је најхладније стално насељено место на Земљи, са просечном зимском температуром од -50 °C. Најхладнији дан у овом граду био је 1924. године, када су температуре пале на -71,2 °C.

Најтоплије место на нашој планети је Долина смрти у САД, где је апсолутна рекордна температура ваздуха (у хладу, како захтевају прописани стандарди мерења) од 56,7 °C забележена 13. јула 1913. године (сл. 1.2.5). Светска метеоролошка организација је у процесу верификовања два мерења температуре од +54,4 °C, забележена на истом месту, 16. августа 2020. и, поново, 9. јула 2021. Ако се потврди, ово би била највиша забележена температура на Земљи од 1913. године

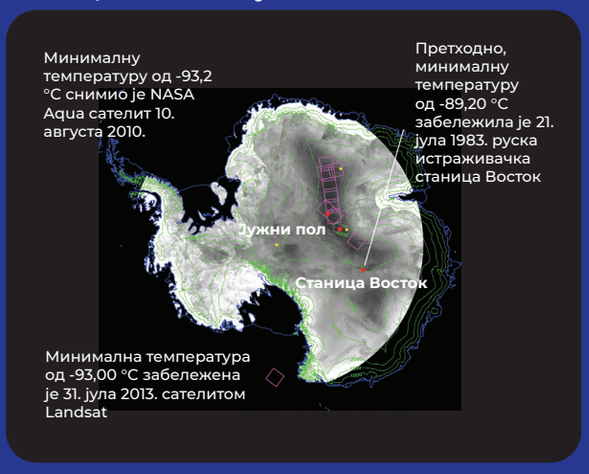
Слика 1.2.2

Амерички сателит NASA Aqua лансиран је 2002. године да би се проучавали физички процеси на Земљи



Слика 1.2.3

Подаци о температури ваздуха на површини, на Антарктику, добијени са америчких сателита NASA Aqua у периоду 2003–2013. године, и Landsat 8 у 2013.



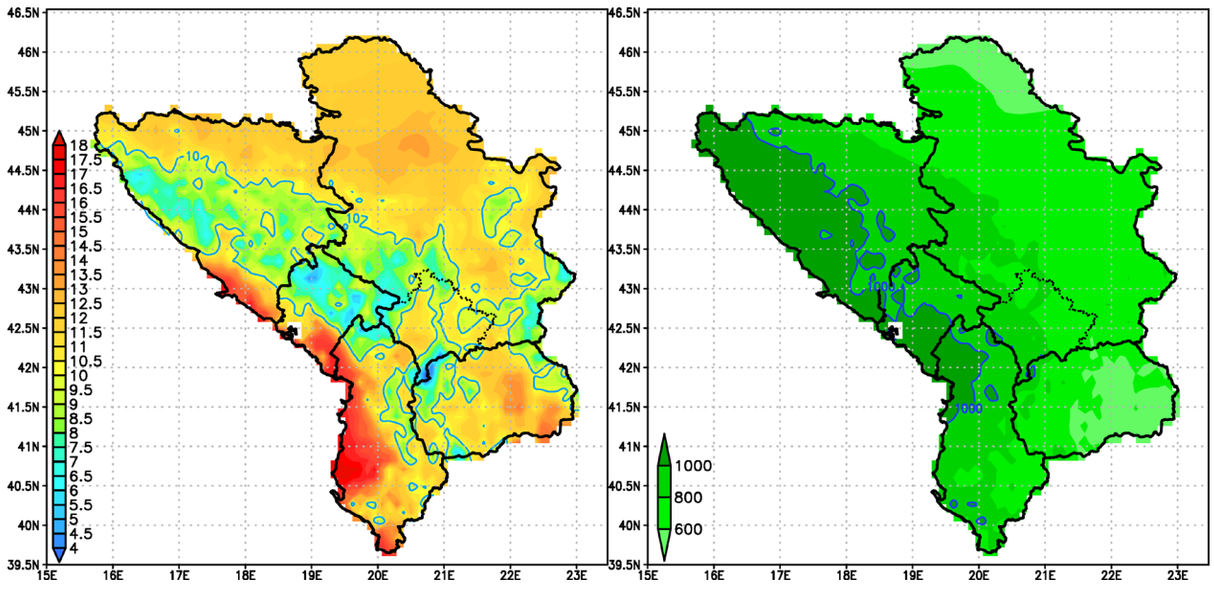
Слика 1.2.4 **Руска истраживачка станица Восток на Антарктику**

Слика 1.2.5 **Долина смрти, САД**

1.2.1 Западни Балкан, са фокусом на Србију

Клима у области Западног Балкана, на коме се налази Србија, карактерише се као топла, умерено континентална у низијским и брдским пределима и планинска на већим надморским висинама. Умерено континенталну климу карактеришу топла, чак и жарка лета и хладне зиме, са највише падавина у току касног пролећа и раног лета. Планинска клима има краћа и блага лета и хладне зиме са обилним снегом и дужим задржавањем снежног покривача. Утицај Средоземља на климу Србије опада од југа ка северу, као и од запада према истоку, па су карактеристике умерено континенталне климе најизраженије у северним областима земље (Војводина) и источнијим низијским пределима. Због климатских промена, опште карактеристике суптропске климе продиру од југа ка северним пределима ове области, што значи да се очекује померање сезоне са највише падавина ка хладнијој половини године, дуже трајање лета и сушних летњих периода. Ипак, због географског положаја Србије и утицаја континенталности на климатске услове, задржаће се веће сезонске разлике у температурама, због чега се и даље могу очекивати хладни периоди, али са мањом учесталошћу. Због пораста температуре, очекује се и повећање краткотрајних интензивних олуја са обилним падавинама и градом.

Слика 1.2.1.1 **Средња годишња температура (лево) и средња годишња сума падавина (десно) за област Западног Балкана (део Балканског полуострва у који спадају: Босна и Херцеговина, Црна Гора, Република Србија, Албанија и Северна Македонија), за период 1996–2015, добијени из E-OBS података (Вуковић и Вујадиновић Мандић, 2018)**



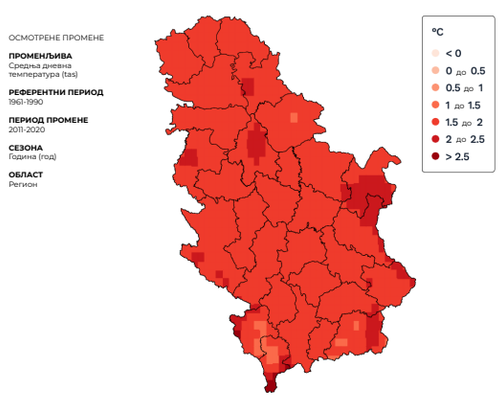
Ветрови

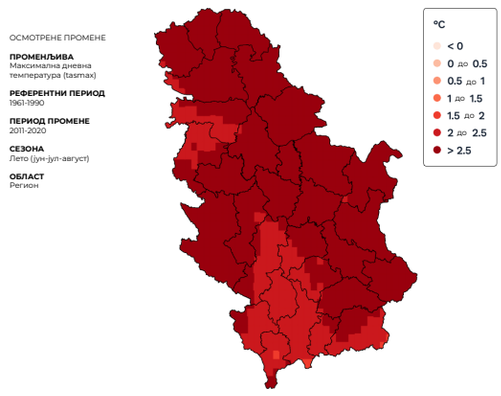
Карактеристични за регион Западног Балкана су бура, кошава и фен. Бура је ветар који дува са копна на море у обалским областима Јадранског мора, због пребацивања хладног ваздуха преко планинских венаца ка мору. Овај тип ветра је јак и хладан. Кошава је карактеристичан ветар за Србију. Може дувати са истока, југоистока и са југа, у области Поморавља и Подунавља. Ако дува претежно са истока, углавном дува као хладан ветар, а ако дува из јужних делова, најчешће је топао. Кошава може имати изузетно јаке ударе, чак преко 100 километара по часу. Кошава може дувати и по неколико дана, када су брзине ветра преко 30 или чак 50 километара на час. Фен је топао и сув ветар који се јавља у „заветреним“ странама брдских и планинских области. Ваздух, када наиђе на препреку, подиже се, стварају се облаци, излучују се падавине и сув ваздух који се спушта са друге стране падине се загрева и може донети отопљење и за више од 10 °C за кратко време.

Просечан тренд пораста средње годишње температуре на територији Србије од када су дигитализована мерења са већине мерних станица, тј. од 1961. године, до данас је скоро 0,4 °C по деценији, тј. на десет година.

Међутим, овај тренд промене температуре, узимајући у обзир период од 1981. године, када пораст температуре постаје значајан на територији Србије, има вредност 0,6 °C по деценији, указује да је пораст температуре убрзан током последњих деценија. Првих 10 рекордно најтоплијих година на територији Србије (по средњим годишњим температурама осредњених за целу Србију) десило се током 21. века.

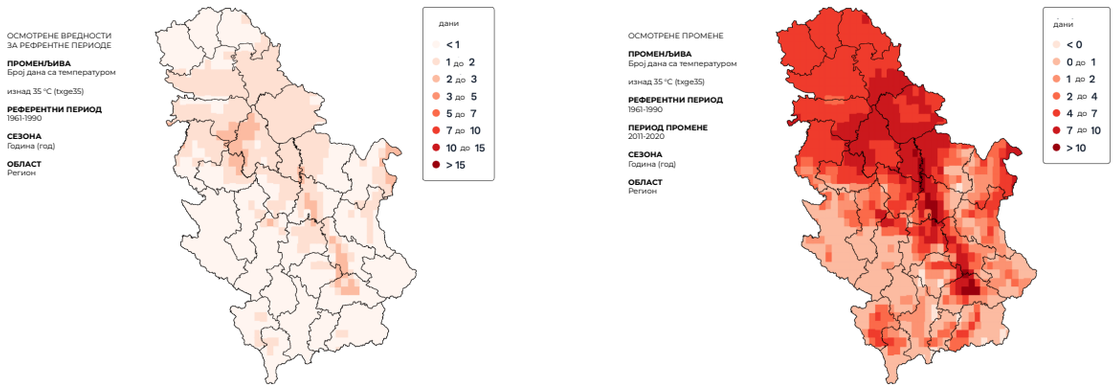
Слика 1.2.1.2 **Промена средње температуре за период 2011–2020. у односу на 1961–1990. (лево) и промена средње максималне дневне температуре током лета (јун-јул-август) у периоду 2011–2020. у односу на вредност из 1961–1990 (десно).**





Слика 1.2.1.3

Средњи број дана по години са температурама преко 35 °C у периоду 1961–1990. (лево) и промена у периоду 2011–2020. у односу на период 1961–1990. (десно). Извор: atlas-klime.eko.gov.rs



Анализе климатских промена на регионалном или националном нивоу ради планирања прилагођавања (адаптације) на климатске промене раде се у односу на сценарија емисија гасова **са ефектом стаклене баште** по којима се добија процена климатских промена које обухватају највероватнији исход по садашњем тренду промена и планирања смањења емисија. На овај начин државе планирају своје активности како би ублажиле или спречиле негативне утицаје правовременим планирањем и имплементацијом мера адаптације.

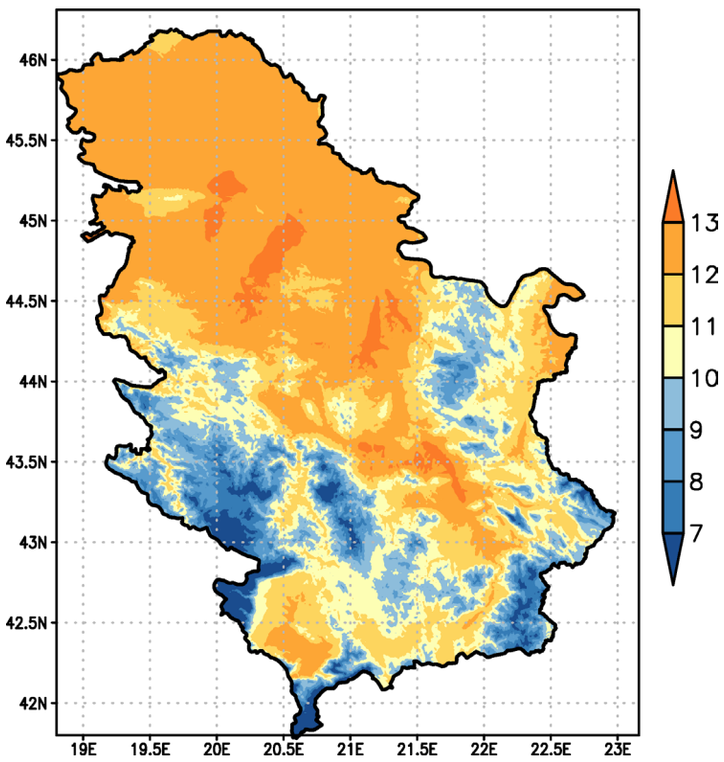
За **референтни период** у односу на који се анализирају промене климатских услова углавном се узима неки скорији климатски период у току 20. века, од када постоји довољно података на регионалном или националном нивоу, када климатске промене још нису биле значајне. То су управо биле климатске карактеристике региона у оквиру којих се градила инфраструктура, развијала производња хране и друго.

У случају да се у Србији спроведу активности које су тренутно планиране од стране држава у оквиру Конвенције и потписница Париског споразума, за сада најреалнији је сценарио који представља **„стабилизациони сценарио“** (RCP4.5), односно стабилизацију у порасту емисија гасова са ефектом стаклене баште средином 21. века. Овај сценарио се сматра за сценарио „на пола пута“ до испуњења Париског споразума и по њему се очекује глобални пораст температуре од око 2,7 °C у односу на прединдустријско доба. **Сценарио који се узима као горња граница за очекиване климатске промене** подразумева да ће се пораст емисија наставити током 21. века (RCP8.5). По овом сценарију очекује се пораст глобалне температуре од око 4,4 °C у односу на прединдустријско доба.

Очекује нас отопљење. Стога питање климатских промена није више питање да ли треба нешто предузети, већ да ли хоћемо или нећемо, да ли смо одговорни или нисмо.
У Србији, у проценама климатских промена ради извештавања према Конвенцији и процени ризика од климатских опасности за израду Програма прилагођавања на измењене климатске услове Републике Србије за референтни период узет је климатски период 1961–1990. Кратак преглед резултата анализа осмотрених и будућих климатских промена добијених из резултата климатских модела по одабраним сценаријима („стабилизациони" – RCP4.5, и „гранични" – RCP8.5) за Србију дат је у табели 1.2.1.1. У периоду 2041–2060. није присутна значајна разлика у резултатима по различитим сценаријима, док се у другој половини века промене стабилизују (успоравају) по „стабилизационом сценарију" а убрзавају по „граничном сценарију".

Слика 1.2.1.4

Средња годишња температура на територији Србије за период 1998–2017, добијена интерполацијом (на 1 километар резолуције) дневних осмотрених температура[1]. Ове вредности се могу сматрати репрезентативним климатским вредностима „садашње" климе. Треба имати у виду да је друга половина овог периода била нешто топлија од прве половине, као и да је овакве мапе и податке потребно обнављати новим подацима на сваких пет, а највише десет година, због пораста температуре.



Из годишњака Републичког Хидрометеоролошког Завода за потребе рејонизације воћарских подручја Србије (пројекат Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде).

Табела 1.2.1.1 **Преглед главних карактеристика осмотрених и будућих промена климе у Србији; преузето из Програма прилагођавања на измењене климатске услове Републике Србије, адаптирано**

Климатска зона	Осмотрене промене за 2001–2020. (2011–2020) у односу на 1961–1990.	Будуће промене за 2041–2060. и 2081–2100. у односу на 1961–1990.
Превише топло	**Средња температура** у Србији се повећала за 1,4 °C у периоду 2001–2020. (за 1,8 °C у 2011–2020). Највише је порасла температура за јун-јул-август: +2,0 °C (+2,4 °C); а средња максимална температура за те месеце чак за +2,2 °C (+2,6 °C). **Просечан број топлотних таласа по години** се повећао за 2,4 (за 3), док се у периоду 1961–1990. они нису јављали сваке године (учесталост је мања од 1). **Број дана по години са температурама преко 35 °C** порастао је у опсегу +4 до +7 у низијским областима (у појединим регионима +10).	**Средња температура** за Србију у периоду 2041–2060. порашће по различитим сценаријима за 3,1 °C односно 5,8 °C. **Просечан број топлотних таласа по години** у периоду 2041–2060. износиће 45 по години. У периоду 2081-2100. повећање по години биће још веће. **Број дана по години са температурама преко 35 °C** у периоду 2041–2060. биће већи за око 20 у низијским пределима, а појављиваће се и у вишим планинским областима. У периоду 2081–2100. број таквих дана биће још већи.
Превише воде/влаге	**Просечан годишњи максимум падавина се помера ка ранијим месецима,** ка хладнијем делу године и периоду отапања снега (мења се годишња расподела падавина). **У високом ризику од екстремних падавина је око 7% територије Србије (процењено за период 2001–2020).**	**Екстремне падавине настављају да се повећавају.** У периоду 2041–2060, у ризику од екстремних падавина биће 56% територије Србије.
	Утицај на водне ресурсе и земљиште У домаћим рекама, јужно од Саве и Дунава, повећавају се протоци у одређеним периодима године. Расте вредност максималних протока. Ово значи повећани ризик од изливања и поплава. Повећава се ризик од деградације земљишта због повећаног ризика од екстремних падавина.	
Премало воде/влаге	**Смањена је просечна количина падавина** за јун-јул-август у опсегу 10-20% (последица промене годишње расподеле падавина). **Повећана учесталост суше.** У периоду 2001–2020. било је просечно 4 године са сушом по деценији (у периоду 2011–2020. 5 година по деценији), док се у периоду 1961–1990. јављала само 1 по деценији. **Екстремна суша** десила се једном у периоду 2011–2020.	**Наставиће да се смањује просечна количина падавина за јун-јул-август.** **Свака година ће бити година са сушом** на територији Србије у периоду 2041–2060, и даље, у другој половини века. **Екстремне суше** ће бити заступљене у 3 до 4 године по деценији у периоду 2041–2060, а у периоду 2081–2100. још више.

	Утицај на водне ресурсе и земљиште Смањују се протоци у рекама у периоду године са нижим протицајима. Продужава се период у току године са нижим протицајима. Смањује се вредност минималних протока, а повећава се ризик од пресушивања мањих река у току године. Смањује се брзина обнављања подземних вода. Повећава се ризик од деградације земљишта услед повећања степена аридности климатских услова. Повећана је учесталост временских услова погодних за појаву и ширење пожара.
Олује	**Повећава се интензитет и учесталост олуја,** укључујући појаву јаких удара ветра и града. Повећава се просечна величина зрна града.

Када је било најтоплије у Србији

Према подацима ERA5-Land, Copernicus ECMWF, 2023. година је најтоплија година у Србији од 1951. године (додатно, према прелиминарној анализи података, лето 2024. је најтоплије у Србији од 1951. године). Одступање од просечне годишње температуре за 2023. годину, у односу на просек из периода 1991–2020, износи 1,32 °C, тако да је до тада најтоплија 2019, година са 1,18 °C, померена на друго место. С обзиром на овако малу разлику између 2023. и 2019. године, могуће је да ће детаљна анализа осматрања са метеоролошких и климатолошких станица Републичког хидрометеоролошког завода Србије дати мало другачији резултат у смислу редоследа најтоплијих година.

Када је било најхладније у Србији

Најнижа икад забележена температура у Србији измерена је 13. јануара 1985. у насељу Карајукића Бунари на Пештеру и износила је -39,5 °C. Ово је изузетно ниска температура, јер је, на пример, најнижа измерена у Београду скоро 15 °C виша, тј. -26,2 °C (8. јануара 1947).

Велике поплаве су све чешће у Србији

Због поплава 2014. године проглашена је ванредна ситуација на читавој територији Србије. У периоду од 14. априла до 5. маја 2014. године у већини места пало је између 120 и 170 литара кише по метру квадратном, а на неким локацијама и више (на Копаонику 270 литара по метру квадратном, на Златибору 280 литара по метру квадратном). Обреновац је био највише погођен поплавом и цело насеље је евакуисано. Знатне поплаве су се десиле и наредних година, и довеле су до проглашења ванредне ситуације, евакуације становништва и/или наношења штете, и то 2016, 2017, 2019, 2020. и 2021. године. Последице тих поплава, већином изазване бујицама услед екстремних падавинских догађаја, биле су појава клизишта, пуцање брана, уништавање кућа, велике штете у пољопривредној производњи итд.

Када су биле највеће суше у Србији

За целу територију Србије суше су забележене током 2000, 2003, 2007, 2012. и 2017. године, као и велики пожари у шумама у периоду 2000–2009. Проценат година са сушом у анализираном периоду просечно за територију Републике Србије повећао се за +30% у периоду 2001–2020. (+40% у периоду 2011–2020) у односу на период 1961–1990. Учесталост у периоду 1961–1990. била је 10%. У Србији су се повећали учесталост, интензитет и трајање метеоролошких суша као резултат повећања температуре, смањених летњих падавина и већег броја дугих сушних периода. Промене у режиму падавина и суше имају директни утицај на водостај и проток у рекама.

Када је било највише снега у Србији

Током историје, као година највећег снега памти се 1962. година, када је снег потпуно блокирао Србију након Нове године (у Београду је висина снежног покривача била 80 cm). Током фебруара 2012. године Србију су захватиле екстремно ниске температуре са великом количином снежних падавина, које се сада сматрају за веома ретке временске догађаје. Тада је у Београду највећа висина снежног покривача била 52 cm, у Сјеници 83 cm, а на Копаонику 126 cm. Великих снегова било је и 1954, 1955, 1963, 1966, 1969, 1973, 1984. (када су зимске олимпијске игре одржане у тадашњој Југославији; те године је на Копаонику било рекордних 198 cm снега, а на Митровцу на Тари 213 cm снега), 1985, 1996. и 1999. године. Просечно трајање снежног покривача дебљег од 1 cm за другу половину двадесетог века износи око 37 дана. Просечна дебљина и трајање снежног покривача на територији Србије се прогресивно смањује као последица климатских промена.

ПИТАЊА

1. Када је на северној хемисфери зима, које доба године је на јужној хемисфери?

2. Шта је ветар? Које врсте ветрова познајете? Које су разлике између њих? У којим климама они преовлађују и зашто?

3. У којој климатској зони живите? Шта знате о уобичајеним временским приликама у различито доба године у својој климатској зони?

4. У којој климатској зони је присутна највећа разноврсност живог света?

5. Где је хладније – на Северном полу или на Јужном полу?

6. Колико тачно познајете климатску терминологију? Тестирајте се помоћу климатског речника UNDP: https://www.undp.org/publications/climate-dictionary

ЗАДАЦИ

1

Задатак 1. Игра
Материјали: Картице које показују одлике различитих типова климе: екваторијалне, тропске, умерене, поларне.

Ово је игра за 12–24 особе. Сваки играч добија једну картицу са једном одликом климе.

Изазов се састоји у томе да се разговара са осталим учесницима у игри и да се са њима образује група играча односно тим у ком су спојене све одлике једне климе. Сваки тим затим опонашањем показује осталим тимовима коју врсту климе има.

2

Задатак 2. У нашем региону, који је у умереној климатској зони, котлина Метохије има измењено медитеранску климу, а не излази на Јадранско море. Медитерански утицаји у клими Метохије огледају се у изразито топлим летима (понекад без капи кише) и благим и кишовитим зимама.

На мапи пронађите Метохијску котлину и набројите планине које је окружују. Шта мислите, због чега је клима у овој котлини медитеранска? Објасните свој одговор.

3

Задатак 3. Шта су „повољни“ и „неповољни“ климатски услови?
Поделите се на групе и изаберите један тип климе. Осмислите кратку представу или неколико шала о типу климе који сте изабрали.

4

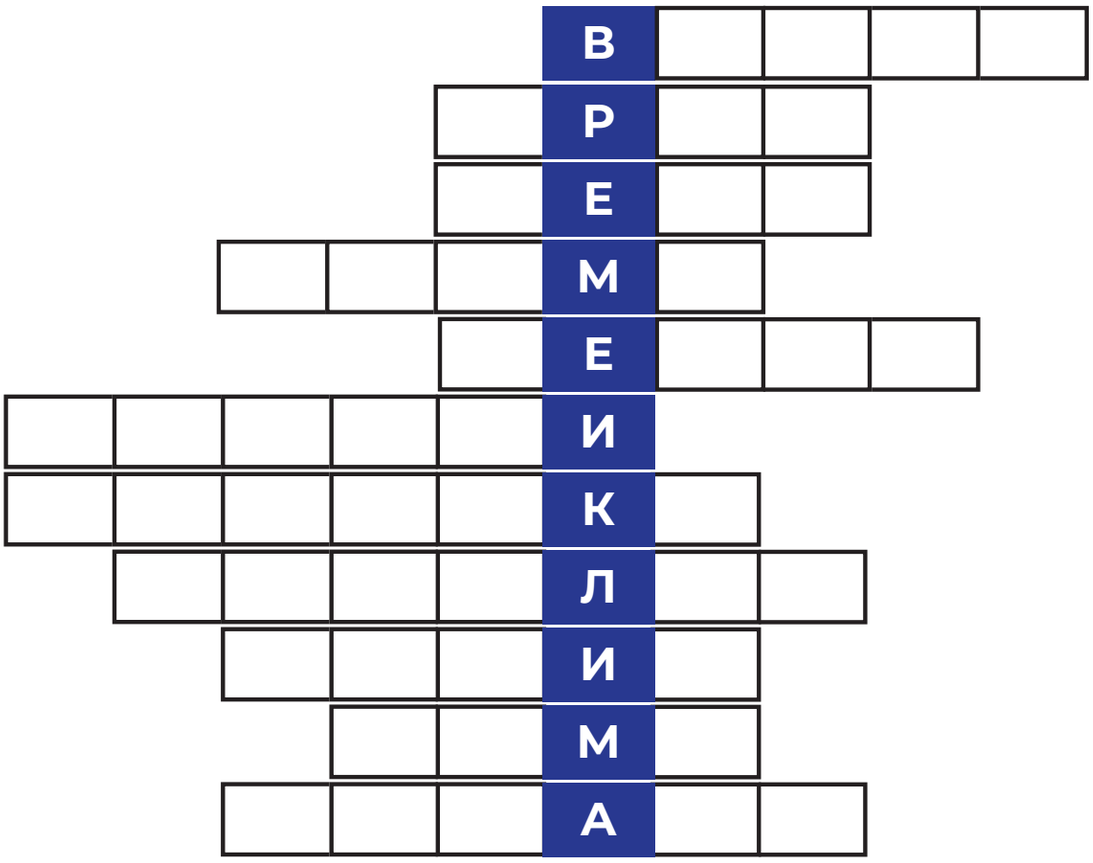
Задатак 4. Игра
Приказ осећања покретима тела: Замислите да сте у тропској кишној шуми Амазона, где често у току дана пада киша. Топло је и влажно. Почиње киша.

Како се игра: Играчи стоје у кругу. Вођа стоји у средини круга и показује своје покрете свим осталим играчима. Како начини покрет, вођа се полако окрене на својој оси. Он започиње нови покрет када сви играчи у кругу почну да имитирају претходни покрет. Сваки играч прелази на следећи покрет тек када се вођа нађе насупрот њему. У међувремену, остали играчи настављају извођење претходног покрета.
След покрета: Вођа и први играч (а онда редом други, трећи играч итд.) склапају своје дланове и њима праве лагане кружне покрете. Затим

5

пуцкетају прстима, па лупају длаком о длан, онда се тапшу по бутинама и на крају ударају ногама о под. Када се след покрета заврши, сви поступци се понављају обрнутим редом. Ефекат је опонашање звукова кише која пљушти, од почетка до краја.

5. Укрштеница



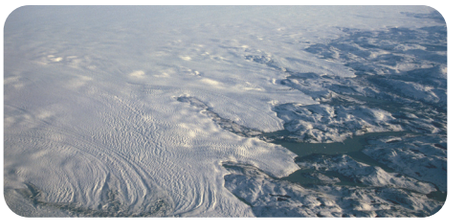
Питања за Укрштеницу - водоравно:

1. Стање атмосфере у одређено време и на одређеном месту.
2. Ледена киша која пада у облику ледених куглица или грудвица.
3. Доба године које деца школског узраста у Србији највише воле.
4. Просечно стање времена на одређеном месту током дугог периода.
5. Хоризонтално кретање ваздуха, изазвано разликом у атмосферском притиску.
6. Скуп сићушних водених капи или кристала леда које лебде на висини у атмосфери, множина.
7. Тип климе којој припада пустиња Сахара.
8. Чувени италијански композитор који је написао низ дела под називом „Четири годишња доба“.
9. Годишња доба се смењују у једној...
10. Најхладније годишње доба.
11. Ветар карактеристичан за Поморавље и Подунавље.

1.3 Како се и зашто клима мењала у прошлости

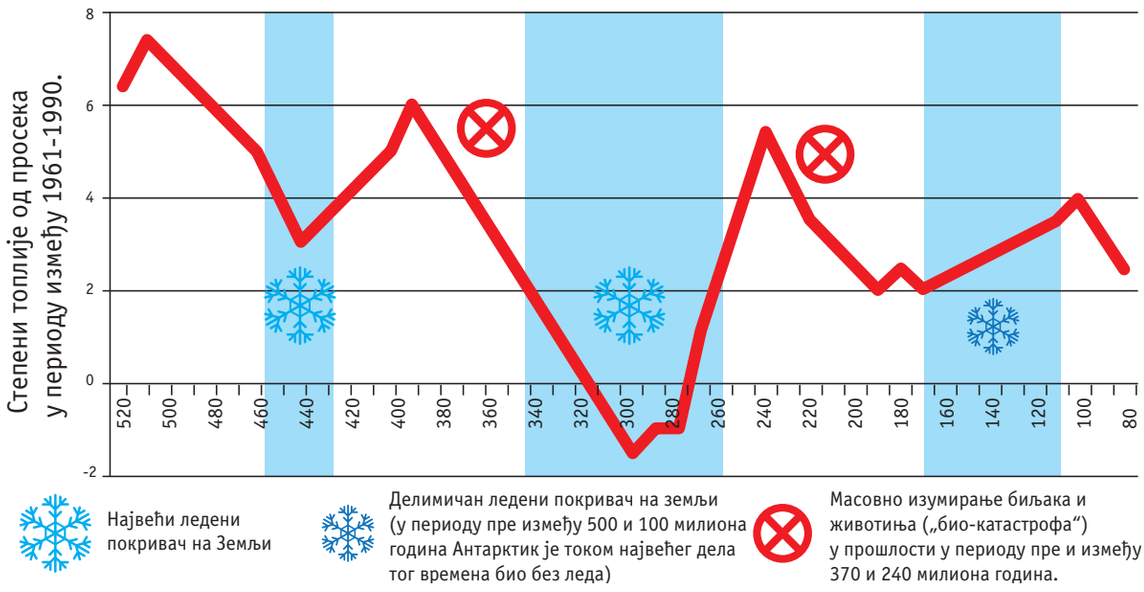
Није тешко доказати да се клима на Земљи одувек мењала. Наравно, јунаци цртаних филмова и рачунарских игара о диносаурусима и леденом добу су измишљени, али диносауруси су заиста постојали, што нам је познато захваљујући пронађеним фосилизованим костима и јајима диносауруса. Када су те животиње живеле, клима на нашој планети Земљи била је много топлија него што је сада. Али било је и хладних периода, када је клима била много хладнија него сада и када су глечери досезали дубоко на југ, до Берлина или Проклетија, Шаре и Коритника и када су били високи као вишеспратнице!

Српски научник Јован Цвијић (1865–1927) први је прикупио доказе о ледничкој морфологији Балкана крајем 19. века. Објавио је неколико стотина научних радова, а једно од његових најважнијих дела јесте „Балканско полуострво“.



Током стотина милиона година историје планете температура на Земљи се у великој мери променила – за око 10 °C (сл. 1.3.1). То је много! Кад би данас температуре биле за 10 °C више, онда би клима у Стокхолму била сасвим другачија: просечна температура током године у главном граду Шведске била би као што је сада температура на медитеранској обали, на пример, у Барселони или Марсеју. Вероватно мислите да би то било лепо? Али онда би у Београду било топло као у Дубаију, а на Арабијском полуострву било би толико топло да људи ту вероватно не би могли ни да живе!

Слика 1.3.1 **Температура на Земљи током протеклих 500 милиона година**



Како научници знају каква је била клима у прошлости?

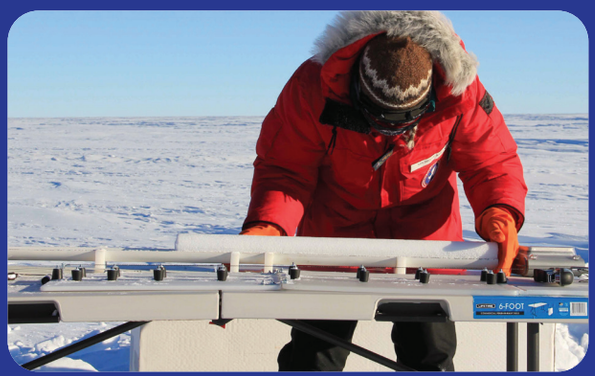
Научници процењују каква је била температура на Земљи у прошлости проучавајући стене и седименте на дну језера, мора и океана. Лед оставља трагове на стенама, док седименти из онога што су некада била древна мора садрже остатке биљака које су могле да преживе једино на одређеним температурама.

Много бољи извор података за процену температуре у последњих милион година за научнике представља истраживање леда са Антарктика. Тај лед садржи мехуриће ваздуха који пружају доказ о томе какав је био састав гасова у атмосфери и колика је била температура на Земљи у прошлости (сл. 1.3.2). Најобимнији низ података (око 800.000 година) прибављен је са руске станице Восток на Антарктику.

Годови дрвећа представљају добар извор информација о климатским променама у минулим вековима. Годови за време топлих година су шири, а из хладнијих година ужи. Љуштуре морских и слатководних мекушаца су још један добар показатељ климе у прошлости.

Наука која се бави проучавањем климе у прошлости зове се **палеоклиматологија.**

Слика 1.3.2 **Научници извлаче стуб антарктичког леда из којег ће моћи да одреде температуру ваздуха и садржај угљен-диоксида у атмосфери током стотина хиљада година.**



1.3.1 | Узроци климатских промена: милиони година

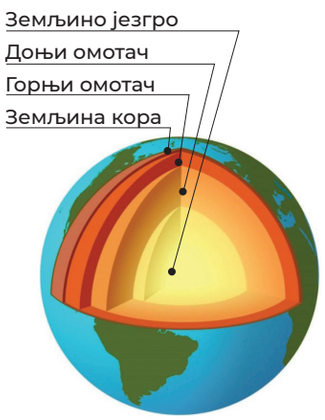
У настојању да објасне главне промене климе на Земљи, које су се догодиле током протеклих пола милијарде година, научници су посматрали разне геолошке, астрономске, биолошке, геомагнетне и космичке факторе. Разматрали су чак и могућност доласка посетилаца са других планета, који су можда користили неку врсту климатског оружја. Међутим, научници нису пронашли никакав траг деловања ванземаљаца. Оно што су пронашли јесте податак да је температура на нашој планети током последњих неколико стотина милиона година била одређена положајем континената на Земаљској кугли!

Континенти се померају

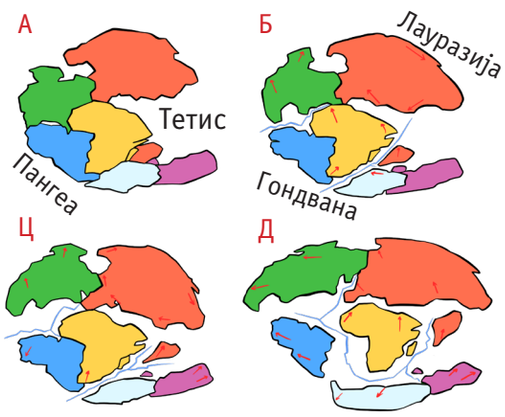
Земљино језгро је само танки горњи слој наше планете (сл. 1.3.3). Испод ње почиње омотач који представља главни део планете и који на већој дубини прелази у веома топлу и лепљиву течност. Кора и горњи слојеви омотача састоје се од релативно тврдих („литосферних“) плоча, које могу да пукну, да се раздвоје или споје, померајући се само неколико центиметара сваке године, али покривајући хиљаде километара током милиона година! То се зове „померање континената“. Древни континент Пангеа, који је представљао једну целину, постепено се делио на засебне континенте, који су се одвојили и сударали се једни с другима (сл. 1.3.4). Ако погледате западну страну Африке и источну страну Јужне Америке, видећете да се оне уклапају као комадићи слагалице. То је зато што су некада били део једног истог континента који се раздвојио на више делова.

Слика 1.3.3

Шта се налази унутар Земље



На континентима који су близу екватора лед се не акумулира, али ако су континенти близу полова, они убрзо бивају затрпани испод глечера (ледених маса) какве сада видимо на Антарктику и Гренланду. Од беле површине леда и снега Сунчево зрачење се одбија назад у свемир и зато лед и снег остају хладни, док тамне површине земљишта или воде апсорбују велики део долазног Сунчевог зрачења и тако се загревају. Нижи делови атмосфере, у којима се одвијају временски процеси и развија живи свет, највише се загревају од топлоте подлоге (површине земљишта, воде, снега и леда), због чега је загревање подлоге „сунцем“ важно и за загревање ваздуха.



Слика 1.3.4

Померање континената током последњих 500 милиона година

А – формирање континента Пангеа;

Б – дељење континента Пангеа, формирање Лауразије и Гондване;

В – дељење Гондване, формирање Хиндустана, Аустралије и Антарктика;

Г – формирање Јужне Америке, почетак дељења Лауразије.

Када се то догоди на великом подручју, постаје главни фактор који утиче на климу целе планете. Током највећег дела времена у последњих пола милијарде година континенти су имали мање леденог покривача него што имају сада, што значи да је клима на Земљи била топлија.

Од беле површине леда и снега Сунчево зрачење се великим делом одбија назад у свемир и зато лед и снег остају хладни, док тамне површине земљишта или воде апсорбују велики део Сунчевог зрачења и тако се загревају. Албедо је карактеристика површине која одређује колико ће се Сунчевог зрачења рефлектовати. Снег има највећи албедо, а тамно земљиште и асфалт имају најмањи албедо.

Када би се догодила велика промена климе, нарочито када би дошло до хлађења, настале би такозване „био-катастрофе“: читаве групе организама су изумирале, а преживљавале су само оне које су се најбоље прилагодиле новим условима.

Једно од тих хладних раздобља од пре око 60 милиона година довело је до нестанка диносауруса. То је сигурно био постепен процес, који је трајао више милиона година. Тачан узрок изумирања диносауруса није познат, а можда их је било и неколико, а не само један.

Зашто су изумрли диносауруси?

Диносауруси су изумрли на Земљи пре око 60 милиона година. Научници још не знају шта се тачно догодило.

Једна теорија говори о томе да диносауруси нису могли да се надмећу са боље прилагођеним организмима. На пример, са топлокрвним сисарима који нису били већи од веверице, али који су могли да поједу јаја диносауруса или да их нападну ноћу, када хладнокрвни диносауруси нису могли да се крећу.

Према другој теорији, огроман метеорит погодио је Земљу у области данашњег Карипског мора, услед чега се велика количина прашине подигла у атмосферу, заклањајући Сунчево зрачење током дужег периода, што је утицало на расположивост хране. Птице, сисари и многи други организми прилагодили су се новим температурама, али диносауруси нису.

Постоји још једна верзија. Познато је да за поједине гмизавце (крокодиле, корњаче) температура земљишта одређује да ли ће се мужјаци или женке излећи из јаја која су положена у песку дуж речних и морских обала. Биолози претпостављају да је та зависност можда постојала и код диносауруса, који су такође били гмизавци. Уколико је температура била таква да су се само женке (или мужјаци) диносауруса излегали из јаја, те врсте су могле брзо да нестану.

Услед промене из непроменљиве, влажне климе у климу са сезонским променама (чак и малим променама) могли су да настану кратки периоди хладних ноћи, када огромна тела диносауруса нису могла да сачувају довољно топлоте. Многе од тих животиња би губиле снагу и на крају би угинуле.

Али најзначајнији климатски догађај десио се пре 50 милиона година, када су се континенти удаљили од полова. Покривач од снега и леда се смањио, а температуре су порасле до нивоа који је за око 12 °C био виши него данас. Затим се, „изненада“, Индија, која је до тада била мала, засебна литосферна плоча, сударила са Евроазијом. На месту судара појавили су се Хималаји. Остале плоче кретале су се тако да је Антарктик заузео своје место на Јужном полу и био је прекривен слојем леда (пре око 30–40 милиона година). Температура на Земљи почела је нагло да пада када је ледени покривач, формиран на Антарктику, почео да рефлектује већи део Сунчевог зрачења назад у свемир.

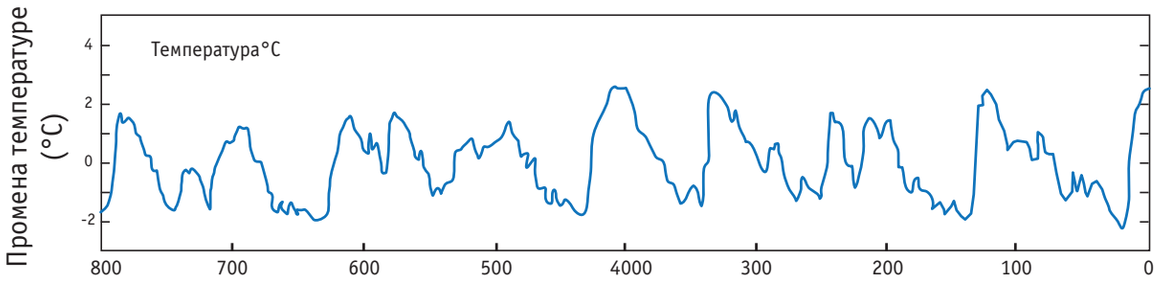
Пре око 10 милиона година, Гренланд је стигао на своју садашњу локацију и постао је прекривен слојем леда, који је још више спустио температуру, до нивоа приближних онима које имамо данас.

Пре 100 милиона година на Земљи је било много топлије него данас. Пре 30–40 милиона година Антарктик је постао прекривен ледом, а пре око 10 милиона година исто се догодило и са Гренландом, што је довело до пада температура на њихов садашњи ниво.

1.3.2 Узроци климатских промена: десетине и стотине хиљада година

Познато нам је да се температура на Земљи мења у оквиру сваког периода који траје око милион година. Утврђено је да око сваких 100.000 година постоји релативно краћи топли период, док је током преосталог времена клима много хладнија (такозвани „глацијални периоди“ или „ледена доба“). Тренутно живимо у топлом периоду.

Слика 1.3.5 **Промена температуре на Земљи током последњих 800.000 година у односу на просечну температуру**

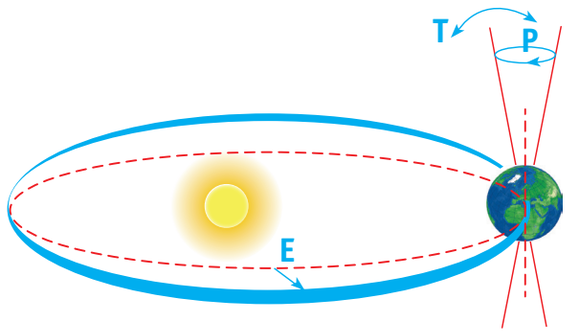


Зашто се то дешава? Научници су утврдили да за смењивање ледених доба и топлих периода постоје астрономски узроци (сл. 1.3.6).

Сваких 41.000 година нагиб Земљине осе мења се у распону од 22° до 24,5° (тренутно је на 23,5°). Што је нагиб осе већи, већа је температурна разлика у току лета и зиме, јер је већи упадни угао Сунчевог зрачења током лета и веће је загревање површине Земље, а тиме и ваздуха, а мањи је током зиме, због чега је ова сезона хладнија. Утицај промене нагиба осе не утиче на укупну енергију коју Земља прима од Сунца, већ на распоред те енергије на Земљи.

Слика 1.3.6 **Промене у орбити Земље и у њеној оси ротације које утичу на смену ледених и међуледених доба**

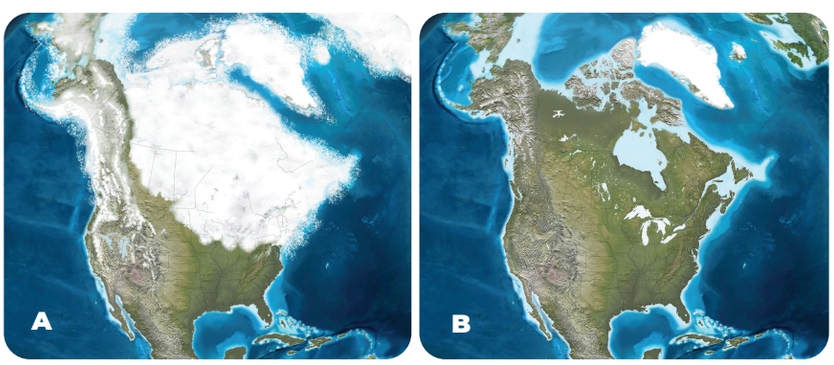
T — нагиб Земљине осе ротације;
E — промене у облику Земљине орбите (одступање орбите од круга – ексцентричност орбите);
P — промена смера нагнутости Земљине осе ротације – осна прецесија.



Период промене осне прецесије је близу 19.000–23.000 година. Ова промена личи на промену оријентације осе ротације чигре која успорава и оса јој није више усмерена вертикално, већ њен врх прави кругове. Земља је као чигра која се врти. Наравно, нипошто не може престати да ротира током наредних неколико милиона година, али дошло је до извесног успоравања. Кругови које описује оса Земљине ротације не утичу на количину топлоте која на Земљу долази од Сунца (не више од нагиба осе као такве), али утиче на расподелу долазне Сунчеве енергије на Земљи. Тренутно усмерење нагиба осе ротације Земље је такво да је током месеци јун–август северна хемисфера нагнута „ка“ Сунцу (на северној хемисфери је већи упадни угао Сунчевог зрачења) и у тим месецима је лето, а јужна је нагнута „од“ Сунца и тамо је зима. При промени осне прецесије распоред годишњих доба током године може бити потпуно обрнут.

Земљина орбита око Сунца се мења отприлике сваких 400.000 и 100.000 година. Орбита има облик елипсе, која је врло блиска кружници. Када је Земљина орбита скоро потпуно кружна, количина Сунчевог зрачења која долази до Земље у различитим годишњим добима је више уједначена, јер Земља обилази Сунце током године на скоро уједначеном растојању, у односу на ситуацију када орбита има елиптични облик.
Када су зиме у поларним пределима дуже и оштрије и када има више снежних падавина, мање снега се отопи током лета и услед те акумулације образују се глечери. Ти бели глечери, за разлику од тамне површине земље или воде, одбијају готово све Сунчево зрачење које доспева до њих. Као резултат тога, хладноћа се појачава и глечери настављају да расту, померајући се од полова према умереним географским ширинама. Тада почиње глацијални период (сл. 1.3.7).

После неколико десетина хиљада година, услови су се мењали тако да зиме у поларним и умереним пределима постају краће и топлије. Глечери почињу да се повлаче, а клима се враћа у пређашње стање. Управо то се догодило пре око 13.000 година, када се завршио последњи глацијални период.



Слика 1.3.7

Северна Америка током А) глацијалног периода пре 125.000 година; Б) данас

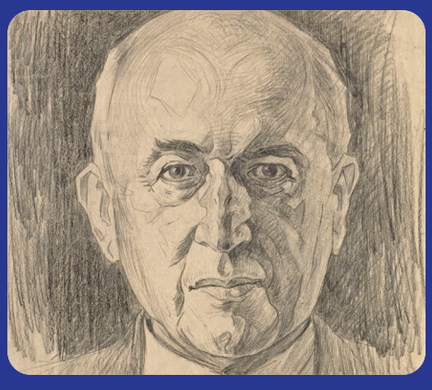
Пре око 5.000–7.000 година клима је била топлија и влажнија него што је сада, и то је створило услове повољне за развој људске цивилизације, али би погрешно било мислити да ће убрзано загревање за неколико степени бити добро за модерну цивилизацију. Људи данас имају другачије потребе и другачије услове живота: обиље траве за домаће животиње и мноштво дивљачи за лов у шумама нису више довољни да би наша друштва могла нормално да функционишу.

Ниво океана на Земљи променио се током наступајућих и одлазећих глацијалних периода. Током хладних периода ниво мора био је 50–100 m испод данашњег нивоа. То су била времена када су древни људи прешли из Евроазије у Америку, углавном копненим путем, а делимично и преко уског мореуза прекривеног ледом. У топлијим периодима током последњих неколико стотина хиљада година, океан је био на данашњем нивоу или за 5–10 m виши.

Колико десетина хиљада година је остало до следећег глацијалног периода на Земљи? Сложеност периода промене Земљине орбите и ротације око своје осе онемогућава научницима да предвиде да ли ће се десити за 15.000, 20.000 или 30.000 година.

Математичку теорију утицаја промене положаја Земље у односу на Сунце на климу Земље поставио је српски научник Милутин Миланковић. Он је открио да су периодичне промене ексцентричности Земљине орбите (период промене око 100.000 година), нагиба Земљине осе (период промене 41.000 година) и осне прецесије (смера нагиба осе ротације, период промене 26.000 година) узрок дугорочних климатских промена, тј. смене ледених (глацијалних) и међуледених (интерглацијалних) доба. Ове промене су познате као **Миланковићеви циклуси.**

Другим речима, наведена три фактора утичу на положај Земље у односу на Сунце, па самим тим и на количину енергије примљене од Сунца, а највише на промену распореда примљене енергије по географским ширинама. Математички модел Миланковићевих циклуса показује промену температуре током дуге историје Земље услед утицаја наведених фактора, која показује добра слагања са палеоклиматолошким мерењима. Ова теорија омогућила је реконструкцију климе давне прошлости и предвиђање вероватне климе планете Земље далеко у будућност. Међутим, услед садашњег антропогеног утицаја, могући су значајнији поремећаји ових природних циклуса, што зависи од спровођења мера за ублажавање утицаја човека на климу планете у будућности.



Милутин Миланковић (1879–1958), српски геофизичар, климатолог, астроном и грађевински инжењер, доктор техничких наука, популаризатор науке и физичар (Паја Јовановић, скица за портрет Милутина Миланковића, 1943, Музеј Града Београда ЛПЈ76)

На Месецу, Миланковићево име, по одлуци Скупштине Међународне астрономске уније, добио је јасно изражен кратер средње величине. И једном кратеру на Марсу дато је Миланковићево име. Милутин Миланковић је у свом богатом стваралачком животу урадио и предложио, између осталог, реформу грегоријанског и јулијанског календара, која је водила изградњи јединственог, до сада најпрецизнијег календара (Миланковићев календар).

Садашњи интерглацијални период (период између два ледена доба) – холоцен, по Миланковићевим циклусима требало би да траје још 25.000–50.000 година. Међутим, због повећања емисија гасова са ефектом стаклене баште и повећања средње глобалне температуре, услед екстремног сценарија, могуће је да ће почетак следећег леденог доба бити одложен и да се неће десити у наредних 100.000 година.

Ипак, две ствари су познате. Прво, то ће се догодити. Вероватно ће наши далеки потомци моћи да се прилагоде, зато што клима на централним и тропским географским ширинама неће бити много хладнија него што је сада. Друго, наредни глацијални период неће наступити ускоро и неће наступити у року од годину дана нити чак за сто година, већ ће се глацијално кретање одвијати током стотина и хиљада година. Изгледи да ће наступити глацијални период немају значаја за климу у последњем миленијуму или за неколико предстојећих векова.

Историју климатских промена на Земљи током протеклих милион година карактерише смена глацијалних и интерглацијалних доба. Отприлике сваких 100.000 година клима се загрева. Топао период траје 20.000–40.000 година и онда опет наступа хлађење. Нов глацијални период је неминован, али он неће наступити током наредних 15.000 или 30.000 година. Изгледи да ће наступити ново „ледено доба“ немају значаја за климатске промене које се сада дешавају и које ће се дешавати током наредних неколико векова

1.3.3 Узроци климатских промена: векови

Различити делови Земље били су топлији и хладнији у различитим временским раздобљима током последњих хиљаду година. Било је неколико деценија када је температура ваздуха варирала за 3-4 °C. Наравно, пре хиљаду година није било термометара (људи су могли да мере температуру ваздуха током последњих 300 година; Галилео је изумео термометар у 16. веку), али сачувани записи о „плодним“ (топлим) и „мање плодним“ (хладним) периодима представљају доказ значајних климатских колебања. Научници могу да извуку закључке о температури из прошлости и из наслага на дну мора и река, као и на основу других знакова. Годишњи годови дрвећа представљају нарочито добар извор информација.

Научници објашњавају периодичне температурне флуктуације током деценија променама соларне активности, вулканским ерупцијама и процесима који се одвијају у океанима.

Промене у активности Сунца

Интензитет Сунчевог зрачења варира периодично и има једанаестогодишње циклусе. Али посматрања која су започета још у 17. веку показују и циклусе промена Сунчеве активности који су трајали 40–45, 60–70, 100 и 200 година.

Варијације у интензитету Сунчевог зрачења обично су незнатне, али када неколико периода ниске активности наиђе један за другим, може имати утицаја на температуру на Земљи. То се догађало, на пример, од 1640. до 1715. године, током периода који се назива „мало ледено доба“.

То је било време када су се људи у Холандији зими клизали по замрзнутим каналима Амстердама. Убрзо после тога, тај хладни талас се завршио и употреба клизаљки постала је много ређа (сл. 1.3.8).

Слика 1.3.8

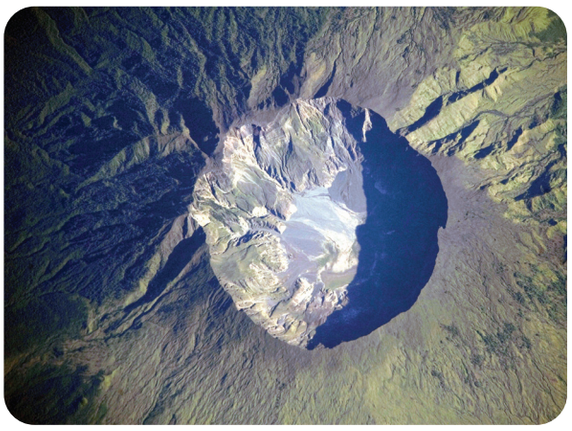
Холанђани који се клизају по замрзнутом каналу. Гравуре из серије „Модерни ликови“ Ромејна де Хогеа (1682–1702)

Вулканске ерупције

Која природна појава нас највише задивљује својом снагом и енергијом? Одговор је, свакако, ерупција вулкана. Шта мислите, да ли вулкани загревају Земљину атмосферу или је хладе? На први поглед, чини се да они сигурно загревају атмосферу. Истина је да ужарена лава и врели гасови подижу температуру ваздуха, али само у близини вулкана. Оно што највише утиче на климу није лава или гас, већ вулкански пепео. Ерупција га избацује високо у атмосферу, до висина од 10–15 km (у стратосферу), где се он дуго задржава. Пепео спречава продор дела Сунчевог зрачења и због тога цела планета постаје хладнија.

Свака снажна вулканска ерупција у којој стуб пепела доспева у стратосферу изазива краткотрајно хлађење годину дана касније. На пример, после Наполеонових ратова у Европи, људи су се питали зашто је температура постала просечно нижа током извесног броја година. Разлог томе била је ерупција вулкана Тамбора, који је сада у Индонезији (сл. 1.3.9). Исто се догодило и 1983. године после ерупције вулкана Ел Чичон у Мексику, као и 1992. године после ерупције вулкана Монт Пинатубо на Филипинима.

Након 2-3 године пепео се слегне, а вулкани престају да утичу на Земљину климу, све док наредна велика ерупција не избаци пепео у стратосферу.



Слика 1.3.9

Вулкан Тамбора на острву Сумбава у Индонезији. Масивна ерупција из 1815. године изазвала је урушавање горњег дела вулкана, услед чега је настао кратер широк 6 km и дубок 1 km.

Ерупције о којима слушамо не утичу на Земљину климу. На пример, ерупција вулкана чији назив се тешко изговара, „Ејафјад-лајекјудл“, на Исланду, године 2010. избацио је много пепела, али само у доњи део атмосфере. Авио-саобраћај био је заустављен у целој Европи, али се пепео из овог исландског вулкана брзо слегао, не раширивши се по осталом делу света.

Океанске струје

Установљено је да се откриће Гренланда од стране норвешких Викинга пре хиљаду година подударило са топлим периодом. Због тога су његови проналазачи изабрали управо тај назив. Наравно, чак ни тада Гренланд није био потпуно зелен: глечери су покривали већи део острва, као и данас, али јужни обод био је без леда и релативно топао. Разлог томе биле су промене океанских струја: када су оне јаче, локална клима постаје нешто топлија; када су слабије, клима постаје хладнија. Такво понашање океанских струја довољно је да изазове топлије и хладније периоде у различитим деловима света.

Клима на Земљи се променила неколико пута у прошлости. Али никада раније просечна температура на планети није порасла тако брзо као што се мења сада: за 1,2 °C током 130 година. Та, досад незабележена брзина није уобичајена за природне процесе. За најбрже природне промене увек су биле потребне стотине или хиљаде година, што је веома споро у односу на просечан људски век. Катастрофе у којима се клима драстично мења у року од једне или две године могле би да буду тема неког филма о пропасти, али оне су далеко од реалности и од онога што би било који научник предвидео.

ПИТАЊА

1. Који је главни фактор климатских промена током милијарди година?

2. Који сладолед се спорије топи на сунцу: бели сладолед од ваниле или тамни сладолед од чоколаде? Зашто? Како то илуструје процесе који се одвијају на Земљи?

3. Које се велико померање литосферних плоча догодило пре 50 милиона година? Како је то утицало на Земљу какву данас познајемо?

4. Шта користе научници да би одредили температуру и хемијски састав атмосфере током последњих 800.000 година?

5. Зашто се јављају глацијални периоди?

6. Када се завршио последњи глацијални период? Да ли ће наступити нов глацијални период? Да ли би он могао да почне следеће године?

7. Како су древни људи прешли из Евроазије у Америку? Бродове нису имали, а Берингов мореуз је сада широк 86 km (не може се ништа видети с једне стране на другу).

8. Да ли вулкани загревају или хладе Земљину атмосферу?

ЗАДАЦИ

1

Задатак 1.
Ставите лист папира за копирање на мапу света, прекопирајте обрисе Африке и Јужне Америке и исеците их. Спојте исечене континенте.

Да ли изгледа као да су они представљали једно целовито копно? Како се то копно звало? Шта се догодило са тим копном?
Како је то утицало на Земљину климу? Зашто?

2

Задатак 2. Експеримент
Материјали: два мала листа папира (бели и црни); два комада пластелина дужине 4 cm и дебљине 0,5 cm.

Експеримент. Залепите листове папира тако да лева половина буде бела, а десна половина да буде црна. Причврстите комаде пластелина усправно на позадину папира, тако да један комад пластелина буде на белом делу, а други на црном. Поставите лист на ивицу и држите га близу лампе (најбоље би било да је то лампа с јаким светлом). Лампа ће осветлити папир.

Који комад пластелина је први отпао када је лампа загрејала папир? Зашто? Наведите пример сличног процеса који се одвија на Земљи.

3

Задатак 3. Већ знате да је клима на Земљи у доба диносауруса била топлија него данас. Да би свет био поново топао као у доба када су живели диносауруси, Антарктик би морао да се удаљи од Јужног пола довољно да би сав његов лед могао да се отопи.

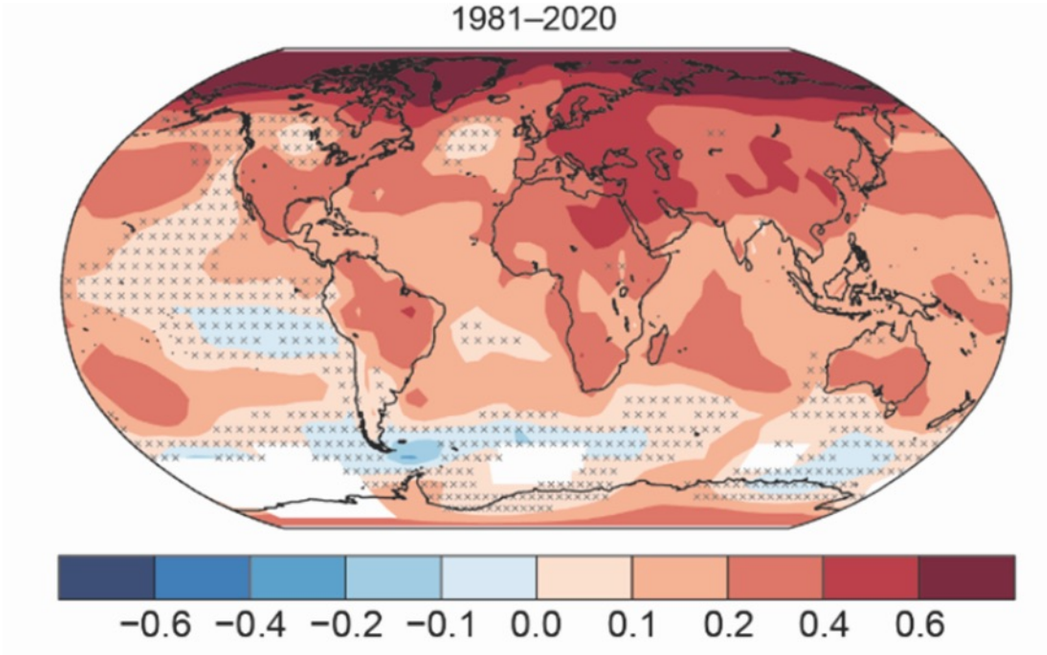
Узмите физичку мапу света и, на основу њене размере, израчунајте колико километара би Антарктик морао да се удаљи пре него што његово средиште доспе на 40 степени јужне географске ширине.

Претпоставимо да се Антарктик креће „брзином“ од 2 cm годишње. Колико година би било потребно да би дошло до загревања на Земљи изазваног искључиво кретањем Антарктика, а које би било довољно да диносауруси могу поново да живе на Земљи?

1.4 Климатске промене данас

Током двадесетог века, температура на Земљи почела је убрзано да расте, што се не може објаснити природним појавама. За 130 година, средња температура ваздуха на Земљи је постала за скоро 1, 2 степена виша! Према извештају IPCC AR6 за 2021, током последњих 50 година стопа пораста глобалне температуре је највећа у најмање последњих 2.000 година. Глобалне површинске температуре нису биле топлије у последњих 125.000 година. Осмотрено и пројектовано загревање је јаче над копном него над/у океанима, а најјаче је на Арктику.

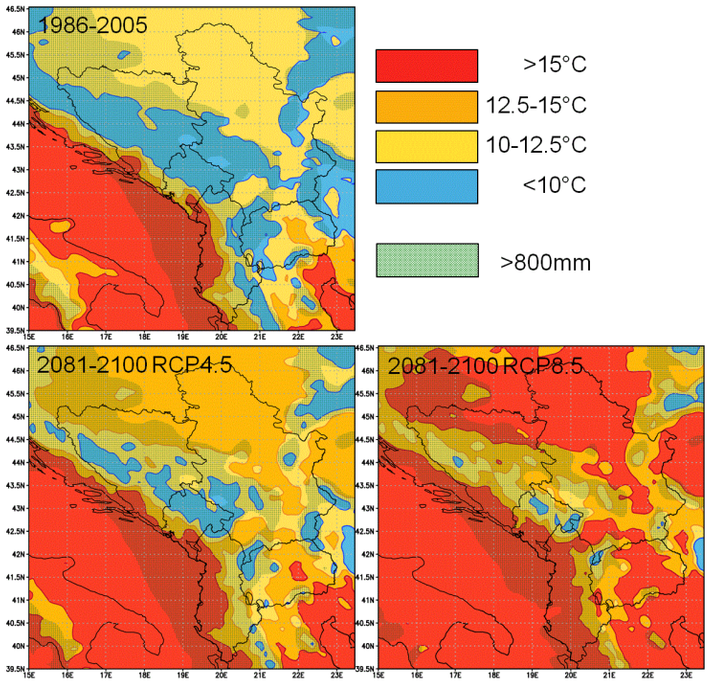
Слика 1.4.1 **Мапа показује тренд осмотрених промена температуре на Земљи по деценији у различитим регионима света у периоду 1981–2020. у поређењу са периодом 1850–1900.**



Тренд (°C по декади)

Слика 1.4.1.1

Средње вредности температуре у области Западног Балкана за периоде 1986–2005. и 2081–2100, по RCP4.5 (сценарио који предвиђа заустављање глобалног раста емисија гасова са ефектом стаклене баште 2040. године) и RCP8.5 (сценарио константног пораста емисија гасова са ефектом стаклене баште до краја века). Осенчена област представља простирање средњих годишњих падавина преко 800 mm. Сценарији и периоди су изабрани у складу са Петим извештајем IPCC (Вуковић и Вујадиновић Мандић, 2018; Бабић и сар. 2018).



Слика 1.4.1.2

Реке Сава и Дунав у Београду, са ледом и без леда;
аутори: Филип ла Моине (лево), Дамир Цветојевић (десно)

Научници објашњавају глобално загревање које се сада дешава као последицу појачаног „ефекта стаклене баште“.

Ефекат стаклене баште

Ефекат стаклене баште је задржавање топлоте коју емитује површина Земље у атмосфери, јер гасови са ефектом стаклене баште, који су саставни део атмосфере, апсорбују Земљино топлотно зрачење. Када су научници први пут описали тај ефекат пре 200 година, приметили су да Земљина атмосфера делује као стаклена башта за гајење поврћа. Зато су гасови који апсорбују Земљину топлотну радијацију добили назив „гасови са ефектом стаклене баште“.

Главни гасови са ефектом стаклене баште у атмосфери су угљен-диоксид, метан и азот-субоксид (из практичних разлога, наводићемо их по њиховим хемијским формулама, CO_2, CH_4 и N_2O) и још неки, као и водена пара. Они спречавају да дуготаласно инфрацрвено (топлотно) зрачење Земљине површине у потпуности оде у космос. Као резултат тога, доњи слој атмосфере, где се одвијају све временске прилике и где је највећа концентрација гасова, загрева се. Без ефекта стаклене баште просечна површинска температура ваздуха не би била 14 °C, као сада, већ -19 °C. Топлота Земљине површине одлазила би у свемир без загревања атмосфере. Услед тога, тешко да би могао да постоји живот на нашој планети.

Слика 1.4.2 **Енергетски биланс Земље и ефекат стаклене баште**

Научници су одавно предвидели да ће производњом и сагоревањем угља, нафте и гаса људи емитовати велике количине CO_2 и CH_4 и тако повећати ефекат стаклене баште. Средином 20. века то предвиђање је потврђено: концентрација тих гасова на целом свету почела је убрзано да се повећава (сл. 1.4.3).

Слика 1.4.3 **Концентрације угљен-диоксида у атмосфери током протеклих 400.000 година**

Повећање концентрације гасова са ефектом стаклене баште представља главни узрок климатских промена данас. Као резултат људских активности, пре свега сагоревања фосилних горива, развоја индустрије и саобраћаја и крчења шума, атмосферске концентрације гасова са ефектом стаклене баште, као што су угљен-диоксид (CO_2), метан (CH_4) и азот-субоксид (N_2O), достигле су рекордне нивое – више су него у било ком периоду у последњих најмање 800.000 година. Природна концентрација угљен-диоксида у атмосфери варирала је током историје и кретала се између 180 и 300 ppm (енг. parts per million – делова на милион других честица). Најновија анализа осмотрених вредности Светске метеоролошке организације показује да су глобално просечне површинске концентрације CO_2, CH_4 и N_2O у ваздуху достигле нове максимуме 2022. године, CO_2 на 418 ppm, CH_4 на 1923 ppb и N_2O на 336 ppb. Ове вредности представљају, респективно, повећање на вредности 150%, 264% и 124%, у поређењу са вредностима у прединдустријском добу (пре 1750. године). Мишљење да људска активност води ка јачању ефекта стаклене баште први је изразио шведски научник Сванте Аренијус, још 1896. године.

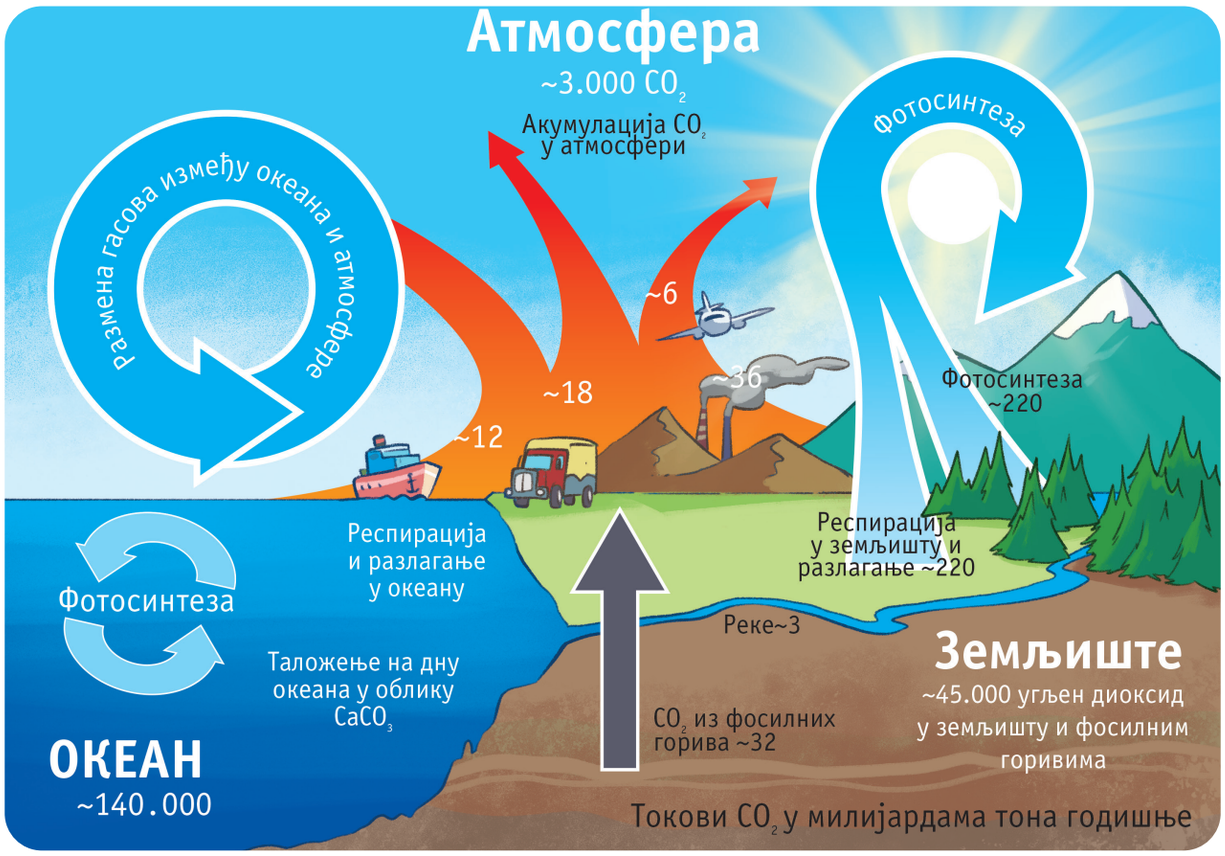
Да ли до повећања концентрације CO_2 долази искључиво због људских активности или је то и природан процес?

Природни процеси као што су дисање живих организама, разградња, размена океана и атмосфере, вулканска активност и шумски пожари ослобађају угљен-диоксид у атмосферу и имају кључну улогу у Земљином циклусу угљеника (слика 1.4.4). Међутим, изотопска анализа открива да је недавни пораст атмосферског угљен-диоксида првенствено од људских активности, као што је сагоревање фосилних горива, које се изразито разликује у молекуларном саставу од угљен-диоксида ослобођеног овим природним процесима.

АНАЛИЗА ИЗОТОПА

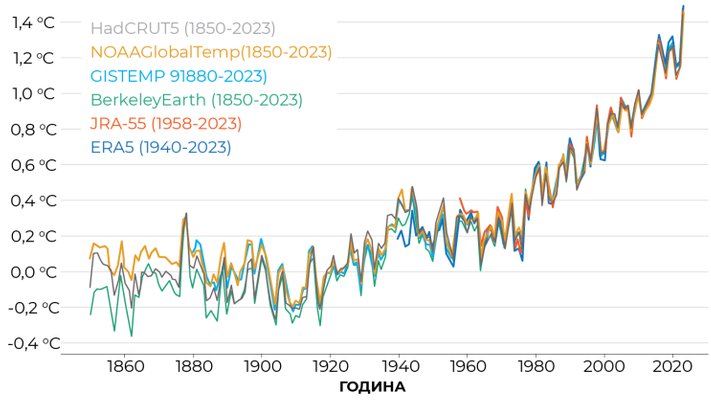
Атоми исте супстанце могу садржати различите количине одређених честица које се зову неутрони. Број неутрона у атому указује на то да ли атмосферски угљен-диоксид потиче од дисања живих бића или од сагоревања угља, нафте и природног гаса.

Слика 1.4.4 **Циклус CO_2 у природи**

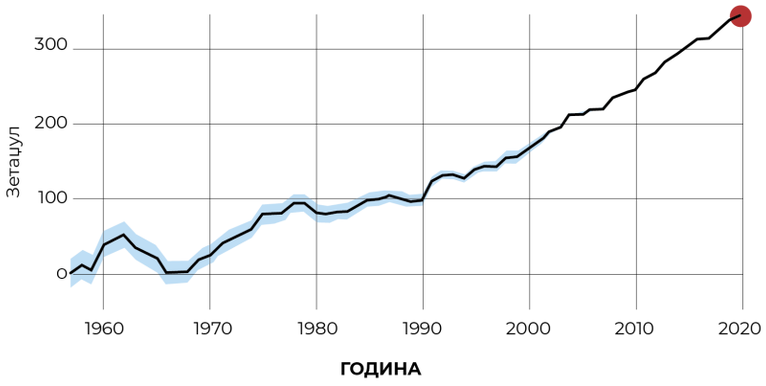


Океани, шуме и тло наше планете „помажу“ човечанству апсорбујући половину CO_2 који је створио човек, док се друга половина акумулира у атмосфери (сл. 1.4.4) и појачава ефекат стаклене баште. Услед тога загрева се атмосфера (сл. 1.4.5), а затим и океан (сл. 1.4.6). Повећање глобалне средње просечне температуре између 1850. и 2023. године (сл. 1.4.5) илуструје налаз Светске метеоролошке организације, заснован на подацима из различитих метеоролошких центара, да су протеклих девет година, између 2015. и 2023, биле најтоплије године у историји. Сличан тренд се примећује у океанима. Људи су посекли велики део светских шума, тако да је њихова способност да апсорбују CO_2 из атмосфере сада мања него што је била у прошлости.

Слика 1.4.5 **Повећање глобалне средње температуре на Земљи између 1850. и 2023. како показују различити метеоролошки центри**



Слика 1.4.6 **Повећање топлотног садржаја океана између 1955. и 2020. године**



Од свих чинилаца океан има најзначајнију улогу у обликовању климе на Земљи. Он садржи више од 90% енергије климатског система планете. Када би температура атмосфере расла, али не и температура океана, било би много мање разлога за аларм. То би значило да је главна карика у климатском систему остала непромењена. Нажалост, температура океана такође расте из године у годину. Годишње процене загревања океана за његових првих 2.000 метара између 1955. године, године када је почело модерно вођење евиденције, и 2022. (слика 1.4.6) представљају просек за пет година – на пример, вредност за 2020. је просек за 2018–2022. Зато климатолози верују да хладне зиме, па чак и хлађење ваздуха на планети, не могу да буду знак да је глобално загревање заустављено, јер количина топлоте у климатском систему Земље као целине наставља да се повећава из године у годину. Повећање температуре океана, за које је потребно много више топлоте него за загревање копнених површина, јасан је сигнал дешавања интензивног загревања климатског система.

Осим што мењају количину гасова у атмосфери, људи загађују ваздух аеросолима. Аеросоли су мале честице које долазе у многим облицима. Могу бити природни, попут дима од пожара, вулканских гасова или сланог морског спреја. Људске активности такође могу створити аеросоле, као што су честице загађеног ваздуха или чађи.

Осим што мењају количину гасова у атмосфери, људи загађују ваздух аеросолима. **Аеросоли** су мале честице које долазе у многим облицима. Могу бити природни, попут дима од пожара, вулканских гасова или сланог морског спреја. Људске активности такође могу створити аеросоле, као што су честице загађеног ваздуха или чађи.

Слика 1.4.7 **Аеросоли емитовани из природних процеса и људских активности**

Улога аеросола у науци о клими је сложена. Генерално, честице светле боје у атмосфери ће рефлектовати долазно Сунчево зрачење и изазвати хлађење. Светли аеросоли су они који се формирају од гаса сумпор-диоксида (SO_2) који се емитује ерупцијом вулкана, који се комбинује са водом у атмосфери и формира ситне честице које могу да круже и остану у ваздуху неколико година. Сагоревањем фосилних горива ослобађају се сулфатне честице и SO_2, који, попут вулканских аеросола, могу рефлектовати Сунчево зрачење и учинити атмосферу хладнијом. Честице тамне боје апсорбују Сунчево зрачење и чине атмосферу топлијом. Пример тамно обојених честица је чађ, састављена од честица угљеника из сагоревања фосилних горива, дрвета или других биљних материја. Пошто различите врсте честица имају различите ефекте, аеросоли су актуелна тема у климатским истраживањима.

Без загађења аеросолом, Земља би била за око 0,4 °C топлија него што већ јесте према извештају IPCC AR6 за 2021. Ово се пореди са загревањем које долази од емисије гасова са ефектом стаклене баште, процењене на око 1,5 °C. Дакле, људска активност и загрева и хлади планету, али је њен утицај на глобално загревање (јачањем ефекта стаклене баште) око три пута већи од расхладног ефекта аеросола који у великој мери потичу од људске активности. Према томе, постоји реалан разлог да се говори о „климатским променама“ изазваним људским активностима.

Још седамдесетих година 20. века климатолог Михаил Будико предвидео је да ће се до 2000. године човечанство суочити са проблемима у виду нових и „чудних“ промена климе. Био је у праву.

Од времена када су људи почели да ложе угаљ, температура ваздуха на површини Земље повећала се за око 1,2 °C, а 0,85 °C тог повећања догодило се у последњих 50 година (сл. 1.4.5). На први поглед чини се да је та промена умерена и не изгледа као да представља претњу. Међутим, не смемо заборавити да је то просечна промена за целу планету и за сва годишња доба. На неким местима та промена била је много већа. Научници су открили да се Земљини полови загревају брже од глобалног просека, што је феномен познат као поларно појачање. Овај феномен се већ примећује на Арктику, који се загревао скоро четири пута брже од глобалног просека у последње четири деценије. Недавне студије показују да се Антарктик загрева двоструко брже од глобалног просека. Температуре ваздуха на далеком северу, на Арктику, порасле су чак за 2-3 °C (сл. 1.4.1).

У неким северним деловима Европе, Северне Америке и Азије, зиме су постале хладније а не топлије. Гледајући недеље и месеце, откривамо да би температура могла бити 10 °C топлија две до три недеље, а затим 9 °C хладнија од просека за то доба године у том региону у другој половини 20. века, са укупним загревањем од 1-2 °C. Најупадљивија није укупна промена, већ чињеница да је време постало много променљивије, са олујним ветровима и обилним падавинама или снежним падавинама.

Средња температура ваздуха за територију Србије порасла је око 1,8 °C у односу на климу средином 20. века (погледати и поглавље 1.2.1), а у Београду и више, због додатног утицаја појачаног ефекта урбаног топлотног острва. Пораст температуре је значајан од 80-их година 20. века, а последња деценија била је најтоплија до сада. Највећи пораст је осмотрен у максималној температури током лета, када се дешава и највеће смањење падавина.

„Јутро је... Оштар мраз спалио зелено лисје,
А танак и бео снег покрио поља и равни,
И сниски, тршчани кров. У даљи губе се брези
И круже видокруг тавни.“
(Одломак из песме „Зимско јутро“, српског песника Војислава Илића, 1862–1894)

Зар се није време и у прошлости чудно понашало? Свакако да јесте. Александар Пушкин, чувени руски песник, написао је у свом ремек-делу, „Евгенију Оњегину“ (1833):

„Те године је изнад села трајала дуго јесен стара, земља је жудно снега хтела, а пао је тек јануара [трећег] ноћу...“

Пушкин користи јулијански календар „старог стила“, па је његов 3. јануар заправо по садашњем календару 20. децембар. Али то је и даље веома касно за први снег у централном делу европске Русије – снег обично почиње да пада већ крајем октобра.

Опис јаке зиме даје и Петар Кочић, српски књижевник, у својој приповеци „Кроз мећаву“: „Сува зима стегла. Одасвуд бије, пржи и као уједа оштра и немила студен. Рушти се окорели снег, и жалосно цвилећи угиба се под ногама“.

На врелину лета подсећа песникиња Десанка Максимовић у песми „Ближи се ближи лето“: ...„Помаља златну косу у зрелим њивама жутим....“

Слика 1.4.8 **„Шидски шор у снегу“, Сава Шумановић (Србија, 1940)**

И у 19. веку било је топлих дана зими и хладних раздобља лети, олуја и поплава, обилних снежних падавина и суша, па чак и ледене кише која све прекрива дебелом кором леда.

Кључна чињеница је да се такве опасне природне појаве сада чешће дешавају и да ће оне постати још чешће у будућности. И даље ћемо доживљавати периоде веома хладног времена, иако ће, с временом, то вероватно постати мање уобичајено. Биће и неких позитивних ефеката глобалног загревања, али тренутно видимо више негативних ефеката.

Користећи климатске моделе да би били укључени ефекти различитих процеса који утичу на климу (и природне и оне које изазива човек), климатолози не само што могу да објасне шта се сада дешава већ могу да дају процене будуће промене климе. У зависности од тренда промене будућих емисија гасова који изазивају појачани ефекат стаклене баште, температура на Земљи могла би драстично да порасте током овог века. Према повољном сценарију, очекивана промена средње глобалне температуре била би у опсегу 1,5-2,0 °C у поређењу са почетком 20. века. Међутим, по најлошијем сценарију, који подразумева даље повећање емисија гасова са ефектом стаклене баште, стопом пораста као до сада, средња глобална температура ваздуха највероватније ће се повећати за више од 5,0 °C.

Очекује се да ће се северна Европа брже загревати. Такође, Арктик се загревао скоро четири пута брже од глобалног просека у протекле четири деценије и очекује се да ће се овај тренд загревања наставити и бити израженији током 21. века. Ово ће имати велики утицај на количине падавина, ниво мора и учесталост и жестину екстремних временских непогода. Како ће се 21. век завршити зависиће у великој мери од људских активности и акција које сада предузимамо. Наравно, утицај Сунца, вулкана, океанских струја и других природних процеса такође је веома важан. Али утицаји на време и климу које они изазивају краткотрајни су и њихова улога током дугих периода је мала.

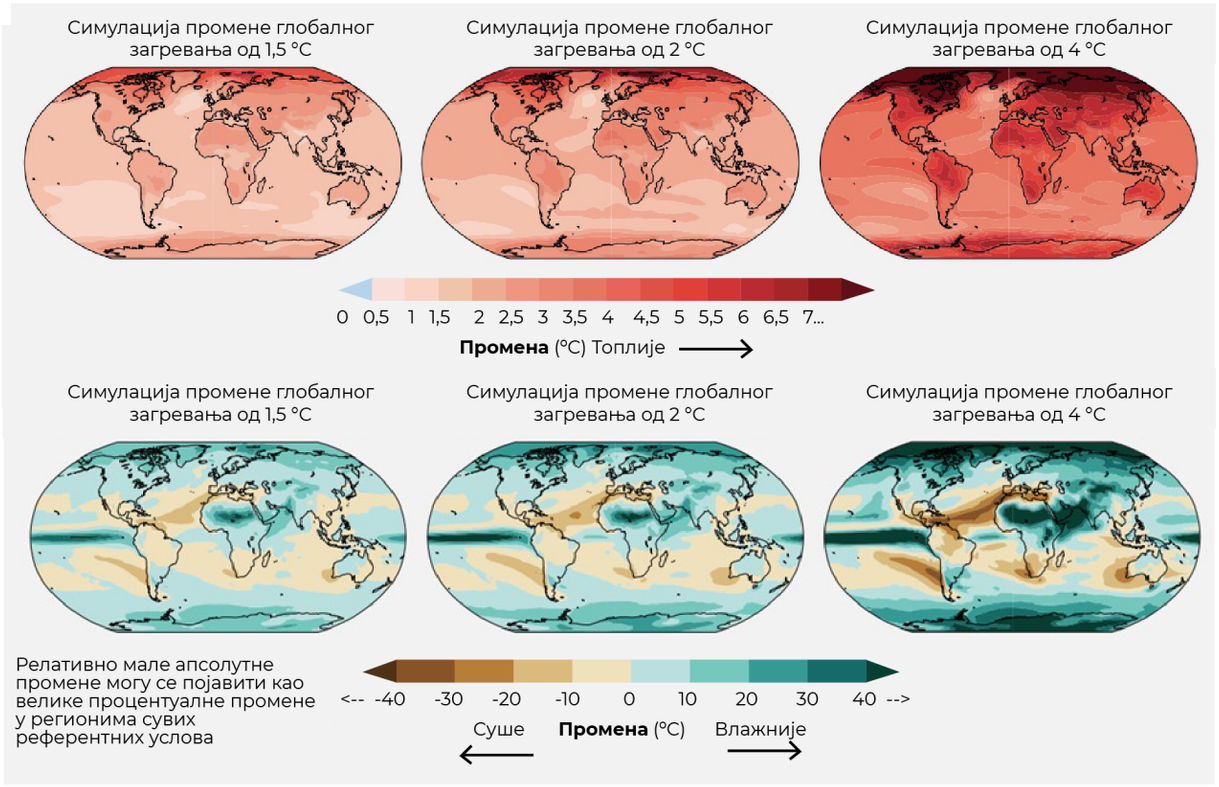
Научници наглашавају да сваки делић степена глобалног загревања доводи до експоненцијалних промена средње регионалне температуре, падавина и влаге у земљишту. Научници су користили базу података са стотинама сценарија како би проценили како ће глобално загревање утицати на индикаторе климе, као што су глобалне температуре, падавине и влага у земљишту. Због побољшања глобалних модела, успели су да дођу до прецизнијих регионалних процена.

Основне информације о климатским променама у нашем региону представљене су у поглављу 1.2.1.

Студије моделирања сада нам говоре о годишњим променама средње температуре и годишњим променама средње количине падавина које су резултат глобалног просечног повећања температуре од 1,5 °C, 2 °C и 4 °C (слика 1.4.9). Они сугеришу да се копнена подручја греју више од океанских, а Арктик и Антарктик више него тропска подручја. Ови резултати такође сугеришу да се предвиђа да ће падавине порасти на високим географским ширинама, екваторијалном Пацифику и деловима монсунског региона, али ће се смањити у деловима суптропских и у ограниченим областима тропских предела.

Предвиђа се да ће многе промене у климатском систему постати веће у директној вези са повећањем глобалног загревања, укључујући закисељавање океана, отапање леда на Арктику и Антарктику и пораст нивоа мора.

Слика 1.4.9 **Промене средње годишње температуре (°C) и годишњих падавина у односу на период 1850–1900, за глобална просечна повећања температуре од 1,5 °C, 2 °C и 4 °C**



Зато се већина научника слаже да је човечанство одиграло највећу улогу у климатским променама које се дешавају на Земљи током последњих 70 година (од средине 20. века) и које ће се наставити током наступајућих векова. Они снажно наглашавају хитну потребу за смањењем емисија гасова са ефектом стаклене баште у текућој деценији ако желимо да да задржимо пораст температуре знатно испод 2 °C и 1,5 °C.

Највећи утицај човека на климатски систем потиче од емисија гасова који изазивају појачан ефекат стаклене баште а који настају сагоревањем фосилних горива: угља, природног гаса и нафтних деривата. Смањење употребе фосилних горива у електранама, саобраћају, индустрији и свакодневном животу смањиће утицај човека на климу. Али сагоревање фосилних горива није једини фактор. Човек утиче на климу и сечењем шума које су апсорбовале CO_2 из атмосфере, допуштањем да се велике количине метана ослободе из цевовода, и индустријском применом нових синтетичких и моћних гасова који изазивају ефекат стаклене баште. Због тога је тако тешко решити проблем климатских промена: оно што је потребно јесте трансформација наших друштава и целокупне светске привреде да би она постала „зелена“ и да би могла да функционише и у корист људи и у корист климе.

ПИТАЊА

1. Шта би се десило да нема ефекта стаклене баште? Како је он изазиван?

2. Зашто је температура на Земљи тако много порасла за последњих 100 година?

3. Да ли су до пораста концентрација CO_2 у атмосфери довели природни узроци или човекове активности? Како је то доказано?

4. Зашто можемо да кажемо да човечанство утиче и на загревање и на хлађење климе Земље? Који је од та два ефекта већи?

5. За колико степени су се температуре повећале током протеклих 130 година? Да ли је то повећање у северној Европи било веће или мање у односу на цео свет? Да ли је повећање у региону у коме је Србија било веће или мање у односу на северну Европу?

ЗАДАЦИ

Пронађите дебео, глатко одсечен балван или неки велики пањ. Погледајте годове: видећете да су неки ужи а неки шири. Најстарији годови налазе се у средишту балвана или пања, а најмлађи су на рубу.

Широки годови означавају топле године, а уски годови означавају хладне године. Избројите колико је у последњих 20 година било топлих, а колико хладних година.

2

ПРОБЛЕМ КЛИМАТСКИХ ПРОМЕНА

Можемо ли се прилагодити неизбежним последицама климатских промена?

2 Утицај климатских промена на животну средину и људе

Можемо ли се прилагодити неизбежним последицама климатских промена?

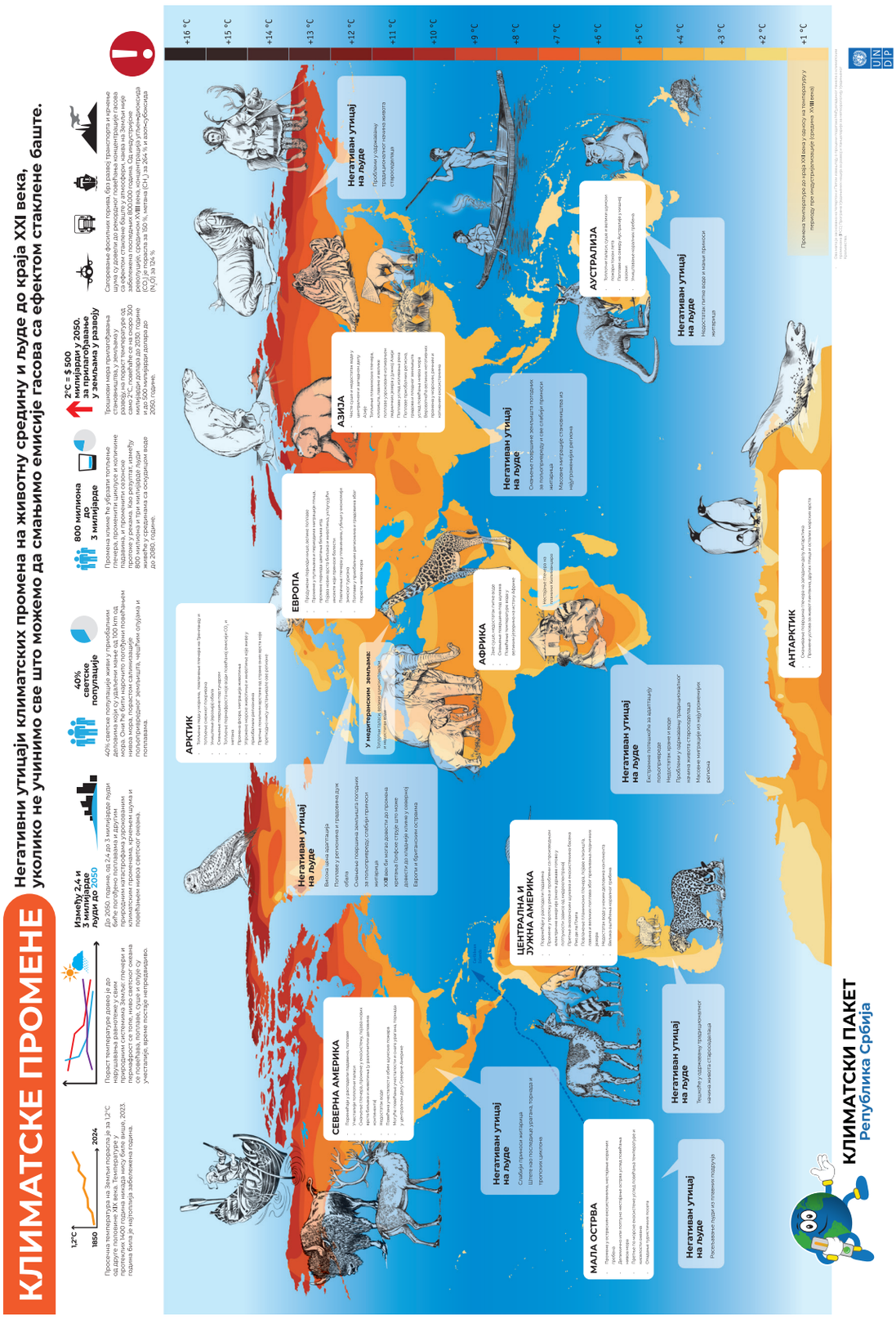
Све у природи је међусобно повезано. Чак и мала промена у једном делу природног света доводи до промена у његовим другим деловима. Дакле, како температура на планети расте, примећује се велики број других, сродних промена. Из године у годину расте ниво светског океана, топе се ледници и пермафрости (залеђено 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.

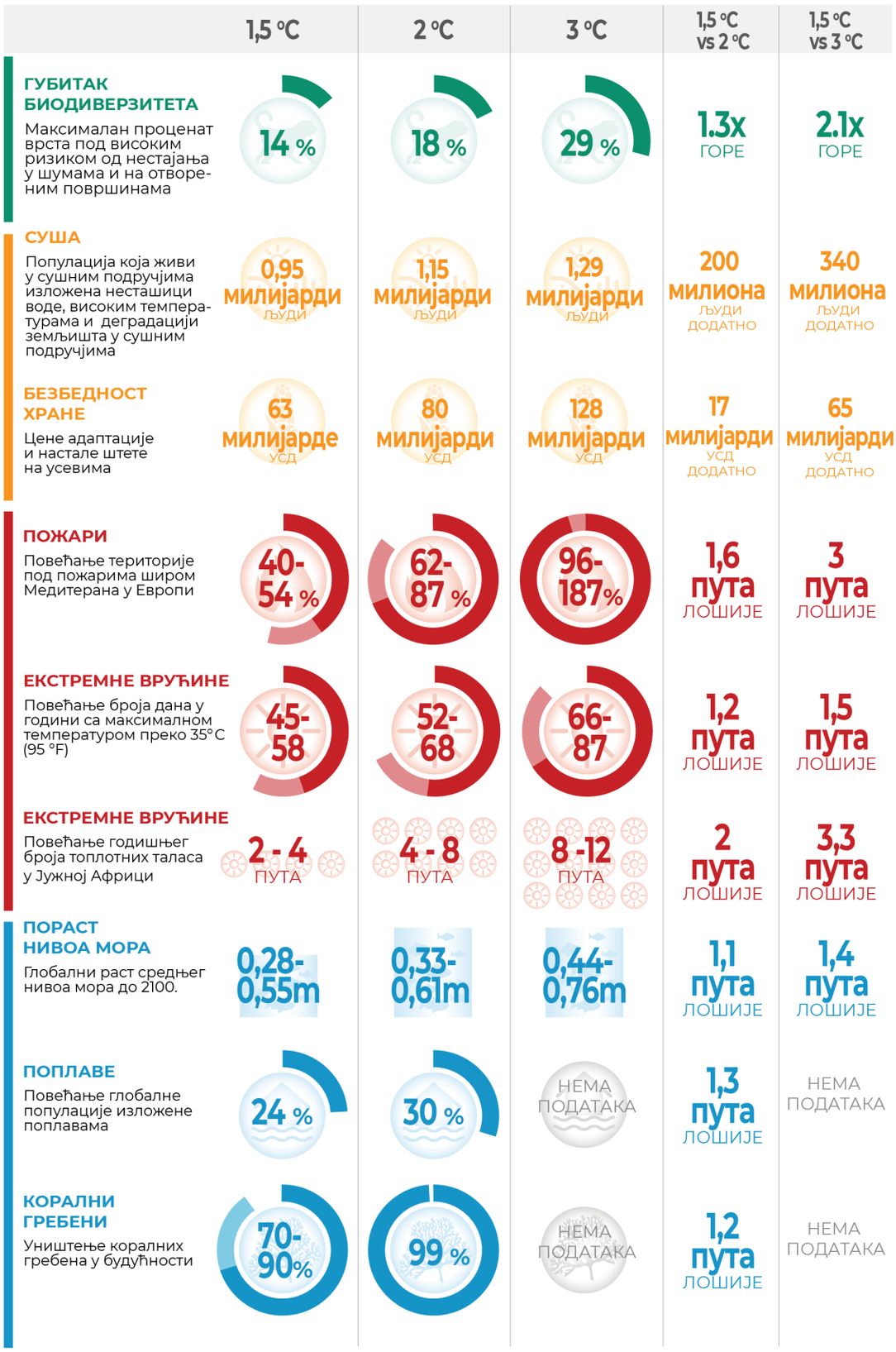
Међународни напори за ограничавање температуре су заједнички напори свих земаља у свету да се смањи загревање планете како бисмо сачували нашу животну средину и будућност. Процене показују да је неопходно да пораст средње глобалне температуре остане испод 1,5 °C. Међутим, ризици који расту заједно са 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 смањиће 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“.

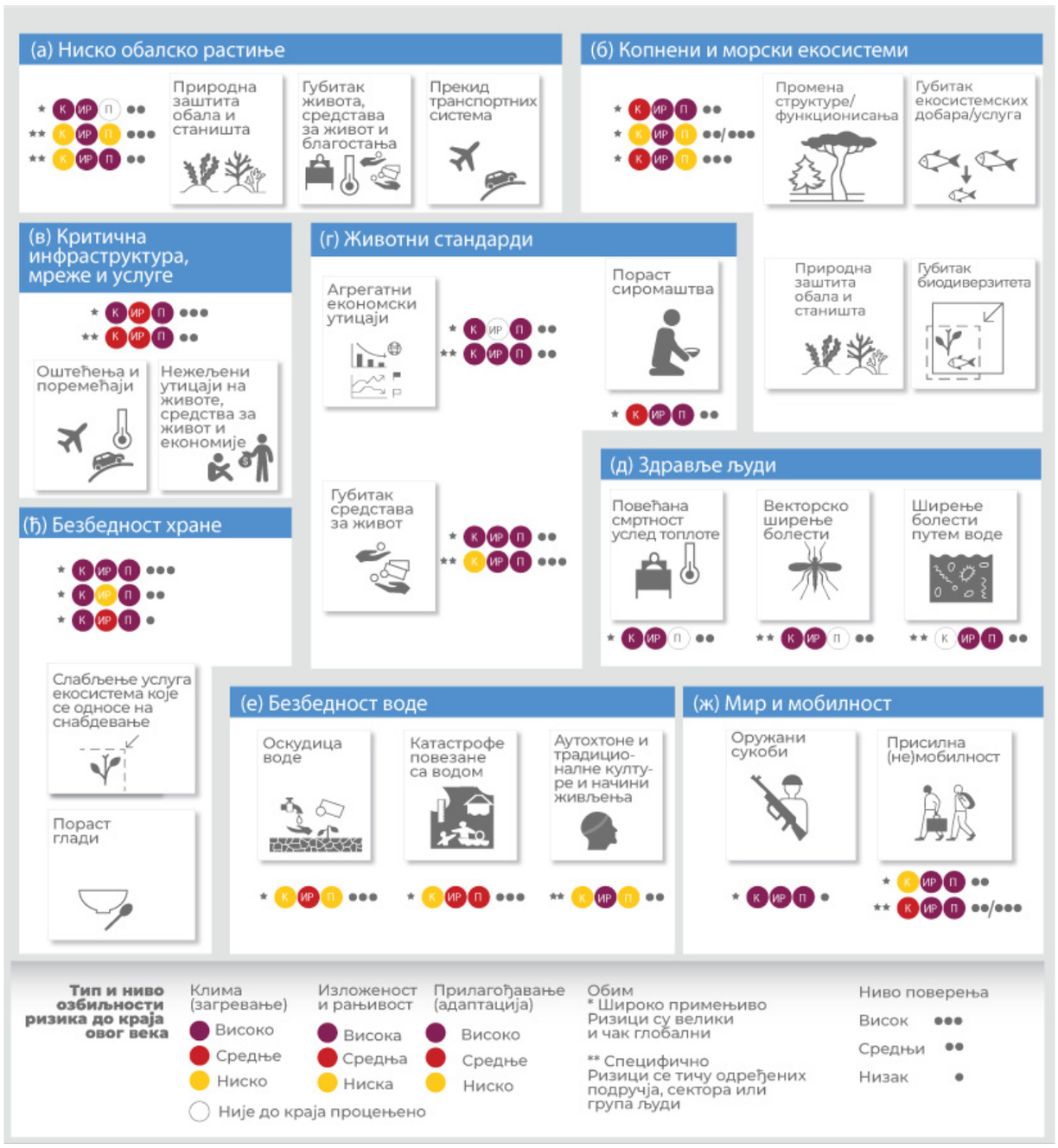
Та способност, дакле, обухвата **адаптацију**, коју IPCC дефинише као прилагођавање на нове климатске услове предузимањем корака који би требало да смање ефекте негативних последица и помогну да се искористе потенцијалне позитивне прилике које ће нови услови пружити. На пример, мере адаптације могу укључивати 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**



КАКО ПОСТАТИ ОТПОРАН НА КЛИМАТСКЕ ПРОМЕНЕ?

Успешним прилагођавањем климатским променама достиже се **ОТПОРНОСТ** на климатске промене. **АДАПТАЦИЈА** (прилагођавање) на климатске промене подразумева да се у убрзаним климатским променама очува здравље и безбедност људи, природни системи и ресурси, обезбеди доступност хране и воде. Негативни утицаји климатских промена могу бити ублажени предузимањем превентивних мера **(МИТИГАЦИЈА)**, којима се смањују нето емисије гасова са ефектом стаклене баште. Мере митигације и адаптације не смеју да штете једне другима.

ОБЕЗБЕДИТИ ОДРЖИВУ ПРОИЗВОДЊУ ХРАНЕ

- Размотрити коришћење вештачких акумулација атмосферских вода за наводњавање; обезбедити дренажу за вишак воде
- Едуковати се о климатским променама и пратити препоруке саветодавних служби
- Гајити отпорније врсте, сорте и хибриде на климатске опасности (високе температуре, суше)
- Користити противградне мреже и мреже за засену у вишегодишњим засадима
- За врсте са ранијим почетком вегетације користити анти-фрост системе (водом или нетоксичним хемикалијама)
- Осигурати засаде

ОЧУВАЊЕ ШУМА И ПРИРОДНИХ СИСТЕМА

- Спречити нарушавање биолошке разноврсности да би се повећала отпорност на климатске промене
- Применити концепт Решења заснованих на природи, јер користећи природу можемо постати отпорнији на климатске промене
- Пратити стање дрвећа, појаву болести и штеточина. Едуковати се о угроженим врстама у шумама. Поштовати противпожарна правила
- Ублажити последице недостатка воде и деградације земљишта

КРИТИЧНЕ ТАЧКЕ УГРОЖЕНОСТИ СУ ИНФРАСТРУКТУРА И НАСЕЉЕНА МЕСТА

- Градити и реновирати путеве, железнице, мостове, зграде и другу инфраструктуру узимајући у обзир будуће климатске екстреме и тиме избећи трошкове поправке и побољшати безбедност. При том заштитити раднике на отвореном
- Чистити канале и сливнике, како би се избегла плављења Заштитити куће и имовину од поплава. Побољшати изолацију
- Повећати зелене површине и природне засене у градовима и насељеним местима

ОПАСНОСТИ ПО ЖИВОТ И ЗДРАВЉЕ

- Пратити прогнозе одговорних институција и понашати се у складу са препорукама. Информисати се о ширењу болести и превентивним мерама
- Пре олује склонити се на безбедно, не дозволити деци да буду без надзора
- За време топлотних таласа са високим температурама пити редовно воду
- Образовати се о начину понашања у опасним ситуацијама
- Обезбедити правовремену помоћ старијим особама и особама са инвалидитетом

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 опоравка[2]**

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.

[2] Програм 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, руководилаца 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.	Овоме 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 .

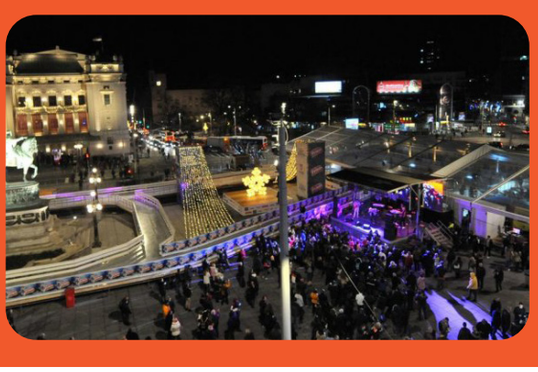
Научници такве неуобичајене временске услове називају екстремним временским догађајима (приликама или појавама). На пример, топлотни таласи, суше, велике количине падавина (пљускови, град, обилан снег), олујни ветрови, неке су од екстремних временских прилика. Необично хладни периоди током лета или продужено 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)**



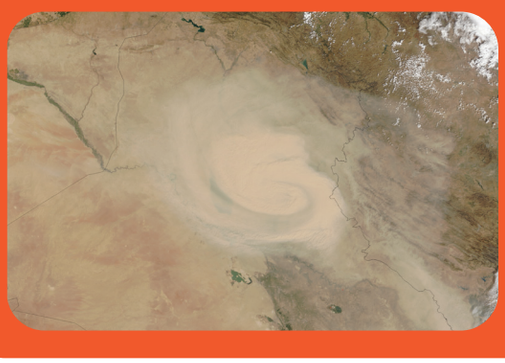
Јака пешчана олуја на Блиском истоку 2022. године

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, хабуби 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.

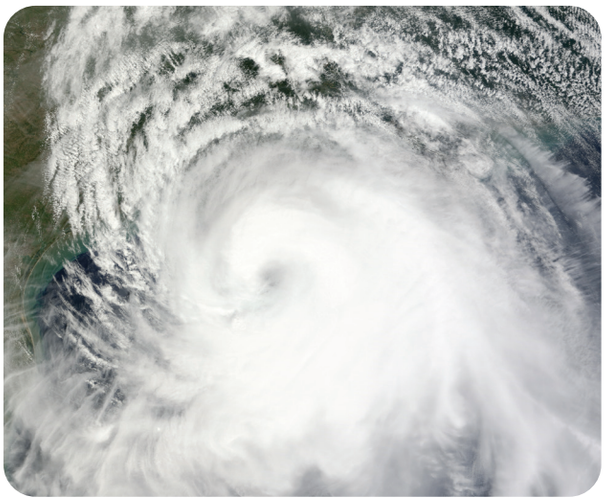


Слика 2.1.2

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 несташице 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 CO_2 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 квартови 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 сносе штету са огромним последицама по људе и привреду.

Слика 2.1.3 **Поплаве у Дерни, Либија, 13. септембра 2023. Поплаве од јаких киша убиле су хиљаде људи и одвукле читава 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.

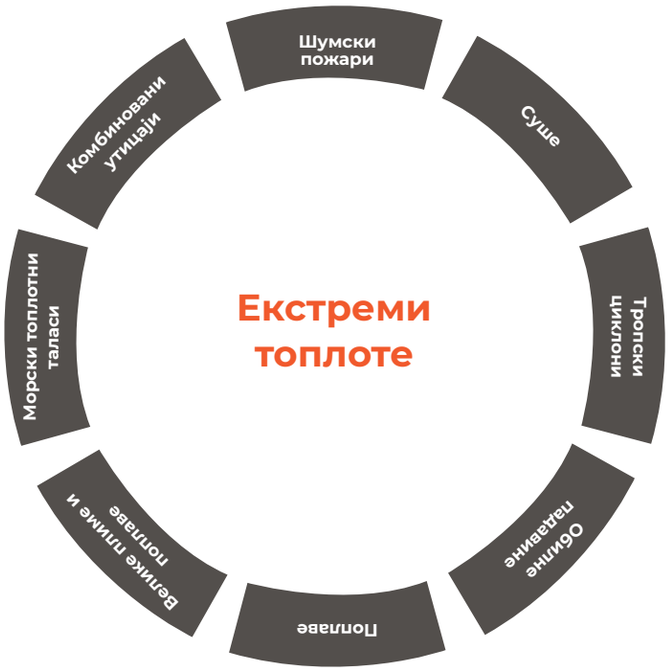
Поплаве у Србији 2023. године.

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 витално 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



Екстреми 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 осмотрен 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 карипског 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 далековода;
- 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 будете 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 прогнозирати 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 Ћира 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 мрава 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.

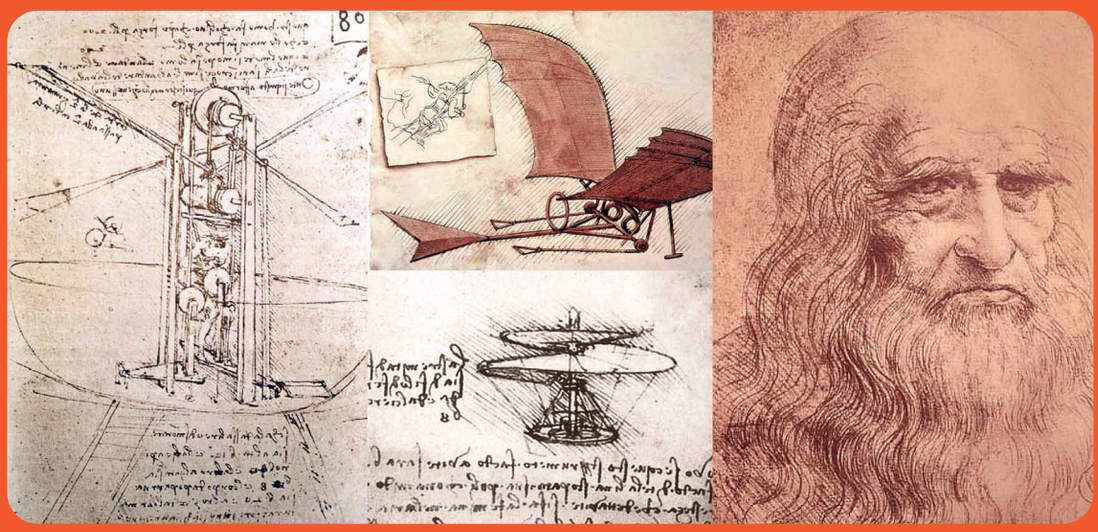
Врсте су неравномерно распрострањене широм планете. Разноврсност је већа у екваторијалном појасу, а опада идући ка половима. Највећи специјски диверзитет присутан је у екосистемима тропских кишних шума, које покривају око 7% наше планете. Ту живи око 90% живог света наше планете.

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 „коктела“ 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 H.I.P.P.O (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 – C.H.I.P.P.O (енг.):

C – Климатске промене (енг. Climate change)
H – Губитак станишта (енг. Habitat loss)
I – Инвазивне врсте (енг. Invasive species)
P – Загађење животне средине (енг. Pollution of environment)
P – Популациони раст Homo sapiens-a (енг. Population growth)
O – 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 врућe 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

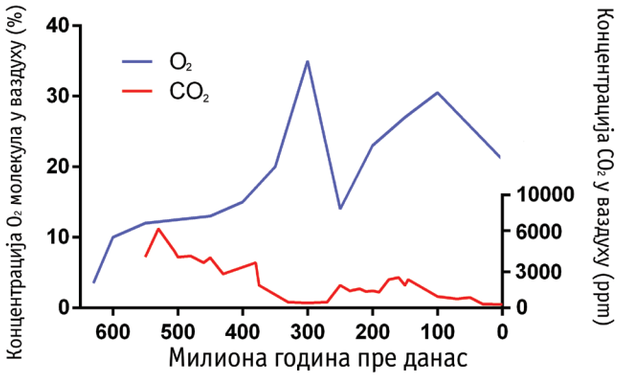
Током развоја живота на Земљи, од око 3,5 милијарди година, дешавало се неколико десетина наглих климатских промена које су узроковале значајно смањење биолошке разноврсности. Пет од њих се издвајају и обично се називају „Великим изумирањима“.

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.

Концентрација гасова кисеоника и угљен-диоксида у атмосфери током времена



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.

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.

Такође 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

Корални гребен

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 заустављa раст корала. Коралнi 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.

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.

Салпе

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.

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.

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.

Леминг

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 укопавају дубоко у муљ на дну река. Птице се селе на друга места, мењајући своје миграционе путеве и места за гнежђење. За све водене птице, као што су корморан, сива чапља и сребрнасти галеб, нема довољно хране.

Антарктичка трава

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 сварile 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. Табарганский 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.

Толајски зец

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 животни циклус, тако да проширује своје присуство у новим условима и на овим просторима.

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 Јелоустоун** основан је 1872. године: то је најстарији национални парк на свету и у САД.

Велики коралнi гребен је од виталне важности за опстанак многих врста организама. Данас је и он озбиљно погођен деловањем климатских промена. Овај коралнi 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 мезозоика (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, припајајући се Старовлашким планинама. Подручје НП Тара обилује биљним врстама, међу којима се издваја „царица свих ендемита Европе“ – Панчићева оморика. Ову врсту је први пут за науку описао Јосиф Панчић, наш чувени ботаничар 19. века. Осим оморике, 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 белорепан, 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.

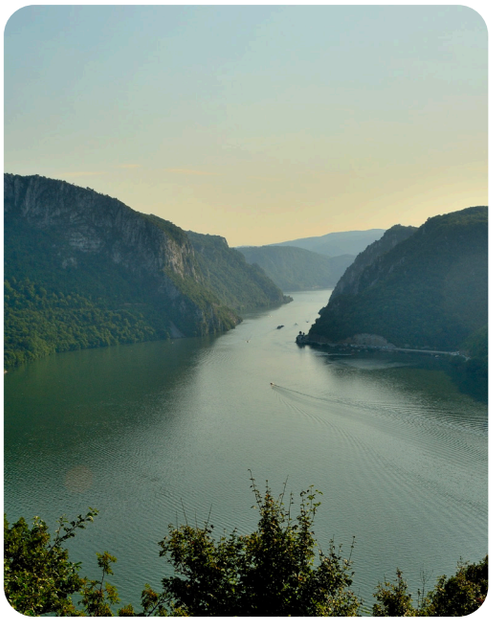
Резервати природе: природа без човека

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 Еверглејдс 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 *Лузнија Култура*, Кавкавског 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

Да ли 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, маринама и операторима пловила који реализују програме заштите животне средине. Еко-ознака Плава застава базира се на одрживом развоју плажа и марина, 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, марина и оператера сертификованих 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, голубаста 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?

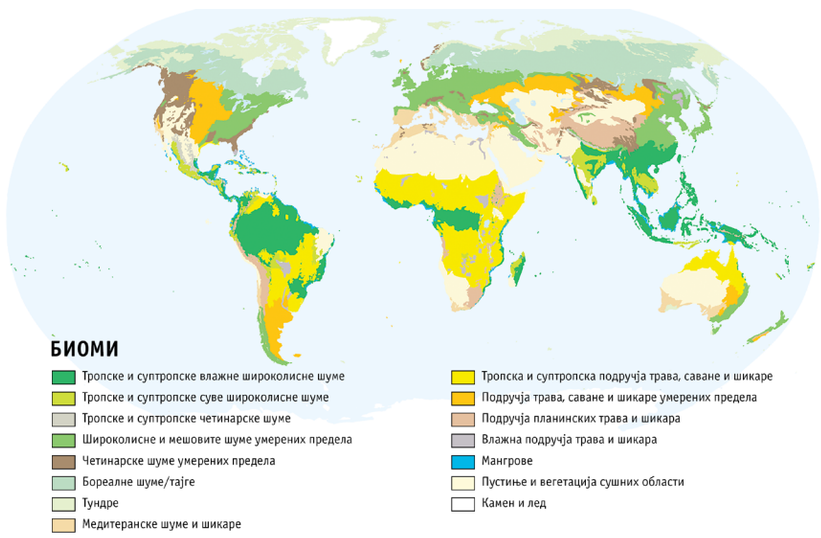
Иако је „шума“ уобичајена и често коришћена реч, није једноставно прецизно дефинисати њено значење. Постоји више од 800 различитих дефиниција за шуму широм света! Најпознатији приступ одређивању појма шуме користи Организација за храну и пољопривреду Уједињених нација (енг. FAO) и укључује показатеље 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 шуме и тундре постаје прелазна зона, у којој се налазе и подручја тундре и шуме, 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 шуме 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.

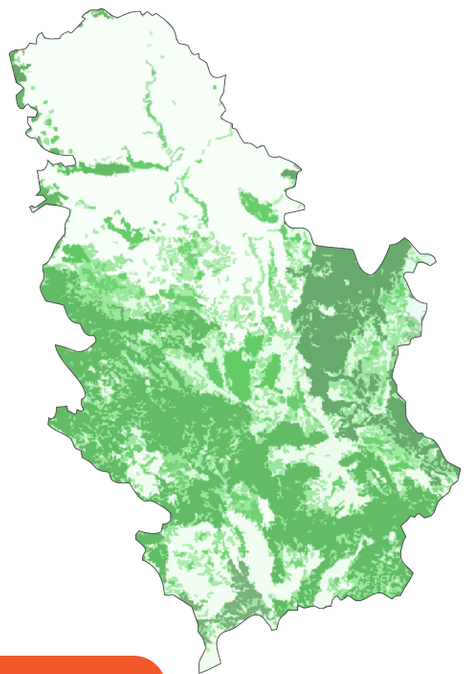
Подручје јужно од тајге заузима зона умерених **листопадних шума**. У њима доминирају разне врсте храста, граба и бреста. Таква стабла су обично позната као листопадно тврдо дрво (јер је њихово дрво релативно тврдо). Јужно од листопадних шума у источној Европи и централној Азији почиње пашњак (који се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

Шуме Србије

По прелиминарним подацима Друге националне инвентуре шума[4], 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 ha, док је 2014. године та површина удвостручена (више од 340.000 ha). 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.

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

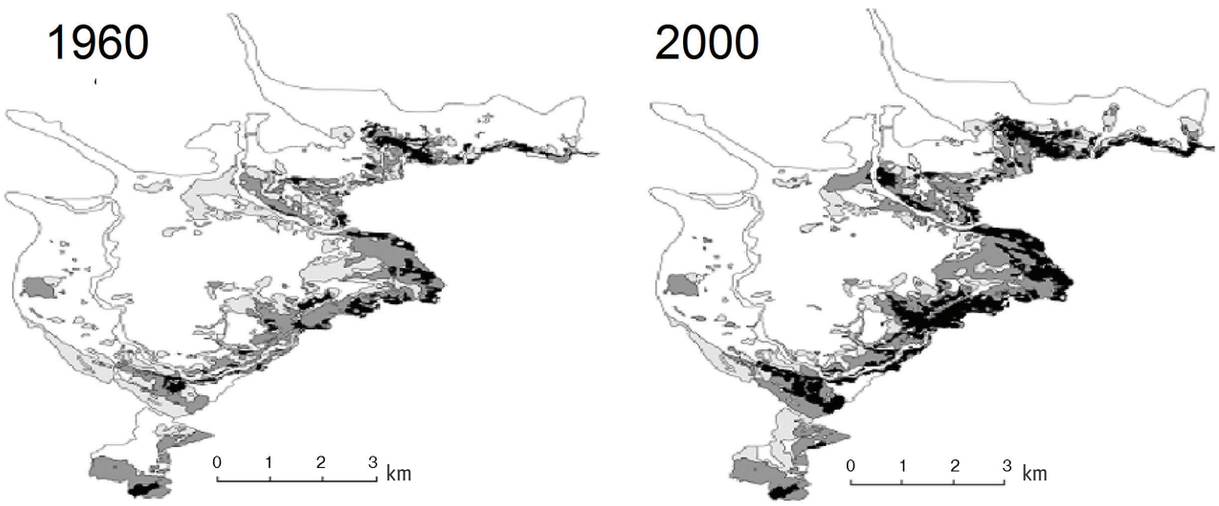
Да ли климатске промене које се данас догађају утичу на шуме?

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.

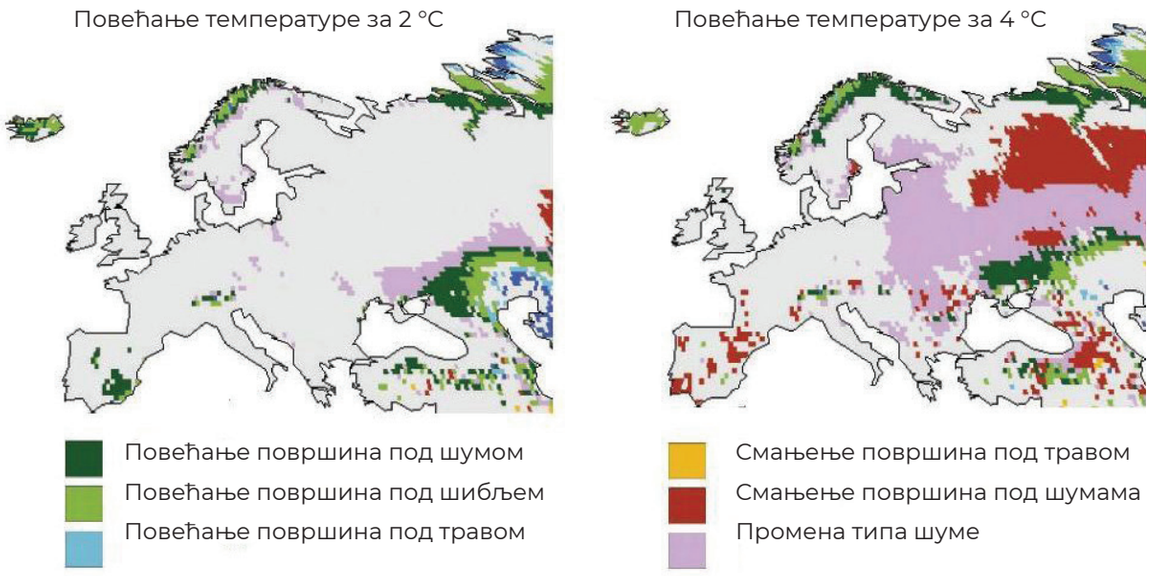
Подручја руских шума у којима доминира дрвеће мењала су се последњих деценија и научници верују да је то у великој мери последица глобалног загревања. На пример, површине храстових шума су се смањиле у јужним регионима, али су се повећале на северу, на граници између листопадних шума и северне тајге.

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, лишајева 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 CO_2, 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 km^2 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 шуме 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 ерупције[5].

[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 океана[6].

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.

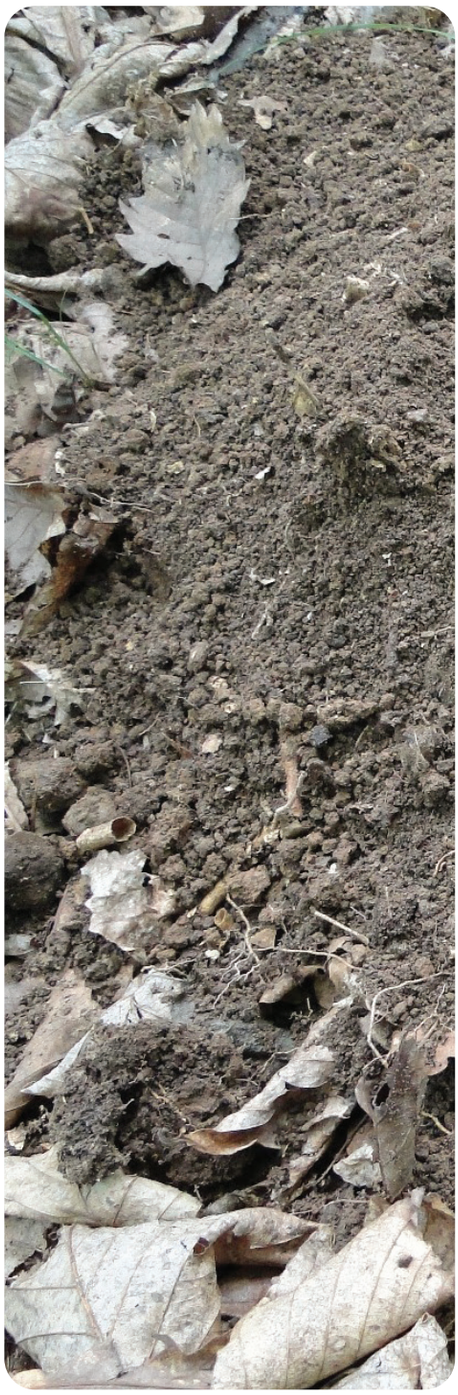
У бореалним шумама (тајгама) залихе угљеника су распоређене по складиштима (резервоарима): фитомаса садржи 21% залиха угљеника, мртво дрво 4%, опали биљни материјал 3%, а 72% је у тлу. Дакле, у овим шумама угљеник се концентрише у земљишту. Ови удели су сасвим различити у тропским шумама, где жива и 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 – мртвог дрвета, опалог биљног материјала и хумуса у тлу.

У тропској шуми, животиње, посебно термити, конзумирају велики део отпадних вода и мртвог 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



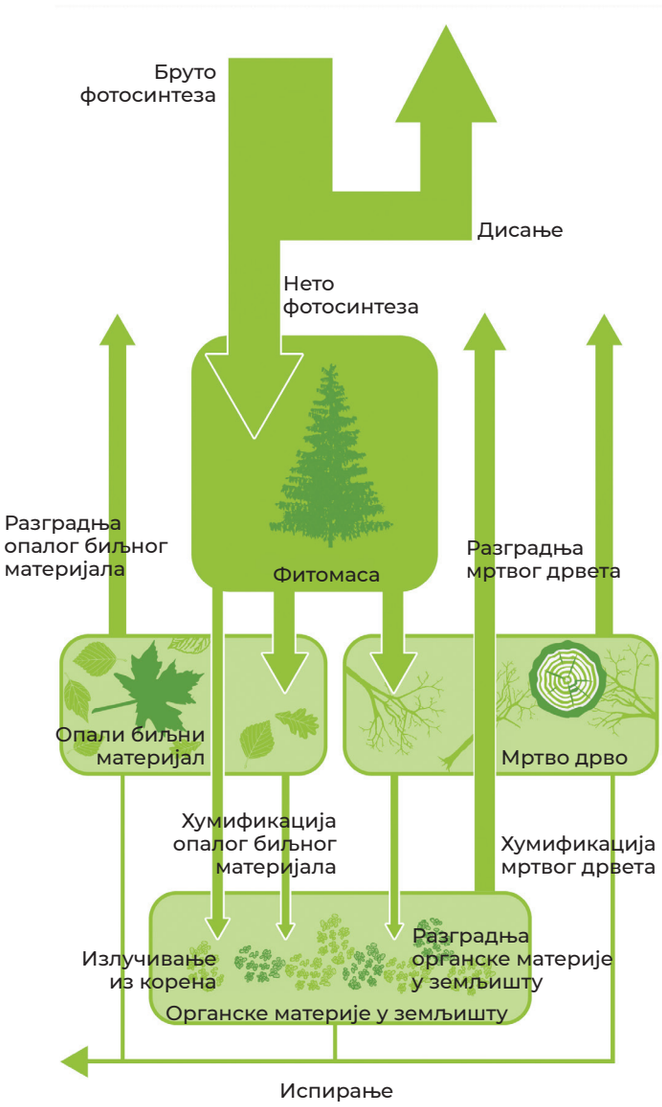
Угљенични буџет

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.

Слика 2.3.15

Угљенични буџет шумског екосистема



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 отпадну 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.

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 шуме;
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 накупља захваљујући обнови шуме у многим местима где је, услед индустријализације, шума редукована.

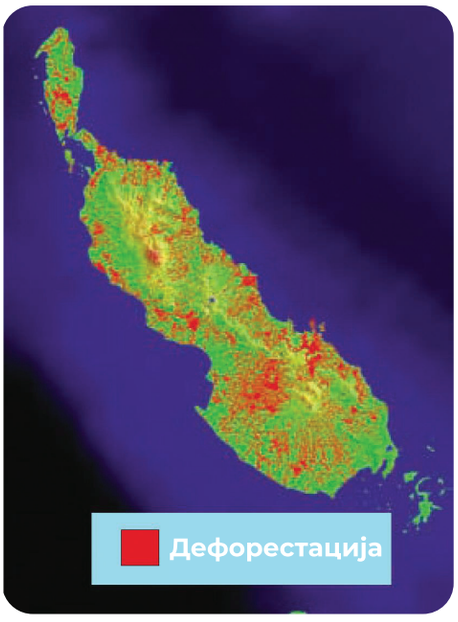
Обнова борове шуме дуж канадске обале Тихог океана је упечатљив пример тога (сл. 2.3.17). Почетком 20. века, ова територија је била покривена великом четинарском шумом дуглазије и кедра, од којих су неке биле високе и до 80–90 m. До средине 20. века, ове шуме су посечене, а џиновски пањеви оборених стабала 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 израчунатом 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: Упоређивање количине кисеоника и угљен-диоксида које биљке отпуштају на дневном светлу и у мраку.

Материјали: Две велике стаклене посуде са поклопцима, вода (око 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?

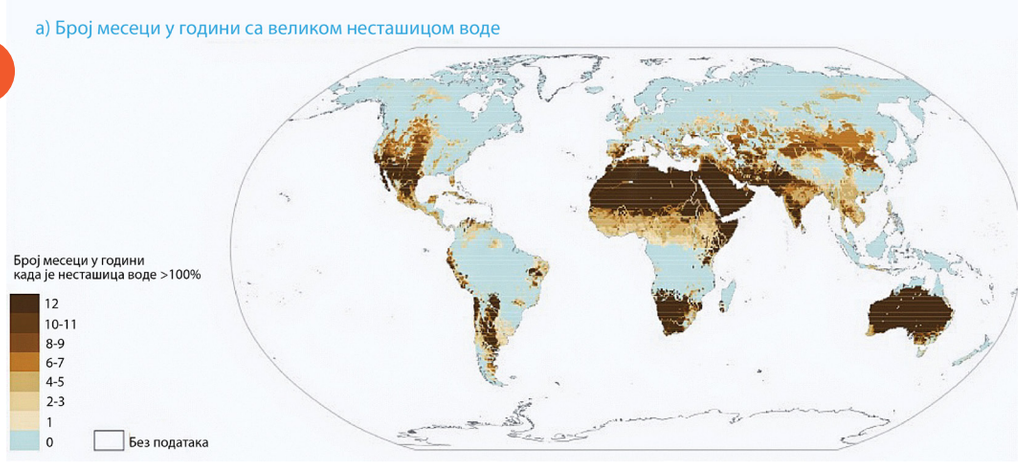
Сви извори слатке воде на Земљи (реке, језера, мочваре, снег, глечери, подземне воде) у блиској су вези са климом. У одређеној мери, сви су они производ климе, иако, наравно, сви зависе од различитих компоненти природног света.

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.

Слика 2.4.3

Садашња несташице воде

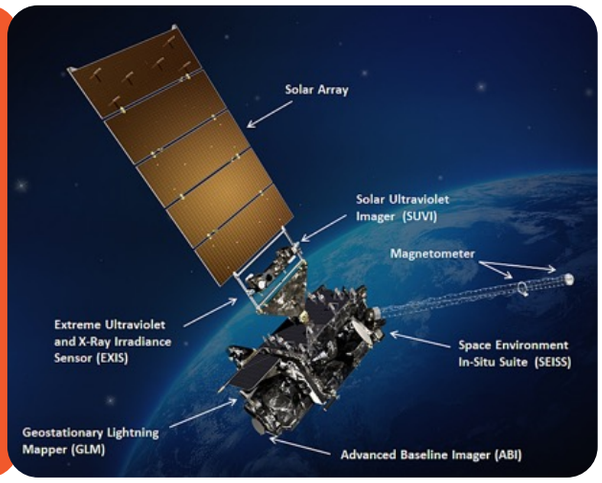


Напомена: Несташица воде је недостатак питке воде за задовољавање људских потреба за водом. Због тога, када говоримо о регионима са несташицом воде, обично указујемо на период када је недостатак воде већи од 100%.

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 несташицу воде постаће још сушнији (сл. 2.4.3 и 2.4.8).

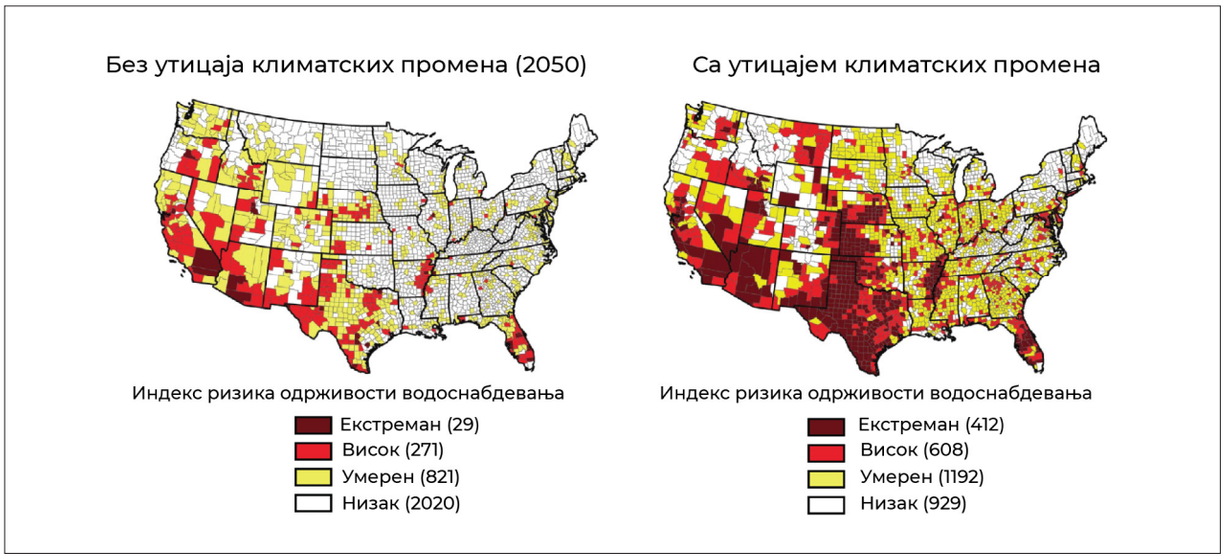
Слика 2.4.7

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 несташица 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 ефеката 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*).

Искоришћавање 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 несташица 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 размере 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 бресквe“, Џорџија у САД, изгубила је више од 90% годишњег рода бресквe 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 проширили 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 резови 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 поморанџе 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 km^2 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

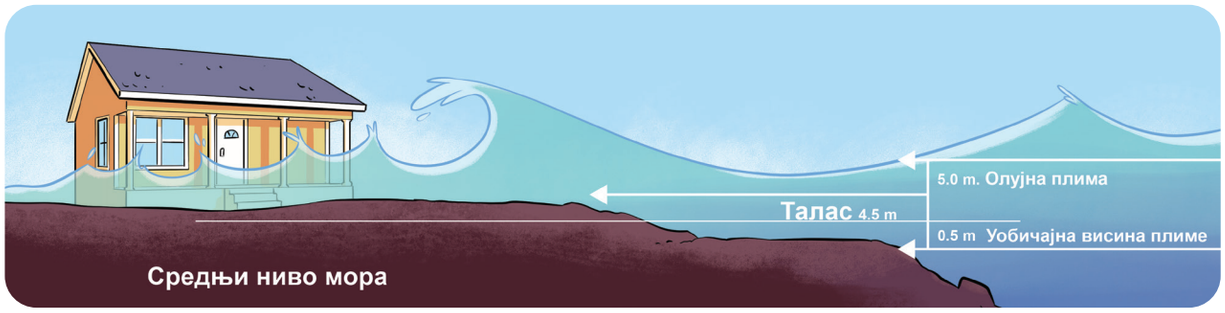
Трагедија на Филипинима

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 достизала висину и до пет метара.

Слика 2.6.5 Ефекат олујне плиме



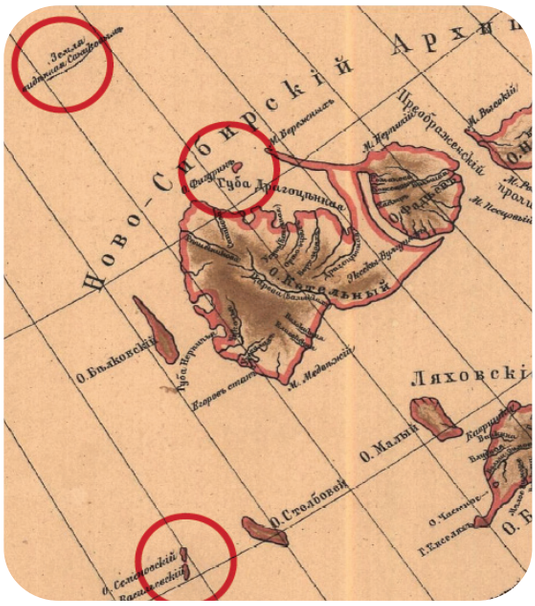
Ерозија и разарање обале

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

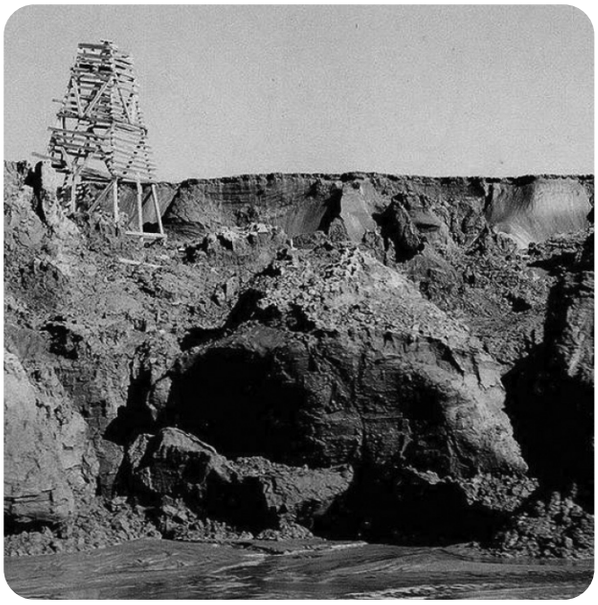
Слика 2.6.7 Пример ерозије на обали мора

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.

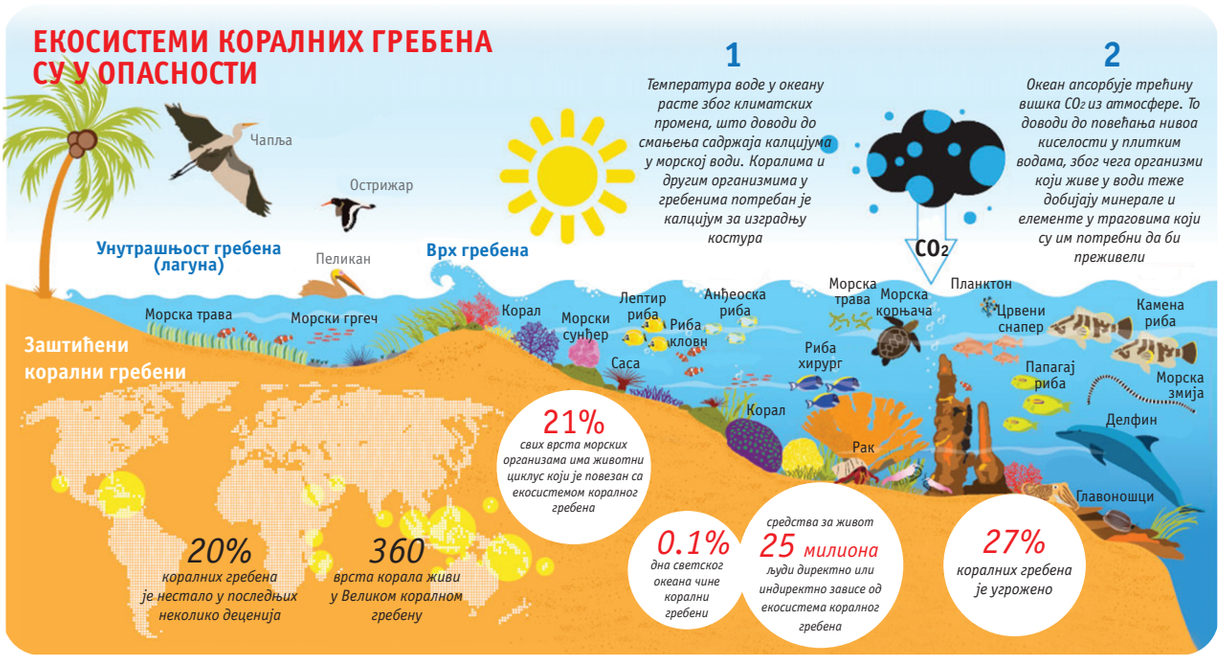
Ризик по приобалне екосистеме

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**

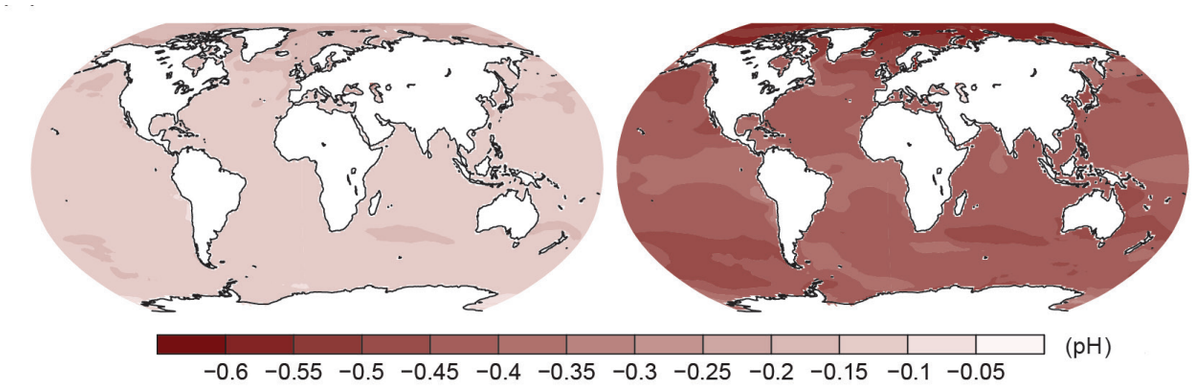


Дуготрајно повећање температуре морске воде може довести до велике деградације читавог екосистема коралног гребена. Корални атоли, који су станиште великог броја организама, могу бити уништени. Пројекције изнете у извештају Међувладиног панела за климатске промене наводе да ће 18% светских коралних гребена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

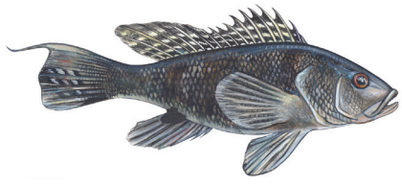
Климатске промене и рибарство

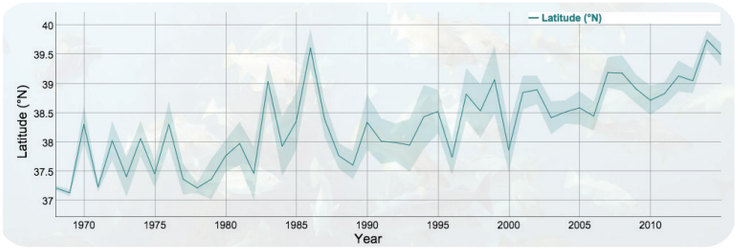
Научници и риболовци су забринути због повећања температуре и киселости океанске воде. Како концентрација CO_2 у атмосфери расте, тако се повећава и апсорпција CO2, што повећава ниво киселости (pH). Промене pH вредности и температуре воде још нису превише велике, али су довољне да изазову избељивање 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.

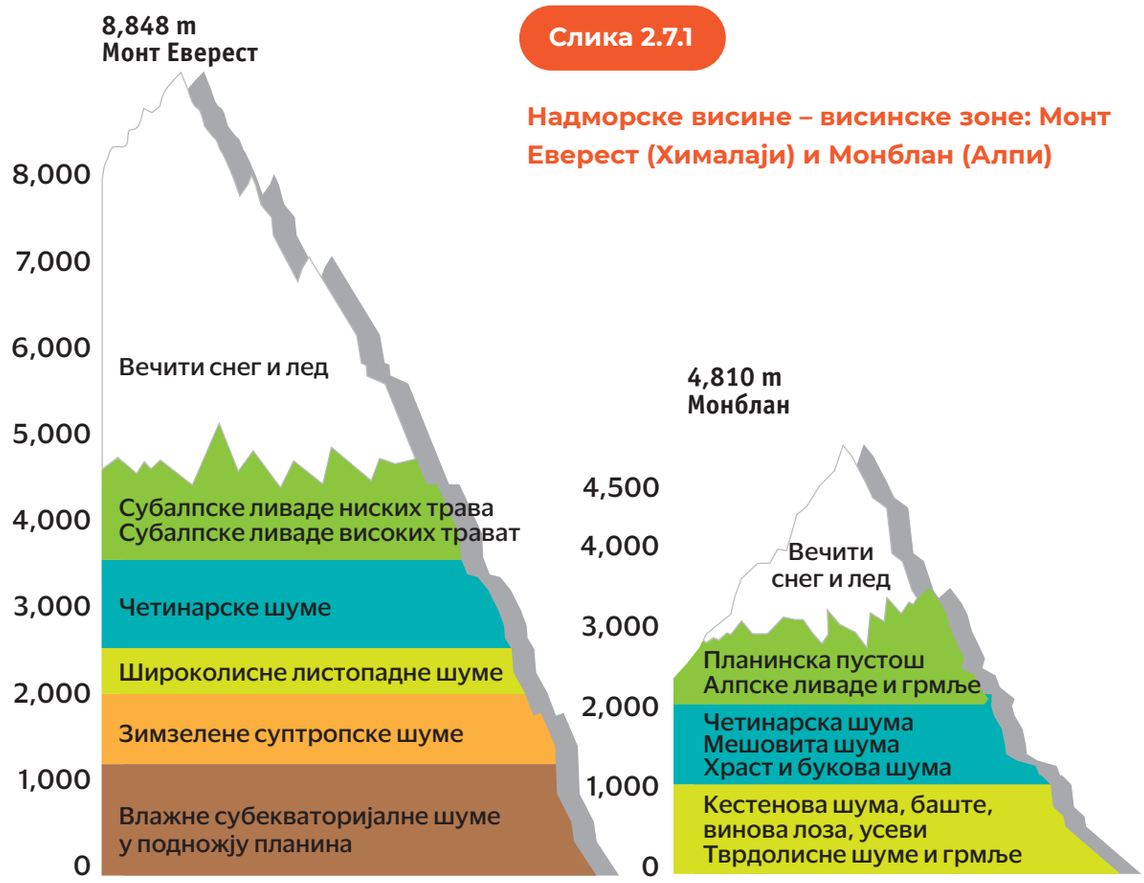
Планине и клима

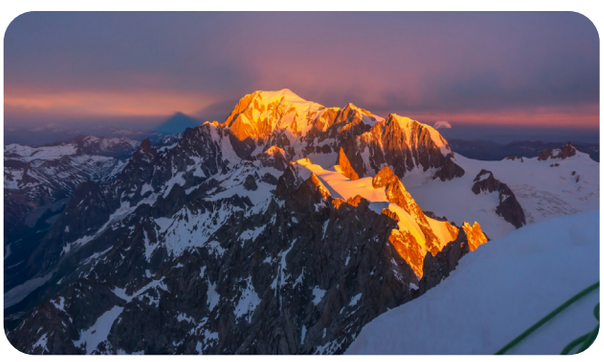
Планине играју важну улогу у обликовању климе. Оне стварају баријеру за ваздушне масе, које не могу лако прећи високе врхове. Из тог разлога, различите падине истих планина често имају различите климатске услове, са више падавина на једној страни него на другој. Просечна температура и пејзажи такође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

Слика 2.7.1

Надморске висине – висинске зоне: Монт Еверест (Хималаји) и Монблан (Алпи)





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

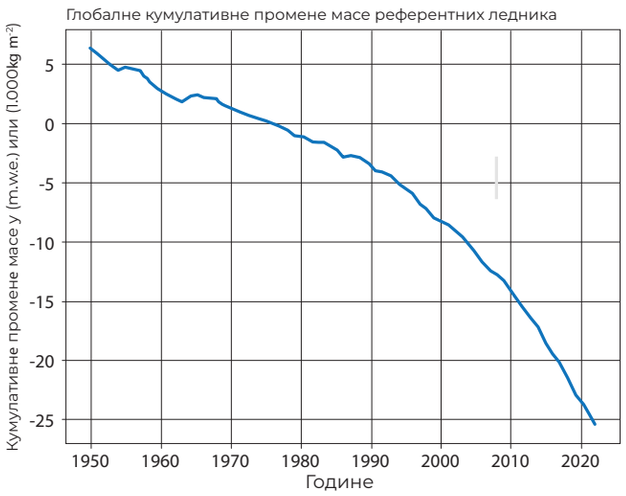
Планински ледници широм света почели су да се топе („повлаче“) пре око 15.000 година, када је последњи глацијални период уступио место периоду топлије климе. Овај процес топљења пратили су кратки периоди када су ледници још једном напредовали. Из историје знамо да су се од 5. до 7. века пре нове ере 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.)



Слика 2.7.7

Начин на који научници испитују леднике

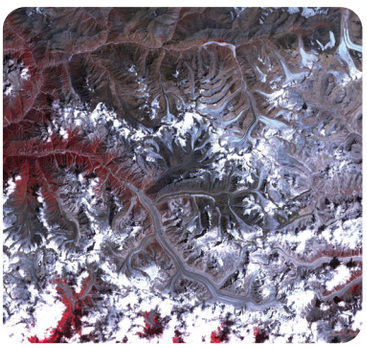
Ледници на Хималајима повлаче се у просеку 10–15 m годишње. Ледник Ганготри, који је извор реке Ганг, топи се изузетно брзо, повлачећи се за 30 m сваке године. Ганготри је један од главних извора воде за 500 милиона људи који живе дуж реке Ганг.

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.

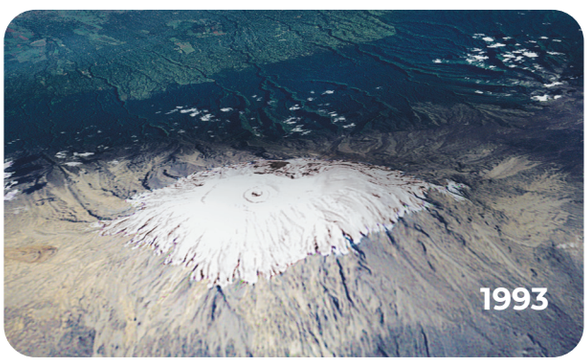
Слика 2.7.8

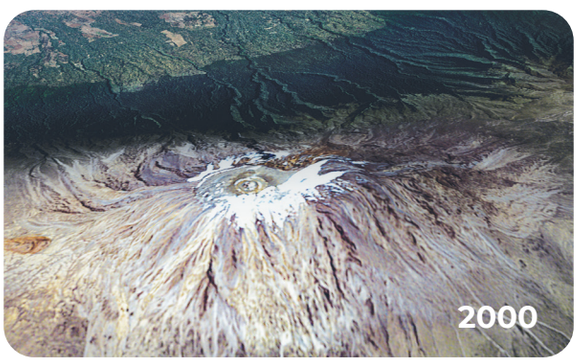
Ледник Ганготри



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.

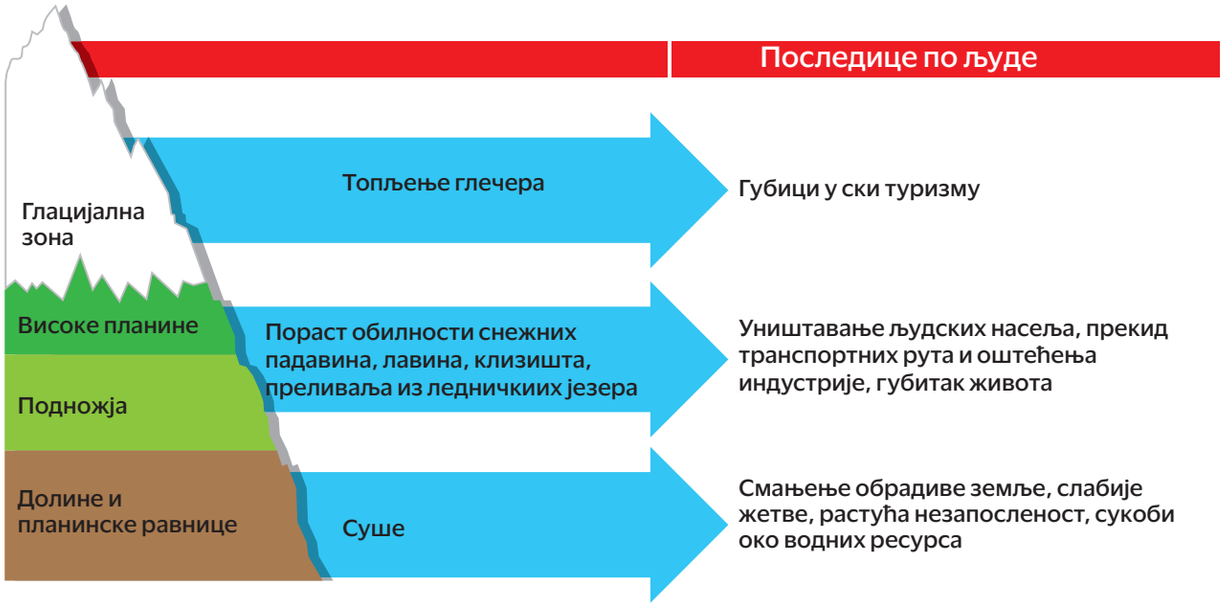
Ледник Азау на Кавказу доживео је значајне промене. Крајем 19. века процес топљења довео је до дељења на два дела, названа Мали и Велики Азау. Данас Велики Азау више није велики. Од 1957. до 1976. ледник се повлачио за 360 m, а затим за 260 m у периоду 1980–1992. Мањи Азау се повуче за око 16 m сваке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

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 сагради 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 (глацијално) језеро. Како се количина воде повећава, језеро може преплавити и пробити своје обале, узрокујући поплаву. Научници верују да 20 глацијалних 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.

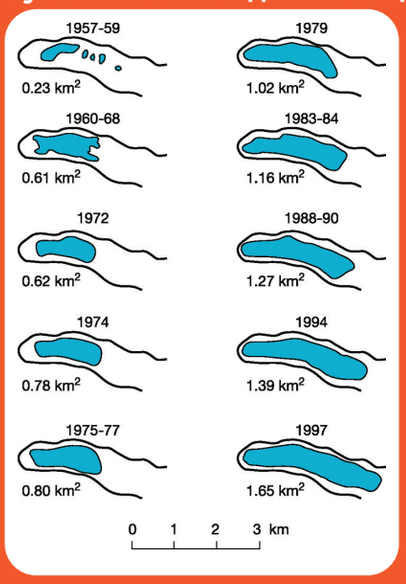
Језеро **Тшо Ролпа** у Непалу, које је настало од воде из отопљеног глечера, у протеклих 50 година проширило се седам пута. Студије показују да би више од 20 ледничких језера у Непалу и 24 у Бутану могло ускоро да се прелије. Ово би довело до катастрофалних последица за људе и економије ових земаља,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

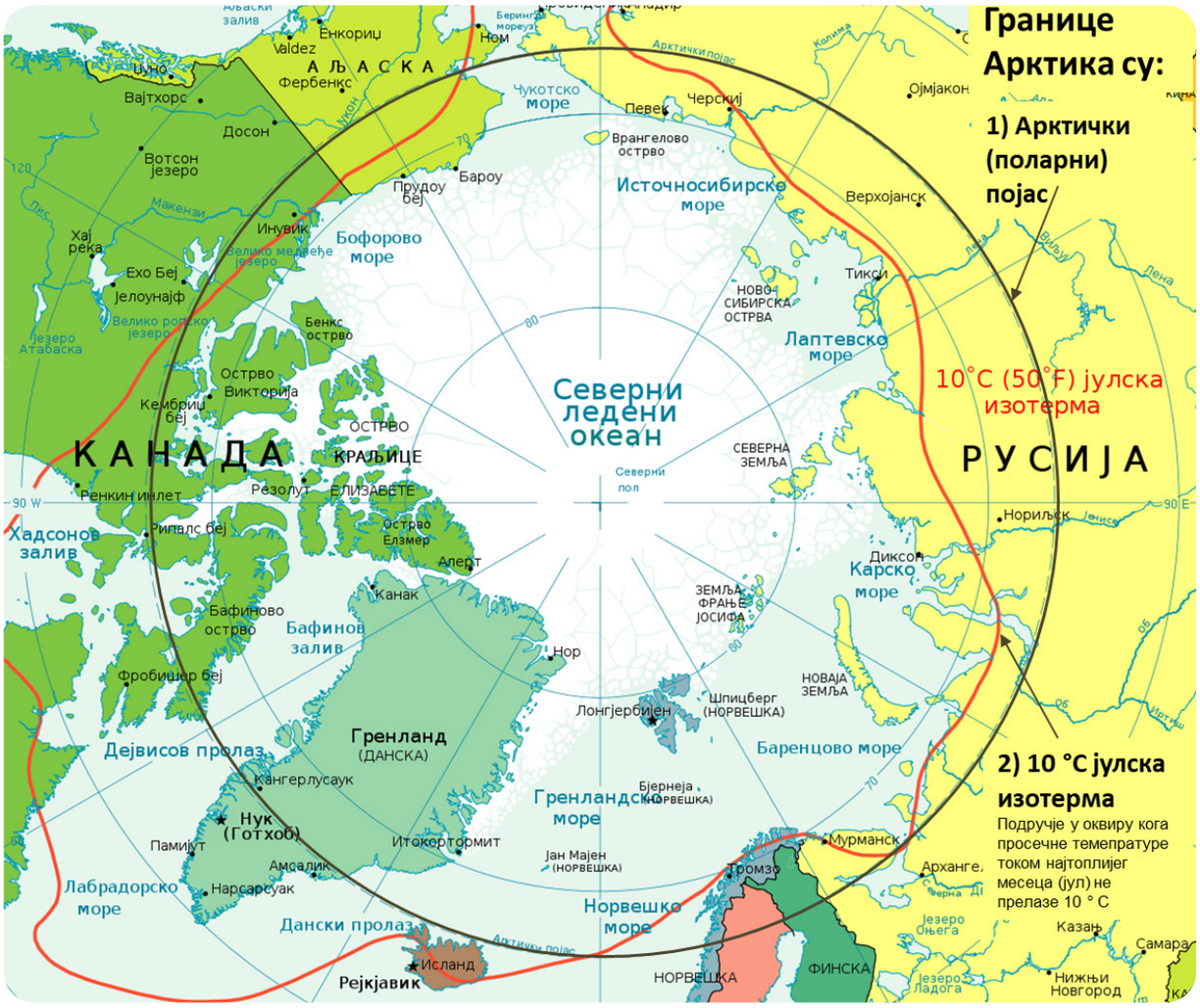
Делови територија Русије, Сједињених Држава (Аљаска), Канаде, Норвешке, Шведске, Финске, Исланда и Данске (Гренланд) припадају Арктику.

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 дестабилизовати 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.

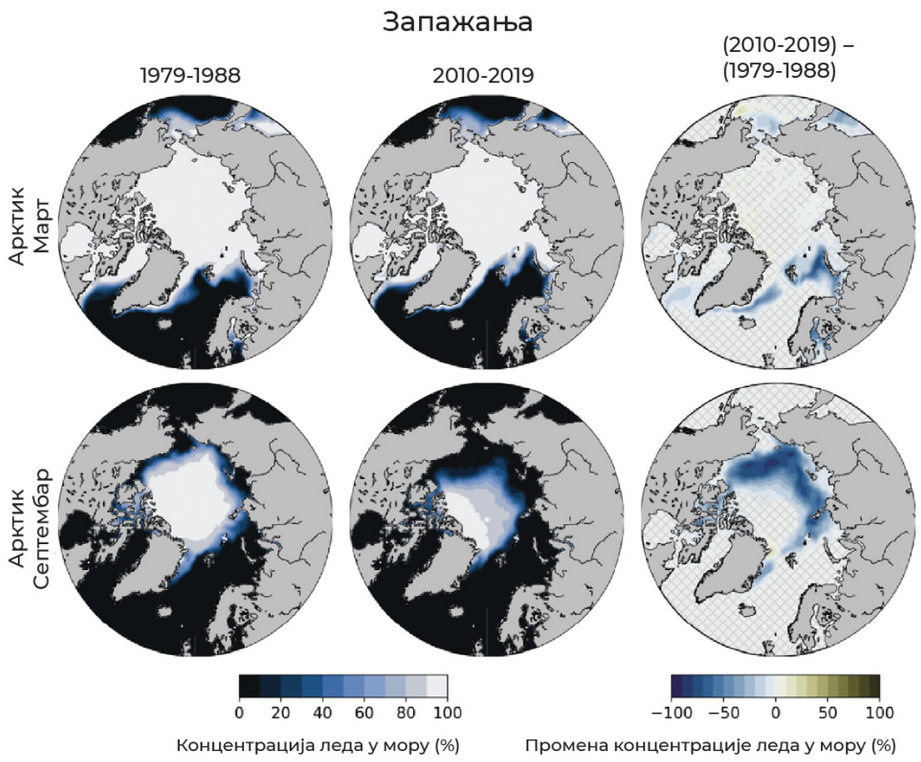
2. Топлији услови узрокују више испаравања, топлији ваздух може да садржи више водене паре и то може утицати на повећање облачности. Запамтите, ноћи су топлије када је небо облачно, јер облаци задржавају топлоту, а много је хладније када је ведро. Слично је и на Арктику – када има пуно отворене воде 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**



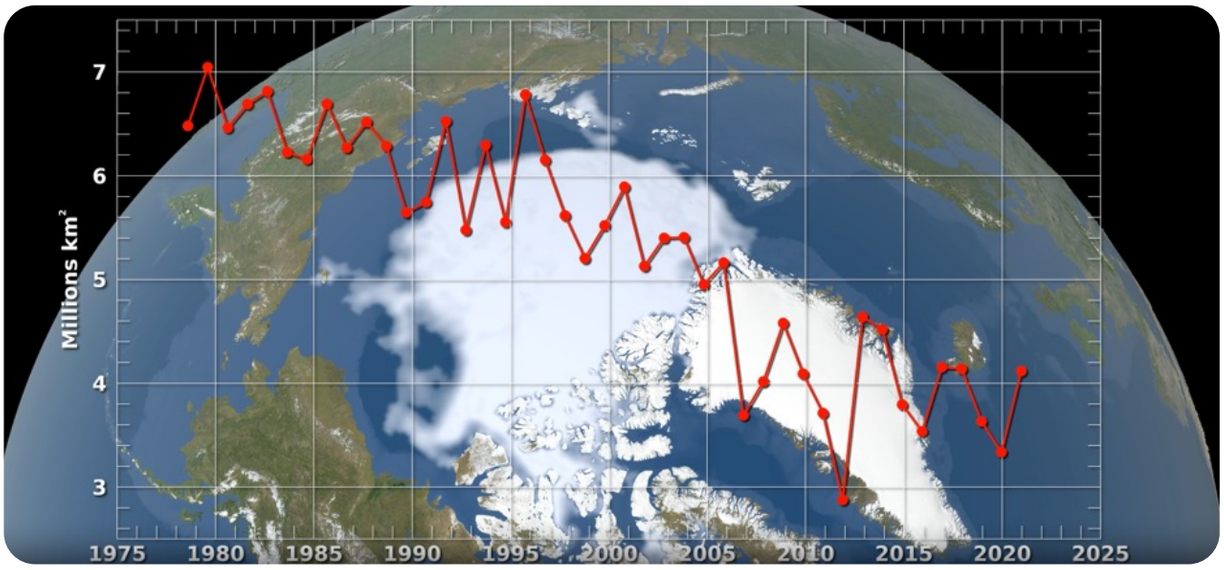
Површина леда се углавном мери када је најмања у години, обично крајем септембра. У септембру 2012. године постављен је апсолутни рекорд: површина морског леда смањила се на 3,41 милиона km2 (сл. 2.8.2 и 2.8.3).

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 пространствима воде без леда (сл. 2.8.4). Медвед може пливати на десетине километара, али не и на стотине, а способност пливања младунаца 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 испаљује 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 Франје 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. Воће 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 вечнога 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.

Слика 2.8.7

Вертикални пресек пермафроста са слојевима леда

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).

Дакле, када се површински слој пермафроста отопи током лета, настаје врло слаб, „полутечни“ слој, који није стабилан да носи зграде, темеље мостова или далеководе. 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 продрети 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 уложе 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

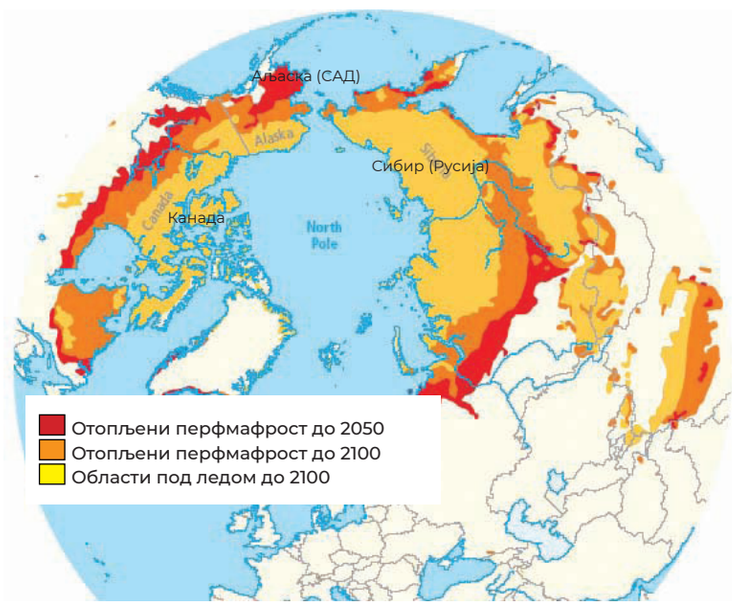
Срушени угао зграде у Јакутску (Русија)

Одржавање пермафроста на Арктику може се обезбедити релативно једноставним уређајима. Понекад су довољни подземни вентилациони канали: врло хладан ваздух са површине леди 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 течношћу (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 цевовода, 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 мећаве, услед које је готово немогуће радити било шта корисно – чак и путовати са једног места на друго. Рад при мећави 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 продрети 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 продирање 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.

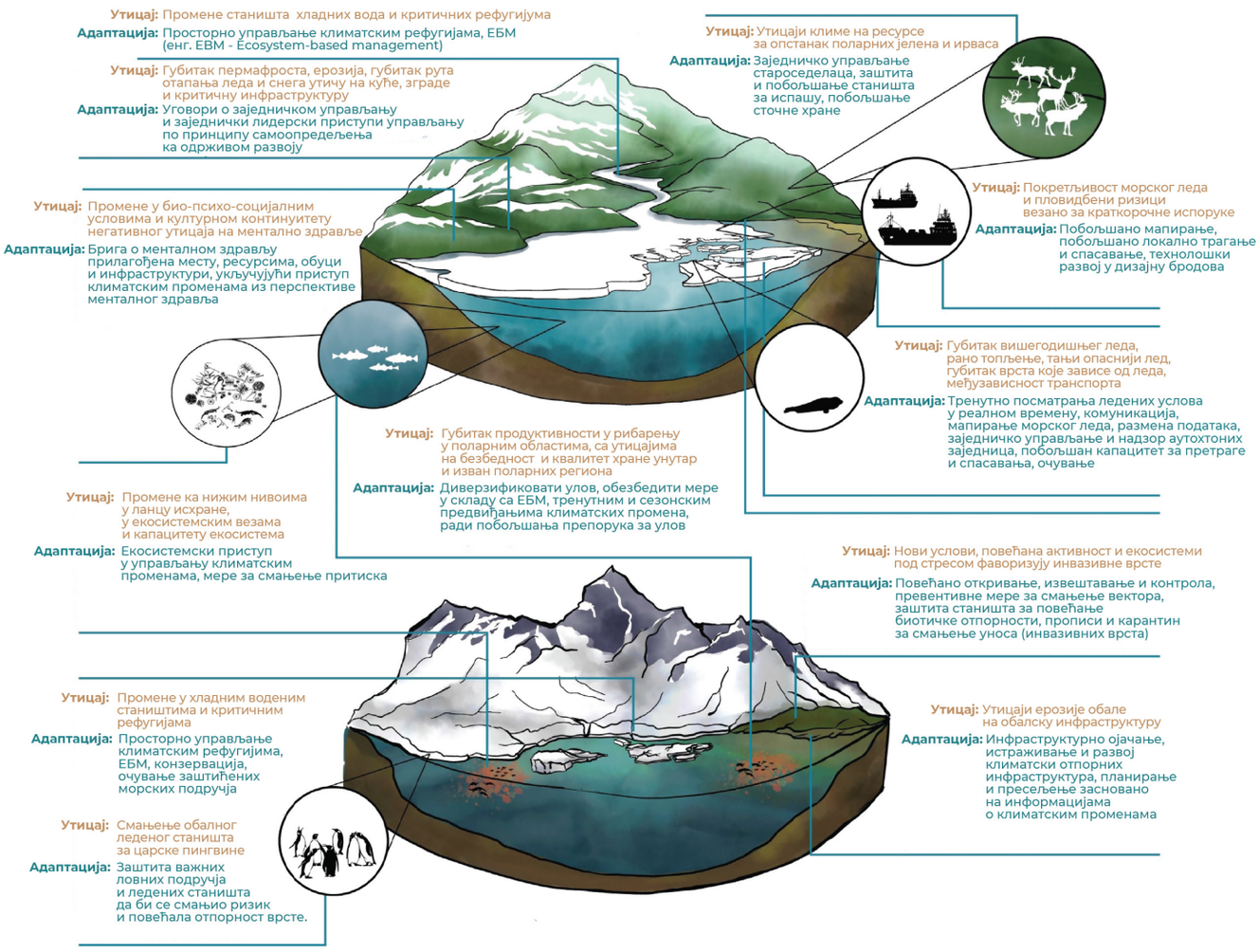
3) Повећати доступност здравствене заштите на крајњем северу, посебно у удаљеним пределима и селима, и обезбедити поуздано снабдевање топлотном и електричном енергијом.

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 мећаве 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.

2

Задатак 2. Експеримент
Сврха експеримента: Уочити промене у физичким својствима материјала када се леде и отапају.

Материјали: Чаша киселе павлаке.

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.

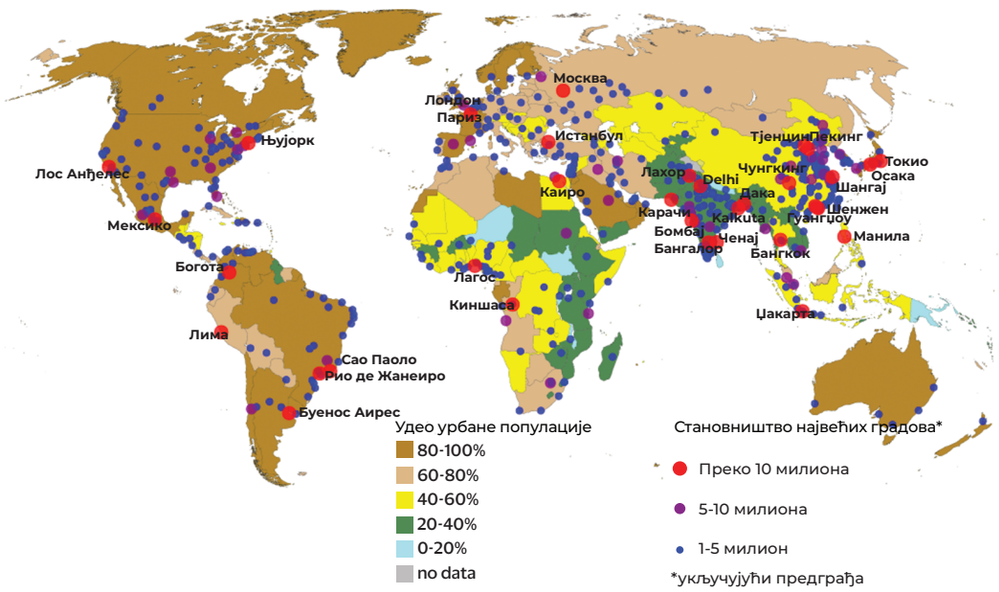
Овај процес ширења градских подручја и пораста броја становника у градовима, претежно услед миграција становништва из руралних подручја у градове у потрази за бољим економским приликама, назива се **УРБАНИЗАЦИЈА** (од латинског urbs – град).

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.

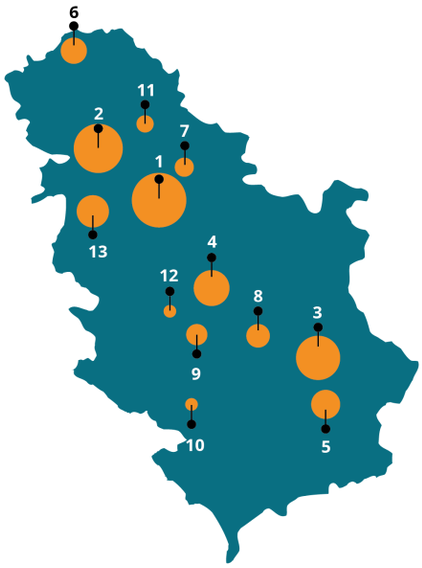
До 2030. године очекује се повећање броја мегаградова/мегалополиса са више од 10 милиона становника, са 34 у 2023. на 43 до 2030. године. Као последица исељавања, ниског природног прираштаја и убрзаног старења становништва, у неким земљама и градовима долази до смањења броја становника.

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 рангираних 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?

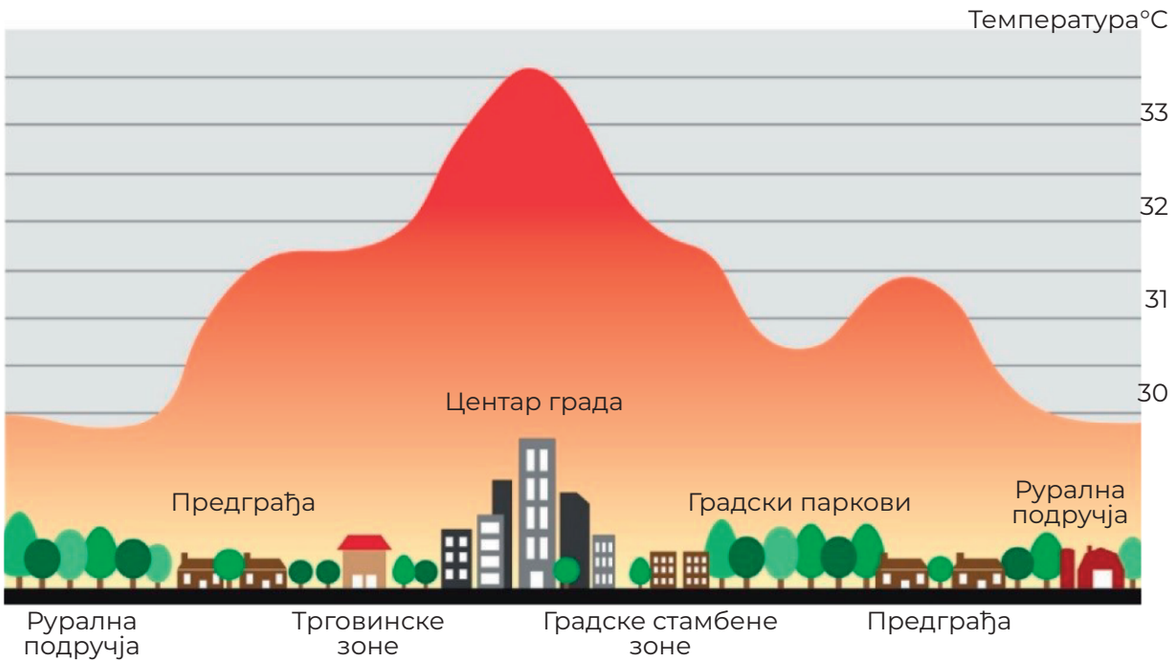
Градови су јединствена „жаришта животне средине“ на нашој планети. Реч „жар“ овде треба схватити сасвим буквално: асфалт и зграде у градовима најефикасније апсорбују Сунчево зрачење и загревају се, па тиме и емитују већу количину топлоте, која загрева ваздух; емисије разних загађујућих супстанци из фабрика 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 Енглез 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	Софићиле, 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.

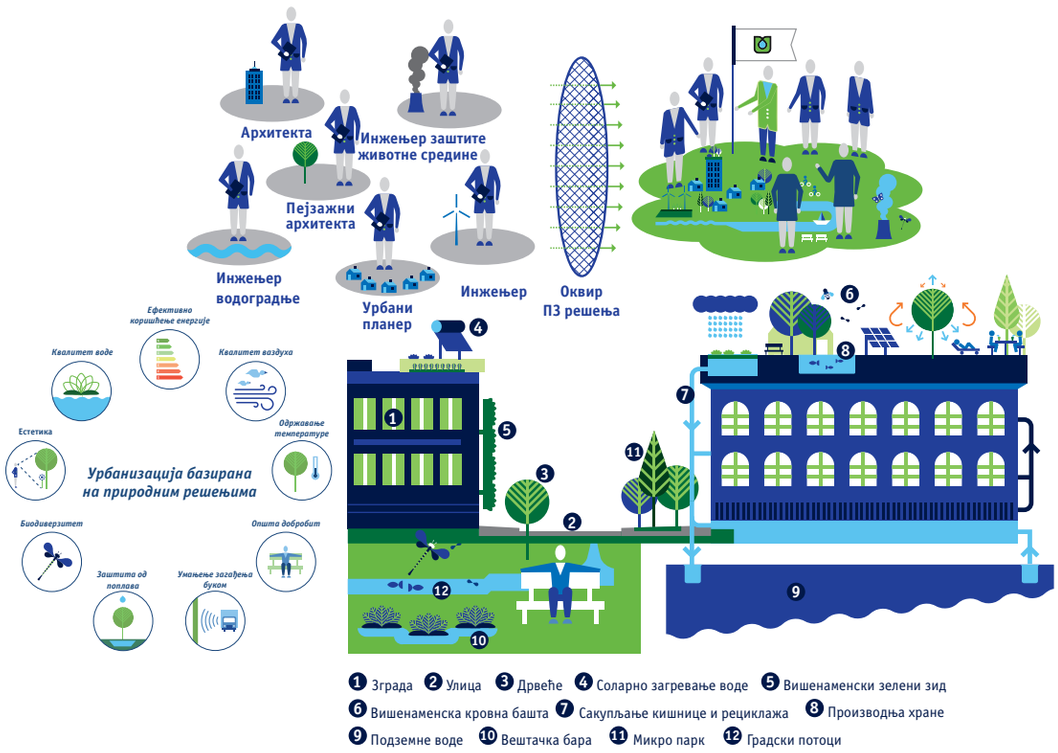
Клима града знатно се разликује од климе околних подручја због фактора као што су правац ветра, загађење ваздуха, топографија, структура изграђеног подручја, а самим тим и биланси зрачења, степен нарушавања водене равнотеже и смањења влажности тла услед немогућности продирања кишнице у тло кроз непорозне 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 вишенаменских 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 (РЗП[7]) 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 m^2 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 флуктуације 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 надолазећег топлотног таласа је од велике важности, јер пружа медицинском особљу шансу да се припреми за њега. Светска метеоролошка организација[8] 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)

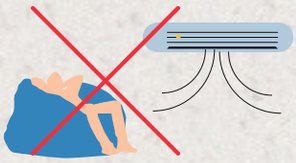
МЕРЕ ПРЕДОСТРОЖНОСТИ ПО ВРУЋЕМ ВРЕМЕНУ

- 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.

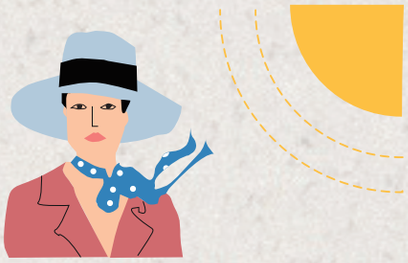
- Не купујте кварљиве производе: бактерије се размножавају врло брзо на високим температурама, тако да постоји ризик од тешког тровања храном.

- Избегавајте масну и слану храну.



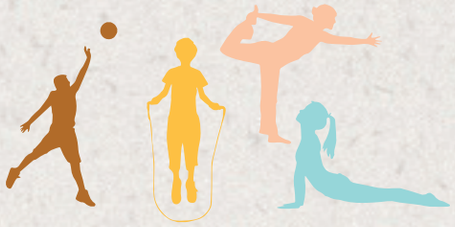
- Не седите директно под клима уређајем: температурна разлика између врућих улица и климатизоване собе је врло велика, а такве температурне промене могу изазвати прехладу и упалу плућа.

- 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., раширile 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 Србије[9], 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.

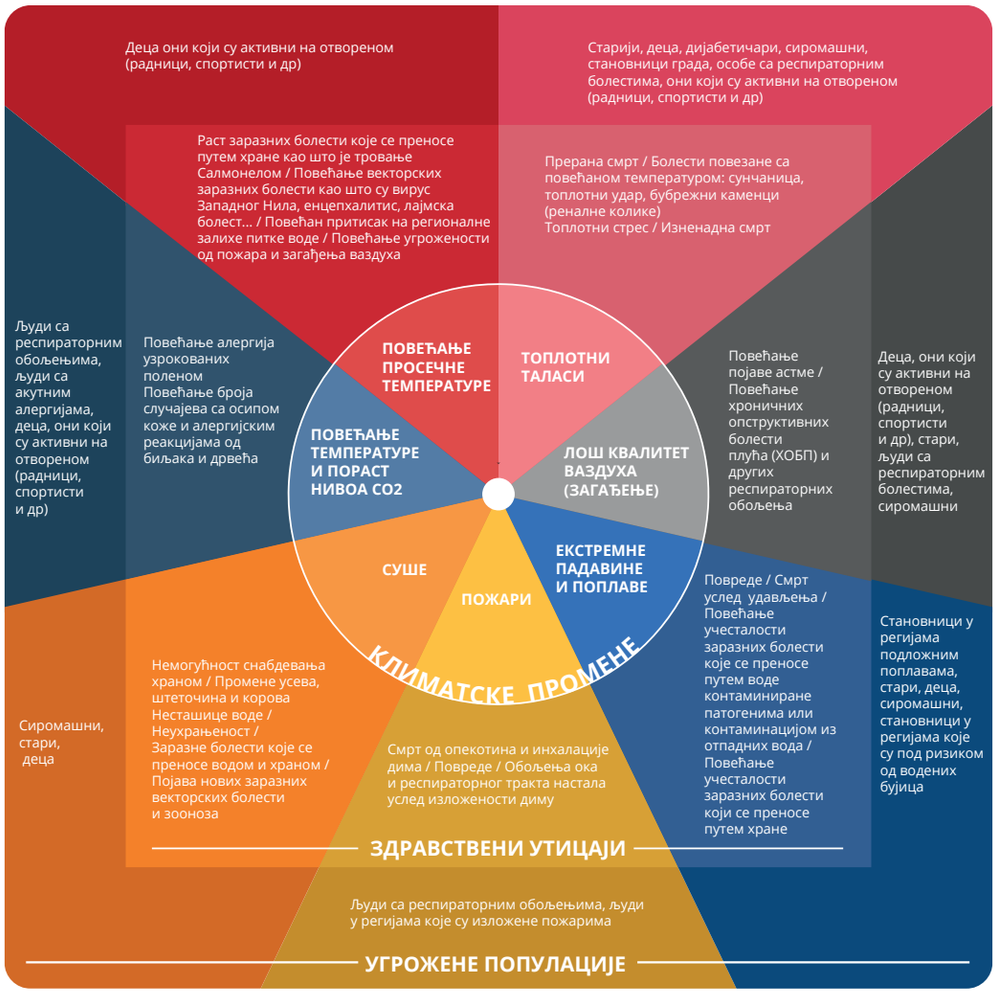
[9] Годишњи извештај о заразним болестима Института за јавно здравље Републике Србије за 2022. годину https://www.batut.org.rs/download/izvestaji/GodisnjiIzvestajZarazneBolestiSrbija2022.pdf

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 (SIDS[10]) 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 Србији[11]

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 промрзлине 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 ресторане, 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, Либерија, 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 стилом. 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 сносе 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 удвостручe 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 потрепштина у САД. Али сиромашној особи из најмање развијене државе, услови у којима живи амерички сиромах, 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 Hapiness – 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 Autralia'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 сносе 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?

3

КАКО СПРЕЧИТИ ОПАСНЕ КЛИМАТСКЕ ПРОМЕНЕ?

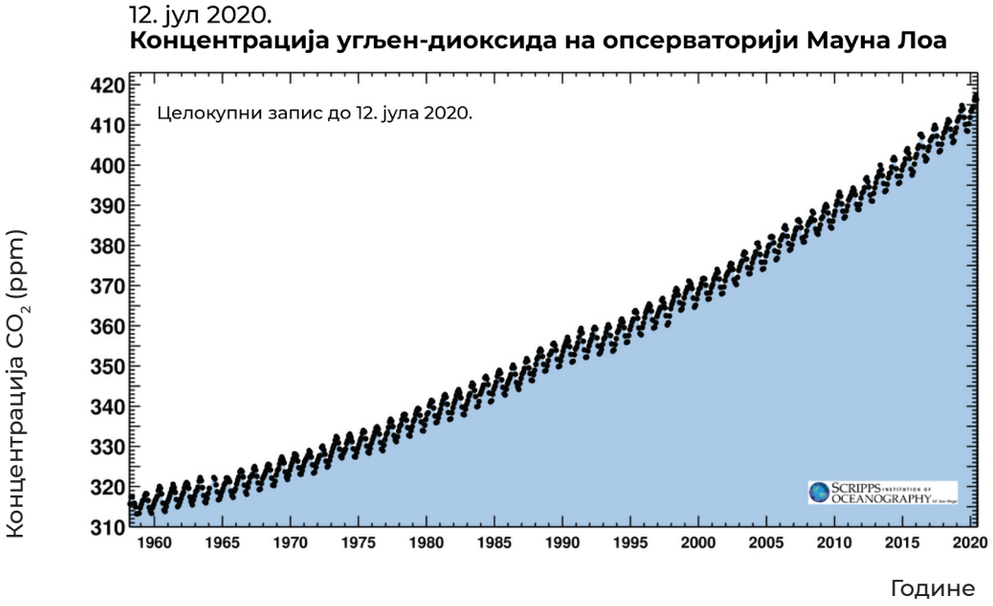
3 Како спречити опасне климатске промене?

Већ је познато да се концентрација гасова са ефектом стаклене баште у атмосфери последњих деценија врло брзо повећава (сл. 3.1.1). У последњих неколико стотина хиљада година, у периодима отопљавања током међуледених доба и периодима хлађења током ледених доба, природни садржај угљен-диоксида у атмосфери варирао је између 180 и 300 честица CO_2 на милион честица (енг. parts per million - ppm).

У 2013. години, ниво угљен-диоксида у атмосфери је први пут током најмање 800.000 година премашио 400 ppm. Концентрација угљен-диоксида је наставила да убрзано расте, достижући вредност од 421 ppm у 2022. години. Овај пораст је резултат повећања нето емисија гасова са ефектом стаклене баште, који настају као разлика између количине емитованих гасова, укључујући емисије настале људском активношћу, и количине тих гасова коју природни системи, попут шума, могу да апсорбују.

У периоду 2010–2022. године, ниво емисија гасова са ефектом стаклене баште био је виши него у било ком претходном периоду људске историје. Концентрација гасова са ефектом стаклене баште у атмосфери наставиће да расте све док годишње емисије не буду једнаке или мање од количине коју природни системи могу да уклоне из атмосфере.

Слика 3.1.1 **Раст концентрације угљен-диоксида у атмосфери од 1960.**



Од почетка индустријске револуције, глобалне емисије гасова са ефектом стаклене баште непрекидно расту. Сви становници планете доприносе оваквим климатским променама, јер својим активностима учествују у емисији ових гасова. Као крајњи корисници добара и услуга, зависимо од енергије која се углавном добија из необновљивих извора, попут фосилних горива (нафте, угља и природног гаса). Производња електричне и топлотне енергије, као и производња робе и услуга, одговорна је за више од половине свих емисија гасова са ефектом стаклене баште.

Већ се дискутовало о негативним утицајима климатских промена на здравље људи и стање животне средине. Научно је потврђено да су промене климе широко распрострањене, брзе и интензивне. Очекивања су да ће се наставити, и да ће се, према извештајима Међувладиног панела за климатске промене, просечна глобална температура повећати изнад 1,5 °C током наредних двадесет година. Уколико се не предузме хитно, брзо и значајно смањење емисија гасова са ефектом стаклене баште, ограничење пораста глобалне температуре за 1,5-2 °C постаће неизводљиво.

Да би се смањила концентрација гасова са ефектом стаклене баште у атмосфери и ограничило глобално загревање, неопходно је предузети брзе и одрживе мере за смањење емисија угљен-диоксида, метана и других гасова са ефектом стаклене баште већ у овој деценији, како би се постигле нулте нето емисије до 2050. године. Осим тога, смањење аеросола и одређених честица у атмосфери, које имају релативно кратак животни век, не би само ублажило климатске промене већ би и побољшало квалитет ваздуха, смањило негативне утицаје на здравље људи и допринело одрживом развоју. Ове мере треба да буду праћене стратегијама које имају позитиван утицај на природу, као што су обогаћивање биодиверзитета, складиштење угљеника, пречишћавање воде и смањење ризика од пандемија. На крају, смањење емисија гасова са ефектом стаклене баште допринело би већој отпорности најрањивијих сектора нашег друштва.

Многе државе предузеле су акције за смањење пораста емисија. До 2022. године, већина индустријски развијених земаља већ је имала праксу дужу од десет година у смањењу емисија гасова са ефектом стаклене баште. Многе земље у развоју предузеле су мере за успоравање раста емисија. Међутим, научна истраживања су показала да досадашње мере нису довољне и да је неопходна дубока трансформација система у свим земљама и секторима привреде и друштва како би се постигле нулте нето емисије гасова са ефектом стаклене баште до средине овог века.

Шта то представља у пракси и како се може смањити концентрација гасова са ефектом стаклене баште у атмосфери? Постоји неколико начина за то.

Први је прелазак на изворе енергије који немају негативан утицај на климу. Када се упореде различите врсте фосилних горива, највеће емисије гасова са ефектом стаклене баште настају приликом сагоревања угља, за њим следе сагоревање нафте и њених деривата и, на крају, сагоревање природног гаса. Ово су такозвани необновљиви видови енергије.

Међутим, могуће је производити енергију и без употребе фосилних горива. Још од давнина, људи су користили топлоту сунца, снагу ветра и снагу водотокова, као и биомасу. Реч је о обновљивим изворима енергије. Савремене технологије омогућавају њихову ширу употребу. Брзи пораст коришћења обновљивих извора енергије треба да иде у корак са постепеним престанком употребе фосилних горива. Други извори енергије без угљеника, као што је нуклеарна енергија, могу знатно допринети смањењу емисија гасова са ефектом стаклене баште у многим земљама, под условом да су све неопходне мере безбедности пажљиво примењене.

Други начин смањења емисије гасова са ефектом стаклене баште је уштедом енергије на дневном нивоу, што се постиже развојем енергетски ефикаснијих машина и кућних апарата, побољшањем енергетске ефикасности зграда и повећањем електрификације и складиштења енергије.

Индустријски процеси током којих се емитују велике количине гасова са ефектом стаклене баште, попут производње гвожђа, челика и цемента, треба да постану нискоугљенични, а електрификација у саобраћају треба да се убрза. Поред тога, неопходне су промене навика код људи ради уштеде енергије и воде.

Трећи приступ фокусиран је на људски и технолошки допринос уклањању угљен-диоксида из атмосфере и океана, што је процес који се природно одвија преко биљака. Биљке апсорбују угљен-диоксид, па је смањењем сече шума и повећањем пошумљавања могуће допринети смањењу концентрације гасова са ефектом стаклене баште у атмосфери. Примена еколошки прихватљивих пољопривредних пракси, као и обнављање и заштита екосистема, може омогућити тлу да апсорбује више угљеника, чиме се остварују и друге користи одрживог развоја. Иако су нове технологије за уклањање угљен-диоксида из атмосфере још у раним фазама развоја и примене, оне пружају наду да ће се ускоро моћи смањити емисије које се не могу потпуно избећи, као што су оне у пољопривреди.

Климатске промене су сложен глобални проблем који се може решити искључиво сарадњом између влада свих земаља и „свеобухватним друштвеним приступом“, који подразумева придруживање пословног света напорима за откривањем климатских ризика и управљањем климатским ризицима.

3.1 „Зелени“ извори енергије

3.1.1 Шта је енергија?

Све што је икада створено у свету, било природним путем, било људском активношћу, створено је коришћењем енергије. Да би се добио било који облик енергије, неопходно је неки други облик енергије трансформисати у жељени.

На пример – јогурт је стигао у продавницу из фабрике. У фабрици су га произвели и упаковали радници. Јогурт настаје природним процесом ферментације млека уз помоћ одређених бактерија. Деловањем бактерија долази до ферментације, при чему млечни шећер – лактоза прелази у млечну киселину. Машине и уређаји који су коришћени за прављење јогурта израђени су од одређених материјала, на пример челика, пластике и другог. Ови материјали потичу из материјала извучених из Земљине коре. Саме машине покреће енергија. Дакле, све што постоји настало је коришћењем енергије. И ми сами израсли смо из ембриона који је за свој раст користио енергију хемијских једињења.

Да ли је заиста могуће да стално узимамо од природе, а не пружамо ништа заузврат? Наравно да не! Енергију коју примамо претварамо у друге облике и враћамо је свету. Дакле, енергија никада не може нестати, она се трансформише у друге облике енергије, или се преноси са једног тела на друго тело, али је то и даље енергија. У природи важи Закон одржања енергије. Наука која проучава претварање енергије из једног облика у други, прелаз енергије са једног тела на друго и услове под којима се то дешава назива се „термодинамика“. Термодинамика је грана физике која проучава макроскопске утицаје топлоте, рада и енергије на физичке системе честица. Први принцип термодинамике произлази из Закона одржања енергије.

Други принцип термодинамике говори да се енергија спонтано преноси са топлијег тела на хладније тело и да приликом претварања једног облика енергије у други, користан облик енергије, неминовно долази до одавања дела енергије околини.

Хајде да видимо како данас користимо енергију. Зашто су потрошња енергије и климатске промене толико повезани? И да ли човечанство може да користи енергију за трансформацију глобалне привреде и друштва, чинећи живот зеленим, бујним и срећним? Како сви ми можемо да допринесемо овој трансформацији већ данас?

3.1.2 Главни извори енергије

Људи су одувек користили енергију. Научници су почели да размишљају о овом процесу још у давним временима, када су кренули да проучавају механичку енергију, коју су назвали „живом силом“. Постепено су били откривани и други облици енергије: електрична, електромагнетна, термална и нуклеарна. Након што се открију нови облици енергије, истражују се њихови извори и проналазе начини коришћења.

У свакодневном животу користимо велики број уређаја. Телевизори, рачунари и фрижидери раде захваљујући електричној енергији која је допремљена до наших домова и она је врста енергије коју највише користимо. Ово значи да електрична енергија има главну улогу у многим аспектима живота у модерним друштвима и да ће њена улога бити још већа како се буде ширила њена примена у саобраћају и грејању посредством технологија попут електричних возила и топлотних пумпи. Улога електричне енергије у индустрији такође ће се повећати због електрификације одређених индустријских процеса, као што су производња гвожђа и челика.

Одакле долази електрична енергија?

Научили смо да производимо електричну енергију трансформишући различите облике енергије које смо пронашли у природи. Природни извори енергије на нашој планети обично се деле на две главне групе: необновљиве (конвенционалне) и обновљиве (алтернативне) (сл. 3.1.2).

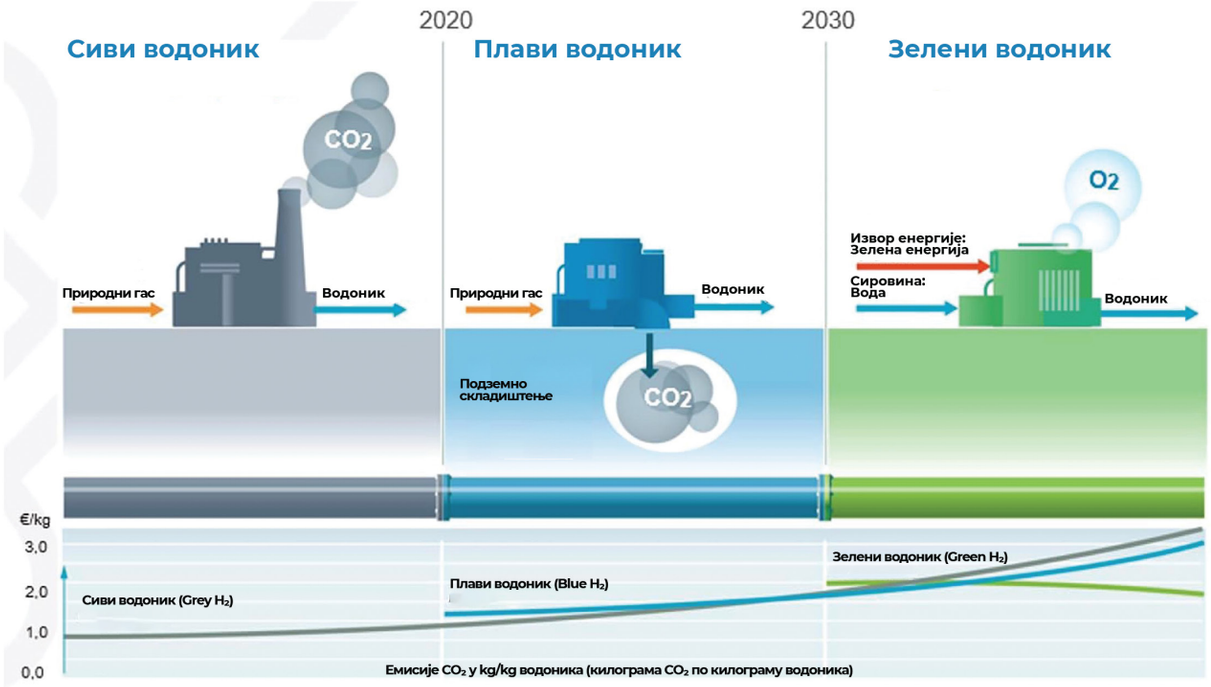
Слика 3.1.2 Основни извори енергије

Необновљиви извори енергије формирају се у природи знатно спорије него што их човечанство троши. Необновљиви извори су угаљ, нафта, природни гас и тресет. Они укључују и радиоактивне метале (уран, плутонијум и друге), који се користе за производњу нуклеарне енергије.

Обновљиви извори енергије имају енергију захваљујући процесима који се непрекидно одвијају у природи. Сунчево зрачење, ветар, ток воде, киша, плима и осека и топлота која се уздиже са земље могу да дају огромну енергију. Ови ресурси су практично неисцрпни: потрошиће се тек у незамисливо далекој будућности, када наш соларни систем и сам заврши свој животни циклус. Биомаса (биљна влакна, животињски отпад и дрвени угаљ, широко коришћени у прошлости) такође је обновљив извор енергије, јер се у природи брзо изнова ствара.

Ново гориво, са растућом стопом коришћења, јесте **водоник.** У употреби су сив, плав и зелен водоник, у зависности од врсте извора из ког се производе – природног гаса, природног гаса са хватањем и складиштењем угљеника, односно електричне енергије добијене из обновљивих извора. Док је водоник у прошлости углавном коришћен као сировина која служи тешкој индустрији, сада је на челу декарбонизације индустрија, саобраћаја и бродарства.

Слика 3.1.3 **Врсте водоника, како се производе и година почетка производње**



3.1.3 Фосилна горива

Еволуција живота на Земљи напредовала је од најједноставнијих ка најсложенијим организмима. У давној прошлости Земљу су насељавали једноставни организми и биљке, који су упијали Сунчеву енергију и претварали је у органске молекуле, уграђујући их у своје ћелије. Трагови њиховог постојања налазе се у ономе што називамо „фосилним горивима“, која нису ништа друго до супстанце настале из остатака угинулих организама. Сирова нафта, природни гас, угаљ и тресет су фосилна горива.

Фосилна горива су наслеђе које су нам оставила жива бића која су постојала на Земљи много пре нас, и према њима би требало да се односимо са штедљивошћу и захвалношћу. Важно је да се подсетимо да ниједан ресурс није бесконачан. Ако их исцрпимо без размишљања, будућим генерацијама нећемо оставити енергетске ресурсе који су им потребни за живот.

Сагоревање фосилних горива, односно угљоводоника – угља, нафте или природног гаса – може се користити за производњу електричне енергије. Овај процес се одвија у термоелектранама. Просторија са машинама у склопу термоелектране садржи котао, а сагоревањем горива загрева се вода у том котлу, претварајући се у пару. Притисак паре окреће турбину, а она покреће генератор који ствара електричну струју. Електрична енергија се у домове и остале објекте преноси далеководима (слика 3.1.4).

Извори необновљиве енергије су:
сирова нафта, угаљ, природни гас (укључујући гас из шкриљаца и гас произведен из угља и шкриљаца), нафта из шкриљаца и друге запаљиве материје и минерали добијени подземним или површинским ископавањем. Фосилна горива настају током милиона година у Земљиној кори из остатака некадашњих организама. Њиховим сагоревањем ослобађа се енергија у виду топлоте.

Слика 3.1.4 **Како функционише термоелектрана**

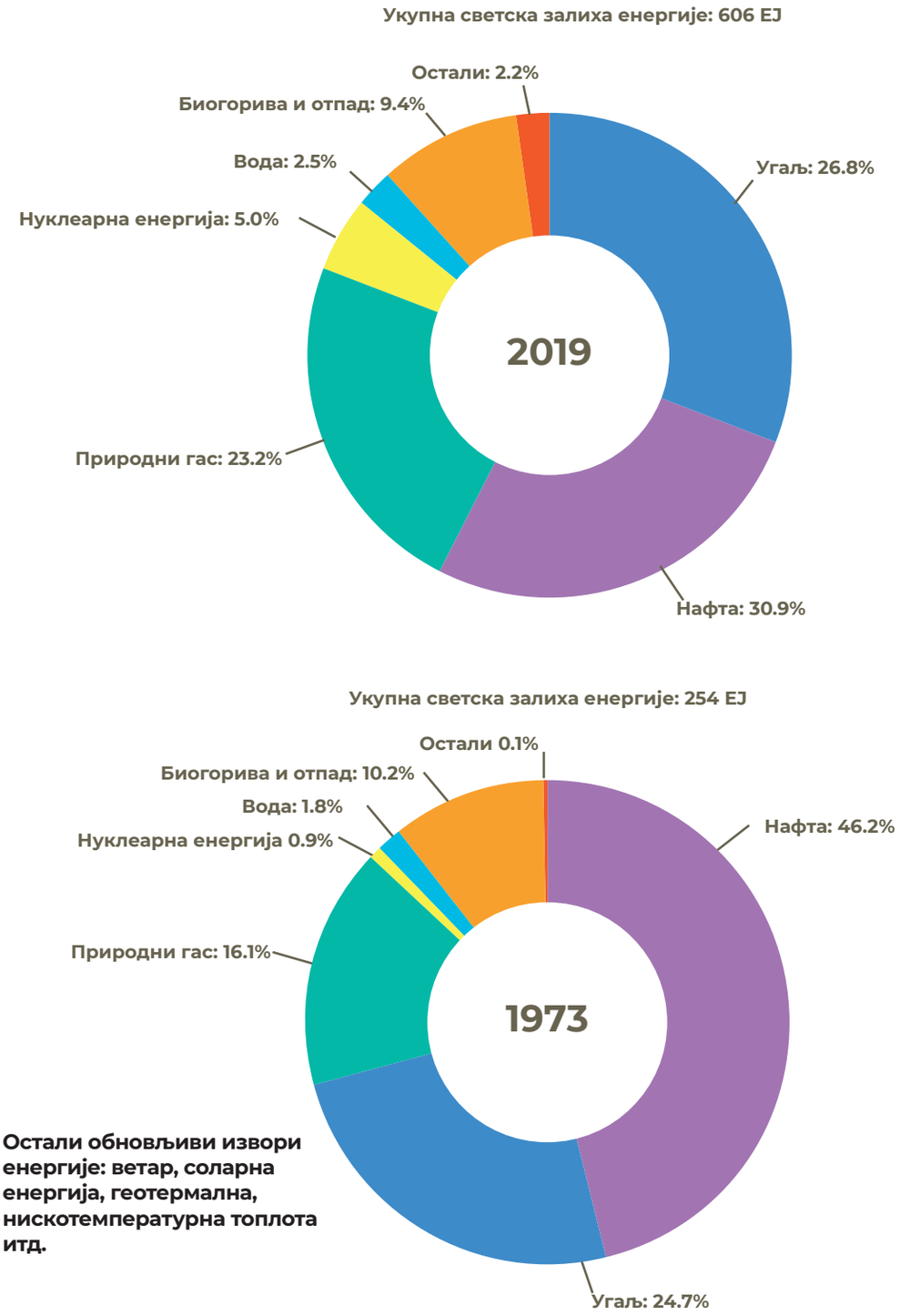
Утврђено је да се производња електричне енергије може ефикасно комбиновати са загревањем воде, која се потом кроз цеви усмерава на системе грејања стамбених зграда, болница, школа и вртића, индустријских постројења и других објеката. Таква постројења се називају комбиноване термоелектране-топлане (ТЕ-ТО).

Понекад није изводљиво довести топлу воду из ТЕ-ТО постројења у стамбене блокове. У том случају граде се котларнице, које користе гориво за загревање воде која се употребљава у системима за грејање локалних зграда.

Коришћење фосилних горива интензивирало се услед индустријске револуције, која је почела крајем 18. века у Енглеској. Много хиљада година пре тога дрво, соларна енергија, ветар и вода били су најчешћи извори енергије, иако су се на неким местима већ користила фосилна горива.

У 2019. години, фосилна горива су доминирала и чинила су 80,9% укупног примарног енергетског снабдевања света, а њихова употреба је била следећа: 30,9% нафте, 26,8% угља и 23,2% природног гаса (сл. 3.1.5).

Слика 3.1.5 **Светска потрошња разних врста енергије, 2019. и 1973.**



Остали обновљиви извори енергије: ветар, соларна енергија, геотермална, нискотемпературна топлота итд.

Коришћење фосилних горива има два значајна недостатка. Прво, овај ресурс није неисцрпан, и светске залихе се све више смањују, нарочито резерве нафте и гаса. Друго, сагоревање природног гаса, нафте, а нарочито угља, ослобађа велике количине загађујућих супстанци и гасова са ефектом стаклене баште, који могу бити штетни за климу, животну средину и људско здравље. Повећана концентрација ових гасова узрокује пораст температуре на Земљи и доприноси другим климатским променама.

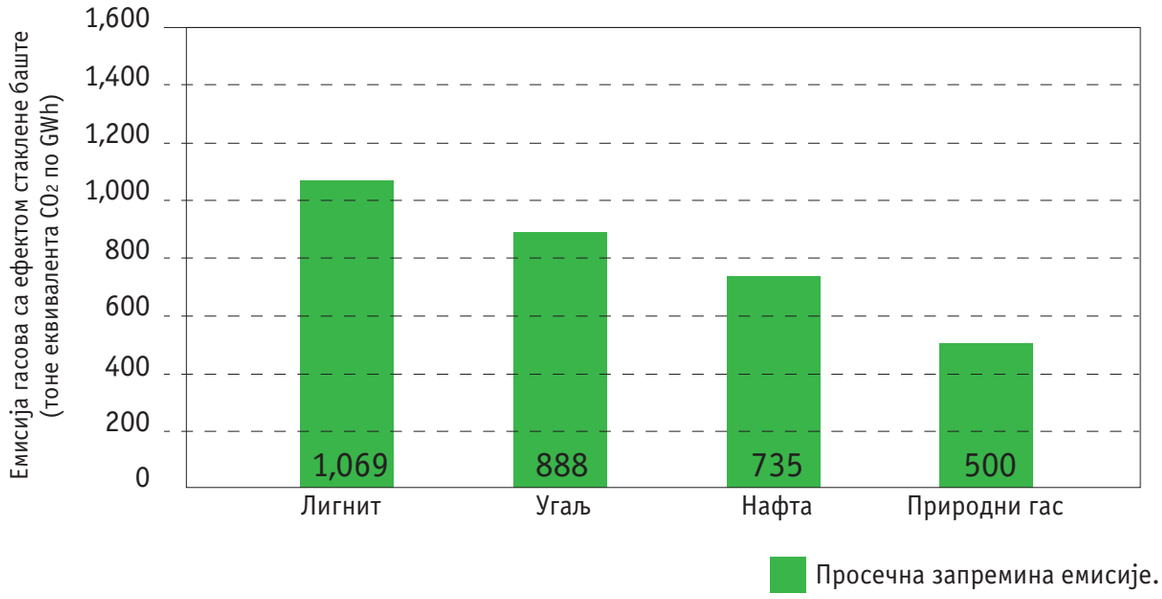
Када су људи почели да користе фосилна горива?

Постоје докази да су људи користили угаљ, лигнит и тресет у много даљој прошлости. У средњем веку угаљ се већ ископавао у многим местима у Европи. Постао је јефтинији од дрвета и све се више користио у свакодневном животу, чак и у сиромашним домовима. Али, пошто куће у то време нису биле опремљене димњацима, собе су биле испуњене оштрим димом, што је отежавало дисање. Потрошња угља је драстично порасла почетком индустријске револуције.

До 19. века, сваке године ископавало се 700 милиона тона угља. Тада се човечанство окренуло употреби нафте. Сирова нафта је позната од давнина. Међутим, почела је да се користи као гориво тек средином 19. века, након што је амерички хемичар Бенџамин Силиман открио да се керозин (врста горива) може добити прерадом сирове нафте. Нафтни бум који је уследио такође је покренут новим начином експлоатације нафте из бушотина, уместо дотадашњим копањем бунара. Природни гас је ушао у широку употребу као гориво тек у 20. веку.

Научне процене су показале да сагоревање фосилних горива за производњу енергије знатно повећава ефекат стаклене баште. Да би се спречиле климатске промене, мора се смањити потрошња фосилних горива и повећати употреба обновљивих извора енергије.

Слика 3.1.6 **Емисија гасова са ефектом стаклене баште насталих употребом различитих фосилних горива**



Табела 3.1 **Емисиони фактори зависни од горива**

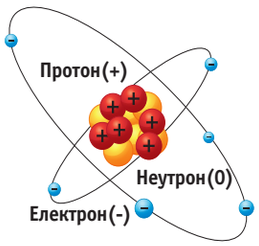
(g/GJ)				
Врста фосилног горива	Прашина	Угљен-моноксид (CO)	Азотни оксид (NO_x)	Сумпор-диоксид (CO_2)
Лигнит	3.254	89	183	1.361
Угаљ	1.203	89	292	765
Нафта	16	16	195	1.350
Природни гас	0.1	15	93	1

У јуну 2023. године, Влада Републике Србије усвојила је Стратегију нискоугљеничног развоја за период 2023–2030. године, са пројекцијама до 2050. године. Овај важан документ садржи низ корисних информација, укључујући националне циљеве за смањење емисија гасова са ефектом стаклене баште, као и конкретне политике и мере које треба предузети како би се ти циљеви остварили до 2030. године. Примена ове стратегије допринеће повећању употребе обновљивих извора енергије тамо где је то могуће, штедњи енергије и повећању енергетске ефикасности, као и осигурању да се Србија развија у складу са принципима одрживог развоја и очувањем националних ресурса.

3.1.4 Нуклеарна енергија

Нуклеарне електране готово да уопште не емитују гасове са ефектом стаклене баште. Могу ли оне бити решење у проблему климатских промена?

Научници су прешли дуг пут пре него што су омогућили коришћење нуклеарне енергије за производњу електричне енергије. Прво, утврђено је да се свака појединачна супстанца састоји од мноштва међусобно идентичних честица, које се називају молекули. Потом је утврђено да се молекули састоје од једног или од више атома. Супстанце чији су најмањи међусобно једнаки делови молекули јесу хемијска једињења. Супстанце чији су најмањи међусобно једнаки делови атоми јесу хемијски елементи. Хемијски елементи су према карактеристикама њихових атома сврстани у групе и периоде Мендељејевог система хемијских елемената.



У хемијским реакцијама од одређених молекула настају нови, другачији молекули, при чему долази до промене енергије хемијске везе. Током хемијске реакције енергија се може апсорбовати из околине или ослободити и емитовати у околину. Сагоревање фосилних горива је хемијска реакција током које се ослобађа топлота.

Међутим, и атоми имају унутрашњу структуру – састоје се од протона и неутрона, који заједно чине језгро атома, и електрона, који се налазе у електронском омотачу. Језгра неких хемијских елемената могу се распасти. Услед распада атомских језгара емитују се радиоактивне честице, односно радиоактивно зрачење, и ослобађа се велика енергија, која се може искористити.

Радиоактивност је део природе наше планете. У просеку, према подацима Међународне агенције за атомску енергију, глобална годишња доза радијације по појединцу износи око 2,4 милисиверта (mSv) годишње. Мале дозе зрачења су безопасне, а током еволуције и неопходне за људска бића и за целокупно природно окружење. Међутим, при већим дозама радијација постаје штетна, чак и смртоносна!

Године 1975. стручњаци у САД први су покушали да израчунају вероватноћу озбиљних несрећа у нуклеарним електранама. Открили су да се таква несрећа може догодити једном у 10.000 година. Па ипак, само четири године касније, таква несрећа се догодила у нуклеарној електрани Три Мајл Ајланду у близини града Харисбурга у САД. Непосредна штета од несреће процењена је на милијарду америчких долара, а индиректна штета на 100 милијарди америчких долара, мада је само неколико људи било погођено радијацијом. Седам година касније, догодила се несрећа у нуклеарној електрани у близини града Чернобил у бившем Совјетском Савезу, где су, такође, стручњаци инсистирали на томе да се то може догодити само једном у 10.000 година. Клаус Таубе, некадашњи директор немачке компаније Интератом, изјавио је да се било какве статистичке процене вероватноће несреће која би довела до топљења нуклеарног горива морају сматрати псеудонаучним бесмислицама.

Човечанство је научило да контролише нуклеарне реакције и користи енергију која се ослобађа у тим реакцијама. Нуклеарне реакције се одвијају у нуклеарним електранама. Нуклеарна електрана користи сложени процес радиоактивног нуклеарног распада као извор енергије. Огромна количина енергије може се добити из мале количине нуклеарног горива, без емисије гасова са ефектом стаклене баште у атмосферу. У погледу утицаја на климу, нуклеарна енергија је веома сигурна, мада треба имати на уму да се приликом припреме уранијума за употребу у нуклеарним електранама троши много енергије и емитује велика количина гасова са ефектом стаклене баште.

Основни проблем нуклеарних електрана је нуклеарни отпад. Новонастала језгра приликом нуклеарних реакција такође могу бити радиоактивна, и даље се распадати. Она нису употребљива као гориво, нити се могу вратити у природно окружење, јер су радиоактивна. Научници су свесни тог проблема и пажљиво разматрају могућности у вези са различитим начинима одлагања нуклеарног отпада. У току је реализација пилот пројеката са новом генерацијом нуклеарне технологије, у којој се нуклеарни отпад из постојећих електрана користи као улазно гориво у напредним горивним циклусима. Поред тога, у току је обећавајуће истраживање малих модуларних нуклеарних реактора, који би можда могли директно да снабдевају градове енергијом. Ако би ове методе функционисале савршено, како је и планирано, заиста би се могло рећи да су нуклеарне електране потпуно безопасне. Међутим, ситуација у пракси није једноставна. Опасности повезане са употребом нуклеарне енергије, које остају и након затварања нуклеарне електране, довеле су до расправе о томе да ли треба и даље развијати нуклеарне електране или их забранити.

Експлозија у нуклеарној електрани у Чернобилу 26. априла 1986. шокирала је свет. Много људи је погинуло а много је и озбиљно повређено. Око 5 милиона хектара земље (површина једнака површини Словачке) постало је неупотребљиво за пољопривреду. Око места несреће створена је зона забране приласка од 30 km у пречнику, а стотине малих насеља морало је бити напуштено и уништено.

Прошло је много година, а пројектанти нуклеарних електрана сада тврде да се грешке из прошлости не могу поновити, јер је у међувремену осмишљена нова и унапређена опрема.

Међутим, у тренутним условима, када клима пролази кроз велике промене, није могуће предвидети какве се неочекиване природне катастрофе могу догодити. Приликом изградње нуклеарних електрана у Јапану узета је у обзир честа појава земљотреса у тој земљи. Ипак, 11. марта 2011. снажан земљотрес и цунами изазван земљотресом довели су до пада свих система за уобичајено, као и ванредно, хлађење језгра реактора у нуклеарној електрани Фукушима и уследиле су експлозије. Велика количина радиоактивног материјала том приликом излила се у море и емитовала у ваздух, а ефекат се осетио у многим земљама. Ниво радијације на обали на којој се налази нуклеарна електрана Фукушима-1 је чак три године након несреће премашивао прихватљиве вредности радиоактивности за више од 100 пута. Чак 80.000 људи морало је да се исели са тог подручја. Упркос уверавањима јапанских власти да се ситуација стабилизовала, више радиоактивних супстанци доспело је у подземне воде испод електране. У наредне две године након несреће дошло је до цурења из резервоара са радиоактивним материјалом, као и до пораста радиоактивности.

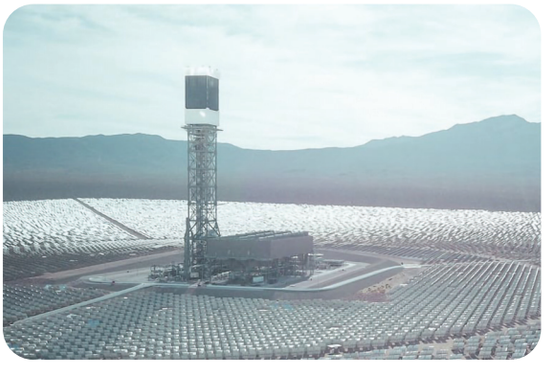
Нуклеарна енергија је моћна енергија, али је и опасна и скупа. Разарања која она може изазвати, ако се отргне контроли, указују на висок безбедносни ризик и упитну исплативост. Ипак, у последње време повећано је интересовање за нуклеарну енергију због брзо растуће потражње за електричном енергијом и потребе да се смање емисије угљен-диоксида из неких садашњих најчешће коришћених начина производње електричне енергије.

3.1.5 Обновљиви извори енергије

Као што смо већ видели, обновљиви извори енергије користе природне процесе и ресурсе који су или готово неисцрпни или се релативно брзо и природно обнављају. Они укључују Сунчево зрачење, ветар, ток воде, плиму и осеку и топлоту из Земље. Ове врсте енергије често се називају „алтернативним“ или „зеленим“, јер, за разлику од фосилних горива, верује се да нису штетне по животну средину и климу. У обновљиве изворе енергије спада и биомаса, иако је она посебан случај, из различитих разлога.

На местима на којима су доступни обновљиви ресурси сада је јефтиније изградити електрану користећи такве ресурсе него електрану која користи фосилна горива. На пример, у супсахарској Африци, земље остварују своје разноврсне енергетске и климатске циљеве углавном из обновљивих извора енергије, која сада чини 85% укупне производње енергије. Масовно интензивирање коришћења обновљивих извора енергије чини вероватним да ће емисије CO_2 достићи врхунац 2025. године и након тога се смањити. Поред тога, током 28. глобалне климатске конференције[13] 133 светска лидера су се 2023. године потписивањем *Обећања о глобалним циљевима у области обновљивих извора енергије и енергетске ефикасности* обавезали да ће до 2030. године утростручити употребу обновљивих извора енергије, дуплирати напоре на побољшању енергетске ефикасности, коју ће увек постављати на прво место када буду одлучивали о својим националним политикама.

Слика 3.1.7 **Постројење за производњу биогорива из биомасе и соларна електрана**



Стручњаци су припремили различите сценарије за развој коришћења обновљивих извора енергије у будућности. У најповољнијем сценарију, удео енергије из обновљивих извора у примарном снабдевању мора порасти са 16% у 2020. години на 77% у 2050. години да би пораст глобалне температуре остао испод 1,5 °C. Важно је да 80% потребног смањења емисија за постизање овог циља може произаћи из утростручења капацитета обновљиве енергије и удвостручења побољшања енергетске ефикасности.

Побољшања технологије, растућа тржишта и климатске политике заједно су помогли у снижавању трошкова за добијање енергије из обновљивих извора и њеном светском ширењу, чак и упркос растућим трошковима за материјале и опреме. Кина је била један од покретача глобалног смањења трошкова за соларне фотонапонске системе и копнене ветроелектране, пре свега, због величине свог тржишта.

[13] COP 28 односно 28. Конференција уговорних страна Оквирне конвенције УН о промени климе одржана је у Дубаију, у Уједињеним Арапским Емиратима, у периоду од 30. новембра до 12. децембра 2023. године.

Табела 3.2 **Упоређивање трошкова за различите технологије за искоришћавање обновљивих извора**

Извор	Укупни инсталирани трошкови (2022 USD/kW)			Фактори капацитета %			Нивелисани трошак електричне енергије (2022 USD/kWh)		
	2010	2022	Промена (%)	2010	2022	Промена (%)	2010	2022	Промена (%)
Биомаса	2 904	2 162	-26%	72	72	1%	0.082	0.061	-25%
Геотермална енергија	2 904	3 478	20%	87	85	-2%	0.053	0.056	6%
Хидроенергија	1 407	2 881	105%	44	46	4%	0.042	0.061	47%
Соларна PV	5 124	876	-83%	14	17	23%	0.445	0.049	-89%
Концентрисана соларна енергија (CSP)	10 082	4 274	-58%	30	36	19%	0.380	0.118	-69%
Копнени ветар	2 179	1 274	-42%	27	37	35%	0.107	0.033	-69%
Offshore ветар	5 217	3 461	-34%	38	42	10%	0.197	0.081	-59%

Напомена о терминима: Укупни инсталирани трошкови: трошак за изградњу електране; фактор капацитета: однос између стварно произведене електричне енергије електране у одређеном периоду и максималне могуће производње за исти период; нивелисана цена електричне енергије: просечна цена добијене електричне енергије за генератор током његовог века трајања; CSP: концентрована соларна енергија; Solar PV: соларни фотонапонски панели.

Пре више од сто година, Никола Тесла је предвидео потребу за чистом и, по животну средину, безбедном електричном енергијом. Његов систем наизменичне струје је стандард електричне енергије у данашњем свету. Наизменична електрична струја омогућава пренос електричне енергије на велике удаљености без великих губитака и могуће ју је добити из обновљивих извора. Прва велика електрана на свету заснована на Теслином систему изграђена је на Нијагариним водопадима 1895. године.

Сунце

Сунце је извор енергије који је сама природа обезбедила за стварање живота на Земљи. Па зашто да не истражимо начине директне употребе Сунчеве енергије? Сунчево зрачење греје сваки квадратни метар Земље просечном снагом од око једног киловата.

Свака соба која има прозоре постаје топла када Сунце сија. Ако вам Сунце сија кроз прозор, а унутра је прилично хладно, отворите завесе и обришите прашину са прозорског стакла – Сунчево зрачење ће унети више топлоте у вашу собу. Некада давно, у европским селима, користили су се дрвени капци за прозоре. Дању би се отварали, да светлост испуни просторије, а ноћу би се затварали, како би се задржала топлота у кући.

С напретком науке, откривене су боље технике за „коришћење енергије Сунца“.
Постоје два основна начина коришћења Сунчеве енергије.

Јединице за мерење електричне снаге

Watt: јединица снаге; Један ват је рад од једног џула извршен током једне секунде.

- **1 watt (W):** снага предајника у стандардном мобилном телефону.
- **1 киловат (1 kW=1.000 W):** снага малог грејача, приближно једнака загревању једног квадратног метра земље Сунчевим зрачењем у подне.
- **1 мегават (1MW=1.000 kW):** железничке локомотиве имају просечну снагу између 3 и 10 мегавата.
- **1 гигават (1GW=1.000 MW):** снага највећих постројења за производњу електричне енергије на свету обично се мери у гигаватима.
- **1 терават (1TW=1.000 GW):** снага удара грома.
- **1 џул (J):** јединица енергије, рада, као и количине топлоте.

Соларни колектори користе енергију Сунца. Вода протиче кроз цеви унутар колектора и греје се (уместо воде понекад се користе ваздух или антифриз). Такви колектори се користе за грејање зграда и за снабдевање топлом водом.

Соларни панели (фотонапонски панели) још један су од широко коришћених начина прикупљања и складиштења соларне енергије. Изграђени су од соларних ћелија које претварају Сунчеву светлост у електричну енергију. Претварање Сунчеве енергије у електричну енергију у соларним ћелијама назива се фотонапонска конверзија Сунчевог зрачења. Познати су нам калкулатори који користе соларне ћелије и баштенски лампиони, који током дана прикупљају енергију и ноћу дају светлост. Велике електране на соларну енергију – такозвани „соларни паркови“ – раде по истом принципу.

Соларни колектори
се постављају на кровове кућа под углом у односу на хоризонт једнак географској ширини места на коме се користе.

Соларне ћелије се, такође, могу користити за напајање различитих превозних средстава: чамаца, аутомобила, па чак и авиона! У Италији и Јапану соларне ћелије су инсталиране на крову возова и служе за производњу електричне енергије за климатизацију, осветљење и алармне системе.

Главне предности соларне енергије су у томе што је она бесплатна и доступна, неисцрпна и безбедна. Соларне инсталације не емитују гасове са ефектом стаклене баште нити загађујуће материје, тако да је овај начин добијања енергије без опасности по климу.

Соларна енергија: топла вода плус електрична енергија

Употреба Сунчеве енергије за производњу енергије дуго је била уобичајена пракса у земљама са топлијом климом. У климатски топлим подручјима, на крововима кућа често можемо видети резервоаре са водом, који се греју Сунчевом енергијом и користе се за свакодневне потребе. У Израелу, свака зграда је опремљена соларним плочама за грејање воде. Град Фрајбург у Немачкој је пример како се може искористити соларна енергија за испуњавање свих енергетских потреба града. Слични примери све су чешћи широм света.

Недостаци соларне енергије су зависност од временских прилика и доба дана, као и високи трошкови израде соларних ћелија, због употребе ретких елемената приликом производње соларних панела (напомињемо да се соларне ћелије масовно производе од силицијума, који је други по заступљености елемент у Земљиној кори, при чему силицијум није редак елемент). Међутим, нове технологије убрзано смањују трошкове соларних инсталација и проширују подручја њихове примене.

Недавни подаци показују да је цена енергије из обновљивих извора пала за 80% од 2010. године, што је довело до брзог раста коришћења соларне енергије за производњу електричне енергије широм света. Постоје проблеми који се односе на одлагање искоришћених соларних ћелија, због садржаја одређених токсичних материјала. Тржиште за рециклажу соларних панела још није оформљено, а панели имају рок употребе од неколико деценија.

Други недостатак је потрошња енергије и велике количине чисте воде за производњу соларних панела. Дизајнери раде на новим соларним ћелијама, које имају мањи негативан утицај на животну средину, а произвођачи се труде да развију системе за одлагање и рециклирање искоришћених панела.

Соларна енергија након заласка Сунца?
Колико су велике највеће соларне електране на свету?
Шта је са соларном енергијом након заласка Сунца?

Највећа соларна електрана је Талатан ПВ у Кини, са соларним парком који се простире на 609,6 km². На тако великом простору велика је инсталисана снага електране – гигантских 9 GW, што доприноси просечној годишњој производњи електричне енергије од 9.600 GWh. Али електрана Талатан ПВ није само један од водећих светских примера како будућност обновљиве енергије изгледа – она је студија случаја како соларне електране могу трансформисати географске и економске перспективе подручја у корист људи.

Друга по величини соларна термална електрана на свету такође је у Кини (Соларни парк Мидонг, од 3,5 GW), а трећа, саграђена 2022. године, јесте Соларни парк Бхадла, у округу Џодпур у Раџастану, у Индији. Соларни парк Бхадла је соларна електрана снаге 2,25 GW и по површини је највећа соларна електрана на свету, јер обухвата скоро 14.000 хектара земљишта. Изградња Соларног парка Бхадла коштала је 1,4 милијарде долара. Које су њене предности? Помаже у смањењу зависности Индије од увозних фосилних горива. У руралним подручјима, соларна енергија пружа много здравији и сигурнији извор унутрашњег осветљења од керозина. Поред тога, соларне електране попут Соларног парка Бхадла подстичу економски раст и стварање радних места у околним подручјима.
Електрана Солана налази се око 100 km југоисточно од града Феникс у Аризони, у САД. Из Сунчевог зрачења може да произведе до 280 MW снаге и једна је од најмоћнијих светских соларних електрана које користе технологију параболичних огледала. Али оно што овај комплекс чини посебним није његова величина, већ његова способност да настави производњу електричне енергије шест сати након што Сунце зађе, помоћу посебних резервоара који задржавају топлоту. Ово је драгоцена особина, јер је време након заласка сунца време највеће потрошње електричне енергије у региону.

Једна од првих соларних електрана у Србији, под називом „Соларис 1“, налази се у селу Велесница поред Кладова. Први зелени киловати из ове електране стигли су до домова крајем 2013. године. Следеће године је проширена још једним блоком једнаке снаге, названим „Соларис 2“, чиме је инсталисана снага достигла скоро 2 MW. Соларис 1 и Соларис 2 покривају површину од 4,5 хектара, а 8.464 соларна панела заузимају површину од 13.600 m2. У овој соларној електрани годишње се произведе између 2,6 и 2,8 милиона kWh електричне енергије.

Многи стручњаци виде соларну енергију као енергију будућности и као једну од главних алтернатива конвенционалним изворима енергије. Владе многих земаља подржавају развој соларне енергије, а приватне компаније улажу велике суме новца у изградњу соларних електрана. Кина је глобални лидер у области искоришћавања обновљивих извора енергије, са скоро половином укупног глобалног капацитета ветра и соларне енергије, за којом следе САД и Индија. Иако није позната као земља са великим бројем сунчаних сати, Немачка је међу водећим земљама света у развоју соларне енергетике. Међу водећим земљама су и Шпанија, Шведска, Костарика, Исланд, Италија, Француска, Јапан, Кенија, Мароко, Нови Зеланд, Норвешка, Уругвај и Велика Британија. Овај списак показује да соларна енергија постаје све важнија за развијене земље и земље у развоју, као и за економије које се појављују. Соларна енергија помаже у обезбеђивању модерних, али јефтиних енергетских услуга за удаљена села у земљама у развоју, која нису прикључена на електроенергетску мрежу.

Ветар

Ветар је још један од често коришћених обновљивих извора енергије. Када је реч о искоришћавању енергије ветра, оно је могуће јер се механичка енергија (кинетичка енергија – енергија кретања) може претворити у електричну. Минијатурне ветрењаче и играчке покретане ветром забавне су за игру, али ако се изграде огромне ветрењаче у ветровитом подручју, ротација турбина може произвести електричну енергију за јавну употребу.

Ветрењаче су се користиле од давнина, али постале су посебно популарне у средњовековној Европи. Дуго су ветрењаче, као и воденице, биле једине машине познате човечанству. Ветрењаче су углавном коришћене за млевење кукуруза у брашно, прераду дрвета или за наводњавање. У Холандији су ветрењаче црпеле воду из земље која је добијена повлачењем мора, како би се могла користити за пољопривреду.

Савремене ветроелектране функционишу на истом принципу као ветрењаче.

Ветрењаче се обично налазе у приобалним подручјима, у којима дувају стални ветрови, а однедавно се изграђују и на мору и на копну. Такозване „офшор ветроелектране“ сада се граде на удаљености 10–12 km или више од обале. Торњеви ветрењача постављени су на темељима од шипова који су побијени у морско дно до дубине од 30 m. Најновије технологије усмерене су на изградњу ветротурбина на плутајућим платформама.

Највећи ветропаркови инсталирани на мору

Два пројекта ветроелектрана на мору на источној обали Енглеске сада су међу највећим пројектима у свету. Укључују 1,32 GW Hornsea 2 и 1,2 GW Hornsea 1, који чине највећу ветроелектрану на мору у свету. Hornsea 2 заузима 462 km² и може да снабдева струјом више од 1,3 милиона домаћинстава. Заједно, Hornsea 1 и 2 могу да снабдевају струјом 2,5 милиона домаћинстава. Планирани пројекат Hornsea 3, од 2,8 GW, требало би да буде у функцији у наредних неколико година. Још један пример је Greater Changhua, са инсталираном снагом од 900 MW, што га чини највећом и првом ветроелектраном на далеком мору на Тајвану.
Ова ветроелектрана на мору у великој мери подржава брзи развој обновљиве енергије на Тајвану и обезбеђује зелену енергију неопходну за постизање циља нулте емисије.

Велика ветроелектрана може да се састоји од неколико стотина турбина, које се простиру на великој територији (до неколико стотина квадратних километара). Ветроелектране су повезане на електроенергетску мрежу земље и производе електричну енергију која се преноси на велике удаљености. Мање ветроелектране или самосталне ветротурбине могу се користити за снабдевање електричном енергијом у удаљеним окрузима или за напајање малих објеката.

У 2022. години, ветроенергија је обезбедила више од 2.100 TWh електричне енергије, што је било преко 7% светске производње електричне енергије, и више од свих осталих извора обновљиве енергије заједно. То је брзо растући извор енергије, јер се патентирају нове, напредније технологије, које омогућавају ефикасније коришћење енергије ветра.

Удео енергије ветра и Сунца стално расте (+1,5% у 2022); достигао је 12,2% енергетског доприноса за производњу електричне енергије у 2022. години. Стручњаци Међународне агенције за енергију предвиђају да ће удео енергије ветра и соларне енергије расти још брже у текућој деценији и заједно би могли да произведу до 18% светске електричне енергије до 2026. године. Уз хидроенергију, удео енергије ветра и соларне енергије (познатих и као променљиви обновљиви извори енергије) достићи ће 37% до 2026. године.

Енергија ветра већ има важну улогу у неким европским земљама. У Данској, на пример, ветроелектране производе више од 50% укупне електричне енергије.

Слика 3.1.8 Ветроелектране у Канзасу, САД (прва слика) и Аустрији (друга слика)

Вода

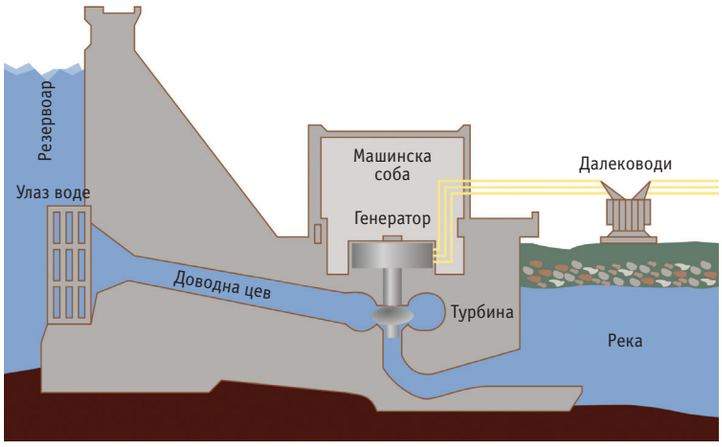
Енергија водотокова може се користити на више начина.

Најчешћа употреба воде за производњу енергије је путем **хидроелектрана,** које раде на истом принципу као и старе воденице: ток реке покреће турбину, која производи електричну енергију.

У планирању коришћења хидроенергије, нарочито из мањих водотокова, потребно је водити рачуна о утицајима климатских промена на хидропотенцијал. Услед повећања суша, многи водотокови су угрожени и може се десити да се не остваре планирани циљеви. Такође, истовремено појачање екстремних падавина може довести до прерасподеле у расположивости воде – са једне стране, да је буде превише, а са друге, недовољно. Стога је веома важно узети у обзир утицај климатских промена у сврху управљања водама за производњу електричне енергије, али и за друге намене, као што је наводњавање.

Ово звучи једноставно, али хидроелектране имају својих недостатака. Да бисте створили моћну и ефикасну хидроелектрану (ХЕ), морате изградити високу брану, тако да се сва снага реке искористи за ротирање лопатица турбине. Изградња такве бране нарушава природни екосистем реке: може изменити микроклиму реке, нанети штету животињама и биљкама које настањују реке или их уништити. Дакле, изградњи хидроелектране мора се приступити веома пажљиво, а пажњу посебно треба обратити на очување животне средине. Одржавање великих брана такође захтева сталну пажњу: ако несрећа проузрокује пуцање зида бране, бујица воде нагло ће испунити долину реке, бришући све на свом путу и пробијајући обале реке километрима низводно. На пример, услед пуцања бране хидроелектране Бантсао, 1975. године у Кини, погинуло је више од 200.000 људи (26.000 према званичним изворима).

Слика 3.1.9 **Схема хидроелектране и бране**



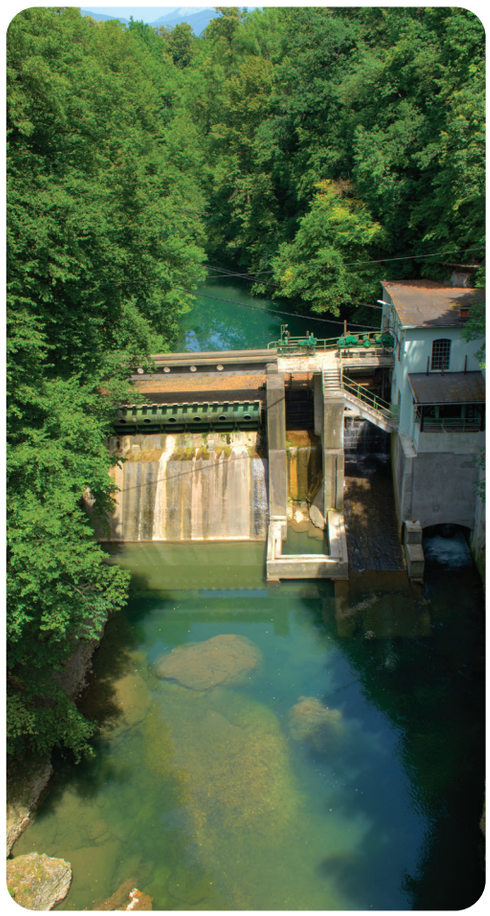
Мале хидроелектране могу радити без бране (сл. 3.1.9). Граде се на малим рекама или чак на потоцима, и складиште енергију у батеријама. Оне имају ограничену снагу, али задовољавају потребе малих фарми или су од користи за обављање основних делатности у резерватима за дивље животиње, који се налазе поред тих река.

Хидроелектране су безбедније за климу од термоелектрана, а трошкови за производњу електричне енергије у једној хидроелектрани чине око половине трошкова у термоелектрани. Због тога многе земље покушавају да повећају потенцијал својих река за производњу енергије. У неким земљама, у хидроелектранама се обезбеђује 90% или чак 100% укупно произведене електричне енергије (Етиопија, Бутан, Албанија, Јужна Џорџија и Јужна Сендвичка Острва, Непал, Парагвај, Исланд, Костарика, према подацима Међународне агенције за обновљиву енергију за 2022. годину).

Кина се снажно залаже за производњу електричне енергије у хидроелектранама. У Кини је изграђена скоро половина од укупног броја малих хидроелектрана на свету, као и највећа хидроелектрана на свету – постројење „Три клисуре“, на реци Јангце, капацитета од 22,5 GW (сл. 3.1.10). Изградња још веће хидроелектране, по имену „Гранд Инга“, капацитета 39 GW, планирана је на реци Конго, у Демократској Републици Конго у Африци. Бразил и Канада такође су водећи произвођачи хидроенергије.

Слика 3.1.10

Мала хидроелектрана на реци Кокра (Словенија)



Слика 3.1.11

Хидроелектрана „Три клисуре“ (Кина)

Слика 3.1.12

Брана „Јасирета“ на реци Парана (Парагвај, Аргентина)

Хидроелектране у Србији производе око 11.150 GWh годишње, што је око 32,5% од укупне годишње производње електричне енергије, када је реч о 2018. години. Тај проценат је приближно двоструко већи од светског просека, који износи 15,9%. Прва српска хидроелектрана „Под градом“, у Ужицу, на реци Ђетињи, пуштена је у рад 1900. године. Производња је обустављена 1970. године, затим је поново покренута 2000. године, а чак и данас се по потреби прикључује на електричну мрежу. Ова хидроелектрана била је прва у Европи, а друга у свету која је започела производњу по Теслиним принципима наизменичних струја. Највећа хидроелектрана (ХЕ) у Србији је ХЕ „Ђердап 1“, инсталисане снаге око 1.000 MW и просечне годишње производње електричне енергије од око 5.636 GWh. Затим следе ХЕ „Бајина Башта“ и ХЕ „Ђердап 2“.

Електране на таласе користе енергију таласа у океану, плутајући на површини морске воде и крећући се горе-доле. На тај начин је искоришћена снага океана, које су се морнари у прошлости толико плашили. Снага таласа је неколико десетина пута већа од снаге ветра.

Експерименти у којима се користи енергија таласа извођени су од краја 18. века: први патент за млин који је покретан снагом таласа пријављен је 1799. године. Али много је времена прошло пре него што се овај облик добијања енергије могао употребити у значајнијој мери.

Прва електрана на таласе званично је отворена 2008. године, у португалској регији Агукадоура, на удаљености 5 km од обале. Електрана има снагу од 2,25 MW. Још једна велика електрана на енергију таласа са упоредивом снагом јесте „Сотенес“, у Кунгсхамну, у Шведској. Постројење се састоји од 36 претварача таласне енергије, са укупно инсталираном снагом од скоро 3 MW.

Руска компанија је 2013. године представила дизајн првог руског система за производњу електричне енергије из енергије таласа. Систем је намењен масовној производњи.

Електране на плиму и осеку користе необичан феномен плиме и осеке. Све планете, звезде и друга небеска тела међусобно делују гравитационим силама и утичу једни на друге. Земља се окреће око Сунца и око своје осе, Месец се окреће око Земље, те се међусобни положаји Сунца, Земље и Месеца стално мењају. Промена положаја Сунца, Земље и Месеца има утицаја на воду у океану. Брана се гради на месту где је плима врло изражена. У почетку она спречава улазак воде у залив, све док ниво воде не буде близу максимума. Онда се вентил отвара и океанска вода се стропоштава снажно покрећући ротор. У моменту када се ниво воде са обе стране бране изједначи, вентил се поново затвара. Када наступи период осеке и океан се потпуно повуче, заробљена вода тежи да изађе из залива и, излазећи ка океану, поново окреће ротор.

Електрана на плиму и осеку у Рансу, у Бретањи у Француској, најстарије је постројење за ову врсту енергије на свету. Од 1967. године, била је и највећа електрана на плиму и осеку по инсталисаној снази, док је јужнокорејска Електрана на плиму и осеку Језеро Сихва није престигла 2011. године. Електрана у Рансу има 24 турбине, које достижу врхунску излазну снагу од 240 MW и просечно 57 MW, са степеном искоришћења од приближно 24%. Са годишњом производњом од приближно 500 GWh, она обезбеђује 0,12% потражње за електричном енергијом Француске. Процењени трошак производње електричне енергије износи 0,12€/kWh. Разлика у нивоу воде између плиме и осеке у овом делу Француске у просеку износи осам метара, а може достићи и 12 m.

Геотермална енергија

Геотермална енергија користи топлоту коју производи Земља. Не може се строго назвати „обновљивом“, али количина топлоте у дубинама наше планете је огромна. Доказ складиштене енергије у Земљи је видљив у подручјима вулканске активности, у којима се понекад уздиже топла, подземна вода кроз пукотине на Земљиној површини и повремено шикља у облику млазева воде и паре стварајући „гејзире“.

Бушотина допире до врућих подводних језера и њихова вода се користи за грејање или производњу електричне енергије, као и за снабдевање топлом водом (под условом да је хемијски састав воде погодан за такву употребу). Посебна тешкоћа код хидротермалне енергије јесте та да се коришћена вода мора вратити у земљу, пошто често садржи хемикалије које би биле штетне ако би се испустиле у реке и језера. Додатни проблем је што употреба воде из подземних језера, стварањем шупљина испод површине земље, изазива њено пропадање.

Још једна могућност је да се обична вода са површине пумпа кроз бушотину у вруће зоне, у којима се загрева захваљујући „природном котлу“. Када се вода загреје до тачке кључања, у виду паре се враћа на површину, кроз суседну бушотину. Реч је о петротермалној енергији. Петротермални пројекти развијени су у САД, Аустралији, Јапану, Немачкој и Француској.

Најмоћнија и најпознатија група геотермалних електрана налази се северно од Сан Франциска, у САД. Зове се „Гејзири“ и састоји се од 18 геотермалних електрана укупне инсталисане снаге 1.590 MW.

На Филипинима и Исланду, земљама природно богатим великим, активним вулканима, геотермалне електране производе отприлике једну четвртину електричне енергије. Нови Зеланд, Индонезија, Јапан и Италија такође у великој мери користе геотермалну енергију.

Слика 3.1.13

Цев на геотермалној електрани

Процењена укупна количина топлоте која се налази у геотермалним водама Србије двоструко је већа од количине топлоте која би се добила сагоревањем свих наших резерви угља. Геотермални потенцијал огледа се у великом броју бања и природних извора са температуром воде већом од 30 °C. Реч је о интензитету двоструко вишем од европског просека, чије се вредности крећу од 80 до 120 mW/m^2. Извори са највишом температуром су Врањска Бања (96 °C), Јошаничка бања (78 °C), Сијаринска бања (72 °C), Куршумлијска бања (68 °C) и Новопазарска бања (54 °C). Међутим, снага свих постојећих геотермалних бушотина у Србији је само око 160 MW, од чега се тренутно користи око 100 MW. Кад је посреди регионална подела, региони Мачве и Врања показују највећи геотермални потенцијал.

Процене показују да је у региону Мачве могуће користити око 150 MW геотермалне енергије у производњи хране, цвећарству и у пољопривредној производњи. Хемијски састав геотермалне воде је повољан за директну употребу.

Врањска Бања добија воду из већ постојећих бунара, који се налазе на дубини од 1.600 m, и има температуру до 120 °C. Тренутно се користи само десет процената те енергије, док остатак топле воде одлази у Мораву. Врањска Бања има систем за дистрибуцију топле воде на који су повезани хотели, школа, здравствени дом и Центар за рехабилитацију и лечење.

Нискотемпературни извори топлоте

Фрижидери функционишу на основу неколико фундаменталних принципа термодинамике и других закона физике. Примарни механизам њиховог рада ослања се на следећу поставку: течни агенс за хлађење (хладњак) ефикасно апсорбује топлотну енергију из унутрашњости фрижидера. Након тога, компресор активно усисава и компримује расхладну течност под повишеним притиском, измештајући га у спољашњост фрижидера, где се, у складу са законима термодинамике, апсорбована топлота расхладне течности предаје ваздуху просторије. Управо због овог процеса, спољашњи задњи део фрижидера постаје топао на додир, што указује на пренос топлоте из фрижидера у околину.

Стога је од суштинског значаја да се фрижидер постави на локацији која омогућава ефикасан пренос топлоте у околни ваздух, далеко од извора топлоте и директног Сунчевог зрачења. Циљ овог дизајна је оптимизација топлотне ефикасности уређаја, задржавањем ниских температура унутар фрижидера при истовременом елиминисању вишка топлоте из система.

Принцип рада фрижидера може се применити и у обрнутом смеру, што омогућава реализацију топлотних пумпи. Топлотне пумпе су уређаји који апсорбују топлотну енергију из релативно хладнијих извора (као што су ваздух, вода или земља ниског термалног профила) и преносе је у жељени простор, повећавајући његову температуру. Ово је могуће због способности топлотних пумпи да преносе топлоту против природног смера преноса топлоте, што захтева улагање енергије.

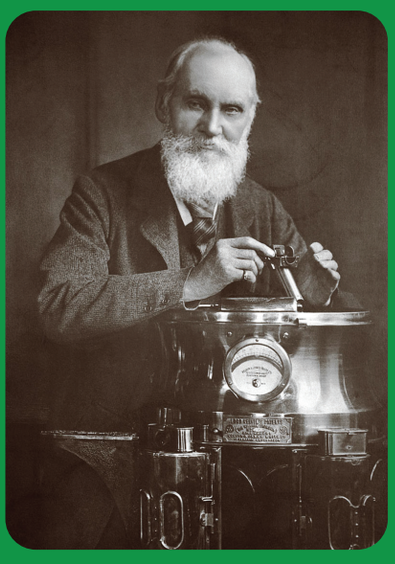
Иако топлотне пумпе нуде знатне предности у смислу енергетске ефикасности и смањења угљеничног отиска, оне су ограничене по питању максималне температуре загревања, обично 50–60 °C. Стога се сматрају допунским, а не искључивим изворима енергије за грејање.

Научна заједница препознаје топлотне пумпе као кључну технологију у сценаријима преласка ка нултим емисијама до средине века. Захваљујући њиховој способности да искоришћавају обновљиве изворе енергије и остварују значајне добитке у енергетској ефикасности, очекује се експоненцијални раст њихове употребе.

У Европи је забележен знатан пораст продаје топлотних пумпи, подстакнут побољшањима у технологији и смањењем трошкова, у комбинацији са све приступачнијим системима за производњу електричне енергије на бази соларних панела, што додатно подстиче њихову интеграцију као економичног извора енергије за грејање.

Концепт топлотних пумпи развио је у 19. веку британски научник Вилијам Томсон (Лорд Келвин), а накнадно га је усавршавао Аустријанац Петер Ритер вон Ритингер.

Ипак, најважнија практична примена топлотних пумпи развијена је тек касније, у 20. веку. Проналазач, Р. Вебер, који је вршио експерименте са комором за замрзавање, дотакао је врућу цев коморе и запитао се како се та топлота може искористити. Помислио је да би врућу цев могао да искористи за загревање воде, али таква примена је производила превише топле воде, па је уместо тога искористио ту топлоту да загреје ваздух у кући. Тада је овај изумитељ пронашао начин да искористи топлоту из земље. Продао је стару пећ на угаљ, који његовој породици више није био потребан након изума топлотне пумпе!



Британски физичар Вилијам Томсон (Лорд Келвин)

Топлотне пумпе постају све чешћи начин грејања зграда. Према ценама енергије у Србији, грејање топлотним пумпама је много економичније од грејања на електричну енергију, природни гас или пелет. Постоји неколико врста топлотних пумпи, од којих су најчешће:

Топлотне пумпе вода/вода, које користе топлоту подземних вода, па је неопходно бушити бар два бунара, чија дубина зависи од нивоа подземних вода. Ово решење није практично у градовима, или за мање објекте. Због високе ефикасности и значајних улагања, обично се примењује у већим зградама. Може се применити без помоћног система грејања.

Топлотне пумпе ваздух/вода, које хладе спољни ваздух, користећи ову енергију за загревање воде, која се може користити за грејање простора или санитарне воде. Такав систем је мање ефикасан од топлотних пумпи вода/вода и мора се обезбедити помоћни вид грејања. Међутим, лако га је инсталирати, може се применити и у градовима, а трошкови инсталације су мањи у односу на претходну категорију.

Топлотне пумпе ваздух/ваздух, које хладе спољни ваздух и ту енергију користе за загревање ваздуха у кући. Познате су и као инвертер клима-уређаји. Овај систем има исте недостатке као и топлотне пумпе ваздух/вода, јер се за наше климатске услове мора обезбедити помоћни вид грејања. Инвестиција је релативно мала, а систем је лако инсталирати.

Биомаса

Фотосинтеза је сложен биохемијски процес који се одвија у биљкама (али и понеким бактеријама и алгама) и који подразумева трансформацију светлосне у хемијску енергију и њено чување у виду молекула шећера. Кључни састојак за успешност овог процеса, поред воде и сунца, јесте угљен-диоксид. На тај начин, угљен-диоксид остаје „заробљен“ у биљци док га поново не испустимо, рецимо паљењем дрвета у камину или логорској ватри. Дрвеће је радило за нас, чувајући енергију за живота и предајући је нама након сече и паљења.

Природи је било потребно неколико стотина милиона година да створи фосилна горива, због чега се она, у односу на брзину којом их ми користимо, сврставају у необновљиве изворе енергије. Са друге стране, гориво из биомасе може се лако обновити: ако посечемо старо дрво за гориво, на његово место можемо посадити друго, које ће за неколико година израсти у ново дрво. Неке биљке и пољопривредне културе које се користе као гориво расту током једног лета или још брже.

Али, размислимо: многима од нас је било топло и пријатно док смо седели око логорске ватре или гледали ватру која плеше у отвореној пећи, али колико смо дрвећа засадили да надокнадимо то дрво? Једноставно је посећи шуме и искористити дрво. Али колико често се ново дрвеће сади како би се надокнадила посечена стабла? Од виталног је значаја да то радимо!

Нису само дрвећа та која се могу користити као гориво. Делови биљака који се генерално сматрају отпадом такође су добри за гориво. На пример, љуске различитих биљака, слама или коштице воћа. Током свог живота биљке апсорбују приближно исту количину угљен-диоксида колико испуштају приликом спаљивања. Ако би увенуле у природном окружењу, отприлике иста количина угљен-диоксида испуштала би се постепено, кроз процес труљења, као она емитована њиховим сагоревањем. Биомаса је релативно сигуран извор енергије, али то није увек добра опција. Има смисла користити остатке обраде дрвета као гориво, али не треба да сечемо здраво дрвеће за огрев, јер тако трошимо драгоцен природни ресурс.

Биогориво је гориво добијено од биљних или животињских сировина, из отпадних производа организама или из органског индустријског отпада, односно из биомасе. Наука је сада омогућила прављење течних биогорива за моторе са унутрашњим сагоревањем (биоетанол и биодизел) као и чврста биогорива (огревно дрво, брикети, пелет, дрвени ивер, слама, љуске, љуштуре) и гасна биогорива (биогас).

У Србији је огревно дрво најчешћи енергент за грејање индивидуалних домаћинстава. Нажалост, већина домаћинстава користи огревно дрво на крајње неефикасан начин. У оквиру једног програма Владе Републике Србије, у 12 домаћинстава спроведена су мерења ефикасности уређаја на чврста горива за грејање и кување, старости 1–15 година. На основу резултата испитивања који су сакупљени из бројних мерења по уређају уз коришћење огревног дрвета са различитим садржајем влаге, дошло се до закључка да је ниво ефикасности шпорета и котлова мале снаге у реалним условима у распону од 20% до 40%.

Овако ниска ефикасност указује на непотпуно сагоревање, што има за последицу појаву дима. Дим из пећи на дрва и камина садржи преко 100 различитих хемијских једињења, од којих су многа штетна и потенцијално канцерогена и могу узроковати низ респираторних и кардиоваскуларних проблема. Загађујуће материје које се налазе у диму укључују ситне честице, азотне и сумпорне оксиде, угљен-моноксид, испарљива органска једињења, диоксине и фуране.

Највећи ризик за здравље од последица удисања дима је код одојчади, деце, трудница, старијих особа и особа које пате од алергија, астме, бронхитиса, емфизема, пнеумонија или других болести срца или плућа.

Загађење из пећи на дрва посебно је опасно зими, када хладни, устајали ваздух и температурне инверзије ограничавају кретање ваздуха. Насеља смештена у долинама су најјаче погођена, попут Ужица. Како се током хладних, мирних дана дим не може подићи и распршити, највеће концентрације загађујућих материја су у близини тла, због чега оне улазе у куће чак и када су врата и прозори затворени.

Побољшање ефикасности сагоревања пећи на дрва смањује количину дима и штетних загађујућих материја које се испуштају у ваздух. На ефикасност сагоревања утичу техничке карактеристике пећи, избор дрва и начин на који се пећ користи и одржава.

Ево неколико начина за побољшање ефикасности сагоревања, што доводи до смањења количине дима и уштеде новца за огрев:

• Разговарајте са укућанима о куповини нове, ефикасне пећи на дрва, са техничким карактеристикама које омогућавају потпуно сагоревање;

• Све пећи на дрва морају бити правилно уграђене како би се осигурала непропусност, сигурност, правилна вентилација и ефикасност;

• Користите дрво сушено на ваздуху шест до осам месеци пре употребе, и чувајте га под надстрешницом или покривачем у циљу заштите од временских прилика;

• За ефикасно сагоревање дрва потребна је правилна потпала, добро снабдевање кисеоником и довољно високе температуре да би сагорели гасови који се ослобађају;
Ватра која гори снажно и без видљивог дима знак је доброг сагоревања. Претерани дим из димњака значи да гасови не сагоревају у ложишту, већ кроз димњак одлазе у ваздух;

• Изолацијом објекта и постављањем енергетски ефикасних прозора и врата смањићете губитке топлоте и уштедети на огреву.

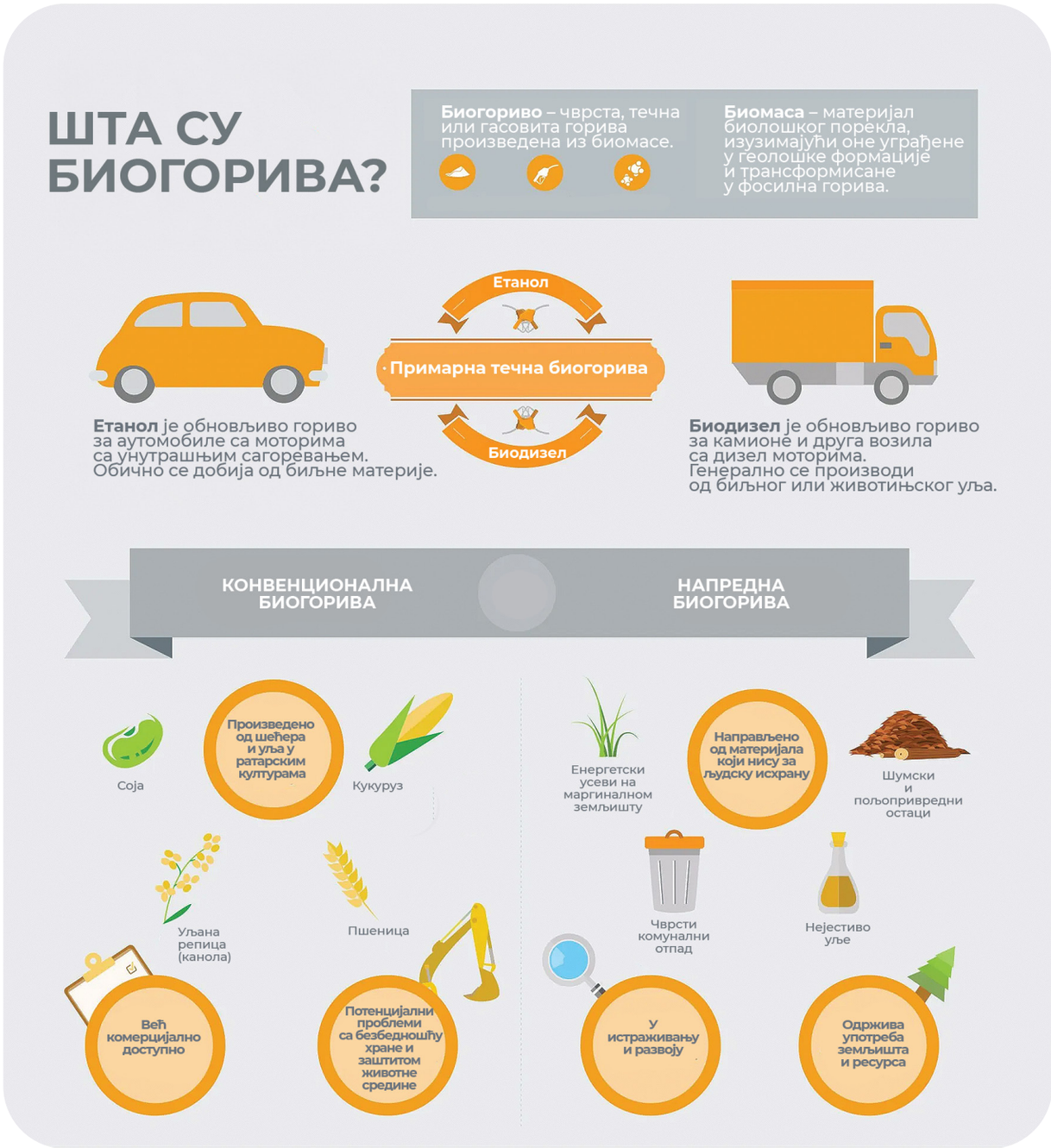
Најлакши и најчешћи начин производње енергије из биомасе јесте спаљивањем. Али логорска ватра се може направити само од сувог и смоластог дрвета, а ви морате бити сигурни да сте поставили дрва на начин који ће осигурати сагоревање. Зато научници раде на дизајнирању економичнијих технологија, које ће нам дозволити да на ефикаснији начин сагоревамо сирову биомасу, која је влажна, и чије је сагоревање прихватљиво по очување животне средине.

Биљна влакна могу се искористити за добијање енергије директно, или се претворити у универзално гориво које је лакше транспортовати и користити у различитим постојећим машинама и уређајима. Биљке које садрже уље могу се користити за производњу различитих течних дизела (биодизел). Биљни производи који садрже сахарозу и скроб могу се користити за производњу алкохола (етанола), који се такође користи као гориво.

Постоје различите врсте биогорива. Етанол и биодизел представљају основна горива која се користе у аутомобилима и камионима. Такође, постоје конвенционална биогорива произведена од шећерних и уљаних биљних култура са ораница, као и напредна биогорива која се добијају из производа попут шумских и пољопривредних остатака.

Забринутост за одрживост производње биогорива и конкуренција за земљиште намењено производњи хране све више привлачи пажњу ка напредним биогоривима. Осим што доприносе смањењу емисије угљен-диоксида, ова горива су такође део такозване циркуларне економије, која подразумева одрживо коришћење ресурса путем рециклирања и поновне употребе материјала.

Слика 3.1.14 **Врсте биогорива**



Бразил је међу светским лидерима у производњи и употреби етанола из шећерне трске. Етанол тренутно задовољава 18% потреба земље за аутомобилским горивом.

Слика 3.1.15

Постројење за производњу биоетанола у Бразилу

Слика 3.1.16

На бензинској пумпи у Бразилу свој аутомобил можете напунити биогоривом

Невероватни извори енергије

Аустралија има први погон на свету за производњу електричне енергије употребом орахових љуски. Цена његове изградње била је три милиона аустралијских долара, али би требало да се исплати поприлично брзо: електрана високих перформанси може да обрађује до 1.680 kg орашастих љуски на сат, има инсталисан капацитет од 1,5 MW и годишње произведе 9,5 GWh електричне енергије.

Индијски научници смислили су још један алтернативни извор енергије, користећи банане, друго воће и поврће и њихове неједиве делове (коре, семенке). Четири батерије напуњене помоћу ових горива могу напајати зидни сат, електронску игрицу или џепни калкулатор. Ова новина за пуњење батерија дизајнирана је првенствено за људе из руралних средина који имају изобиље воћа и поврћа.

Постоји чак и могућност да ће људи, у не тако далекој будућности, моћи да производе електричну енергију из покрета сопствених тела. Амерички истраживачи развијају посебне ципеле са пластичним умецима: када особа шета, она својим стопалом наизменично притиска и ослобађа притиска уметак, изазивајући његово скупљање и ширење. Ово може генерисати до 3 W електричне енергије, што је довољно за слушање радија или музике док ходате.

Ферментација је још један начин коришћења биомасе.

Домаће животиње, које се хране биљем, производе стајско ђубриво, које се такође може користити за производњу енергије. Ако се стајско ђубриво и други биолошки отпад складиште заједно у затвореном контејнеру, који се загрева на 50-60 °C, бактерије ће разградити органску материју и произвести гас метан, који се може сакупљати и користити као гориво.

Сваке године свет произведе и искористи или уништи око 170 милијарди тона примарне биомасе.

3.1.6 Предности и недостаци различитих извора енергије

Сада када знамо који су различити извори енергије, желимо да знамо и који од њих су најбољи. Који су најприхватљивији по животну средину? Који су најмање штетни по питању климатских промена? И који су најјефтинији?

Одговори на ова питања нису тако једноставни као што би могло изгледати на први поглед. Морамо узети у обзир много фактора када упоређујемо различита горива.

Критеријуми за упоређивање извора енергије

- Емисија гасова са ефектом стаклене баште у производњи и употреби различитих извора енергије.
- Емисија загађујућих материја опасних по здравље човека и животну средину током производње и употребе.
- Трошак за транспорт горива од места на коме се производи до места производње електричне енергије.
- Трошкови за дистрибуцију топлотне и електричне енергије потрошачима на удаљености од места на коме су произведене.
- Трошкови за изградњу и рад електрана и њихову демонтажу на крају радног века.
- Трошкови за заштиту животне средине (третирање несрећа, збрињавање жртава таквих несрећа и надокнада њиховим породицама, садња дрвећа како би се компензовала емисија гасова са ефектом стаклене баште).
- Климатски услови и промене, географски положај постројења за производњу електричне енергије, односно процена утицаја климатских промена. Које изворе воде користе за своје потребе и како се та вода пречишћава? Који су најчешћи ветрови на локацији и да ли постоје критични временски или сеизмички услови? Постоје ли погодни транспортни путеви за снабдевање сировинама? Која природна станишта, пејзажи и људска насеља постоје у близини?
- Опрема за пречишћавање и рециклирање. Да ли производно постројење користи модерну опрему? Да ли систем за спречавање емисије загађујућих материја задовољава стандарде и да ли је предвиђено довољно простора за складиштење и рециклажу отпада? Можда неће бити озбиљних проблема са отпадом у првим годинама функционисања постројења, али питање шта радити са њим може се појавити у неком тренутку у будућности.

Нема смисла разматрати ефикасност технологије и трошкове за добијање енергије изоловано од проблема климатских промена, животне средине и здравља. Дакле, пре доношења одлуке о томе које врсте електрана треба изградити и експлоатисати, потребно је спровести широк спектар процена (техничких, економских, утицај на животну средину итд.).

Хајде да се подсетимо главних природних извора енергије и упоредимо њихове предности и мане.

Угаљ

Угаљ је универзално гориво: може се користити у било којим климатским условима, у великим и малим електранама, па чак и за загревање воде у котловима.

Угаљ је „најпрљавије“ гориво за производњу енергије. Електрана на угаљ снаге 1 MW сваке године емитује 36,5 милијарди m^3 гасова који садрже прашину и штетне материје. Такође, ствара велику количину пепела, која се мора складиштити. И, најважније, емисије угљен-диоксида из електрана на угаљ по јединици произведене енергије највеће су у односу на друга фосилна горива. Подземна експлоатација угља је, такође, ризично занимање. Испуштање природних гасова под земљом може довести до експлозија, које су смртоносне за рударе. Слана и прљава вода која се испумпава из рудника угља често проналази свој пут до река и језера, носећи материје штетне за биљни и животињски свет и загађујући воде и земљиште.

Нафта

Нафта је врло једноставна за употребу и може се транспортовати на велике даљине цевоводима и у танковима. Нафта се, такође, користи за производњу гуме, пластике, боја, детерџената и осталих производа.

Резерве нафте се троше, а трошкови производње нафте расту. Нафта је лако запаљива, а изливање нафте је опасно за околину, јер се разлива у танким филмовима који су веома деструктивни за екосистеме. Изливање у реку или море може се проширити на велике површине. Сагоревање нафтних деривата, посебно у саобраћају, ствара велике количине емисија угљен-диоксида.

Природни гас

Природни гас је чистије и по животну средину прихватљивије угљоводонично гориво. Лако се транспортује.

Природни гас је експлозиван, чак и у релативно малим количинама. Емисије гасова са ефектом стаклене баште које настају сагоревањем природног гаса су мање него код других угљоводоничних горива, али су и даље значајне. Резерве гаса нису бесконачне, иако се попуњавају захваљујући развоју технологије за добијање гаса из шкриљаца у последњих неколико година.

Нуклеарна енергија

Производња нуклеарне енергије представља важан извор електричне енергије који не доприноси емисији гасова са ефектом стаклене баште и издваја се као релативно прихватљива опција и по питању утицаја на животну средину. Захваљујући високој енергетској густини нуклеарног горива, могуће је произвести велике количине енергије из релативно малих количина горива, што осигурава да су залихе нуклеарног горива дуготрајне и обилне.

Међутим, постоје изазови повезани са нуклеарном енергијом.
Због потенцијалних ризика од радиоактивног зрачења, нуклеарна постројења се обично граде далеко од густо насељених подручја, што може ограничити ефикасност дистрибуције топлотне енергије до потрошача у великим градовима. Такође, овакви услови локације захтевају изградњу великих постројења за производњу електричне енергије, што додатно повећава комплексност и трошкове.
Један од највећих изазова представља управљање нуклеарним отпадом, који може остати радиоактивно опасан стотинама година. Безбедно одлагање таквог отпада је кључно и захтева пажљиво планирање и управљање. Поред тога, иако нуклеарне електране не емитују гасове са ефектом стаклене баште, производња електричне енергије у овим постројењима резултује стварањем истрошене радиоактивне воде, што представља додатни изазов за заштиту животне средине по свим елементима.
Главна слабост нуклеарне енергије лежи у потенцијалу за незгоде, које, иако ретке, могу имати далекосежне и катастрофалне последице по животну средину и људско здравље. У светлу ових чињеница, важно је водити рачуна о свим аспектима производње нуклеарне енергије, од безбедности и заштите животне средине до ефикасности и одрживости.

Сунце

Соларна енергија је обновљива. Може се користити на многим местима широм света. Може се користити и од стране малих потрошача, на пример, појединачних домаћинстава, чиме смањују потрошњу енергије из електричне мреже; или од стране потрошача који су ван мреже. Не емитује загађујуће материје нити гасове са ефектом стаклене баште.

Различити делови Земље примају Сунчево зрачење различите јачине, због чега су потребне додатне батерије за складиштење соларне енергије и њено коришћење у току ноћи или током облачних дана. Соларне ћелије су скупе, мада научници траже начине како да се смање трошкови производње. Постоје и проблеми у вези са одлагањем истрошених соларних ћелија, јер се у њима налазе штетне супстанце. Соларне електране заузимају велике површине.

Ветар

Ветар је обновљив извор енергије и његовим коришћењем се не емитују гасови са ефектом стаклене баште нити загађујуће материје.

За рад ветроелектрана потребан је довољно јак, стални ветар. Додатне батерије и трансформатори су потребни да би ветроелектрана могла да функционише када ветар ослаби. Ротација лопатица ветрогенератора ствара вибрације и буку која може уплашити животиње и узнемирити људе, којима, поред тога, може сметати поглед на џиновске ветрењаче, које потпуно мењају пејзаж. Такође је потребан систем за застрашивање птица, које иначе могу улетети у ротирајуће лопатице.

Вода

Водотокови, плима и осека и енергија таласа су обновљиви, свима доступни извори енергије, који не емитују гасове са ефектом стаклене баште ни загађујуће материје.

Под одређеним условима, хидроенергија се такође може користити за складиштење енергије, што је случај са такозваним хидроелектранама са акумулацијама.
Електрична енергија из водених извора може се произвести само тамо где има већих водених површина. Изградња великих хидроелектрана захтева плављење земље око акумулације, што је веома тежак и скуп процес. Изградња хидроелектрана има негативан утицај на речне и приобалне екосистеме. Несреће у хидроелектранама могу довести до плављења градова и села низводно од постројења.

Топлота земље и нискотемпературна топлотна енергија

Енергија која се емитује из Земље је обновљива и свуда је доступна. Нема емисија гасова са ефектом стаклене баште ни загађујућих материја

Нискотемпературна топлотна енергија, преносива помоћу топлотних пумпи, све више се уводи у зграде као начин за побољшање енергетске ефикасности и смањење трошкова за снабдевање топлотном енергијом, као и начин за смањење емисија гасова са ефектом стаклене баште.
Процес добијања енергије из дубоких подземних извора је тренутно скуп и компликован. Дуготрајна употреба геотермалних резервоара (испумпавање воде и паре) доводи до пропадања земље. Ови извори топлоте могу да послуже само као помоћни извори енергије.

Биомаса

Биомаса је лако доступна и једноставна за коришћење. Емисије угљен-диоксида у атмосферу нису веће од емисија које би настале природним распадањем биљака. Употреба биомасе у областима у којима се ствара (пољопривредна и шумска подручја) решава проблем одлагања отпада. Горива из биомасе у суштини су горива добијена прерадом отпада. Животињски измет се може користити за добијање гасовитог горива и ђубрива.

Сирова биомаса је тешка и скупа за транспорт. Производња гасовитог горива из биомасе захтева одржавање температуре ферментације и опрез да не дође до експлозија, као и опрез да бактерије не дођу у контакт са околином и не постану извор болести. Такође, гас има непријатан мирис! Поједини пољопривредни произвођачи сада желе да користе своја поља за производњу биомасе, уместо традиционалних биљних култура, јер то доноси већи приход. Тиме може да се утиче на смањење производње хране, што угрожава сигурност снабдевања храном.

Ако је обновљива енергија неисцрпна и прихватљива за животну средину, зашто се не бисте у потпуности пребацили са угља, нафте, гаса и нуклеарне енергије на суштински „зелене технологије“?

Чињеница је да и даље постоје ограничења у масовној производњи енергије из обновљивих извора. Рад електрана које користе обновљиве изворе енергије зависи од климатских услова, због чега се такви извори називају променљивим (снага ветра, присуство река, број сунчаних дана). Свака електрана која користи обновљиве изворе има своје особитости. За успешно коришћење обновљивих извора потребно је огромно улагање труда и новца током пројектовања и изградње електрана. Када капацитети постројења за производњу енергије достигну одређени ниво, даље развијање захтева велика улагања у електричну мрежу и постепени прелазак на такозване „паметне мреже“. Ипак, нове технологије непрестано чине производњу енергије из обновљивих извора ефикаснијом, смањујући трошкове производње те енергије.

Енергија је увек тражена, па је енергетска индустрија, посебно производња и трговина нафтом, гасом и угљем, веома профитабилна. Остварени профит у овој индустрији је велик, што има за последицу честе и озбиљне несугласице између влада, компанија и организација цивилног друштва које се баве очувањем животне средине. Овај проблем постоји у готово свим земљама света, али ако погледамо дугорочне трендове, можемо уочити да људи широм света постају свесни промена које се морају извршити ради будућности човечанства и планете, уз очување природе и животне средине. Увођење нових технологија, прилагођених климатским променама, одлаже се због спорог људског деловања.

Наша планета и свемир су спремни да нам дају своју енергију, али заузврат морамо научити да користимо природне ресурсе на начин који не утиче на климу, а не да размишљамо о краткорочној користи!

ПИТАЊА

1. Који извори енергије су се користили у давним временима?

2. На које начине је могуће користити соларне панеле?

3. Набројите све факторе који се морају узети у обзир када се одређују укупни трошкови производње електричне енергије из различитих извора енергије.

4. Електрични мотори не емитују штетне гасове. Можемо ли их сматрати врстом мотора са релативно малим непосредним негативним утицајем на животну средину?

5. Равне соларне ћелије постављене су на крововима кућа под углом у односу на хоризонт једнаким географској ширини места на коме су инсталиране. Због чега је тако?

6. Који фактори спречавају брзи развој енергетике засноване на обновљивим изворима енергије?

ЗАДАЦИ

1

Задатак 1. Експеримент
Сврха експеримента:
израда осветљења помоћу обновљивих извора енергије.

Материјали:
провидна пластична боца са водом, мали сто, прекривачи.

Експеримент.
На једном покривачу направите отвор у који може да се постави боца. Покријте сто прекривачима тако да светлост не може да прође у малу „кућу“ коју сте направили испод стола. Узмите боцу воде и уђите у кућицу. Боцу поставите у отвор. Шта мислите да ће се догодити када уђете у „кућицу“ и боцу поставите у отвор који сте направили на прекривачу? Шта сте уочили? Како објашњавате појаву коју сте уочили? Предложите уместо боце са водом друго приручно средство.
Које су ваше идеје за осветљење кућице коју сте направили?

2

Задатак 2.
Поделите се у групе према различитим начинима производње електричне енергије (и, по могућству, по месту становања, односно месту рада).

Свака група треба да припреми извештај којим ће одбранити свој начин производње енергије, укључујући информације о проблемима који су повезани са свим осталим начинима производње енергије.
Затим припремите и водите дискусију о предностима и ризицима различитих типова постројења за производњу енергије, релевантним за подручје у којем живите. Може се организовати дебата „одбране“ свог избора у коришћењу одређених извора енергије, са узајамним постављањем одређеног броја питања између дебатних група.

3.2 Енергетска ефикасност и уштеда енергије

Први начин ублажавања климатских промена (митигација) јесте употреба оних извора енергије који проузрокују најмању штету по животну средину и чијом употребом се емитују мање количине гасова са ефектом стаклене баште него употребом конвенционалних извора енергије.

Други начин је смањење наше укупне потрошње енергије. У овом поглављу ћемо погледати два слична, али ипак различита концепта: енергетску ефикасност и уштеду енергије. Уређај је енергетски ефикасан ако троши мање енергије него други слични уређаји за обављање посла за који је пројектован.

На пример, две сијалице могу да дају једнаку количину светлости у вашој соби, али да за то искористе различиту количину електричне енергије. Сијалица која троши мање енергије биће енергетски ефикаснија.

Можемо уштедети много енергије искључивањем светала када нам нису потребна, одржавајући прозоре, лампе и сијалице чистим и уграђујући сијалице које су енергетски ефикасне. Уместо вожње аутомобилом, можемо ходати или возити бицикл, када је то могуће, односно користити средства градског превоза уколико су нам доступна.

Слика 3.2.1 **Поређење енергетских ефикасности различитих типова сијалица**

Жаруља са волфрамовом нити

Флуоресцентна сијалица садржи живу; потребно је посебно збрињавање

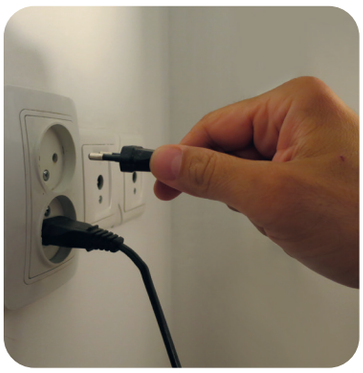
Светлећа диода (ЛЕД)

ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ
је однос између енергије искоришћене за обављање одређеног корисног рада и уложене енергије. У препознавању важности енергетске ефикасности, често се користи термин „прво гориво“.

УШТЕДА ЕНЕРГИЈЕ
су све мере које се предузимају у циљу смањења утрошка енергије и повећања употребе обновљивих извора енергије.

Дакле, у већини случајева нема потребе измишљати начине за уштеду енергије.
Ми једноставно морамо да променимо своје навике да бисмо престали да је расипамо!

Електрична енергија која се користи за осветљење чини 15–20% светске потрошње електричне енергије, у зависности од процене. У Европској унији на расвету се троши око 10% електричне енергије у стамбеним зградама, док је највећа потрошња електричне енергије за грејање и хлађење. У пословним зградама, расвета може да троши још више енергије, и до 30–40%. Коришћењем модерних технологија могуће је смањити потрошњу енергије за осветљење у пословним и стамбеним зградама, задржавајући исти ниво осветљености, а истовремено значајно смањујући рачуне за утрошену електричну енергију.



На пример, ујутро сви перемо зубе. Да ли треба да оставимо славину отвореном док то радимо? Не, славина нам је потребна само кад испирамо уста. Зато анализирајте себе и своју породицу: да ли сви перете зубе са затвореном славином? За воду која тече из наших славина мора да се утроши пуно енергије, од постројења за пречишћавање воде до система за пумпање. Истовремено вода непотребно отиче.

Када искључите телевизор или неки други електронски уређај, остављате их у стању приправности (на стенд-бај режиму). Оно што многи не знају јесте то да телевизор наставља да користи енергију и када је у стању приправности, иако не толико као када ради, али и тај режим рада повећава рачун за утрошену електричну енергију сваког месеца. Можда ово не изгледа вредно труда, али размислите колико се енергије потроши ако се узима у обзир читав крај, цео град или цела држава! У земљама где се штедња енергије узима за озбиљно, људима се препоручује да уређаје не остављају у стању приправности, него да их искључе.

Процењује се да се пуњењем мобилног телефона годишње емитује 0,3 kg угљен-диоксида, а ако је пуњач за мобилни телефон стално укључен (када се не користи), тада се емитује 2,4 kg угљен-диоксида.

Емисије угљен-диоксида које потичу од коришћења мобилних телефона:

- Коришћењем мобилних телефона само 2 минута дневно емитује се 47 kg угљен-диоксида на годишњем нивоу.
- Коришћењем мобилног телефона један сат дневно за разговоре годишње се емитује 1.250 kg угљен-диоксида.За само један минут разговора емитује се 57 g угљен-диоксида, док се у само једној поруци ослободи 0,014 g угљен-диоксида. Једна интернет претрага доведе до емисије 0,2 g угљен-диоксида (укупна годишња емисија при коришћењу Google претрага износи 1,3 милиона тона угљен-диоксида).

Потражња за дигиталним услугама расте веома брзо. Међународна енергетска агенција процењује да се од 2010. године број корисника интернета широм света више него удвостручио, док се глобални интернет саобраћај проширио 25 пута. Брза побољшања у енергетској ефикасности, међутим, помогла су у умеравању раста потражње за енергијом из дата центара и мрежа за пренос података, од којих сваки чини 1-1,5% глобалне потрошње електричне енергије. Укупно, индустрија информационих технологија (IT) одговорна је за 2-2,8% глобалних емисија угљен-диоксида, с тим што је неки научници процењују на око 3,8%, укључујући емисије због коришћења личних рачунара.

Вероватно нисте чули за „зелени хостинг“, врсту интернетске хостинг услуге која користи зелене технологије за смањење негативног утицаја на климу и животну средину. Зелени хостинг надокнађује емисије угљен-диоксида које његова услуга хостинга производи коришћењем обновљивих извора енергије (соларне, енергије ветра, воде, геотермалне), садњом дрвећа и других биљака и путем других акција којима се штеди енергија. Емисије које настају производњом и употребом рачунарских система на нашој планети премашиле су емисије авио-индустрије. Поједини стручњаци указују на „Облак“ (енг. Cloud) технологије као обећавајући облик зеленог хостинга. „Облак“ технологије омогућавају много ефикасније коришћење рачунара, углавном због смањења потрошње електричне енергије.

Људска инвентивност свакога дана достиже нови ниво. Али само мали део нових изума се заправо користи. Пре него што нова технологија замени стару, људи морају да промене своје навике.

„Облак“ технологије

Не мења се само стварни свет, већ и виртуелни свет. Корисници интернета на располагању имају нови алат, назван „рачунарство у облаку“, које Фејсбук, X (бивши Твитер) и „мотори“ који покрећу услуге као што су Google документа, Gmail и слични већ користе.

Већина веб локација и серверских апликација ради на одређеним рачунарима или серверима. „Облак“ је мрежа рачунара у систему који омогућава да употребљавамо одређене апликације или чувамо податке. То би се могло назвати глобалним, виртуелним рачунаром помоћу ког се апликације покрећу независно од сваког појединог рачунара.

Данас је све више и више софтвера засновано на веб технологијама, и „облаци“ преузимају одговорност да предности веб апликација доведу на нови ниво.

Промена навика првенствено значи проналажење времена за упознавање са иновацијама ове врсте. Потребно је утрошити новац и труд за замену старе опреме новом и обучити људе како да је користе. Труд и новац ће се сигурно исплатити, само што се то неће догодити одмах.

Резиме свих енергетски ефикасних технологија захтевао би обимну књигу. Чиме год се будете бавили у будућности, добро познавање опреме коју користите и подршка у напорима да се она побољша од велике је важности. Запамтите да напредак не долази увек од ефикаснијих машина, већ да умногоме зависи и од тога како је људски рад организован.

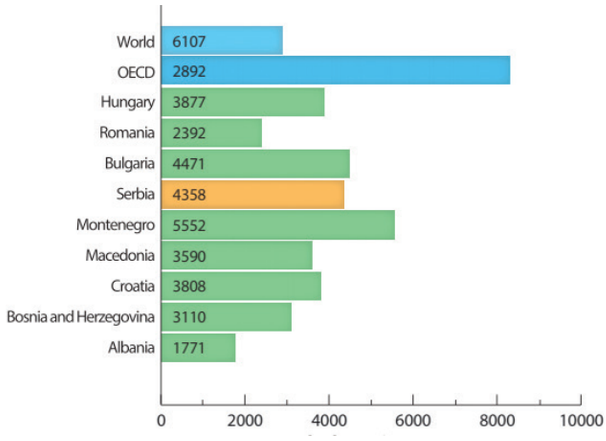
Енергетска ефикасност и уштеда енергије веома су важни. За породице значе уштеду на рачунима за енергенте и електричну енергију. За компаније које производе електричну енергију значе смањење трошкова и снабдевање потрошача јефтинијом електричном енергијом. За државу значе да се троши мање средстава за енергенте, чинећи индустрију продуктивнијом и конкурентнијом. А када је реч о клими, значајно је смањење емисије гасова са ефектом стаклене баште у атмосферу.

Смањење потрошње електричне енергије у различитим земљама довешће до различитих количина уштеђених емисија, јер то зависи од мешавине горива коришћених за производњу електричне енергије. Емисиони фактор мреже дефинише се као мера интензитета емисија угљен-диоксида по јединици произведене електричне енергије у мрежном систему и изражава се као tCO_2/MWh. Државе које свој електроенергетски систем заснивају у целости на обновљивим изворима енергије имају емисиони фактор мреже 0. UNFCCC пружа усаглашен скуп фактора емисије мреже за више од 200 земаља.

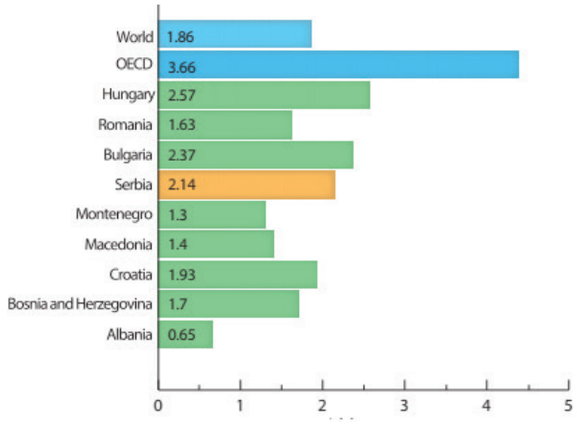
Свака особа у Србији у просеку годишње утроши онолико енергије колико садржи две тоне нафте. Ово укључује све производне и непроизводне активности. Ако посматрамо само електричну енергију, свака особа у Србији у просеку потроши око 4,400 kWh годишње.

У Србији се за производњу 1 kWh електричне енергије емитује око 850 g CO_2, што је двоструко више од просека Европске уније, који износи 380 g CO_2/kWh. Разлог је тај што Србија производи 2/3 електричне енергије користећи лигнит, енергент који највише загађује и емитује.

Слика 3.2.2 **Годишње потрошње примарне и електричне енергије по становнику Србије**



kWh по становнику



укупно енергије по становнику

Слика 3.2.3

Термоелектрана на угаљ

Слика 3.2.4

Термоелектрана на природни гас

Слика 3.2.5

Нуклеарна електрана

3.2.1 Превоз са смањеним утицајем на животну средину

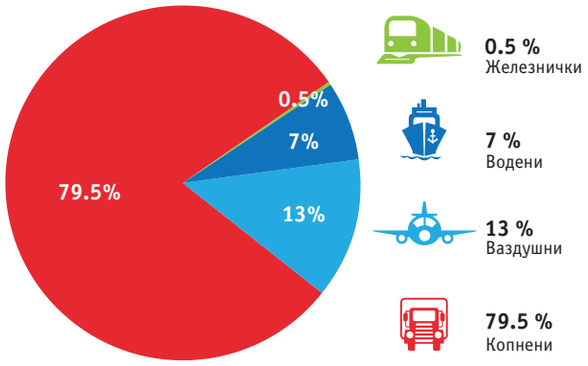
Сваки тип превоза са моторем на унутрашње сагоревање, од аутомобила до авиона, интензивно користи фосилна горива, слично постројењима за производњу електричне енергије. Наравно, потрошња горива једног аутомобила је занемарљива у поређењу са огромном потрошњом електране. Али број аутомобила је много пута већи од броја електрана. Укупно, превозна средства су одговорна за око 13,5% светских емисија гасова са ефектом стаклене баште, а само моторна возила за око 10%.

Већина аутомобила и даље ради на бензин. Сагоревање једног литра бензина производи приближно 2,3 kg CO_2. На пример, просечно канадско возило, које сагорева 2.000 литара бензина сваке године, ослобађа око 4.600 kg CO_2 у атмосферу. Мотор са унутрашњим сагоревањем, који покреће моторна возила, испушта у атмосферу гасове који садрже азот, водену пару и угљен-диоксид (између 1% и 12% удела емисија). Поред тога што су један од узрочника климатских промена и један од загађивача животне средине, они испуштају и једињења која могу да имају негативан утицај на здравље људи (чађ и бензопирен).

Емисије угљен-диоксида по тони бензина, од екстракције сирове нафте из бушотине до сагоревања рафинираног бензина у мотору, према неким проценама, износе 3.769 kg.

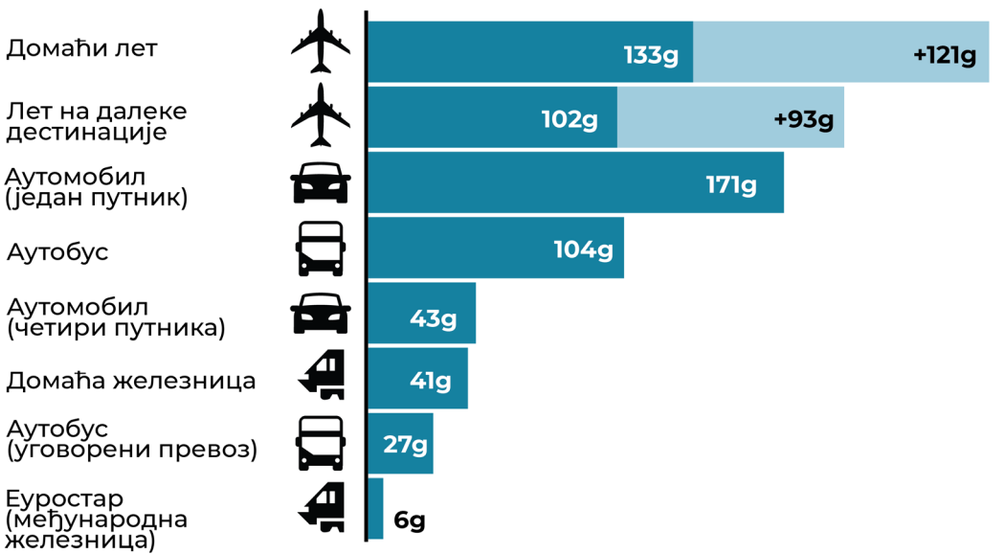
Утицај моторног саобраћаја на промену климе је огроман, јер већина облика овог вида транспорта користи фосилна горива, чије сагоревање ослобађа угљен-диоксид у атмосферу. Према подацима Уједињених нација, сектор саобраћаја је одговоран за приближно једну четвртину емисија гасова стаклене баште, 95% светске енергије која се користи у сектору саобраћаја и даље потиче од фосилних горива, а 57% глобалне потражње за нафтом потиче из сектора саобраћаја, чији удео у укупној потрошњи енергије износи 28%. Међутим, различити видови саобраћаја имају различите утицаје – железница има најмање штетан утицај по животну средину, што је чини прихватљивом, док су аутомобили одговорни за 48% емисија гасова са ефектом стаклене баште у сектору саобраћаја (сл. 3.2.6).

Слика 3.2.6 **Удео различитих видова превоза у емисијама гасова са ефектом стаклене баште**



У Великој Британији процењене су емисије по путнику по пређеном километруу различитим видовима транспорта. Показује се да летење авионом доводи до више од 20 пута већих емисија него путовање возом „Еуростар“ (сл. 3.2.7).

Слика 3.2.7 **Процена емисија гасова са ефектом стаклене баште (gCO_2e) из различитих начина превоза по путнику и по пређеном километру у Великој Британији**



Шта се може учинити да се смањи утицај превоза на климу?

Очигледна и веома ефикасна метода је остварити контакт с пријатељима, породицом или пословним сарадницима који живе далеко од нас телефоном или комуникацијом преко интернета и разних апликација. Најпопуларнији начини укључују различите апликације, попут Skype-a, Zoom-a, Vibera, Telegrama и WhatsApp-a, које вам омогућавају да комуницирате са пријатељима било где у свету уколико је доступан интернет.

Ако сте ви и ваши родитељи у прилици да одаберете превозно средство, одаберите воз. Возови су по животну средину прихватљивији начин путовања од авиона, за веће удаљености.

Железнички саобраћај је у последњој деценији постигао значајне помаке. Локомотиве и возни парк су направљени од лакших материјала, а мотори су постали ефикаснији.

Број брзих возова и мрежа у свету расте, чиме се даље побољшава енергетски најефикаснији начин превоза. Мрежа брзих железница у Кини је најдужа и најобимније коришћена у свету – са укупном дужином од 42.000 километара до краја 2022. године. High-Speed Rail (HSR) такође је све популарнији и све ефикаснији начин превоза у Европи. Неколико земаља је изградило обимне мреже брзих возова, нпр. Немачка, Француска, Холандија, Шпанија, Италија и Велика Британија, и сада постоји неколико међународних веза брзим железницама. Оператери железница често обављају међународне услуге, а пруге се непрекидно граде и надограђују до међународних стандарда на новонастајућој европској мрежи брзих железница.

Јапански воз великих брзина, назван **„Шинкансен“** (сл. 3.2.8), недавно је повећао брзину и у исто време смањио потрошњу енергије за 40%. Смањивањем тежине воза и редизајнирањем облика и дужине кабине како би била аеродинамичнија, возови су постали далеко ефикаснији. Многе стране железничке компаније информишу своје путнике да је путовање железницом прихватљивије по животну средину од других начина превоза (сл. 3.2.9).

Слика 3.2.8

Енергетски ефикасан „Шинкансен“ – брзи воз у Јапану

Слика 3.2.9

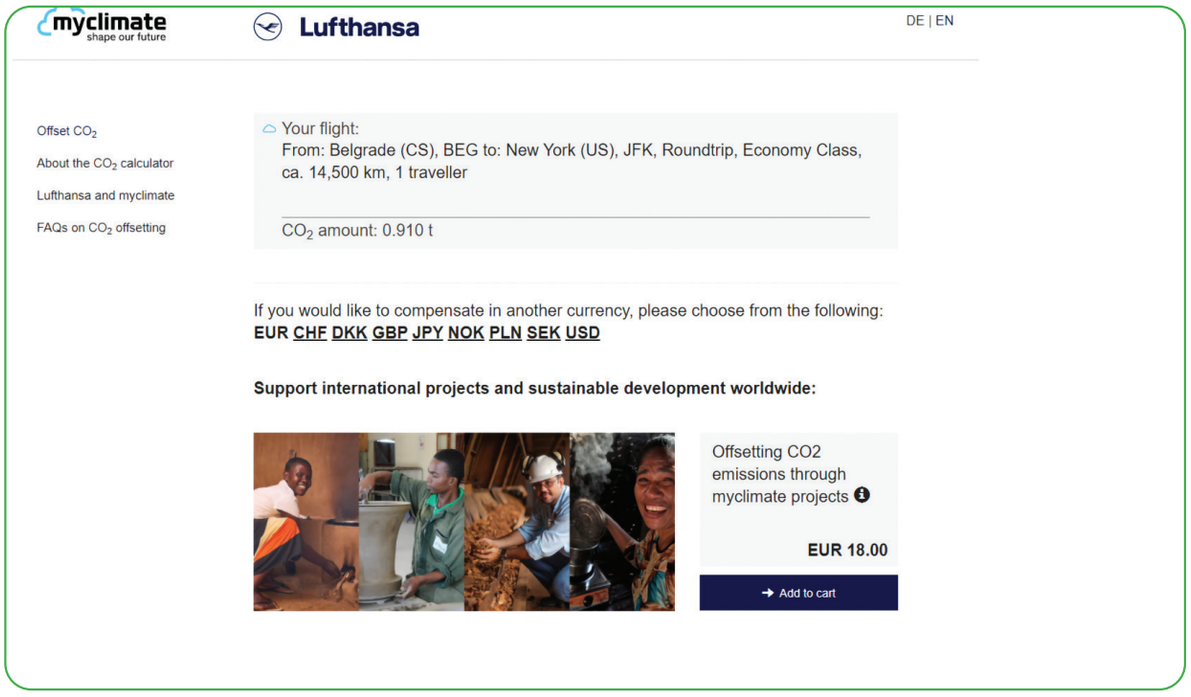
Задња страна ове италијанске железничке карте информише путнике о доприносу у спречавању климатских промена који чине путујући возом

Ако летите некуд авионом, онда бирајте авио-компаније које користе модерне летелице: савремени авиони мање штете животној средини од старијих.

Брзина више није једина, чак ни највећа ставка при дизајнирању нових модела авиона. Дизајнери данас користе систематски приступ којим се води рачуна о потрошњи горива, као и о угљеничном отиску током производње авиона. Пројектанти се поново окрећу турбо-пропелерским авионима, који су изгледали као ствар прошлости пре 20 година, зато што су млазни авиони били бржи. Турбо-пропелерски авиони могу понудити добра решења за ваздушни саобраћај ако укључе нови и побољшан дизајн.

Неке авио-компаније данас нуде могућност надокнаде емисија угљен-диоксида које емитују њихови авиони. На интернет страници авио-превозника постоје апликације које врше прорачун емисија угљен-диоксида на свим летовима, позивајући путнике да их надокнаде. На пример, летећи од Београда до Њујорка авионом компаније „Луфтханза“ сваки путник ’емитује’ 0,91 тону угљен-диоксида. Предложени износ надокнаде за повратни лет у економској класи износи 18 евра, и компанија та средства користи за финансирање пројеката посвећених заштити животне средине и борби против климатских промена (сл. 3.2.10).

Слика 3.2.10 **Прорачун емисије угљен-диоксида и одговарајућа надокнада за повратни лет Београд–Њујорк у економској класи „Луфтханзом“ (пример)**



Међународна организација за цивилно ваздухопловство сарађује са својим члановима како би пронашла најбоље начине за смањење емисија из сектора ваздушног саобраћаја. Поред побољшања ефикасности, једна од опција је коришћење одрживог ваздухопловног горива (SAF) – горива које не потиче из фосилних горива. Авио-компаније га већ користе, обично мешајући га са регуларним авионским горивом. Међутим, многи сумњају да ли SAF може бити произведен довољно јефтино или у довољно великим количинама да задовољи потребе авио-индустрије.

Због тога расте интересовање за водоник као гориво за авионе. Водоник може да складишти пуно енергије, на пример, из обновљивих извора електричне енергије мимо „пикова“ потрошње, и не производи угљен-диоксид.

Смањење емисија угљен-диоксида из аутомобила

Ако ваши родитељи планирају да купе аутомобил, информишите их о енергетској ефикасности моторних возила. Предложите им да купе аутомобил који барем задовољава Еуро-4 стандарде (Еуро стандарди за возила регулишу садржај угљоводоника, азотних оксида, угљен-моноксида и честица у издувним гасовима возила). У Републици Србији је на снази закон по коме сваки трговац аутомобилима за свако ново путничко возило у свом салону мора имати изложене информације о емисијама гасова са ефектом стаклене баште, као и гасовима који утичу на квалитет ваздуха. На овај начин, купци се образују о емисијама гасова из својих будућих возила и могу ову информацију узети као један од критеријума приликом одабира возила.

Утицај аутомобила на животну средину такође се може умањити придржавањем правила „еко-вожње“, која смањује угљенични отисак возила. Еко-вожња није само добра за животну средину – такође је исплатива за власнике аутомобила. Објасните то одраслима који возе аутомобиле!

Ефикасност и еко-карактеристике мотора су пресудне. Донедавно су скоро сва моторна возила користила дизел или бензин, али сада све већи број возила користи природни гас, односно метан. Потрошња горива употребом метана готово је иста као код нафте и бензина, али су емисије загађујућих материја много мање. Савремена возила на метан троше око четири килограма метана на 100 km и емитују 30% мање угљен-диоксида у односу на бензинске или дизел моторе у стварним условима вожње. Ако стари аутомобил замените новим, који користи метан, можете готово преполовити емисије угљен-диоксида.

Слика 3.2.11 **Паркинг за електрична возила**

Вероватно сте чули и за „хибридне“ аутомобиле, електричне аутомобиле и аутомобиле који користе биогориво (сл. 3.2.11–3.2.12). Постоје чак и егзотична возила која користе само воду и кретање ваздуха за покретање, такозвани „ветро-мобили“, као и електрични аутомобили са соларним напајањем. На тркама соларних аутомобила које се одржавају у Швајцарској могуће је видети најновија технолошка решења у производњи соларних возила. Она више нису реткост. Станице за соларно пуњење постоје у САД, Бугарској, Швајцарској, Немачкој и другим земљама. И у Србији ово постаје све заступљеније, а држава подстиче куповину хибридних и електричних возила путем субвенција – сваки купац може поднети захтев и добити одређен новчани износ (субвенција), чиме смањује своје трошкове куповине новог електричног односно хибридног возила.

Правила еко-вожње: како смањити угљенични отисак возила

- Искључите мотор приликом заустављања возила и током чекања у колони или пред семафором.
- Одржавајте свој аутомобил правилно подешавање точкова смањује потрошњу горива за 5–10%, а редовно одржавање возила штеди и до 10% горива.
- Редовно проверавајте притисак у гумама – чак и у градским срединама, уколико је притисак у гумама 25% испод препорученог нивоа, за кретање аутомобила је потребно 10% више горива.
- Умерено користите климатизацију ако су спољашње температуре одговарајуће. Не отварајте прозоре аутомобила ако је климатизација укључена.
- Лагано кочите како бисте најбоље искористили инерцију аутомобила, смањујући потрошњу горива.
- Превозите путнике. То се назива „карпулинг“. Ако повезете три до четири особе које иду у истом правцу, смањујете емисије за три до четири пута.
- Останите на истој траци – прелазак из траке у траку повећава потрошњу горива и емисију угљен-диоксида.
- Крените рано, избегавајте путовање у време саобраћајних гужви, испланирајте руту унапред.
- Возите умереном и сталном брзином. Мање користите педалу кочнице а више инерцију возила, лагано кочите и убрзавајте, пратите ситуацију на путу (не убрзавајте ако је црвено светло на семафору). Умерена вожња штеди гориво.
- Не носите вишак терета на крову. При брзини од 120 km/h празан кровни носач повећава потрошњу горива за 5–10%, носач скија повећава за 10–20%, бицикл повећава за 30%, а кровни носач пун пртљага повећава потрошњу горива за 35–40%.

Слика 3.2.12 **Савремени електрични аутомобил**

Сви водећи произвођачи аутомобила данас дизајнирају аутомобиле који су прихватљиви по стандардима заштите животне средине. Потрошња горива и утицај на животну средину постали су за купце подједнако важни као квалитет, безбедност и цена. Компаније се међусобно такмиче да уштеде енергију и смање негативне утицаје на животну средину.

Иако су електрична возила (EV) била у употреби од почетка аутомобилске индустрије крајем 20. века и почетком 21. века, тек са доласком Tesle 2003. године започела је права револуција батеријских електричних возила. Ово је обезбедило оствариву алтернативу у напорима за декарбонизацију путног превоза и катапултирало EV са 0,2% нових продаја аутомобила пре деценије на 13% у 2022. години. Продаја се утростручила између 2018. и 2022. године и очекује се да ће расти за око 30% годишње у наредној деценији, чинећи половину свих продаја аутомобила до 2035. године. До 2025. године, очекује се да ће продаја EV достићи скоро 40% у Европи и Кини.

Емисија гасова са ефектом стаклене баште у граду може се смањити подстицањем коришћења јавног превоза уместо аутомобила. Али то је могуће само ако је јавни превоз брз и погодан, покрива све делове града, повезује центар са предграђима и може да понуди поузданију и јефтинију алтернативу приватним аутомобилима. Прелазак јавног превоза на метан, хибридне и електричне моторе може увелико смањити емисију гасова са ефектом стаклене баште и побољшати квалитет ваздуха у градовима.

Карпул – дељење путовања аутомобилом

Карпулинг значи превоз других особа (укључујући незнанце, али уз личну процену ризика) вашим аутомобилом, обично на редовним (свакодневним) путовањима.

То је добар начин за смањење притиска на транспортни систем у градовима. Карпулинг потиче из четрдесетих година прошлог века, када је америчка влада покушавала да уштеди гориво за потребе Другог светског рата, захтевајући од власника аутомобила да превозе путнике на својим путовањима. Иницијатива је била успешна у смислу смањења потрошње горива, али њен утицај био је ограничен, јер су већина власника аутомобила у то време били добростојећи људи који нису желели да деле своје аутомобиле са незнанцима. Седамдесетих година прошлог века град Лос Анђелес увео је одвојене траке на путевима које су коришћене за карпулинг (односно аутомобиле у којима је више од једне особе). Данас оне постоје широм Северне Америке и Европе (обележене су знаковима и белим ромбовима на путу). Карпулинг смањује број аутомобила на путевима, потражњу за паркинг местима и смањује емисије гасова са ефектом стаклене баште. Користи за путнике су евидентне, попут мањих трошкова за гориво, одржавање возила и паркинг. У Србији такође постоје мобилне апликације путем којих је могуће дељење вожње, али ова област још није довољно регулисана. Међутим, градски превоз такође може бити сматран врстом „карпулинга“ и свакако је боља опција у смислу појединачног доприноса смањењу емисија гасова.

Слика 3.2.13

Специјалне саобраћајне траке за возила са дељеним превозом на путевима у САД

Бицикли: Превоз са најмањим негативним утицајем на животну средину

Бицикли су најздравији и по животну средину најприхватљивији облик превоза. Научници су израчунали да особа која путује у школу или на посао сваког дана бициклом, уместо аутомобилом, „уштеди“ тону гасова са ефектом стаклене баште сваке године.

Бицикли су најчешће коришћено превозно средство у Холандији, Данској, Норвешкој, Шведској и Немачкој. У Копенхагену, свака трећа особа одлази на посао бициклом. У Амстердаму, 40% становника користи бицикл сваког дана, а укупна дужина бициклистичких стаза у самом граду је 400 km.

У оквиру промоције здравог живота и популаризације бициклизма, Бициклистички савез Србије већ је извео неколико врло успешних акција. По питању обуке ђака за вожњу бицикла, НВО Југо циклинг кампања је развила програм „Покрени бајс“ (www.pokrenibajs.rs), који је примењен у преко 60 школа у Србији и обучено је око 4.000 ђака.

Добар пример је „Пројекат одрживог превоза у Београду“, у оквиру кога је промовисан бициклизам као независан вид транспорта, и урађена је припремна фаза Плана одрживог превоза у Београду (у Београду и још неколико општина у Србији урађен је План одрживе урбане мобилности, којим се планирају акције усмерене ка повећаном пешачењу и бициклирању).

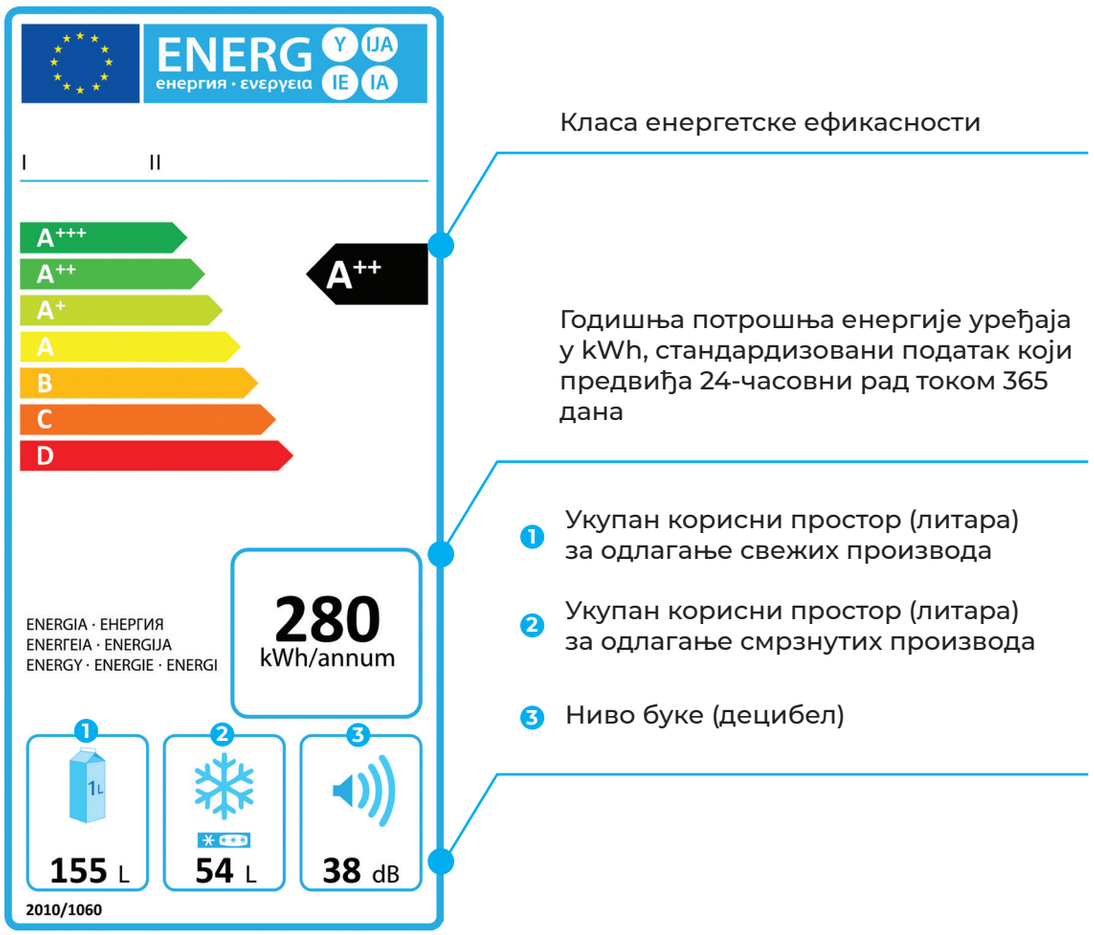
Урађен је нацрт Стратегије бициклизма Србије. Дефинисан је концепт „зелених стаза Србије“ и урађени су делови од Прибоја до границе са Босном и Херцеговином, део од Ужица до Стапарске бање, а ради се део од Петроварадина до Беочина. Министарство омладине и спорта Србије и Министарство трговине, туризма и телекомуникација формирали су пројекат за рутирање Јужнобанатске руте, остварили су прекограничну сарадњу са Румунијом, наставили рад на стварању Циклоцентра у Српској Црњи, наставили рутирање стазе по Пештеру и повезивање са бициклистичким рутама у Црној Гори, као и изградњу рекреативног центра и стаза у Врњачкој Бањи и на Гочу.

3.2.2 Кућни апарати и електрични уређаји

Многе земље имају посебан систем за обележавање кућних апарата према њиховој енергетској ефикасности. Европска енергетска налепница обавезна је за одређене електричне уређаје за домаћинство и сијалице који се продају у Европској унији од 1995. године (слика 3.2.14).

Ознака омогућава потрошачима да упореде енергетску ефикасност и неке друге карактеристике сличних производа једног или више произвођача. Најефикаснији производи су они у разредима енергетске ефикасности „А“ или „А +“, „А ++“ и „А +++“.

Слика 3.2.14 **Нови систем означавања енергетске ефикасности за фрижидере који се продају у Европској унији**



Energy Star је програм за сертификацију енергетске ефикасности који је развила Америчка агенција за заштиту животне средине (ЕПА) 1992. године за мониторе рачунара са ниском потрошњом енергије. Монитори који задовољавају одређене критеријуме енергетске ефикасности имају право да носе ознаку Energy Star и данас то чини чак 98% свих рачунара. Употреба ове ознаке проширена је на 65 других врста производа, од уређаја до зграда, које се сада процењују помоћу система Energy Star (више од 1,4 милиона зграда и преко 20.000 фабрика у САД данас су сертификоване Energy Star).

Energy Star је један од кључних програма који су Сједињене Америчке Државе навеле у свом Извештају о климатским циљевима за 2022. годину (Осмо национално саопштење у оквиру UNFCCC), који износи напредак у њиховим климатским политикама у склопу Париског споразума. У извештају је наведено да су од 1992. године програм Energy Star и његови партнери помогли америчким породицама и предузећима да уштеде пет трилиона киловат-сати електричне енергије, избегну трошкове енергије веће од 500 милијарди долара и постигну смањење емисије гасова са ефектом стаклене баште у износу четири милијарде тона еквивалената угљен-диоксида. Само у 2020. години, уштеде су резултирале смањењем емисија за више од 400 милиона тона угљен-диоксида-еквивалената гасова са ефектом стаклене баште, што је приближно више од пет процената укупних емисија гасова са ефектом стаклене баште у земљи.

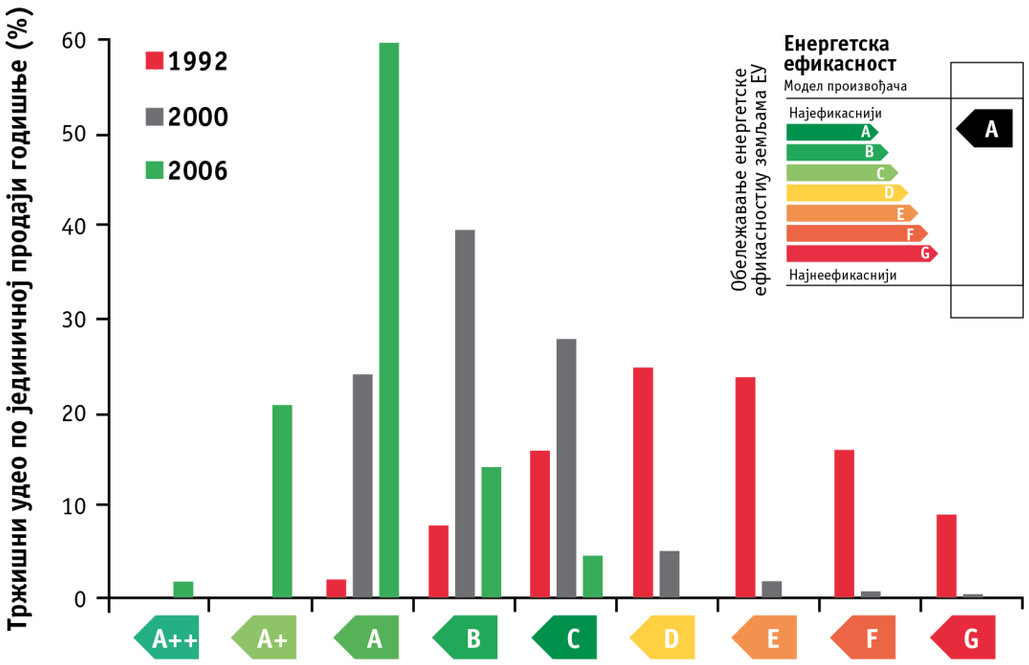
Све више земаља препознаје предности стандарда енергетске ефикасности и програма етикетирања за ефикасно смањење рачуна за енергију, подстицање иновација у производима, стварање радних места и смањење трошкова емисија угљен-диоксида. Такви програми за апарате и опрему сада функционишу у више од 120 земаља широм света и представљају камен темељац већине националних програма енергетске ефикасности и ублажавања климатских промена. Они најдуже функционишу у САД и ЕУ, где су, према проценама Међународне енергетске агенције, обезбедили годишња смањења од око 15% укупне потрошње електричне енергије.

Слика 3.2.15

Америчка налепница Energy Star

Ознака енергетске ефикасности не информише потрошача само о енергетској ефикасности уређаја, већ и о томе шта може да уради. Основна намена машине за прање веша је прање одеће, а њена способност да штеди енергију је секундарна, мада веома важна карактеристика. Последњих година потрошачи све више бирају уређаје и технологије који не само да су квалитетни у својој намени већ троше мање енергије и ресурса и на тај начин штеде новац (сл. 3.2.16).

Слика 3.2.16 **Утицај означавања енергетске ефикасности и минимални стандарди енергетске ефикасности на тржишту ЕУ за фрижидере и замрзиваче**



Утицај електричних уређаја на здравље људи је важан колико и његова потрошња енергије. Морамо имати у виду да нежељени ефекти можда неће бити одмах уочљиви – опасности по здравље које изазивају нове технологије могу се открити тек након неког времена. Откриће таквих проблема не значи да се нова технологија не може користити а унапређење дизајна могло би бити довољно да се исправи проблем. У сваком случају, морамо пажљиво приступити новим технологијама, без предрасуда, али с опрезом.

На пример, нови уређај који је недавно стекао популарност јесте индукциона рингла, која је врло једноставна за употребу и веома економична кад је реч о потрошњи енергије, јер загрева само дно посуде, а не цео простор око ње. Међутим, утицај магнетних поља вртложних струја на људе још није детаљно проучен (на пример, индукционе рингле се не препоручују за употребу особама које имају уграђен пејсмејкер).

3.2.3 Зелена градња Пасивне и активне зграде

Људи имају различите стилове живота – нема свака породица аутомобил или комплетан сет кућних апарата. Али свима је потребан кров над главом. Због тога је идеја о изградњи енергетски ефикасног дома одувек била присутна. Сеоске колибе широм Европе и шатори номадских народа грађени су коришћењем специфичних знања, иако она нису увек била научно потврђена. Каљеве пећи, које се традиционално користе у кућама у источној и северној Европи и северној Азији, добар су пример енергетске ефикасности (сл. 3.2.17). Дебели зидови задржавали су топлоту а димњак са различитим одељцима извлачио је топлоту из димних гасова пре него што они изађу ван.

Слика 3.2.17

Традиционална пећ на чврсто гориво, добар пример енергетске ефикасности

Нагли скок цена нафте 1974. године знатно је повећао трошкове за енергију и грејање зграда, што је надахнуло архитекте и инжењере да промене начин пројектовања зграда. У кућама су почеле да се користе нове, по животну средину прихватљиве технологије и алтернативни извори енергије. Изграђене су специјалне огледне зграде које су показале шта може бити постигнуто, а владе појединих земаља активно су охрабривале такве пројекте.

Светско веће за зелену градњу званично је основано 2002. године са циљем да олакша глобалну трансформацију грађевинске индустрије ка одрживости. Савет уједињује више од 30.000 фирми у области грађевинарства из 80 земаља. Њени чланови стално траже нове начине да се смањи количина ресурса потребних у свим фазама животног века зграде: током њене изградње и употребе, приликом одржавања и демонтаже. Зелена градња тежи смањењу емисија гасова са ефектом стаклене баште и загађења воде, минимизирању отпада и заштити природних станишта која се налазе у близини. Такве зграде су донекле скупље за изградњу, али се додатне инвестиције исплаћују у року од пет до десет година.

Зграде које штеде енергију називају се „пасивне“ или „активне“, у зависности од њихове ефикасности. Пасивној згради можда неће бити потребно никакво грејање или може трошити само десетину енергије коју троши просечна зграда. Али активна зграда не само да захтева врло мало енергије већ заправо производи енергију – можда чак и вишак енергије који се може испоручивати централној електроенергетској мрежи.

Други израз који можете чути је „паметна зграда“‘. То значи да зграда аутоматски анализира потрошњу енергије и врши аутоматску контролу рада разних система који користе енергију у згради.

Слика 3.2.18

Неколико нискоенергетских зграда сагрђено је у округу Вики у Хелсинкију (Финска). Уграђени су фасадни панели који складиште енергију добијену из Сунчеве енергије.

У Србији, све нове зграде, као и зграде које се продају или дају у закуп, морају да поседују Енергетски пасош – сертификат о енергетским својствима зграде, који садржи податке о енергетском разреду зграде, енергији потребној за грејање, квалитету зграде, али и препоруке за унапређење комфора и смањење потрошње енергије на нивоу зграде.

Пасивне зграде

Један од главних циљева пасивних зграда у северним земљама јесте смањење губитака топлоте. У идеалном случају, пасивна кућа се загрева искључиво топлотом коју одају њени станари и помоћу уређаја који се у њој користе. Ако је потребно додатно загревање, предност се даје обновљивим изворима енергије.

Цигле направљене од рециклираних материјала често се користе за изградњу таквих кућа.

Топлотна изолација не треба да обухвати само зидове зграде, већ и њене подове, таванице, тавански простор, подрум, па чак и темеље. Важно је спречити појаву такозваних „топлотних мостова“ – наизглед ситних детаља и спојних места у конструкцији који могу одводити топлоту из, углавном добро, изоловане зграде. Ове технике могу умањити топлотни губитак зграде скоро 20 пута!

Сертификација зграда по питању животне средине (еко-сертификација)

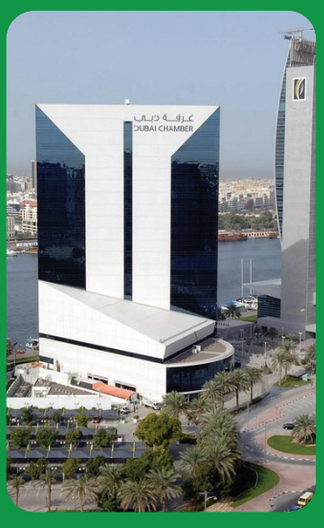
Стандарди[14] за сертификацију зграда по питању животне средине постали су распрострањени последњих година. Најпознатији и најчешће коришћени системи на свету јесу BREEAM (УК), LEED (САД) и DGNB (Немачка).

BREEAM (енг. Building Research Establishment Environmental Assessment Method) систем сертификације у области животне средине развијен је 1990. године и до сада је сертификовано више од 200.000 зграда широм света. Критеријуми за сертификацију су: квалитет управљања зградама, здравље и благостање њихових становника, енергетска ефикасност, транспорт, вода, материјали, отпад, коришћење земљишта на коме се налазе зграде и загађење које оне генеришу.

LEED (енг. Leadership in Energy and Environmental Design) систем сертификације по питању животне средине осмишљен је 1998. године и садржи шест критеријума: одрживи развој локације, ефикасност потрошње воде, енергетску ефикасност, заштиту ваздуха, употребу материјала и ресурса, унутрашње окружење и квалитет и иновације. Зграде се могу квалификовати за четири нивоа сертификације: Сертификовано, Сребро, Злато и Платина, у зависности од тога колико критеријума испуњавају.

DGNB (нем. Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) систем сертификације по питању животне средине, који је уведен 2009. године, користи интегрисани концепт планирања за процену економских, социо-културних, функционалних аспеката, као и аспеката у вези са заштитом животне средине и локацијом зграде.

Прва зграда са LEED Платина сертификатом на Блиском истоку



Првобитно изграђена 1995. године, зграда централе Трговинске и индустријске коморе у Дубаију је добар пример како се постојећи небодер, који има високу потрошњу енергије и воде, може претворити у здрав, зелени небодер.

Између 1998. и 2013. године, потрошња енергије и воде по особи смањена је за 63% и 92%, чиме се уштедело готово 5,8 милиона америчких долара, и то преко мера које изискују ниске инвестиције. Након реновирања зграда је добила налепницу Energy Star, као и сертификат нивоа LEED Платина.

[14] Стандардизација значи да се праве правила која сви треба да прате када нешто производе или раде. На пример, ако се прави играчка, стандардизација осигурава да све играчке буду безбедне и направљене од добрих материјала. Сертификација је званична потврда да нешто што је направљено или урађено стварно испуњава та правила. На пример, ако нека играчка добије сертификат, то значи да је проверена и да је безбедна за употребу.

Пажљив дизајн прозора је изузетно важан – двоструко стакло се састоји од два херметички затворена дела, прекривена посебним филмом, који пропушта светлост и топлоту од споља ка унутра, али задржава топлоту унутар зграде. Највећи прозори окренути су у правцу у ком Сунчево зрачење долази током највећег дела дана.

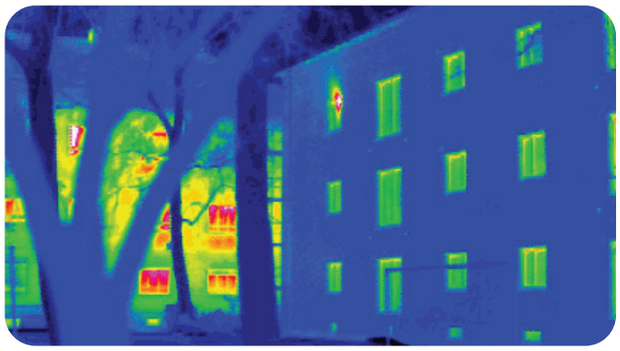
Систем грејања, климатизације и вентилације користи ресурсе ефикасније него у традиционалним зградама. На пример, зими се ваздух који излази из зграде усмерава у посебан измењивач топлоте, тако да топли ваздух преноси топлоту хладном ваздуху, који улази у зграду. Лети се топао ваздух од споља усмерава испод земље, где се хлади. Слични начини искоришћавања енергије примењују се и код отпадних вода.

Наравно, чак и овако пажљиво пројектоване зграде понекад захтевају додатно грејање или хлађење, али тада је потребно утрошити много мање енергије. Овакав напредни дизајн носи и одређене проблеме: циркулација ваздуха мора бити пажљиво праћена, јер накупљање прашине, употреба вештачких материјала, или неки други проблеми са циркулацијом, могу утицати на квалитет ваздуха. Такође је важно осигурати да намештај у таквим зградама не испушта штетне материје у ваздух.

На крову су инсталиране соларне ћелије и, уколико постоји могућност, мале ветроелектране. Користи се најекономичнији систем осветљења (LED), а чак је могуће осветлити зграду само сунчевом светлошћу. Све ове технологије заједно остварују значајне уштеде.

Расте изградња пасивних кућа које штеде енергију. Процене сугеришу да је 2022. године било више од 120.000 зграда пасивних кућа широм света, укључујући пословне зграде, продавнице, школе и вртиће (углавном у Европи). Концепт који је у почетку примењиван само у Немачкој или регионима са сличним климатским условима сада је прихваћен широм света, са јасно дефинисаним критеријумима применљивости за различите климе.

У условима хладне климе, процес дизајна типично је фокусиран на минимизирање губитака топлоте и оптимизацију соларних добитака. У блажим климама, умерена изолација, укључујући прозоре са побољшаним перформансама, сасвим је довољна, иако захтева пажљивије разматрање перформанси зграде током лета. За топлије климе, повећавају се захтеви за изолацијом, а утицај Сунца кроз прозоре, зидове и кровове мора бити ограничен. У врућим и влажним климама, потребно је смањити оптерећење влажношћу. Примери пасивних кућа у климама које варирају, што је случај у Канади, САД, Немачкој, Кини, Грчкој, Шпанији, Тајвану, Мексику и Уједињеним Арапским Емиратима, илуструју опсег могућих решења.



Слика 3.2.19

Слика, настала инфрацрвеном камером, показује колико је ефикасна топлотна изолација пасивне куће (десно) у поређењу са конвенционалном кућом (лево)

Енергетски ефикасна резиденција британског премијера

Даунинг-стрит 10–12 је познати грађевински комплекс у Лондону који укључује резиденцију британског премијера. Зграда стара 300 година у фази је постепене модернизације и реновирања, како би постала енергетски ефикаснија. Еко-иницијативе су обухватиле следеће елементе:

- уградњу осветљења контролисаног помоћу система за детекцију покрета и нискоенергетских сијалица
- искоришћење отпадне топлоте преко ИТ система за загревање топле воде
- уградњу топлотне изолације
- уградњу аератора са малим протоком воде
- сакупљање кишнице за наводњавање баште
- систем управљања зградом са праћењем потрошње енергије и воде
- дрво набављано из легалних и одрживих извора
- рециклирање више од 90% грађевинског отпада

Због свог програма обнове, резиденција британског премијера је већ добила БРЕЕАМ оцену „Врло добро“.

Климатски паметна школа у Сједињеним Америчким Државама

Средња школа „Сидвел Френдс“ успела је да смањи потрошњу енергије за 60%, а потрошњу воде за 90%.

У школском јеловнику налази се поврће које на крову зграде узгајају ученици, а залива се кишницом. Вода за пиће се не користи у друге сврхе.
Школа се налази у делу САД у коме је често веома вруће, тако да школска зграда има свој систем расхладних торњева који снижавају температуру спољашњег ваздуха пре него што дође у унутрашњост. Клима-уређаји у учионицама користе се само током изузетно топлих дана.

Инсталирани су оптички системи који регулишу проток сунчеве светлости, усмеравајући је на тамније собе у згради. Прозори на сунчаној страни зграде имају посебне уређаје са заклоном, како би заштитили унутрашњост од прегревања.

Еко-кућа код Новог Сада

Еко-кућа код Новог Сада је до сада највећа и најрепрезентативнија стамбена зграда изграђена у потпуности по концепту самогрејне еко-куће Вељка Милковића. Власник, дипл. инжењер Александар Николић је учествовао у дизајну и израдио извођачки пројекат, 1994. године довршио изградњу еко-куће, у којој са породицом живи више од 30 година.
Кров се састоји од земљане овојнице дебљине 50 cm, водоотпорног армираног бетона и стандардних хидроизолационих материјала. Коришћена је унутрашња топлотна изолација од 5 cm стиропора. Столарија је дрвена, са двоструким остакљењем. Вентилација је природна, а извор енергије је Сунчево зрачење, које се прикупља рефлективним површинама.
Ова кућа штеди око 85% енергије за грејање и 100% за хлађење у поређењу са стандардном кућом исте површине.

Активне зграде

Активна зграда укључује исте концепте као и пасивна, као што је изолација, или оптимално излагање прозора Сунчевом зрачењу. Међутим, такође промовише системе обновљиве енергије, као што су соларни грејачи воде и/или геотермалне топлотне пумпе. Прва активна зграда у свету изграђена је у Данској, а Данска има чак и Интернет портал за активне зграде, који се може наћи на интернет адреси: www.activehouse.info.

Нови нацрт директиве ЕУ из 2023. године који регулише енергетске перформансе зграда захтева да све нове зграде буду неутралне по питању емисија од 2030. године, са циљем да до 2050. године све зграде буду неутралне у погледу емисија. То значи да такве зграде треба да имају карактеристике и пасивних и активних зграда.

Активна кућа у Данској

„Кућа за живот“ у Данској пример је угљенично неутралне активне куће. Она производи 9 kWh/m² енергије годишње више него што троши. Соларна топлотна пумпа и соларни колектори од 7 m² производе енергију за грејање простора и воде, док 50 m² соларних панела производи електричну енергију. Прозори од пода до плафона покривају 40% фасаде – двоструко више него код традиционалне куће. То омогућава осветљавање и загревање просторија путем Сунчевог зрачења. Све собе су опремљене сензорима који региструју температуру, ниво угљен-диоксида и влажност ваздуха, а интелигентни систем управљања осигурава да се кућа прилагођава потребама породице за здравим, угодним амбијентом у просторијама. Механизми аутоматског отварања прозора обезбеђују свеж ваздух, док сензори искључују светла када у собама нема никога.
Инсталирани су оптички системи који регулишу проток сунчеве светлости, усмеравајући је на тамније собе у згради. Прозори на сунчаној страни зграде имају посебне уређаје са заклоном, како би заштитили унутрашњост од прегревања.

3.2.4 Зелени градови

Има много примера употребе енергетски ефикасних технологија у зградама широм света, а однедавно су почели да се спроводе већи пројекти на нивоу градова.

Амбициозан циљ је стварање градова са смањеним утицајем на животну средину. Замислите цео град пројектован на начин да становници троше само оне ресурсе који су им стварно потребни и чине све што могу како би заштитили природу. Сва енергија у граду се производи из обновљивих извора енергије. Отпад се рециклира и поново користи. Становници оваквих градова у потпуности разумеју важност бриге о животној средини, клими и међусобне бриге, и зато живе у чистом и здравом окружењу.

Све већи део светске популације жели да се ти снови остваре, те се о пројектовању зелених градова све више размишља. Такви градови имају чистији ваздух, чистију воду и чистије земљиште. Отпад и отпадне воде се рециклирају и поново користе. Кровови се користе за баште или соларне панеле и имају резервоаре за прикупљање кишнице. Технологије активних и пасивних кућа се користе приликом изградње стамбених, јавних и пословних објеката.

Немогуће је одмах учинити све градове прихватљивим по животну средину, али ови снови, корак по корак, постају стварност широм света.

Самс (Данска)

Становници острва Самс у Данској су енергетски независни, користе енергију из обновљивих извора за своје потребе, а вишак произведене енергије продају. Да би достигли овај резултат, било им је потребно десет година и улагање од 80 милиона америчких долара, које је већ отплаћено захваљујући продаји произведене електричне енергије.

Острвљани су изградили десет ветротурбина на копну и 11 на мору, које заједно производе 28 гигават сати електричне енергије сваке године.

За грејање се на острву користи обновљива биомаса: слама, пиљевина и други биоразградиви отпад.

Острво има површину од 114 km^2 и простире се 50 km од севера до југа, са ширином већом од 20 km на његовом најширем делу. Има 4.000 становника, од којих се већина бави пољопривредом. Највеће насеље, Транебјерг, има само 800 становника, али поносно себе назива градом.

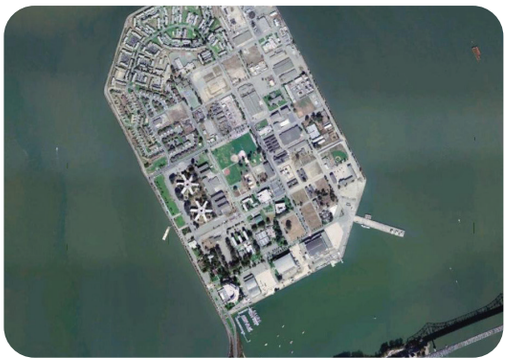
Масдар (Уједињени Арапски Емирати)

Град Масдар („масдар“ на арапском значи „извор“) нови је еко-град у Уједињеним Арапским Емиратима (УАЕ). Он се налази у Емирату Абу Дабија, на 17 km од главног града и у близини међународног аеродрома.

Идеју о изградњи зеленог града у пустињи предложила је влада Абу Дабија. Пројекат укупног буџета од 22 милијарде америчких долара започет је 2006. године и треба да буде завршен у блиској будућности. Очекује се да ће нови град имати 45.000–50.000 становника а да ће око 60.000 људи путовати на посао у Масдар. Већина тамошњих компанија и индустријских постројења ће се специјализовати за развој и производњу технологија и производа прихватљивих по животну средину. Превоз сопственим возилима није дозвољен – становници ће се кретати пешице, бициклом, јавним превозом или коришћењем нових такси возила контролисаних рачунаром. Изграђује се висок зид око града у циљу заштите од врућих пустињских ветрова, а његове улице ће имати обилну хладовину.

Град Масдар осмишљен је као средиште за компаније које се баве чистим технологијама. Масдар Институт за науку и технологију послује у граду од септембра 2010. У граду се налази и седиште Међународне агенције за обновљиву енергију (IRENA).

Искуство Масдар Ситија илуструје како одржив живот има своје потешкоће и изазове. Од електричних тротинета, преко аутономних зелених возила, па до будућих технологија, град не само што представља своја решења за олакшавање одрживог живота већ и паметне изборе који воде ка бољем свету.



Острво с благом (Сан Франциско, Калифорнија, САД)

Острво с благом је вештачко острво настало у Калифорнији 1939. године као место за нови аеродром. Ови планови су промењени током Другог светског рата и, уместо првобитне намене, острво је коришћено као војна база, која је постојала до 1996. године.

Острво с благом се сада користи као локација за тестирање изузетно одрживе урбане заједнице која ће више од 50% своје енергије добијати из соларних панела на крововима и ветрењача. Грађани ће моћи да купују воће и поврће са органске фарме на острву, сви аутомобили ће бити прихватљиви по питању заштите животне средине, а зграде енергетски ефикасне. Зграде на острву су сертификоване LEED стандардом енергетске ефикасности.

Шерфорд (Енглеска)

Шерфорд у Енглеској је нови еко-град, пројектован у традиционалном енглеском стилу. Пројекат је почео 2015. године и подржан је тада од стране принца Чарлса. Све зграде Шерфорда су направљене од материјала који имају смањен утицај на животну средину, а који су произведени у Енглеској, на удаљености мањој од 80 km од градилишта. Грађевински радови и превоз до градилишта смањили су угљенични отисак и емисију других гасова са ефектом стаклене баште.

Шерфорд ће следити традиционалну урбанизацију како би град постао неутралан по питању угљеника, градећи енергетски ефикасне зграде и планирајући структуру града тако да људи живе близу главне улице. Тиме се олакшава ходање и кретање бициклима, тако да, у неким деловима града, становници неће имати потребу за моторним транспортом. Простор на крововима такође ће се користити за соларне панеле и за узгајање биљака. Око четвртина кућа, од укупног броја, биће “нижих цена”, што представља олакшицу јер су велике разлике између цена кућа и плата у подручју.

Ванкувер (Канада)

Ванкувер је познат као један од најприхватљивијих градова у Северној Америци по стању животне средине. Као следећи корак, град је усвојио амбициозан план да постане најзеленији град на свету. План, који су градске власти развиле у сарадњи са локалним становништвом, укључује мере као што су прелазак на 100% обновљиву енергију до 2050. године, програм нултог отпада, ширење мреже пешачких и бициклистичких стаза, развој зелене градње и јавног превоза, ширење зелених површина, као и повећање пољопривредних тржишта и башта у локалним заједницама. Штавише, градска управа је, у сарадњи са Фондацијом Ванкувер, основала фонд од два милиона канадских долара, назван „Најзеленији град“, ради подршке зеленим пројектима локалних заједница. Уз потпуну имплементацију ових мера, Ванкувер тежи да до 2050. смањи емисију гасова са ефектом стаклене баште за 80% у односу на ниво из 2007.

ПИТАЊА

1. У које доба дана је врхунац потрошње електричне енергије?

2. Да ли земље са топлом климом треба да штеде енергију?

3. Како је потребно пројектовати град да би он био „зелен“?

4. Шта мислите: где се зими из вашег дома губи топлота, а где она лети улази? Како се то може избећи?

5. Која је разлика између „пасивне“, „активне“ и „паметне“ зграде?

ЗАДАЦИ

1

Задатак 1.
Замолите родитеље, или старатеље, да вам дају увид у рачуне за струју куће или стана за прошлу годину, запишите колико киловат-часова је потрошено и направите графикон (ако није приказан у рачуну).

Сазнајте колико електричне енергије троше главни апарати у домаћинству: фрижидер, машина за веш, усисивач, ТВ, осветљење итд.
То можете учинити тако што ћете:
1) пронаћи снагу сваког уређаја у његовим техничким упутствима;
2) одредити колико сати у току дана уређај ради;
3) помножити то време са бројем дана у месецу;
4) помножити снаге уређаја са временом, на нивоу месеца, током ког су у употреби.

На истом комаду папира нацртајте други графикон, резимирајући укупну потрошњу електричне енергије кућних апарата. Анализирајте графикон, погледајте који уређаји троше највише енергије и размислите зашто је то тако. Заједно са родитељима размислите шта ви можете да учините да бисте смањили потрошњу енергије.

2

Задатак 2.
Нацртајте велику мапу еко-града у коме бисте хтели да живите.
Како ћете назвати град? Где ће се он налазити? Како ће бити уређене његове улице? Да ли ће моторним возилима бити дозвољена вожња по граду? Какве компаније и индустрије ће имати (ако их уопште има)?
Где ће се налазити стамбена насеља и зашто ће се баш ту налазити?
Нацртајте како ће изгледати ваш сопствени дом у овом граду.
Каква ће то зграда бити и од чега ће бити направљена?
Напишите есеј о томе.

3

Задатак 3.
Сазнајте више о иницијативама за заштиту животне средине у различитим градовима широм света са странице „Одрживи градови“ на Википедији и из других извора. Пронађите детаљне информације о тренутном стању сваког еко-града и поднесите извештај у школи о неком граду.

4

Задатак 4.
Претражите интернет и пронађите добављаче пасивних и нискоенергетских кућа у Србији.

3.3 Угљенични отисак и како могу помоћи планети смањивањем свог угљеничког отиска

3.3.1 Угљенични отисак

Свака људска активност која користи енергију има утицај на климу.

Возимо аутомобиле, путујемо у друге градове и земље авионима, користимо телевизор и рачунар, кувамо храну и хладимо је у фрижидеру. Сечемо шуме да бисмо направили папир и намештај. Укључујемо грејање зими, а клима-уређај лети и користимо електрично светло у нашим домовима током целе године. Спроводећи све те активности, сви остављамо свој лични угљенични отисак.

Угљенични отисак града или државе је укупна количина свих гасова са ефектом стаклене баште које емитују појединци и организације унутар града или државе својим активностима, догађајима на којима учествују и производима које користе, директно или индиректно.

Слика 3.3.1 Примери извора емисије гасова са ефектом стаклене баште

Одговорно понашање према животној средини значи размишљање о томе како можете смањити емисију гасова са ефектом стаклене баште и сопствени угљенични отисак.

Уобичајена је пракса да се емисије свих гасова са ефектом стаклене баште преведу у еквивалент угљен-диоксида због једноставнијег разумевања и рачунања. Ова количина је приказана као јединица „CO_2-еквивалент“ (CO_{2q}).

Угљенични отисак

- Имејл-порука – 4 g
- Иста порука са великим прилогом – 50 g
- Пластична кеса – 10 g
- 0,5 l боца воде (локалне производње) – 110 g
- Просечна боца – 290 g
- Сладолед – 500 g
- Пар фармерки – 6 kg

Директне емисије су количине угљен-диоксида створене употребом фосилних горива. На пример, количина гасова са ефектом стаклене баште која се емитује током рада фабрике или мотора са унутрашњим сагоревањем.

Индиректне емисије су количина угљен-диоксида која се ослобађа у атмосферу када се енергија производи и преноси како би се направили производи које купујемо и омогућиле услуге које користимо. Ово је део угљеничног отиска на који можемо да утичемо – да смањимо употребу једнократне амбалаже, идемо пешке или бициклом уместо аутомобилом и не користимо машину за прање веша када није довољно пуна.

Израчунавање нашег угљеничног отиска (посебно индиректних емисија) тешко је, јер морамо узети у обзир много различитих фактора и пронаћи бројне информације. Угљенични отисак производа ће увек бити исти за произвођача, али ће бити различит за различите потрошаче, јер се транспорт и други утицаји испоруке производа до потрошача морају узети у обзир.

На пример, угљенични отисак јабуке из баште, која је поједена испод дрвета на коме је расла, износи 0 g CO_2. Ако купујете јабуке које се узгајају у вашем региону у сезони (тј. лети и почетком јесени), угљенични отисак јабуке износи 10 g CO_2. Угљенични отисак банане износи око 80 g CO_2.

Компаније које имају одговоран однос према животној средини надокнађују свој угљенични отисак садњом дрвећа и добијањем сертификата угледних компанија које се баве пројектима смањења емисија угљен-диоксида.

Примери налепница за производе који су угљенично неутрални:

ПИТАЊА

1 Шта је угљенични отисак?

2 Које јединице се користе за мерење угљеничног отиска?

3 Који од ових производа има већи угљенични отисак: јагоде узгајане у башти на локалном пољопривредном имању или јагоде набављене из иностранства и лепо упаковане? Зашто?

ЗАДАЦИ

1

Задатак 1. Тест, „Мој угљенични отисак“

А: Када купујете воће и поврће у продавници, шта обично изаберете:
- локалне неупаковане производе (1 бод);
- неупаковане производе из наше земље (2 бода);
- неупаковане производе из Африке, Јужне Америке и других далеких земаља (3 бода);
- увезене производе, појединачно упаковане (4 бода)?

Б: Торба коју користите за куповину је:
- ланена или памучна (1 бод);
- папирна (2 бода);
- пластична кеса коју узмем од куће (3 бода);
- пластична кеса коју узимам или купујем када платим робу у продавници (4 бода).

В: Када купујете пића, у каквом су обично паковању?
- папирном (1 бод);
- стакленом (2 бода);
- алуминијумском (3 бода);
- пластичном (4 бода)?

Г: Коју књигу волите да читате:
- нову, купљену у продавници (4 бода);
- електронску (3 бода);
- ону коју је већ неко прочитао (2 бода);
- узету из библиотеке (1 бод).

Д: Кад некоме дате поклон, да ли више волите:
- светао и атрактиван амбалажни папир, од чега год да је направљен (4 бода);
- папир са еко-етикетом који показује да се може рециклирати (2 бода);
- већ употребљену кутију или торбу коју посебно украшавам (2 бода);
- поклонити поклон без паковања (1 бод).

Одговори на тесту „Мој угљенични отисак“:

Од 5 до 7 бодова: Одлично! Имате угљенични отисак миша! Можете бити поносни на себе – све што треба да урадите је да убедите друге да буду попут вас.
Од 8 до 10 бодова: Имате угљенични отисак мачје шапе!
Али не будите самозадовољни – могли бисте и боље.
Од 11 до 13 поена: Угљенични отисак коњског копита!
Ставите ремен и уштедите мало енергије.
Од 14 до 16 бодова: Слонов угљенични отисак! Боље би било да употребите сву ту „тежину“ за уштеду енергије.

3.3.2 Како могу помоћи планети? Смањите свој угљенични отисак

Гасови са ефектом стаклене баште утичу на климу планете, а емисије тих гасова зависе делимично и од наших навика. Хајде да видимо како можемо да смањимо свој угљенични отисак и дамо допринос у борби против климатских промена.

Температура унутрашњег ваздуха и пријатан амбијент

У северним земљама скоро све зграде треба да буду грејане и топлотно изоловане. Већина система за грејање у старим зградама изграђена је у време када су цене топлотне енергије биле ниске а енергетска ефикасност није била приоритет. У многим градовима топлотна енергија се добија сагоревањем гаса или угља, чиме настају емисије гасова са ефектом стаклене баште, који имају негативан утицај на промену климе.

Алтернативни начини производње топлотне енергије укључују соларне колекторе и топлотне пумпе, али примена ових технологија на постојећим, старим вишеспратницама и даље је скупа и тешко примењива.

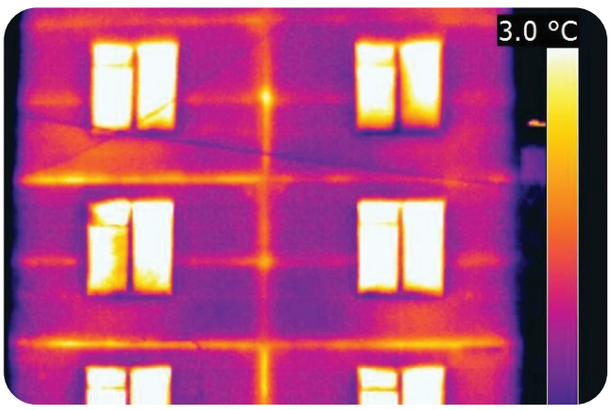
У таквим случајевима, најлакше и најчешће решење је побољшање топлотне изолације стамбене зграде. Губитак топлотне енергије зависи од два фактора: разлике у температури између унутрашњих и спољних простора и термоизолационих особина зидова, плафона, прозора и подова.

Зграде одају значајан део унутрашње топлоте кроз вентилационе системе. Губитак топлоте може настати и због оштећења, грешака у пројектовању, лошег квалитета конструкције, као и због старости зграде и термоизолационих материјала. Помоћу снимка направљеног инфрацрвеном камером, специјалним уређајем који приказује температурна поља на било којој површини, може се видети колико добро зидови, плафони и прозори задржавају топлоту и детектовати где долази до губитака топлоте. Температурна поља су приказана на дисплеју камере (и забележена у меморији) као поља одговарајућих боја, при чему одговарајућа боја одговара одређеној температури. Поред слике увек постоји скала која приказује којој боји одговара наведена вредност температуре.

До највећег губитка топлоте на било којој монтажној згради долази на спојевима између спољних зидних плоча. Квалитет уградње прозора може бити пресудан за ниво губитка топлоте, чак и код нових и реновираних зграда.

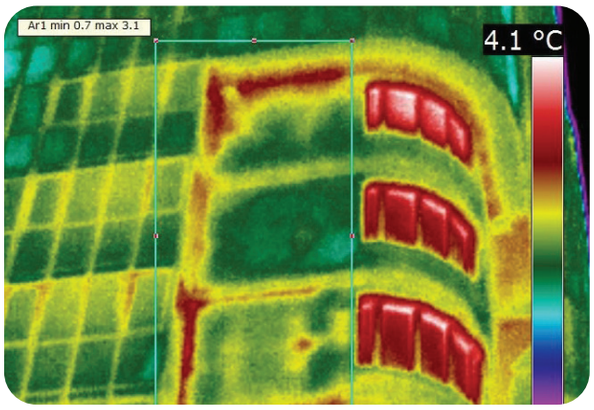
Слика 3.3.2

Петоспратна стамбена зграда из 60-их година 20. века која „сија“ на местима где топлота избија – на спојевима између монтажних плоча. Једини лек (осим рушења) јесте комплетна санација фасаде коришћењем најновијих термоизолационих малтера



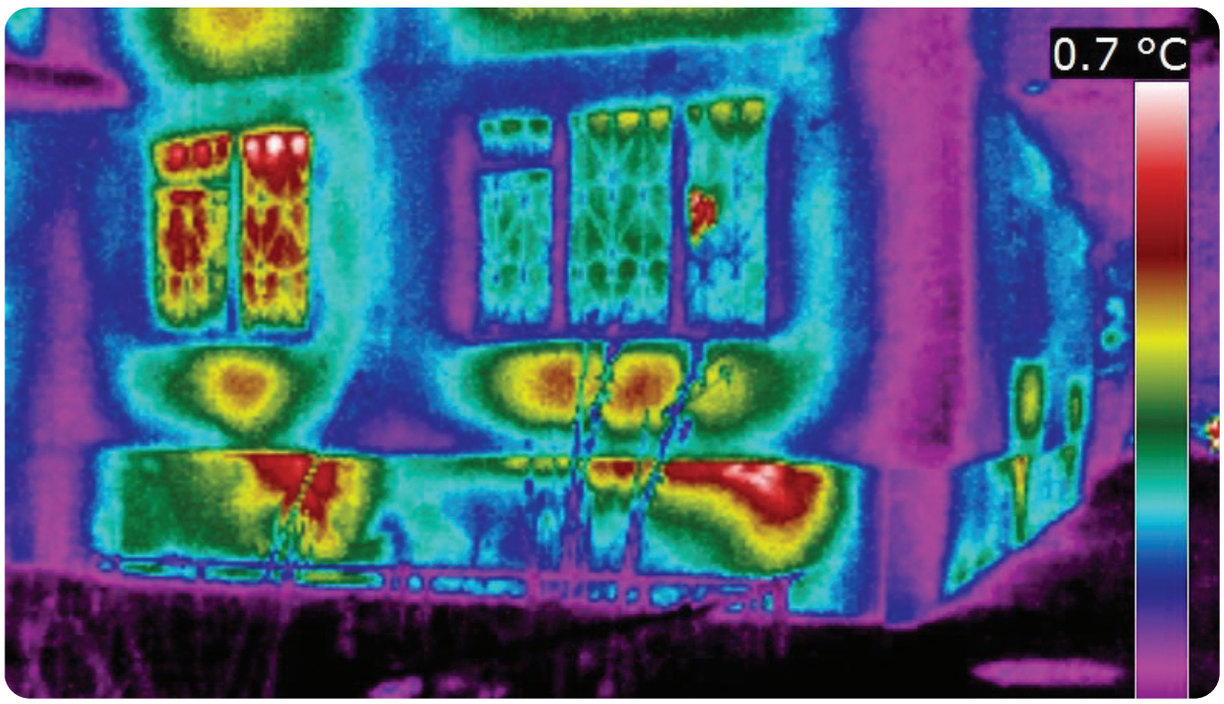
Слика 3.3.3

Губитак топлоте на углу зграде од опеке је интензиван на месту спајања балконског застакљења и зида, као и на местима где се плафони сусрећу са зидовима



Слика 3.3.4

Црвена поља означавају места на којима су радијатори фиксирани на зид у овој старој стамбеној згради



Топлотна изолација станова

Опције за уштеду енергије побољшањем топлотне изолације за станове варирају од замене постојећих прозора савременим, који имају двострука и трострука стаклена крила, до бољих врата, побољшане изолације зидова, подова и плафона и замене радијатора ефикаснијима.

- Савремени прозори, направљени од пластике или дрвета, нуде одличну заштиту од хладноће зими, а топлоте лети. Једноставни су за одржавање и лако се користе.
- Ако не можете да замените прозор савременијим, покушајте да га обновите. Провуците упаљену свећу или танко перо дуж оквира како бисте пронашли место кроз које улази спољни ваздух и попуните га заптивном масом. Најбоље време за то је јесен, јер је заптивну масу тешко правилно нанети ако је превруће или прехладно. Приликом наношења заптивне масе оквир мора бити сув.
- Задихтујте прозоре пре зиме. Једна од предности савремених изолационих система јесте да се прозори могу отварати и затварати чак и након што су задихтовани.
- Ако је и даље тешко одржавати температуру у просторији, користите тешке завесе на прозорима.
- Можете купити топлотно рефлектујући филм, који се лепи на унутрашњост дуплих стакала и рефлектује топлоту назад у стан. Неки од ових филмова могу се користити током лета. Међутим, филм пропушта само 80% дневне светлости у собу, а то може бити знатан губитак за станове који немају довољно светла (нпр. они у приземљу, окренути према северу, са надстрешницом за балкон са спрата изнад или у сенци дрвета). Но, вреди одмерити предности и недостатке: одрасли су током дана зими ретко код куће, а деца су у школи или другде, тако да рефлектујући филм може донети предност.
- Користите ролетне на прозорима да бисте спречили директно Сунчево зрачење. Лети спољне ролетне могу смањити температуру у соби и до 8°C. Потреба за хлађењем у појединим собама је смањена, док у неким случајевима хлађење уопште није неопходно. Зими, ролетне и завесе треба користити ноћу како би се спречили губици топлоте из куће. Капци могу да смање губитак топлоте и до 10%.
- Лети проветрите кућу током ноћи, када је спољна температура нижа. Ово помаже хлађењу куће и њеном снабдевању свежим ваздухом. Куће са више међусобно повезаних спратова (галерије, поткровља) могу се проветравати помоћу ефекта узгона (топли ваздух се диже а хладни пада), тако да прозоре и врата горњих и доњих спратова треба оставити отворене.
- Кутије ролетни су потенцијална места великих губитака топлоте; стога их је потребно изоловати.
- Ако губите топлоту кроз улазна врата, најбоље је заменити их, али водите рачуна о уградњи. Нема много разлике између различитих врата, али од квалитета њихове уградње зависе губици топлоте, а и изолација од буке.
- Ако се врата не могу променити, можете побољшати њихову изолацију тако што ћете на њих налепити плочу од полистирена или другог изолационог материјала, а затим је обложити синтетичком кожом. Требало би такође затворити процеп испод врата, кроз који излази топлота, тако што ћете фиксирати траку против промаје или подићи праг испред врата.
- Ако је хладно унутар зграде, зидове треба изоловати. Спољни зидови се могу најбоље изоловати помоћу технологије „Демит фасаде“, коју чине термоизолациони материјал

(на бази стиропора или минералне вуне) причвршћен на зид и премазан бојом.

- Други начин задржавања топлоте је пажљивим распоредом намештаја. Поставите ормаре поред најхладнијих зидова: послужиће као додатна баријера против продора хладноће. Намештај у соби не сме ометати циркулацију топлог ваздуха, па немојте стављати никакав намештај близу радијатора и других грејних уређаја.
- Најлакши и најјефтинији начин за изолацију пода је стављање линолеума на базу од филца. Али не користите лепак, јер ће филц изгубити изолациона својства. Такође, можете поставити изолациони филм или посебан изолациони материјал испод било које подне површине.
- Најједноставнији начин за побољшање квалитета грејања је замена старих радијатора модерним алуминијумским радијаторима. То је потребно урадити пре почетка грејне сезоне.
- Ако замена није могућа, стари радијатори могу се учинити ефикаснијим. Уклоните стару боју, истрљајте површину и офарбајте је у тамне боје: тамна и глатка површина одаје 5–10% више топлоте. Можете узети и лист шперплоче, обојити га сребрном бојом или га обложити металном фолијом и ставити га иза радијатора, како би се топлота рефлектовала у собу уместо да греје зидове. Такође је важно да радијатори буду чисти, јер прашина спречава пренос топлоте. Водите рачуна да завесе и намештај не заустављају проток топлоте из радијатора у собу.
- Не прегревајте собу! Обуците нешто топлије, а не прегревајте ваздух.
- Када проветравате стан, учините то брзо и потпуно – широм отворите прозоре и врата како бисте побољшали циркулацију ваздуха.
- Једном годишње, пре почетка грејне сезоне, позовите сервисног техничара да провери гасне инсталације и котао. Прљави горионик изазива непотпуно сагоревање горива, што доводи до ниже енергетске ефикасности и већих трошкова.
- Изолујте цеви за топлу воду које пролазе кроз негрејане просторе. Цев која води од котла до резервоара за топлу воду треба да буде изолована, као и резервоар за воду.
- Током лета, ваздух може ући у инсталације централног грејања и смањити капацитет вашег система. Рецимо, пола радијатора може бити врућe, а пола хладно. Због тога је потребно редовно одржавати радијаторе и целу инсталацију, како бисте из њих избацили вишак ваздуха.
- Проверите са стручњаком да ли ваш котао одговара потребама грејања у вашој кући. Ако имате котао са већим капацитетом од потребног, он ће се чешће укључивати и искључивати, што узрокује већу потрошњу горива и веће трошкове.
- Не препуњавајте ложиште дрвима, јер то смањује ефикасност.
- Да би се обезбедило боље сагоревање и ефикасност, облице треба да буду мање од 10–15 cm у пречнику.
- Ако замените стару пећ на дрва новом, ефикасном пећи или котлом на дрва, можете уштедети и до 50% огрева.
- Термички комфор је ствар навике и личне перцепције удобности. Оптималне температуре током грејне сезоне су:
    - у ходнику 14–17 °C,
    - у спаваћој соби 17 °C,

- у кухињи 17–21 °C,
- у радној соби 17–21 °C,
- у дневној соби 20–23 °C,
- у купатилу 23 °C,
- током дана, када нико није код куће, 16 °C,
- за време зимских празника, када нико није код куће, 10 °C.

- Смањите собну температуру за само 1 °C и можете уштедети око 5% енергије за грејање.
- Ако отворите прозор на дуже време, искључите систем грејања или хлађења.
- Уградите термостатски радијаторски вентил у сваку просторију да бисте регулисали температуру. Могуће су уштеде енергије и до 20% (што зависи од врсте термостата и брзине реакције – термостатске „главе“ напуњене гасом најбрже реагују). Уштеде се постижу јер термостатски вентил регулише температуру у просторији користећи све доступне изворе топлоте (Сунчево зрачење, људи, кућни апарати ...).

Кување

Електрични шпорет је најјачи уређај у вашем дому: са свим упаљеним горионицима и рерном, може имати и 20 киловата снаге, што је десет пута више од великог електричног водокотлића или пегле.

- Не заборавите да дно посуда и лонаца које користите на шпорету мора бити глатко и дебело. Потребно је до 40% дуже времена за кување хране у посуди са неравним или конкавним дном.
- Посуда треба да буде исте величине као и горионик како би се избегли губици топлоте.
- Користите поклопац! Потрошња енергије је 2,5 пута већа када кувате храну у отвореној посуди.
- Рерну електричног шпорета можете искључити на пет минута пре него што је храна спремна: преостала топлота ће завршити процес кувања.
- Посебни уређаји (апарати за кафу, лонци под притиском, мултикувари) могу припремати храну користећи 30–40% мање енергије од обичног шпорета и за упола краће време.
- Ако налијете воду преко житарица неколико сати пре кувања каше, оне ће се брже скувати и сачуваће више витамина. Хељда се може намакати око сат времена, пиринач и дуже, а пасуљ или грашак можете оставити да се натапају преко ноћи. Ово вам такође штеди време – ако се храна брже кува, не морате трошити време надгледајући.
- Не употребљавајте превише воде док кувате храну.
- Не пуните чајник до врха ако вам треба воде за само једну шољу.
- При кувању користите минималну снагу која вам је потребна. Након што вода проври, смањите снагу рингле на најмању вредност која омогућава кључање.
- Користите бојлере за загревање воде, јер је то брже и ефикасније од загревања воде у лонцу на електричном шпорету.

Хладњаци

Фрижидер је уређај који троши највише енергије у вашој кући и висина вашег рачуна за струју у великој мери зависи од тога колико је добар и како се користи. Модерни фрижидер троши три до пет пута мање енергије од фрижидера исте величине и истих карактеристика произведеног пре 20 година, нарочито ако има старе заптивке које су изгубиле еластичност, па топао ваздух улази у фрижидер. За самачко или двочлано домаћинство, нови фрижидер може да смањи рачуне за струју 1,5 пута.

- Пре отварања фрижидера, размислите шта вам треба из њега. Само неколико секунди је довољно да топао ваздух из собе замени хладан ваздух из фрижидера.
- Ако је фрижидер велики, добра је идеја да га напуните џемом и киселим краставцима: када га отворите, топао ваздух брзо избацује хладан ваздух из фрижидера, али ако је фрижидер пун, тада улази мање топлог ваздуха.
- Никада не стављајте храну у фрижидер док је још топла! Поставите фрижидер колико је год могуће далеко од радијатора, шпорета и директне сунчеве светлости.
- Пазите да су посуде са производима прекривене када их стављате у фрижидер, да влага не би испаравала и кондензовала се на зидовима фрижидера.
- Ако је потребно ручно одмрзавати фрижидер, радите то чешће.
- Приликом постављања фрижидера и замрзивача обавезно оставите довољно простора за вентилацију између задњег дела уређаја и зида (око 10 cm), да бисте спречили прегревање кондензатора и компресора, што доводи до повећане потрошње енергије.
- Периодично чистите (пажљиво, да не бисте оштетили цеви) прашину на задњој страни фрижидера, где се ослобађа топлота, јер запрљане цеви отежавају пренос топлоте, што додатно повећава потрошњу енергије.

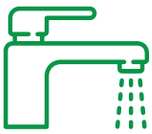
Расвета

- Можете остварити уштеду енергије до 40% коришћењем модерне расветне опреме и применом неких практичних савета.
- Осветљавање само на местима где радимо или читамо често је ефикасније него снажна плафонска светла. Користите преносне лампе и сијалице.
- Глатка бела површина одбија 80% светлости усмерене на њу, тамнозелена 15%, а црна само 9%. Када бирате намештај, тапете и завесе за собу, дајте предност светлијим бојама.
- Постоји врло једноставан и веома ефикасан начин побољшања ефикасности осветљења: бришите редовно прашину са сијалица и стаклених прозора.
- Већина дневне светлости улази у просторију кроз горњи део прозора, па је посебно важно да га не блокирате.

Кућни апарати

Потрошња енергије може се смањити бољим коришћењем кућних апарата.

- Када бирате нову аудио, видео или рачунарску опрему, дајте предност оној са мањом потрошњом енергије. Наравно, за одлуке о куповини у породици су задужени родитељи, али им можете помоћи да одлуче тако што ћете им рећи шта знате.
- Искључите све електричне уређаје из струје када их не користите. Кад искључите телевизор употребом даљинског управљача, он прелази у режим „спавања“, који и даље користи нешто електричне енергије.
- Не остављајте пуњаче за мобилне уређаје стално прикључене.
- Користите висококвалитетне наставке утикача са широким кабловима. Уски каблови ће се загрејати, што значи да се електрична енергија губи у виду топлоте уместо да напаја ваше уређаје.
- Прањем посуђа у машини за прање троши се до 60% мање електричне енергије и до 85% мање воде него код ручног прања.
- Користите машину за прање судова само када је пуна посуђа.
- Избегавајте програм сушења судова који троши додатну енергију.



Потрошња воде

Акције које се односе на потрошњу воде могу уштедети и енергију и воду.

- Туширајте се и избегавајте пуњење каде водом.
- Ако вам из славине капље 10 капи у минути, то износи 263 литре воде годишње. Поправите славине.
- Постоје различите врсте славина. Славине са гуменим заптивкама краће трају, али је заптивке лако заменити. Кугличне и керамичке славине могу трајати веома дуго, али само ако су у цевоводу уграђени филтери, јер су у таквим славинама полирани делови веома осетљиви на честице рђе у води. Керамичке славине се морају пажљиво затварати. Славине са могућношћу грејања воде, које су се на тржишту појавиле тек недавно, скупље су, али могу да подесе температуру воде брзо и тачно, што смањује непотребне трошкове.
- Навикните се да затварате славине када није потребно да вода непрекидно тече. Неке породице гуле кромпир и перу га под текућом водом, али ти се задаци могу обавити исто тако добро коришћењем шерпе или канте. Прање посуђа је лакше ако их перете и испирате заједно. Модерне судопере често имају чепове, тако да се сама судопера може користити као посуда.
- Током прања зуба или бријања искључите воду, јер на тај начин можете уштедети до 5 литара воде дневно.
- Предложите родитељима да перу аутомобил у перионици, а не сами. Перионице су опремљене уређајима високог притиска који много боље перу аутомобил уз мању потрошњу воде.
- Ако имате породичну кућу, сакупљајте кишницу, коју ћете користити за наводњавање цвећа, прање аутомобила итд.
- Инсталирајте аераторе на све своје славине. Инсталирају се тако што их уврнете у навој на славини и смањују потрошњу воде 2-3 пута.
- Ако се уграде „тушеви који штеде“, смањује се потрошња воде за отприлике 2 пута, а самим тим штеди се и енергија за грејање воде.

Прање и пеглање

Смањење емисија гасова са ефектом стаклене баште од прања и пеглања може помоћи у уштеди енергије, емисија, вашег времена и продужити трајање ваше одеће.

- Када перете одећу у машини за веш, нема потребе да загревате воду до 90 °C и покрећете пуни циклус: то је потребно само за веома прљав веш. За постељину или благо запрљану одећу, економичан циклус прања је сасвим довољан (свака машина нуди избор економичности или брзог прања), а савремени детерџенти садрже ензиме који осигуравају правилно прање чак и на ниским температурама. Такво прање користи скоро 10 пута мање енергије од получасовног прања на 90 °C.
- Причекајте да се пре употребе машина за прање веша напуни – неекономично је прати један пар фармерки.
- Проверите да ли су предмети које перете равномерно распоређени у бубњу машине за веш. Уколико нису, машина неће моћи да обезбеди брзо окретање бубња. Ако је оптерећење равномерно распоређено, биће мање напрезања машине, циклус прања трајаће краће, а машина ће трајати дуже.
- Када пеглате опрану одећу, сортирајте је по различитим материјалима: можете почети са нижим температурама, затим прећи на ствари које захтевају високе температуре, а мали предмети се могу испеглати након искључивања пегле.
- Неким стварима није потребно пеглање – довољно је да их уредно окачите на вешалице за одећу или поставите равно приликом сушења веша.

Рециклажа и поновна употреба производа

Навикли смо да видимо обиље ствари око себе, али оне се не појављују ниоткуда. Све што користимо произведено је коришћењем енергије и уз рад многобројних људи. Отпад из процеса производње и све веће количине отпада погоршавају наше животне услове и негативно утичу на климу.

- Пре него што купите нешто ново, добро размислите да ли вам је заиста то потребно. Можда вам само треба накратко, па би било добро да га позајмите од неког другог.
- Пазите на ствари како би дуже трајале.
- Ако имате нешто што вам више не треба, размислите да ли би то могло бити корисно неком другом. Играчке или одећу коју су деца прерасла можемо да поклонимо вртићу, сиротишту или деци коју познајемо. На интернету постоје странице на којима се поклањају ствари које људима нису потребне, а други су спремни да их преузму. Тубе или кутије за паковање могу се претворити у нешто ново, старе лутке и играчке могу се поправити, а постоје и мајстори који поправљају покварене апарате и враћају их у радно стање.
- Можете поклонити старе књиге које више нећете читати библиотеци или их користити за размену књига, која је постала популарна последњих година: то су посебне полице у појединим књижарама и библиотекама где можете донети било коју књигу и заменити је за књигу коју је неко други донео.

- Ако је нека ствар потпуно покварена, материјал од ког је направљена може се рециклирати. Проверите на интернету да ли у вашем граду постоји прихватно место за предмете за рециклажу – можда имате среће и нађете такво место близу вашег стана или куће. Можете и да обавестите и окупите становнике у вашем крају да рециклирају смеће и нежељене предмете или да се удружите с пријатељима, а можете и да разговарајте са наставницима у школи. Заједно, можда ћете сакупити довољно пластике, папира и метала да би се путовање у центар за рециклажу исплатило, који би требало да постоји у вашој околини.
- Носите своје торбе (цегере, платнене и сличне) када идете у куповину, тако да у продавници не морате куповати нове (сем у случају када су вам стварно потребне). Пластичне кесе за куповину су бесплатне у многим продавницама, понекад су згодне и потребне, али увек можете да кажете особљу да вам не требају. Сада бројне земље уводе наплату за пластичне кесе, због чега вреди употребљавати сопствене торбе.
- Од 1. јануара 2020. у Београду се могу користити само биоразградиве пластичне кесе, папирне кесе и кесе за вишекратну употребу.
- Има смисла куповати производе који се често користе а имају дуг рок употребе (детерџент, шампон, неке житарице итд.) у великим паковањима. Подсетите своје родитеље на то (са мањом количином амбалаже стварате и мање отпада).

Слика 3.3.5

Бале метала за рециклирање

Табела 3.3.1 **Поређење између папира у потпуности произведеног од чисте дрвене пулпе и папира у потпуности произведеног од рециклираних материјала (по тони папира)**

	Папир у потпуности произведен од чисте дрвене пулпе	Папир у потпуности произведен од рециклираних материјала	Уштеда
Дрво	3 t	0 t	3 t
Енергија	11.140 kWh	6.450 kWh	4.690 kWh
Емисије гасова са ефектом стаклене баште	2.581 kg CO_2	1.625 kg CO_2	956 kg CO_2
Отпадне воде	72.000 l	39.100 l	33.100 l
Отпад	1.033 kg	506 kg	528 kg

Тиме што уштедимо једну тону папира, уштедимо и тринаест тона нафте, 4.100 kWh електричне енергије и 32 t воде. Производња и штампање једног листа папира формата A4 емитује 28 g CO_2, а копирање једног листа A4 емитује 380 g CO_2.

Уштеда енергије у производњи коришћењем рециклираних материјала

Алуминијум – 95%
Цинк – 60–70%
Папир – 64%
Бакар – 70–85%
Магнезијум – 95%
Пластика – 80–88%
Олово – 60–80%
Челик – 70%
Стакло – 68%

Свој угљенични отисак можете смањити тако што ћете користити мање енергије и што нећете расипати енергију и воду купујући ствари које вам нису потребне и ствари са вишком амбалаже, тако што ћете рециклирати отпад, ходати и возити бицикл кад год је то могуће, као и куповати храну произведену локално.

И, на крају, запамтите да су наши главни савезници у очувању климе биљке. Пазите на њих и посадите нове кад год и где год можете.

Климатске промене
Како да смањите свој угљенични отисак
Угљенични отисак је укупна количина емисије коју људи производе захваљујући својим активностима, догађајима на којима учествују и производима које конзумирају директно или индиректно.
Угљен диоксид (CO_2) је основни гас ефекта стаклене баште, а који утиче на климу. У атмосферу се ослобађа углавном сагоревањем фосилних горива (нафта, угаљ и природни гас) која се користе у производњи енергије. Смањујући свакодневно нерационално коришћење енергије и природних ресурса смањићете емисију CO_2 и помогнете планети. Како? Прочитајте савет:
САЧУВАЈ – CO_2NSERVE! БОРИ СЕ - CO_2MBAT! САРАЂУЈ – CO_2OPERATE!
САЧУВАЈТЕ!
БОРИТЕ СЕ!
САРАЂУЈТЕ!
ОДЛАЗАК У ШКОЛУ, НА ОДМОР И ПУТОВАЊЕ
Кад год можете идите пешице или возите бицикл.
Користите јавни превоз.
Када путујете далеко користите воз уместо авиона.
Учествујте у акцијама против климатских промена.
БОРИТЕ СЕ против климатских промена!
У ШКОЛИ
Окачите овај постер на школски пано.
Пошаљите ове препоруке својим пријатељима.
САРАЂУЈТЕ на заустављању климатских промена!
ШКОЛА
Пластика
Папир
Органски
Папир који вам није потребан може да се рециклира. Рециклирајте папир, сачувајте шуме!
У куповину увек са торбом - нема више пластичних кеса!
ПРОДАВНИЦА
Бицикли су кул!
Садите дрвеће - јер апсорбује угљен-диоксид!
УШТЕДА ЕНЕРГИЈЕ У ДОМУ
Изолујте стан или кућу и уградите енергетски ефикасне прозоре, тако да вам зими не треба додатно грејање.
Лети подесите температуру на клима уређају на 25-26°C
Искључите светла када вам нису потребна.
Користите енергетски ефикасне сијалице.
Искључите пуњаче за мобилне телефоне када их не користите.
Не остављајте рачунар, телевизор и друге уређаје у режиму спавања- искључите их.
Перите одећу на програму од 30-40°C.
Размислите шта треба да узмете из фрижидера пре него што га отворите.
За кување користите само онолико воде колико вам треба.
Кад кувате храну, поклопите посуду – то смањује потрошњу енергије за 2,5 пута.
САЧУВАЈТЕ ресурсе!
СВАКОДНЕВНИ САВЕТИ
Искључите славину када вам вода није потребна.
Водите рачуна о стварима, трајаће дуже.
Чувајте папир, а штампач користите само када вам је то потребно.
Сортирајте отпад и рециклирајте кад год можете.
Користите ствари које су рециклиране и ствари које се могу рециклирати.
САЧУВАЈТЕ ресурсе!
КУПОВИНА
Када идете у куповину са родитељима:
• понесите своју торбу, не користите нову из продавнице;
• купујте енергетски ефикасне уређаје;
• купујте локалну храну и робу да бисте смањили емисију угљеника услед транспорта.
БОРИТЕ СЕ против климатских промена!
КЛИМАТСКИ ПАКЕТ
Република Србија
UNDP

ПИТАЊА

1. Шта је угљенични отисак?

2. У којим јединицама се изражава угљенични отисак?

3. Шта има већи угљенични отисак: јагоде узгајане у башти на локалној плантажи, или јагоде донесене из иностранства и лепо упаковане? Зашто?

4. Напољу је хладно, а грејање у кући не ради.
Који савети за одржавање температуре ће вам бити најкориснији и зашто?
а) Обући топао џемпер и чарапе;
б) Ставити ноге на тепих;
в) Појести нешто;
г) Попити топли чај;
д) Укључити електричну грејалицу;
ђ) Плесати, скакати или трчати у месту;
е) Запалити ватру у пећи или камину;
ж) Окупати се у топлој води;
з) Седети на сунцу.

5. Шта је и када економичније – купање у кади или туширање?

6. Да ли уградња водомера може да уштеди енергију?
Зашто?

7. Да ли користимо енергију када користимо воду у згради? Коју врсту енергије користимо?

8. Шта већ радите у вашем дому како бисте уштедели енергију?

9. Које важне ствари морате да запамтите када користите фрижидер?

ЗАДАЦИ

1

Задатак 1.
Нацртајте табелу са четири колоне. Користите прву колону да забележите примере неефикасне употребе енергије које видите око себе (на улици, код куће, у школи). У другој колони објасните како се енергија може уштедети или ефикасније користити у свим овим случајевима. У трећој колони запишите примере ефикасне употребе енергије које сте видели. И у четвртој колони запишите по један пример сваког дана када сте ви лично користили енергију ефикасније и урадили нешто добро за планету. Упоредите своје таблице са таблицама ваших другова и другарица из разреда. Направите извештај о резултатима.

2

Задатак 2.
Прегледајте све своје ствари (по могућности са родитељима), пронађите где су направљене и обележите то место на мапи света. Ставите ствари које сте купили или добили, али их не употребљавате, у посебну групу. Израчунајте колико су путовале да би стигле до вас. Сада можете да направите графикон (дијаграм, мапу) који показује где су ствари направљене и од какве су вам користи (неопходне, непотребне, повремено корисне, погодне за рециклажу, погодне за израду нечег другог итд.).

3

Задатак 3.
Поделите разред у седам група. Свака група извлачи сламку за одабир фокусне групе: млађи студенти; старији студенти; домаћице; пензионери; индустријалци; политичари; наставници.
Свака група мора да припреми пројекат за промоцију уштеде енергије и енергетску ефикасност за своју фокусну групу.
Ваши задаци су:
1) да смислите слоган или слогане за информативну кампању;
2) да направите плакат за подстицање уштеде енергије у вашој групи;
3) да развијете програм који ће помоћи вашој фокусној групи да схвати принципе уштеде енергије и спроведе их.

Убаците оригиналне идеје у свој програм – од луткарске представе како се објављује књига до предлога за реформу државе (у зависности од фокусне групе). Након представљања пројеката, прикажите најбоље плакате у школи.

3.4 Глобална сарадња у вези са климатским променама, одрживим развојем и приступ који укључује цело друштво у борбу против климатских промена

Глобална сарадња и преговори о климатским променама

До краја седамдесетих година прошлог века само су се научници интересовали за климатске промене. На првој Светској конференцији о клими, одржаној 1979. године, представљени су бројни извештаји, који су пружили доказе да људске активности имају велики утицај на климу. Ово је привукло пажњу новинара, затим шире јавности и, на крају, влада.

Уједињене нације су 1988. препознале климатске промене као један од најважнијих глобалних изазова за човечанство. Неки од најбољих научника на свету почели су да раде на питању климатских промена.

Међувладин панел за климатске промене (енг. Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) основан је 1988. године. Панел је прегледао расположиве научне доказе и показао како људске активности утичу на климу.

Први извештај IPCC-а, објављен 1990. године, потврдио је да је претња климатских промена стварна и да постоји директна веза између људских активности и процеса у глобалној атмосфери. Од тада је објављено још пет извештаја Међувладиног панела о климатским променама (IPCC). Последњи, Шести извештај IPCC-а, у ком се процењују климатске промене коришћењем најновијих истраживања научника из целог света, излазио је у неколико делова: Први део („Физичке основе климатских промена“) објављен је у августу 2021. године, други део („Утицаји, адаптација и рањивост“) у фебруару 2022. године, а трећи део („Смањење климатских промена“) у априлу 2022. године.

Већина научника се слаже да морамо и можемо пронаћи начине за борбу против климатских промена. Ово је могуће само ако земље широм света раде заједно, а најбољи начин за то је под окриљем Уједињених нација.

Године 1992, на конференцији Уједињених нација о животној средини и развоју, одржаној у Рио де Жанеиру, представници земаља широм света постигли су историјски договор о заједничком деловању по питањима климе, биодиверзитета, шума и дезертификације. Овај споразум је формализован путем Оквирне конвенције Уједињених нација о промени климе (енг. United Nations Framework Convention, UNFCCC), а договор је постигнут у рекордном року од 18 месеци.

Конвенција је ступила на снагу 1994. године, постављајући опште оквире за ограничавање и смањење емисија гасова са ефектом стаклене баште, као и за међународну сарадњу у прилагођавању на нове климатске услове. Међутим, на првој Конференцији страна Оквирне Конвенције (тј. земаља које су потписале Конвенцију; енг. Conference of Parties - COP), 1995. године, било је јасно да су потребне конкретније и обавезујуће мере.

Након сложених и тешких преговора, у децембру 1997. године, у Кјоту, у Јапану, усвојен је Протокол из Кјота, који је представљао први међународни уговор који је укључивао обавезе индустријализованих земаља за смањење емисија гасова са ефектом стаклене баште.

Протокол из Кјота је био револуционаран, јер је садржао квантификоване обавезе сваке развијене земље да не премаши одређени ниво емисија гасова са ефектом стаклене баште у периоду 2008–2012. година у односу на 1990. годину, која је узета као референтна. Такође је увео иновативне механизме засноване на тржишту, који су доделили цену емисијама угљен-диоксида.

United Nations
Framework Convention on
Climate Change

Као део групе држава у развоју, Република Србија у периоду примене Протокола из Кјота није имала обавезу смањења емисија гасова са ефектом стаклене баште. Према Трећем извештају Републике Србије према Оквирној конвенцији о промени климе, тренд укупних емисија гасова са ефектом стаклене баште у периоду 2000–2021. године карактеришу флуктуације, од изразито позитивног у периоду 2000–2004. године, преко негативног у периоду 2010–2012. године, услед смањења производње цемента, гвожђа и челика, до изразито негативног у 2014. години (15% у односу на 2013. годину), као последице поплава које су смањиле производњу електричне енергије у постројењима која користе лигнит из отворених рудника и стабилизације емисија после 2015. године

На пример, Европска унија се обавезала да ће смањити своје емисије за 8%, Јапан за 6% а Русија и Украјина да не премаше ниво својих емисија из 1990. године.

Сједињене Америчке Државе, које су емитовале највећу количину гасова са ефектом стаклене баште у том моменту, активно су учествовале у преговорима о Протоколу из Кјота, али га касније, 2001. године, нису ратификовале.

Тако су на крају 2012. године била на снази два међународна договора: Оквирна конвенција УН о промени климе, као међународни оквир који дефинише општу стратегију човечанства за борбу против климатских промена, и Протокол из Кјота, којим су утврђене посебне обавезе индустријализованих земаља, попут оних у Европској унији и земаља са привредама у транзицији, попут Србије.

Период обавеза преузетих од стране индустријализованих земаља и земаља у транзицији, према Протоколу из Кјота, истекао је крајем 2012. године и били су потребни нови преговори.

У 2013. години, развијене земље које су остале део Протокола из Кјота договориле су се о даљим обавезама за смањење емисија гасова са ефектом стаклене баште у другом периоду обавеза од 2013. до 2020. године. Али, из различитих разлога, став неколико земаља према Протоколу из Кјота се променио. САД, Канада, Јапан, Нови Зеланд и Русија нису се придружиле споразумима о којима се преговарало за период 2013–2020. Њихов аргумент је да се свет изменио од деведесетих и да сада скоро сав раст емисија не долази из развијених земаља, већ из великих земаља у развоју – Кине, Индије, Бразила, Јужне Африке и др., чије емисије нису регулисане Протоколом из Кјота.

Прекретнице у борби против климатских промена

Фазе напора човечанства за решавање проблема климатских промена:

- 1992. – Оквирна конвенција УН о промени климе, када су се државе сложиле да формулишу планиране акције за смањење глобалних емисија гасова са ефектом стаклене баште на нивое из 1990. године;
- 2008–2012. – Први обавезујући период Протокола из Кјота – где су се 37 развијених земаља и Европска унија обавезале да смање емисије гасова са ефектом стаклене баште за просечно 5% у односу на ниво из 1990;
- 2013–2020. – Други обавезујући период Протокола из Кјота – развијене земље посвећене смањењу емисије гасова са ефектом стаклене баште обавезале су се да смање емисије за најмање 18% у односу на ниво из 1990. године. Међутим, списак земаља у другом периоду обавеза разликује се од списка у првом периоду; развијене земље које нису учествовале у Протоколу из Кјота преузеле су добровољне обавезе за смањење емисија до 2020. године, а земље у развоју су се сложиле да спроведу Национално прихватљиве мере ублажавања (енг. Nationally Appropriate Mitigation Actions, NAMAs).
- 2015. – Усвајање Париског споразума, који прописује обавезу смањења емисија гасова са ефектом стаклене баште за све државе, али у складу са националним могућностима, које се исказују преко национално утврђених доприноса смањењу емисија гасова са ефектом стаклене баште (енг. Nationally Determined Contribution, NDC), као и спровођења амбициозних, дугорочних мера за смањење емисија гасова са ефектом стаклене баште.
- 2016. – Ступање на снагу Париског споразума, са првим обавезама за смањење емисија за све државе, познатим као Национално утврђени допринос (NDCs) између 2020. и 2030. године, са обавезом периодичног подизања амбициозности 2025. године.
- После 2020. – Париски споразум ступа на снагу.

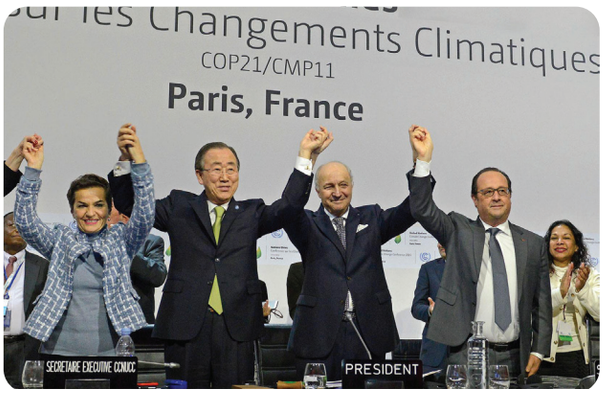
У децембру 2015. године, на 21. Конференцији уговорних страна (COP21) у Паризу, представници држава су се окупили како би постигли значајан споразум о климатским променама, познат као Париски споразум. Циљ овог споразума је да ограничи раст глобалне температуре на испод 2 °C у односу на прединдустријски ниво, уз додатни напор да се пораст задржи на 1,5 °C. Током конференције, разматрани су различити начини за смањење емисија гасова са ефектом стаклене баште, прилагођавање климатским променама, као и добијање технолошке и финансијске подршке за спровођење тих мера.

Париски споразум не поставља обавезујуће циљеве за смањење емисија, већ подстиче земље да саме дефинишу своје националне циљеве у оквиру глобалног плана. Ови циљеви су познати као **Национално утврђени доприноси** (енг. Nationally Determined Contribution NDCs). Први сет ових планова достављен је у периоду 2015–2016. године, а други у 2020. години и касније. Ови планови представљају обавезе које су државе преузеле у оквиру глобалне борбе против климатских промена.

Потписивањем Париског споразума Република Србија обавезала се, међу првих десет у свету и прва у региону, да смањи националне емисије гасова са ефектом стаклене баште за 9,8% до 2030. године у односу на ниво из 1990. године. У августу 2022. године, Секретаријату Оквирне конвенције доставила је свој ревидирани национални циљ за смањење емисија гасова са ефектом стаклене баште, и он износи 33,3% до 2030. године у односу на ниво из 1990. године.

Слика 3.4.1

Примена историјског Париског споразума на COP21 у Паризу, Француска, 2015. године



Да би се осигурало да заједнички обећани Национално одређени доприноси (NDC) од стране земаља резултирају смањењем емисија, уведен је нов механизам, познат као Глобални пресек стања (енг. Global Stocktake, GST).

Улога GST-а је да се процени колективни напредак ка испуњењу циљева Париског споразума, ослањањем на најновија научна истраживања и узимањем у обзир концепта праведности. То је тренутак када је потребно направити дубоку и озбиљну анализу стања наше планете и одредити бољи пут за будућност. Такође, GST служи као подстицај државама да повећају своје амбиције у политици и мере за смањење емисија, усклађујући их са најновијим научним сазнањима, током припреме и ажурирања својих Национално утврђених доприноса (NDC).

Први Глобални пресек стања (GST) одржан је у периоду 2022–2023. године, а његови закључци су представљени на 28. Конференцији страна (COP28), која је одржана у децембру 2023. године у Дубаију, у Уједињеним Арапским Емиратима. Државе су постигле консензус да свет тренутно није на путу да постигне циљ ограничавања пораста глобалне температуре на 1,5 °C, како је предвиђено Париским споразумом.

Због тога је неопходно да се предузму хитне и амбициозне политике и мере за ублажавање и прилагођавање климатским променама, које ће бити укључене у следећи циклус NDC-а, предвиђен за 2025. годину. Тада се очекује да ће земље повећати своје циљеве за 2030. годину и поставити нове циљеве до 2035. године.

Глобални пресек полази од научних основа које указују на то да глобалне емисије гасова са ефектом стаклене баште треба смањити за 43% до 2030. и за 60% до 2035, у поређењу са нивоима из 2019. године, и достићи нето нулту емисију до 2050. године, да би се ограничио пораст глобалне температуре испод 1,5 °C.

Исход Глобалног пресека подразумева да државе а) предузму конкретне акције за утростручење капацитета обновљивих извора енергије и удвостручење побољшања енергетске ефикасности до 2030. године на глобалном нивоу и смањење емисија метана; и б) убрзају напоре ка постепеном смањивању употребе угља, укидању неефикасних субвенција за фосилна горива и спровођењу других мера којима се подстиче прелазак са фосилних горива у енергетским системима, на праведан, организован и равноправан начин. Позива развијене земље да наставе да показују пут и воде транзицију ка климатски неутралној будућности и друштву отпорном на климатске промене.

Такође је постигнут консензус о потреби за повећањем подршке земљама у развоју, како би се омогућило такво амбициозно деловање. На пример, Глобални пресек (GST) процењује глобални напредак у решавању климатске кризе и њених ескалирајућих утицаја и доводи до успостављања механизама финансирања и алата који могу помоћи у суочавању са догађајима попут екстремних поплава у Силету, у Бангладешу, 2022. године, које су довеле до недостатка чисте пијаће воде. На тај начин, исход GST-а доводи до прилика за остваривање циљева Париског споразума у овој критичној деценији за акцију против климатских промена.

Слика 3.4.2

Жене траже пијаћу воду у Силхету, Бангладеш, након екстремних поплава 2022.

Париски споразум такође захтева од развијених земаља да подрже земље у развоју тако што ће им пружати финансијску и технолошку подршку, као и подршку у развоју капацитета. Као део Глобалног пресека, државе су признале потребу да обезбеде земљама у развоју климатско финансирање у износу од 5,8 до 5,9 трилиона америчких долара за период до 2030. године.

На 28. Конференцији УН о промени климе, која је одржана у Дубаију 2023. године, у фокус је по први пут стављен и утицај климатских промена на људско здравље. Министри здравља, заштите животне средине, финансија и других сродних сектора изнели су могућности за акције у циљу решавања овог проблема. Земље су усвојиле прву Декларацију о здрављу и климатским променама, којом су се обавезале да ће се удружити и радити на трансформацији здравствених система да буду отпорни на климу, са ниским угљеничним отиском, одрживи и праведни, и да боље припреме заједнице и најрањивију популацију за утицаје климатских промена.

Климатске промене и одрживи развој

Међународна сарадња у борби против климатских промена тесно је повезана са једним од највећих изазова човечанства – постизањем одрживог развоја који ће осигурати глобални просперитет. Одрживи развој подразумева координисане активности у економској, социјалној и еколошкој сфери, при чему климатске промене знатно утичу на све три области. Овај интегрисани приступ је кључан за очување будућности планете и добробити свих њених становника.

На Генералној скупштини Уједињених нација у септембру 2015. године, 193 земље су усвојиле Агенду за развој 2030. и 17 циљева одрживог развоја. Циљ 13 има за циљ „Предузимање хитних акција за борбу против климатских промена и њихових утицаја“ (сл. 3.4.3).

Слика 3.4.3 **Седамнаест циљева одрживог развоја Уједињених нација**

Многи други циљеви одрживог развоја такође се односе на климатске промене, на пример, Циљ 7 – „Осигурати приступ поузданој, одрживој и модерној енергији за све“.

У савременом свету технолошког напретка око 1,3 милијарде најсиромашнијих, од чега 80% живи у сеоским подручјима, нема приступ електричној енергији. Они чине више од 16% од укупно 8 милијарди људи, колико сада живи на нашој планети. Још више људи, око 3 милијарде, користи огревно дрво за кување и грејање. Према Светској здравственој организацији, загађујуће материје које се емитују у атмосферу сагоревањем биомасе у неефикасним уређајима за кување могу изазвати прерану смрт 1,5 милиона људи сваке године, или више од 4.000 дневно. То превазилази број смртних исхода од маларије, туберкулозе и сиде заједно. Ови изузетно сиромашни људи живе у Африци, јужно од Сахарске пустиње (највеће пустиње на свету), у јужној Азији и Латинској Америци.

Овај проблем је назван **„енергетским сиромаштвом“.**

Остваривање циљева у области климатских промена и обезбеђивање приступа електричној енергији свим људима могу се међусобно подржавати. Обезбеђивање чистих, ефикасних, приступачних и поузданих енергетских услуга представља кључни аспект глобалног просперитета. Ефикасним коришћењем енергетских ресурса не само да унапређујемо животни стандард већ и активно доприносимо борби против климатских промена. Климатска политика која промовише рационално и ефикасно коришћење енергије игра кључну улогу у остварењу оба поменута циља.

Свеобухватни друштвени приступ климатским променама

Представници пословног сектора, градова, региона, инвеститора, цивилног друштва, као и академске заједнице, организација жена, младих и аутохтоних заједница, који се често називају невладиним организацијама, све више учествују у преговорима о климатским променама још од 90-их година 20. века.

На Самиту о климатској амбицији Уједињених нација 2023. године посебно је наглашена важност сарадње влада, пословног сектора, градова, региона и финансијских институција у заједничком напору да декарбонизација друштва и економије постане стварност. (сл. 3.4.4).

Слика 3.4.4 **Како различити учесници удружују напоре у борби против климатских промена: Самит о климатској амбицији Уједињених нација 2023.**

Оквирна конвенција Уједињених нација о климатским променама (UNFCCC) прати више од 32.000 различитих иницијатива и људи који раде на томе да смање последице климатских промена. До октобра 2023. године, у то су укључени 15.590 компанија, 1.654 инвеститора, 3.443 организације, 282 региона, 11.354 града и 194 земље. Важни људи у UNFCCC раде заједно са невладиним организацијама да би помогли у сарадњи између влада, градова, региона, предузећа и инвеститора, како би заједнички реаговали на климатске промене. Неке од најважнијих акција у последње време су „2030 Пробоји“, планови за адаптацију из Шарм ел-Шеика и кампање „Трка до нуле“ и „Трка до отпорности“.

Препознајући значај ангажовања младих у деловању на промене климе, COP28 у Дубаију увео је нову улогу – улогу Младог шампиона за климу (енг. YCC- Youth Climate Champion). Овом шампиону је поверен задатак да унапреди смислено учешће и заступање младих на будућим скуповима COP.

ЗАДАЦИ

1

Задатак 1.
У овом склопу задатака можете се окушати у улози међународног преговарача. Прочитајте „10 савета за међународног преговарача“ и научите их.

10 савета за међународног преговарача

1. Усредсредите се на питање о коме се разговара. Не скрећите са њега. Не бавите се споредним питањима и не прелазите на друге теме.

2. Покушајте да пронађете и разликујете кључну идеју и фокусирајте се на садржај, а не на форму.

3. Парафразирајте оно што је друга особа рекла и проверите да ли сте је правилно разумели („Ако се не варам, мислили сте да...“, „Да ли сам правилно разумео да...“).

4. Постављајте питања.

5. Немојте журити да попуните паузе у разговору са другом особом.

6. Интерпретирајте информације и са тачке гледишта ваше сопствене културе и са становишта стране културе.

7. Покушајте да не тумачите сопствено мишљење у понашању других.

8. Не журите са проценом и вредносним оценама.

9. Научите да препознајете невербалне поруке особе са којом разговарате (изрази лица, гестикулација, држање, интонација итд.).

10. Не доносите закључке засноване на само једном гесту или знаку.

Занимљиво је да је једна од најуспешнијих стратегија у односима са људима из других култура једноставно опонашати их. Копирање начина на који се понаша ваш преговарачки партнер знатно повећава шансе за позитиван исход за обе стране. Дакле, бити „камелеон“ може вам помоћи да успете у међународним преговорима. У сваком случају, љубазност, поштовање особе с којом разговарате и њене културе и отворености у комуникацији могу учинити чуда.
Исто важи и у свакодневном животу.

2

Задатак 2. Игра
Замислите да учествујете на Конференцији Уједињених нација о климатским променама на којој ћете разговарати о проблемима различитих земаља повезаних са климатским променама.

Припремите кратак поздравни говор који ће шеф ваше државе прочитати свим учесницима Конференције.

Говор би требало да помене:

– климу и главне природне ресурсе ваше земље;

– како живе људи у вашој земљи;

– главне економске секторе ваше земље;

– утицај климатских промена на природу, људе и економију;

– шта ваша земља очекује да Конференција постигне.

Након говора добродошлице, учесници Конференције изражавају своја становишта о томе како спречити негативне утицаје климатских промена на животну средину и људе у земљама које учествују на Конференцији.

На крају игре, учесници бирају победника – ученика који је дао највећи допринос у расправи и који је рекао најрелевантније, добро аргументоване и најзанимљивије ствари.

3

Задатак 3.
Ви сте владин службеник земље у региону Југоисточне Европе која не излази на море. Тренутно припремате предлог пријаве за међународну финансијску подршку која би помогла вашој земљи да се носи са негативним утицајем климатских промена.

Размотрите следећа питања у вашем предлогу за финансирање:
1) Који очекивани ефекти глобалног загревања представљају највећу претњу за вашу земљу?
2) Шта урадити ако суше прете да угрозе животе људи који живе у сеоским заједницама?
3) С којим међународним организацијама и државама ћете контактирати ради добијања помоћи?
4) Како планирате да сачувате биолошку разноликост своје земље, суочене са могућим изумирањем низа биљних и животињских врста?

4

ПРОБЛЕМ КЛИМАТСКИХ ПРОМЕНА

4 Проблем климатских промена

4.1 Уводне напомене

Образовање у Србији датира из 12. века. Почетак 21. века обележавају убрзани развој науке и технологије и промене у информационо-комуникационим технологијама. Развој образовања и прилагођавање образовних процеса потребама савременог друштва нажалост не успева да прати убрзани развој технологије, комерцијализацију друштва и пораст потрошачког менталитета.

У коришћењу Климатског пакета улога наставника/едукатора је најзначајнија. Садржаји Климатског пакета могу се, примереном селекцијом, обрадити од предшколског до средњошколског образовања и васпитања. Креативност наставника и развојне способности ученика/ученица одредиће избор наставних метода и техника учења при обради садржаја из Климатског пакета.

Теме о климатским променама се у основној и средњој школи реализују у склопу појединих обавезних и/или изборних предмета, на начин на који су предвиђене наставним садржајима тих предмета. Већа слобода и веће могућности за реализацију тема повезаних са климатским променама постоје у оквиру ваннаставних активности, као и приликом планирања и реализације активности у оквиру Програма заштите животне средине, који чини обавезан део израде Школског програма сваке школе (Закон о основама система образовања и васпитања; Закон о средњем образовању и васпитању; Закон о основном образовању и васпитању [„Службени гласник РС“, бр. 55/2013, 101/2017, 10/2019 и 27/2018 – др. закон, члан 27]).

Поглавље 4 Приручника је проширени апстракт Водича, чијем се тексту у целини може приступити коришћењем наведеног QR кода за Водич у целини.

Водич са Приручником представља целину.

Користећи овај едукативни материјал, наставник/едукатор добија могућност да код ученика подигне свест о климатским променама и значају, потреби и одговорности према очувању животне средине. Предлози за обраду појединих садржаја могу послужити као основа почетне идеје, која се даље може разрадити осмишљавањем сопствених решења у складу са потребама и могућностима наставника/едукатора, ученика, образовне установе и окружења.

У фази прилагођавања Климатског пакета локалним приликама у Србији учествовала је и фокус група деце узраста од 8 до 13 година. На фокус групи (одржаној 24. маја 2020. године), коју је реализовао „Миксер“, пилот група деце прошла је кроз цео Приручник, детаљно проучила један садржај (потпоглавље Приручника 2.9, Како климатске промене утичу на... градове и здравље људи) и дала своје мишљење: - деца су веома заинтересована за тему климатских промена и сматрају да су теме садржане у Климатском пакету занимљиве и добро одабране; - деца сматрају да би визуелни приказ приручника требало да буде такав да се теме учине атрактивнијим, јер би боље држале пажњу и омогућиле њихово боље разумевање; - деца сматрају да је неопходно да се садржај лекција представи на интерактиван начин и да им се омогући да изразе своје ставове посредством рада у тимовима.

4.2 Климатски пакет и предшколско васпитање и образовање

Основе програма предшколског васпитања и образовања симболично названог „Године узлета“ засноване су на савременим теоријским сазнањима, међународним документима образовне политике и примерима добре инклузивне праксе. Предшколске установе у Србији су започеле сукцесивни прелазак на рад према новим основама од септембра 2019. године, а од 2022. све предшколске установе у Србији планирају свој рад према новим основама.

Садржаји Климатског пакета повезују се са предложеним активностима, које су прилагођене узрасту и дечијим способностима, како би се развиле кључне образовне компетенције за целоживотно учење у предшколском васпитању и образовању. У Водичу у целини дати су примери активности за рад са децом предшколског узраста кроз које, на њима прилагођен начин, она усвајају садржаје Климатског пакета. Анализа корелације садржаја Климатског пакета са садржајима основа предшколског програма васпитања и образовања, као и специфичности кључних образовних компетенција за целоживотно учење у предшколском васпитању и образовању, такође је дата у Водичу у целини.

У табелама на крају Водича у целини изнети су предлози за корелацију садржаја Климатског пакета са садржајима „Основа предшколског програма васпитања и образовања“.

4.3 Климатски пакет и основношколско васпитање и образовање

Образовање у Србији, као делатност од непосредног друштвеног интереса, остварује се као јавна служба, у два образовно-васпитна циклуса основношколског образовања.

Први циклус, од 1. до 4. разреда, организован је као разредна настава, а изузетно за ученике првог циклуса може да се организује предметна настава из страног језика, изборних и факултативних предмета, у складу са Законом о основном образовању и васпитању.

Теме о заштити животне средине обрађују се на основу школског програма, који се доноси у складу са Законом о основном образовању и васпитању и садржи дефинисан програм заштите животне средине, а ваннаставне активности дају слободу у избору и реализацији наставних тема. Реализација активности које се баве темом климатских промена у оквиру ваннаставних активности укључује не само ученике и запослене у школи већ и родитеље и представнике институција и организација у локалној заједници. Код ученика се на тај начин омогућава развој креативности, вештина и стицање кључних и међупредметних компетенција.

У млађим разредима основне школе Климатски пакет се може реализовати у склопу обавезних, обавезних изборних и факултативних предмета. Због актуелне реформе образовања у Србији, тачније наставе и учења за поједине разреде, наставницима се оставља могућност да сами дефинишу исходе које ученици млађих разреда треба да савладају у односу на одређену тему из Климатског пакета.

Други образовно-васпитни циклус основношколског образовања обухвата разреде 5–8.

Други образовно-васпитни циклус је организован у оквиру предметне наставе.

У Водичу у целини дати су примери активности за рад са ученицима од 1. до 4. разреда основне школе, као и предлози за реализацију часова и активности са ученицима од 5. до 8. разреда за већи број предмета. Наставни планови и програми за реализацију наставе од 5. до 8. разреда укључују садржаје који се могу повезати са садржајем Климатског пакета, што је табеларно представљено на крају Водича у целини. Како би се охрабрили и инспирисали сви предметни наставници да примењују Климатски пакет у настави, или у оквиру ваннаставних активности, припремљени су и примери интердисциплинарних и угледних часова (из различитих предмета, као, на пример, биологије, хемије, физике, математике, географије, информатике и рачунарства и др. на тему биодиверзитета, енергетске ефикасности итд.), ваннаставних активности и програма и пројеката који укључују ученике од 5. до 8. разреда. Дати су примери за поједине предмете и активности у оквиру: српског језика и књижевности, енглеског језика, руског језика, француског језика, историје, грађанског васпитања, математике, чувара природе, домаћинства и моје животне средине. За ваннаставне активности дати су примери радионица са темом одрживог развоја, рециклаже отпада и начина на које се може помоћи планети. Водич у целини даје бројне примере програма, пројеката и активности који се реализују у школама у Србији.

Пројектна настава није исто што и пројекат!

Анализа корелације садржаја Климатског пакета са садржајима Програма наставе и учења у основној школи такође је дата у Водичу у целини. У табелама су наведени примери реализације појединих тема из Климатског пакета кроз одређене предмете и наставне садржаје.

4.4 Климатски пакет и средњошколско образовање и васпитање

Смернице одређују да се средње образовање и васпитање остварује у складу са циљевима који су дефинисани Законом о образовању и васпитању. Целокупан садржај Климатског пакета има за циљ да помогне средњошколцима да развију вештине, знања и ставове који ће им помоћи да разумеју да је брига о животној средини и климатским променама природни део њихове свакодневице.

Образовно-васпитни циклус у средњој школи се организује у оквиру **предметне наставе.**

Захваљујући међупредметним компетенцијама као исходима учења, које се формирају и подржавају заједничким радом из више појединачних предмета, средњошколски наставници и ученици се „позивају“ да преузму активну улогу у очувању животне средине и климе. Међупредметне компетенције чије је исходе потребно остварити на основном нивоу на крају средњег образовања укључују и компетенцију за целоживотно учење, комуникацију, рад са подацима и информацијама, одговоран однос према здрављу и одговоран однос према окружењу (околини).

Начин реализације одређених садржаја путем датих примера наставници (који раде у гимназијама и/или средњим стручним школама, као и едукаторима за рад са младима узраста од 14 до 19 година) могу искористити у раду у облику предложеном у Водичу у целини, али, у зависности од карактеристике групе ученика и њихове мотивације, могу се реализовати идеје о новим начинима обраде понуђених садржаја. Афирмативним приступом анализи појединих појмова и ситуација ученичко размишљање се на најефикаснији начин усмерава ка конкретној акцији и тиме се обезбеђује потребна веза са званичним исходима средњег образовања и васпитања.

Питања и задаци, као и могућности које се нуде, дају како очекиване тако и неочекиване позитивне приступе и решења, што ствара искуствену подлогу за усвајање потребних норми у понашању према оним акцијама које су од значаја за превенцију климатских промена.

Едукаторима се саветује примена различитих метода и техника како би на разноврсне начине подстакли, усмерили, пратили и подржавали рад и напредовање ученика. У Водичу у целини дати су примери неких од метода и техника за обраду садржаја Климатског пакета, као, на пример: пројекат метода, SWOT анализа, вртлог идеја, дебата, појмовна мапа (мапа ума) узрока и последица, „шест шешира за размишљање“ и „наука на даскама“.

Анализа корелације садржаја Климатског пакета са садржајима Програма наставе и учења за предмете у средњим стручним школама, као и корелација садржаја Климатског пакета са садржајима Програма наставе и учења у општој, друштвено-језичкој и природно-математичкој гимназији, такође је дата у Водичу у целини.

4.5 | Климатски пакет, неформално образовање и грађански активизам

У Србији постоје бројне организације које се баве заштитом животне средине и одрживим развојем и које на те теме, укључујући теме из опсега климатских промена, организују различите видове обуке за ученике и наставнике, а често укључују и образовно-васпитне установе у заједничке пројекте.

Повезивање образовних институција, грађанских удружења, представника локалних релевантних институција и организација и медија рецепт је за успешну борбу за заштиту животне средине, одрживи развој и бољу будућност за генерације које долазе.

Међународни програм Еко-школе у Србији – Програм је реализација међународног програма Еко-школе Фондације за образовање о животној средини, а у Србији га реализује удружење Амбасадори одрживог развоја и животне средине. Међународни програм Еко-школе у Србији је активан од 2013. године и до сада је укључено преко 150 образовно-васпитних установа са територије Србије, од предшколских, основних и средњих школа, школа за основно и средње образовање са домом ученика, до факултета. Посредством различитих пројеката, програм Еко-школе подстиче изналажење иновативних решења у очувању животне средине и борби против климатских промена.

У Водичу у целини дати су, по избору наставника који су учествовали у припреми текста, примери пројеката и активности (Модел циркуларне економије у служби заштите животне средине, пројекат TeRRIFICA, интернет портал Klima101.rs, израда Водича за планирање прилагођавања на измењене климатске услове у локалним заједницама у Србији, спровођење циљева одрживог развоја, обележавање међународних/европских/националних дана од значаја за животну средину).

4.6 Прилагођене активности за рад са ученицима у инклузивном образовању

Према „Стратегији развоја образовања и васпитања РС 2030“ обезбеђен је континуитет у унапређивању квалитета образовања и развијања инклузивне културе, политике и праксе на свим нивоима образовања. Свако дете/ученик учи на посебан начин, стога и деца и ученици нетипичног развоја нису изузетак. Задатак педагога, учитеља, специјалних педагога и едукатора јесте да посматрају дете као индивидуу, да процене начин на који најбоље учи, пруже подршку и пронађу адекватне методе да се сваком детету/ученику пружи могућност да свет спозна на сопствени, јединствени начин, уважавајући свет око себе. У Србији постоји доста литературе о инклузији и раду са ученицима са развојним сметњама.

Деца/ученици нетипичног развоја своје вештине и знања најуспешније стичу путем покрета и чула (сензо-моторно). Сва чула су у функцији стицања искуства. Чулима дете упознаје сопствено биће, остала бића, предмете и простор око себе. Интеграцијом чулних доживљаја особа реагује покретом, деловањем, емоцијом према свету. Због наведеног, учење путем тактилних, визуелних, аудитивних, проприорецептивних, олфактивних искустава је незамењиво и знања се трајно складиште. Приликом учења пожељно је користити и комбиновати различите сензорне стимулусе и прилагођавати материјал сензорним потребама деце.

Како настава у инклузивном образовању тече по типу индивидуалне и радионичарске наставе, у наставни програм се лако могу интегрисати поједине целине Климатског пакета.

У Водичу у целини дати су конкретни примери активности за инклузивно образовање (на пример, за предмете биологија, физика, хемија, географија, чувари природе).

Посебно треба истаћи да је у табели 6 Водича у целини приказан пример обраде једне од тема из садржаја Климатског пакета посредством више предмета и нивоа образовања:

Изабрани садржај	Потпоглавље 2.2. Приручника: Како климатске промене утичу на живи свет
Предмети	игра, тематски дан, биологија, географија, математика, хемија, грађанско васпитање, енглески језик
Нивои образовања	предшколски, основношколски, средњошколски

Литература уз Приручник и Водич

- Атлас климе Србије, може се наћи на https://atlas-klime.eko.gov.rs/
- Бандзопафхау С., Gross National Hapiness and Beyond: A Micro welfare economic approach, The Second International Conference on Gross National Hapiness 2024 June 2005, St. Francis Xavier University, Antigonish, Нова Шкотска, Канада, 2, 2005; може се преузети са: http://www.gpiatlantic.org/conference/papers/bandyopadhyay.pdf
- Бабић В., А.Вуковић , М. Вујадиновић, Forestry under climate change: vulnerability overview on regional and national level. HumboldtKolleg 2018: Sustainable development and climate change: connecting research, education, policy and practice, Књига апстракта, 155, 2018
- Батес Б.К., и са.р., Климатске промене и водни ресурси, IPCC, Женева, 2008
- Божовић Р. и сар., Blue Green Solutions Guide. A Systems Approach to Sustainable, Resilient and CostEfficient Urban Development, DOI 10.13140/RG.2.2.30628.07046, ClimateKIC Limited, Лондон, Велика Британија, 2017; може се преузети са: https://www.researchgate.net/publication/315756004_Blue_Green_Solutions_A_Systems_Approach_to_Sustainable_Resilient_and_Cost-Efficient_Urban_Development
- Белчевић, В., Г. Маринковић, Љ. Новковић, Ако штедиш више вредиш, први кораци финансијске писмености, Encobook, Београд, 40, 2014
- Вуковић, А., М. Вујадиновић Мандић., Study on climate change in the Western Balkans region, Regional Cooperation Council, Сарајево, Босна и Херцеговина 2018, ISBN: 9789926402099; може се преузети са: https://www.rcc.int/pubs/62
- Вуковић А., и сар., Global warming impact on climate change in Serbia for the period 19612100, Thermal Science, 22 (6A), doi: 10.2298/TSCI180411168V, 2018
- Влада Републике Србије Поплаве у Србији 2014. Извештај о процени потреба за опоравак и обнову последица поплава, Београд, 2014; може се преузети са: https://www.obnova.gov.rs/uploads/useruploads/Documents/Izvestaj-o-proceni-potreba-za-oporavak-i-obnovu-posledica-poplava.pdf (јул, 2020.)
- Главоњић Б. и сар., Оцена тржишта дрвних горива и уређаја на чврста горива за грејање и кување у Србији, пројекат GIZ DKTI "Одрживо тржиште биоенергије у Србији", E4Tech, 2017
- Гиденс Е., Климатске промене и политика, CLIO, Београд, 303, 2010
- Дељанић И., Основи метеорологије, Хидрометеоролошка техничка школа, Београд, 1976
- Други извештај Републике Србије према Оквирној конвенцији Уједињених нација о промени климе, Министарство заштите животне средине Републике Србије, 2017; може се преузети са https://www.klimatskepromene.rs/wp-content/uploads/2017/12/Drugi-izvestaj-o-promeni-klime-SNC_Srbija.pdf
- Д'Алиса, Д. и сар., Degrowth – A vocabulary for a new era, New York: Routledge, 2015
- Ђурђевић В, А. Вуковић, М. Вујадиновић Мандић, Осмотрене промене климе у Србији и пројекције будуће климе на основу различитих сценарија будућих емисија, УНДП Србија, 2018; може се преузети са https://www.klimatskepromene.rs/wp-content/uploads/2021/08/Osmotrene-promene-klime-i-projekcije-buduce-klime.pdf
- Ђурђевић, В., Drought Initiative Republic of Serbia, Recommendations for development of the National Drought Plan of the Republic of Serbia, UNCCD, 2020; може се преузети са: https://www.unccd.int/sites/default/files/country_profile_documents/NDP_SERBIA_2020.pdf
- Ћурић, М., Историја метеорологије, Физички факултет, Београд, 2006; може се преузети са: https://ia800507.us.archive.org/24/items/ISTORIJAMETEOROLOGIJEMladjenCuric/ISTORIJA%20METEOROLOGIJE_Mladjen%20Curic.pdf
- Елиот С. и сар., A glowing footprint: Developing an inde x of wellbeing for low to middle income countries. International Journal of Wellbeing,7(2),127, 2017; може се преузети са www.internationaljournalofwellbeing.org/index.php/ijow/article/view/503/610
- Занки В. и сар., 200 савјета: како ефикасније користити енергију, живјети квалитетније и плаћати мање, Програм Уједињених нација за развој Хрватска, Загреб, 2009
- Зборник радова семинара за професионално усавршавање наставника биологије и географије, Природа Србије, Завод за заштиту природе Србије, Београд, 94,2004
- Зборник радова EnE17: Образовање о климатским променама за одрживи развој, Амбасадори одрживог развоја и животне средине и Привредна комора Србије, Београд, 2017, може се преузети са: https://ambassadors-env.com/wp-content/uploads/Zbornik-radova-EnE17+.pdf
- Информације о актуелној епидемиолошкој ситуацији грознице Западног Нила на територији Републике Србије у 2017. и 2018. години, Институт за јавно здравље Србије „Др Милан Јовановић Батут"; може се преузети са : https://www.batut.org.rs/index.php?content=1577
- www.batut.org.rs/index.php?content=1742
- Извештај о хуманом развоју за 2006. годину, Програм Уједињених нација за развој, 2006; може се преузети са https://www.undp.org/publications/human-development-report-2006

Литература уз Приручник и Водич

- Јевтић Н. и сар., Копаоник – српска планина, Амбасадори одрживог развоја и животне средине и Агенција за заштиту животне средине Републике Србије, 2019; може се преузети са: https://sepa.gov.rs/download/KOPAONIK_Srpska_planina.pdf
- Јокић Р., илустрације Миша Јовановић, Сликовница „Циркуларна економија“, Амбасадори одрживог развоја и животне средине и Министарство заштите животне средине Републике Србије, 2019; може се преузети са https://ambassadors-env.com/en/files/KP-Slikovnica.pdf
- Кадић М. и сар., Приручник за учешће јавности у одлучивању о животној средини, Регионални центар за животну средину за Централну и Источну Европу, Београд, 130, 2000
- Канцеларија Уједињених нација за родну равноправност и оснаживање жена у Србији (UN Women Serbia) , Често постављена питања – Родна равноправност и климатске промене, 2018; може се преузети са: https://inovacije.klimatskepromene.rs/wp-content/uploads/2018/01/Rodna_ravnopravnosti_klimatske_promene.pdf
- Катес Р.В. и сар., What is Sustainable Development? Goals, Indicators, values and practices, Environment: Science and Policy for Sustainable Development, 47(3), 821, 2005
- Климатске промене и здравље, брошура, Програм Уједињених нација за развој, Београд, 2017, може се преузети са:
- https://www.klimatskepromene.rs/wp-content/uploads/2017/05/Klimatske-promene-i-zdravlje-PRESS.pdf
- Кранц Л., The Sustainable Livelihood Approach to Poverty Reduction, Stockholm: Swedish International Development Agency, 2001.
- Лалић, М., Лалић, И., Банић, М., Екпериментални програм едукације о циркуларној економији и иновацијама,
- Модул за основне школе – креативност, Миксер, Београд, 2019
- Латас, Д. и сар., 180 година наставе физике на академском нивоу у Србији: 18302019, Универзитет у Београду, Физички факултет, 2019
- Лазор, М, С. Марковић, С. Николић, Приручник за рад са децом са сметњама у развоју, Новосадски хуманитарни центар, 2008; може се преузети са: http://www.milance.edu.rs/file.php/1/kutak/files/prirucnikzaradsadecom.pdf
- Ленард, П. и сар., Global Solidarity, Contemporary Political Theory, No. 9/2010, 99 130, 2010
- Менковић, Љ., и сар., Glacial morphology of Serbia, with comments on the Pleistocene Glaciation of Monte Negro, Macedonia and Albania, Developments in Quaternary Sciences, 2(1), 379384 , 2004
- Михаиловић, Д. и сар., Assessment of climate change impact on the malaria vector Anopheles hyrcanus, West Nile disease, and incidence of melanoma in the Vojvodina Province (Serbia) using data from a regional climate model, PLoS ONE 15(1): e0227679. doi.org/10.1371/journal.pone.0227679, 2020; може се преузети са: https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0227679
- Михајлов, А., Климатска предвидљивост као услов стратешког планирања одрживог развоја, часопис Изазови европских интеграција, тематски број 9, с. 2740, Службени гласник ISSN18209459 (UDK502.131.1), 2010
- Михајлов А., А. Пуђа, Одговорна исхрана, Амбасадори одрживог развоја и животне средине, 2019 ; може се преузети са https://ambassadors-env.com/wp-content/uploads/Ishrana1.pdf
- Михајлов А., А. Младеновић, Ф. Јовановић, Циркуларна економија у Србији: започет процес, Амбасадори одрживог развоја и животне средине, Београд, 2019; може се преузети са: https://ambassadors-env.com/en/files/Cirkularna-ekonomija-u-Srbiji-zapocet-proces_AOR-sajt.pdf
- Мркајић В., Ђ.Вукелић, А.Михајлов, Reduction of CO2 emission and nonenvironmental cobenefits of bicycle infrastructure provision: The case of the University of Novi Sad, Serbia, Renewable and Sustainable Energy Reviews 49:232242, 2015
- Национални план за смањење емисија главних загађујућих материја које потичу из постојећих, великих постројења за сагоревање, Министарство заштите животне средине Републике Србије, јануар 2020.
- Намеравана национално одређена контрибуција Републике Србије
- (енг. Intended Nationally Determined Contribution of the Republic of Serbia), 2015; може се преузети са:
- https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-08/NDC%20Final_Serbia%20english.pdf
- Нешић, Љ., Д. Димитријевић, „Увод у физику околине“, Природно-математички факултет у Нишу, Ниш, 2013.
- Ноа Харари Ј., 21 лекција за 21. век, Лагуна, Београд, 434, 2019
- Петровић А., Осунчавање и клима – Милутин Миланковић и математичка теорија промена климе, Министарство за заштиту природних богатстава и животне средине Републике Србије и Српско друштво за историју науке, Београд, 2002
- Поповић Д, А. Вуковић, Климатске промене, Академска мисао, с.124, ИСБН 9788674667705, 2019
- Поповић, Т., и сар., Промена климе у Србији и очекивани утицаји, зборник радова Пете регионалне конференције „Животна средина ка Европи“, Амбасадори одрживог развоја и животне средине и Привредна комора Србије, Београд, 2009; може се преузети са www.sepa.gov.rs/download/2_T_Popovic_V_DJurdjevic_i%20dr_Prom_klime_i_uticaji.pdf

Литература уз Приручник и Водич

- Поповицки Т., Решења заснована на природи у Републици Србији, Програм Уједињених нација за развој, 2020; може се преузети са: https://www.klimatskepromene.rs/wp-content/uploads/2021/10/NBS_CC_SERBIA_Serbian.pdf
- Постер: Шта је циркуларна економија, Амбасадори одрживог развоја и животне средине и Министарство заштите животне средине, Београд ;2017
- Приручник за Екошколе, Амбасадори одрживог развоја и животне средине и Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, Београд, 2020; може се преузети са: https://ambassadors-env.com/wp-content/uploads/Uputstvo-1.pdf
- Програм прилагођавања на измењене климатске услове Републике Србије за период од 2023.до 2030.године са акционим планом, децембар 2023. године, може се преузети са https://www.ekologija.gov.rs/sites/default/files/2024-01/program-prilagodjavanja-na-izmenjene-klimatske-uslove-za-period-od-2023-do-2030-godine.pdf
- Програми подршке деци и ученицима са сметњама у развоју, Завод за унапређивање образовања и васпитања, 2016; може се преузети са: https://zuov.gov.rs/wp-content/uploads/2017/12/Prirucnik-Programi-podrske.pdf
- Пројекција светске популације 2019, ST/ESA/SER.A/423, УН,2019; може се преузети са https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_Highlights.pdf
- Пулес Т., В. Апелман, European Environment Agency Report 4/2008, Air pollution from electricitygenerating large combustion plants, 2008; може се преузети са https://www.eea.europa.eu/publications/technical_report_2008_4
- Сезонски билтен за Србију Зима 2019/2020, Републички хидрометеоролошки завод Србије, 2020; може се преузети са https://www.hidmet.gov.rs/data/klimatologija/ciril/2020.pdf
- Службени гласник Републике Србије, Просветни гласник: број 16/2018, од 17.09.2018; година LXVIII Број 8, Београд, 23. јул 2019; година LXIX Број 4, Београд, 2. јун 2020.
- Службени гласник РС: бр. 18 од 26. марта 2010, 101 од 10. новембра 2017, 113 од 17. децембра 2017 др. закон, 10 од 15. фебруара 2019; бр. 88/17 и 27/18
- Сто година академске наставе из Воћарства и виноградарства, Јубиларна монографија Института за хортикултуру, Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет, Београд, с. 215, 2019, ИСБН: 9788678343445
- Стојановић Д. и сар., Climate change impact on a mixed lowland oak stand in Serbia, Annals of Silvicultural Research, 39 (2), 9499, 2015
- Стратегија развоја енергетике Републике Србије до 2025. године са пројекцијама до 2030. године („Службени гласник РС“, број 101/2015)
- Сузић Н., Педагогија за XXI вијек, ТТ Центар, Бања Лука, 1034, 2005
- Текстил и мода у оквиру концепта циркуларне економије (енгл. Textile and fashion within circular economy concept), Амбасадори одрживог развоја и животне средине, Београд, 2018; може се преузети са: https://ambassadors-env.com/wp-content/uploads/CA-Report.pdf
- Терзић, М., М. Шиљеговић, Физика околине: одабрана поглавља, Природно-математички факултет - Департман за физику, Нови Сад, 2013.
- Терзић, М., Т. Ивошевић, М. Франко, и Д. Милићевић Секулић, Упознајмо свет и начинимо га бољим за живот: мењамо околину, обогаћујемо је или уништавамо. Заложба Универзе, 2023, http://www.ung.si/sl/zalozba/
- УН: Основни принципи за бизнис и људска права (енгл. United Nations: Guiding Principles of Business and Human Rights), Њујорк, 2001.
- УН Самит о одрживом развоју, Јоханесбург, A/CONF.199/20, 2002
- Ункашевић М., И. Тошић, Seasonal Analysis of Cold and Heat Waves in Serbia during the Period 19492012, Theoretical and Applied Climatology, 120 (12), 2940, 2015
- Ура, К. и сар., A Short Guide to Gross National Hapiness Index, Thimpu: Centre for Bhutan Studies, стр. 13, 2012
- Фараони, В., Exercises in Environmental Physics, Springer 2006 Springer Science+Business Media, LLC, 2006
- Шести извештај о процени Међувладиног панела Уједињених нација за климатске промене (IPCC AR6), 2021, може се преузети са https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i/

- Коришћене интернет странице:
- www.klima101.rs
- www.bioenergyserbia.rs
- www.tinyurl.com/y484xwwx
- www.klima101.rs/pozariuamazoniji/
- https://junior-adventures.com/rs/games/book/91/intro

Литература уз Приручник и Водич

- https://www.meteologos.rs/klimatska-i-energetska-buducnost-sveta/
- https://www.nature.com/
- https://bss.rs/promocija-i-popularizacija-biciklizma/
- https://www.un.org/en/desa
- https://www.un.org/en/events-and-news
- https://www.undp.org/sr/serbia/news/u-sapcu-osnovana-prva-energetska-zadruga-u-srbiji-suncani-krovovi
- https://www.nationalgeographic.com/magazine/
- https://sr.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B8%D1%88%D0%BD%D0%B0_%D1%88%D1%83%D0%BC%D0%B0
- https://www.meteologos.rs/kumulonimbus-meteoroloska-bomba/
- www.srbatom.gov.rs
- www.epa.gov

- Препоручене интернет странице уз Водич:
- www.traffic.org
- www.yeenet.eu
- www.ajjuliani.com
- http://belgrade.terrifica.eu/
- www.arcticyouthnetwork.org
- https://trustforsustainableliving.org/
- www.tinyurl.com
- https://dimitrijeinfo.wordpress.com/
- https://ambassadors-env.com/
- https://ambassadors-env.com/project/klimatski-paket/
- https://www.facebook.com/profile.php?id=100063893620021
- https://www.ecoschools.global/
- https://feeserbia.com/
- https://klima101.rs/
- www.cajetina.org.rs/sr/vest/odrzana_cetvrta_sednica_eko_odbora
- https://www.carbonbrief.org/
- www.osdimitrijetucovic.edu.rs/novosti/cirkularna%20i%20odrzivi.html
- www.osdimitrijetucovic.edu.rs/ekoskola/2017_2018/eko%20vasar.html
- https://www.osdimitrijetucovic.edu.rs/ekoskola/eko%20skola.html
- https://osmackat.nasaskola.rs/vesti/178/EKO-KVIZ
- https://geodetska.edu.rs/aktuelnosti/eko-skola/
- https://www.unesco.org/en/youth/climate-action-network?hub=390
- www.rs.undp.org/content/serbia/sr/home/library/crisis_prevention_and_recovery/eksperimentalniprogramedukacijeocirkularnoj-ekonomijiiinov.html
- https://www.iucn.org/resources/conservation-tool/iucn-red-list-threatened-species
- https://www.egu.eu/education/resources/
- https://www.greenhome.co.me/program-za-energiju/
- https://www.greentech.rs/index.php/reciklaza-recikliranje
- http://klimatskipaket.klimatskepromene.rs/
- https://mediareform.rs/kategorije/ekologija/
- https://zadecu.org/konferencija-principi-cirkularne-ekonomije-u-sluzbi-zastite-zivotne-sredine/
- https://zadecu.org/cirkularna-ekonomija-za-odrzivi-razvoj
- https://www.ekologija.gov.rs/sites/default/files/2021-01/mapa-puta-za-cirkularnu-ekonomiju-u-srbiji.pdf
- https://prosveta.gov.rs/wp-content/uploads/2018/09/OSNOVE-PROGRAMA-.pdf
- https://zuov.gov.rs/programi-i-udzbenici/
- https://milutinmilankovic.rs/klimatske-promene-u-matematickom-obrascu/
- https://manuelgarciajr.com/2015/05/20/environmentalism-maslow-needs-and-civilizations-power-cycle/
- https://www.ted.com/talks/greta_thunberg_the_disarming_case_to_act_right_now_on_climate_change

Списак илустрација

НАСЛОВНИЦА: СРП Горње подунавље, Архива “Покрајинског завода за заштиту природе“
Стр. 3. Маскота: Ана Алекперова и Нејтан Ђулијано
Стр. 10. Фото: уз допуштење T. Stocker
Стр. 14. Нејтан Ђулијано
Стр. 15. Сл. 1.1. NASA, https://data.giss.nasa.gov/gistemp/maps/
Стр. 17. Сл. 1.2. Издвојене кључне поруке AR6 IPCC климатске промене 2021. https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_FullVolume.pdf
Стр. 19. Сл 1.1.1: Пример климатске мапе Европе (Кепен-Гајгер). Извор: Wikipedia. Shutterstock.com
Стр. 20. Крагујевац, Wikipedia
Стр. 22. Сл. 1.2.1: Климе на Земљи (Б. Алисов)
Стр. 28. Сл. 1.2.2: Амерички сателит NASA Aqua лансиран је 2002. године да би се проучавали физички процеси на Земљи. Сл. 1.2.3: Подаци о температури ваздуха на површини, на Антарктику, добијени са америчких сателита NASA Aqua у периоду 2003–2013. године, и Landsat 8 у 2013. Сл. 1.2.4: Руска истраживачка станица Восток на Антарктику. Сл. 1.2.5: Долина смрти, САД
Стр. 29. Сл. 1.2.1.1: Средња годишња температура (лево) и средња годишња сума падавина (десно) за област Западног Балкана (део Балканског полуострва у који спадају: Босна и Херцеговина, Црна Гора, Република Србија, Албанија и Северна Македонија), за период
1996–2015, добијени из E-OBS података (Вуковић и Вујадиновић Мандић, 2018)
Стр. 30. Сл. 1.2.1.2: Промена средње температуре за период 2011–2020. у односу на 1961–1990. (лево) и промена средње максималне дневне температуре током лета (јун-јул-август) у периоду 2011–2020. у односу на вредност из 1961–1990 (десно). Поповић Д. и Вуковић А., 2019
Стр. 31. Сл. 1.2.1.3: Средњи број дана по години са температурама преко 35 °C у периоду 1961–1990. (лево) и промена у периоду 2011–2020. у односу на период 1961–1990. (десно)
Стр. 32. Сл. 1.2.1.4: Средња годишња температурана територији Србије за период 1998–2017, добијена интерполацијом (на 1 километар резолуције) дневних осмотрених температура
Стр. 38. Укрштеница: базирано на оригиналној верзији креираној по S. Korshchikova
Стр. 39. Сл. (лево): M. Anton, Public Library of Science, posted on Wikipedia. Фото (десно): H. Grobe, Wikipedia. Сл. 1.3.1: Температура на Земљи током протеклих 500 милиона година
Стр. 40. Сл. 1.3.2: Фото (лево и горе-десно): M. Dunn, NOAA Climate Program Office, NABOS 2006 Expedition
Стр. 41. Сл. 1.3.3: Шта се налази унутар Земље. A. Alekperov. Сл 1.3.4: Померање континената током последњих 500 милиона година, илустрација: Миша Јовановић, базирано на http://schoolcollection.lyceum62.ru
Стр. 42. Catmando, Shutterstock.com
Стр. 43. Сл. 1.3.5: Промена температуре на Земљи током последњих 800.000 година у односу на просечну температуру. J. Hansen and M. Sato, 2011: Paleoclimate implications for humanmade climate change. In Climate Change: Inferences from Paleoclimate and Regional Aspects. Berger, Andre; Mesinger et al. Springer, 2012. 270 pp. http://www.springer.com/
Стр. 44. Сл. 1.3.6. Промене у орбити Земље и у њеној оси ротације које утичу на смену ледених и међуледених доба. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the IPCC. T. Stocker, D. Qin, G.K. Plattner et al. www.ipcc.ch. Сл. 1.3.7. R. Blakey, http://www.cpgeosystems.com
Стр 45. Сл. 1.3.7.1: Паја Јовановић, скица за портрет Милутина Миланковића, 1943, Музеј Града Београда ЛПЈ 76; Сл 1.3.7.2: ©2020 NASA, Google, TerraMetrics
Стр. 47. Сл. 1.3.8: Холанђани који се клизају по замрзнутом каналу. http://www.britishmuseum.org Фото: A. Jack, Shutterstock.com
Стр. 48. Сл. 1.3.9: Вулкан Тамбора на острву Сумбава у Индонезији. Фото: A. Jack, Shutterstock.com http://earthobservatory.nasa.gov
Стр. 49. Фото: Y. Kumsri, Shutterstock.com
Стр. 52. Сл. 1.4.1: Светска метеоролошка организација (WMO), 2017: https://library.wmo.int/opac/doc_num.php?explnum_id=3414. Сл. 1.4.1.1: Вуковић А. и Вујадиновић-Мандић М., 2018; Бабић и сар. 2018
Стр. 53. Сл 1.4.1.2: Philippe le Moine (лево), Дамир Цветојевић (десно), Flickr.com
Стр. 54. Сл. 1.4.2: Енергетски биланс Земље и ефекат стаклене баште - илустрација: Миша Јовановић
Стр. 55. Сл. 1.4.3: Концентрације угљен-диоксида у атмосфери током протеклих 400.000 година, http://climate.nasa.gov/evidence
Стр. 56. Сл. 1.4.4: Циклус CO2 у природи. A.O. Kokorin, E.V. Smirnova, D.G. Zamolodchikov, Climate Change. Book for High School Teachers. - Moscow: WWF, 2013. - 220 pp.
Стр. 57. Сл 1.4.5: Повећање глобалне средње температуре на Земљи између 1850. и 2023. како показују различити метеоролошки центри, The World Meteorological Organization, 2023. https://wmo.int/news/media-centre/wmo-confirms-2023-smashesglobal-temperature-record. Сл. 1.4.6: Повећање топлотног садржаја океана између 1955. и 2020. године. The World

Meteorological Organization, State of Global Climate 2022: https://public.wmo.int/en/our-mandate/climate/wmo-statement-state-of-global-climate

Стр 58. Сл. 1.4.7: Аеросоли емитовани из природних процеса и људских активности. С лева на десно: Saiho/Pixabay, olegkamenskij20120/Pixabay, USGS. Image design: NASA. JPL-Caltech. NASA, https://data.giss.nasa.gov/gistemp/maps/

Стр. 60. Сл. 1.4.8: „Шидски шор у снегу“, Сава Шумановић (Србија, 1940). Галерија слика “Сава Шумановић”, Шид

Стр. 62. Сл. 1.4.9: Промене средње годишње температуре (°C) и годишњих падавина у односу на период 1850–1900, за глобална просечна повећања температуре од 1,5 °C, 2 °C и 4 °C. IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment. Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, et al. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp. https://report.ipcc.ch/ar6/wg1/IPCC_AR6_WGI_FullReport.pdf

Стр. 66. Фото (лево): Wikipedia. Фото (лево у средини): Wutthichai, Shutterstock.com. Фото (десно у средини): pmau, Wikipedia. Фото (десно): P. Litovchenko

Стр. 67. Сл. 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. A. Alekperova, V. Berdin, Y. Dobrolyubova, Y. Kalinicheva, A. Kokorin

Стр. 68. Сл. 2.2: Поређење ризика за људе и природу на различитим нивоима температуре. World Resource Institute (https://wri-indonesia.org/en/insights/10-big-findings-2023-ipcc-report-climate-change), referring to IPCC, 2022: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, et al. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp. https://report.ipcc.ch/ar6/wg2/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf

Стр. 71. Сл. 2.3: Кључни ризици за природу и људе који проистичу из климатских промена до краја века. IPCC, 2022: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, et al. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp. https://report.ipcc.ch/ar6/wg2/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf

Стр. 72. Сл. 2.4: Како се прилагодити климатским променама и изградити отпорност. Прилагођено према: UNDP-GCF “Armenia’s National Adaptation Plan” Project

Стр. 75. Сл. 2.1.1: Благе зиме без снега више нису реткост (Трг републике, Београд 1988. и 2019. године) (лево) Anon. (1988); (десно) ЦЕБЕФ аутор: Жељко Синобад

Стр. 76. Сл. 2.1.2: Сателитски снимак олује прашине у Ираку 7. и 9. априла 2022. године. NASA image by J. Schmaltz, LANCE/EOSDIS Rapid Response, http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=86539.

Стр. 77. Фото (горе-лево): http://earthobservatory.nasa.gov/. Фото (горе-десно): T. Shoemake, Shutterstock.com. Фото (доле-лево): D. Bertonceli, Shutterstock.com. Фото (доле-десно): B. Sosnovy, Shutterstock.com. (bottom right): P. Litovchenko.

Стр. 79. Сл. 2.1.3: Поплаве у Дерни, Либија, 13. септембра 2023. Поплаве од јаких киша убиле су хиљаде људи и одвукле читава насеља у море, Muhammad J. Elalwany/AP.

Стр. 81. Сл. 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. Natan Giuliano based on NASA, Facts, https://climate.nasa.gov/extreme-weather

Стр. 84. Фото: Фото кредит Jose Jimenez/Getty Images

Стр. 85. Фото: Олуја у Србији, у Срему, 2019. година

Стр. 88. Фото(лево): https://unsplash.com/. Фото (десно): S. Tulinov

Стр. 89. Фото (горе): Wikipedia. Фото (доле): MarcusVDT, Shutterstock.com

Стр. 90. Collage: A. Alekperova, based on illustrations from Wikipedia

Стр. 92 Фото: Kletr, Shutterstock.com

Стр. 93. Илустрација (горе): Тијана Гордић. Фото доле (прва): Xocolatl, Wikipedia. Фото (друга): N. Tomura, Wikipedia. Фото (трећа): Wilson44691, Wikipedia. Фото (четврта): D. Bogdanov, Wikipedia

Стр. 94. Фото (лево): jamon jp, Wikipedia. Фото (десно). P. Kapitola, State Phytosanitary Administration, Bugwood.org

Стр. 95. Фото (горе): Fraan, Photobucket.com. Фото (доле): Smithsonian National Museum of Natural History

Стр. 96. Фото (горе) Vlad61, Shutterstock.com. Фото (доле): S. Baron, Wikipedia

Стр. 97. Фото (горе): S. Uryadnikov, Shutterstock.com. Фото (у средини): martinhlavacek79, Shutterstock.com. Фото (доле): Argus fin, Wikipedia

Стр. 98. Фото (средина): edmon, Shutterstock.com. Фото (доле): elitravo, Shutterstock.com.

Стр. 99. Фото (горе): Шума храста лужњака - Шалиначки луг, аутор: М Тодоровић https://sr.wikipedia.org/sr-ec/Фото (доле): Панчићева оморика. – https://commons.wikimedia.org

Стр. 100. Фото (лево): M. Opp, Wikipedia. Photo (средина): Silky, Shutterstock.com. Photo (десно): freestock.ca

Стр. 101. Фото (прва): Lorcel, Shutterstock.com; Фото (друга): https://unsplash.com/; Фото (трећа): MarkVanDykePhotography, Shutterstock.com; Фото (четврта): L. Galuzzi

Стр. 102. Фото: Детаљ шуме Фрушке горе https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fru%C5%A1ka_gora,_panorama_02.jpg

Стр. 103. Фото (лево): Маузолеј Јосифу Панчићу у НП Копаоник. https://hopnakop.rs/wp-content/uploads/2014/02/josif-pancic1.jpg. Фото (у средини) https://commons.wikimedia.

Стр. 104. Фото (лево): Национални парк Шар планина https://commons.wikimedia.org; Фото (десно): Клисура Казан код Кладова у НП Ђердап (аутор Марина Дрндарски)
Стр. 105. Фото (горе): Клисура Казан код Кладова у НП Ђердап, аутор: М. Дрндарски. Фото (у средини): Национални парк Еверглејдс у САД. Forestry department Rothaarge-birge. Фото (доле): M. Manske, Wikipedia
Стр. 106. Фото (прва): SNEHIT, Shutterstock.com. Фото (друга): http://www.destination360.com/north-america/us/utah/zionnational-parklodg- ing. Фото (трећа): http://www.taganay.org. Фото (четврта): A. Martynova, Shutterstock.com.
Стр. 109. Фото (горе): http://pohod.h12.ru/FOTOAlbom/Taganay/f_t_21.jpg. Фото (доле): Мирослав Јовановић.
Стр. 110. Фото (лево): Слика Еко хотел у Костарики. Фото (десно): Еко хотел из птичије перспективе. http://www.laparios.com/.
Стр. 112. Фото: IUCN
Стр. 113. Завод за заштиту природе Србије, www.zzps.rs/wp/crveneknjige
Стр. 114. Сл. 2.2.1: Global Commission on Adaptation 2019 and WRI
Стр. 117. Сл. 2.3.1: Source: MA 2005. Map designed by Emmanuelle Bournay, Paris
Стр. 118. Сл. 2.3.2: http://blog.pershyn.name/2011/09/2011.html
Стр. 119. Сл 2.3.3: Илустрација базирана на: globalforestwatch.org
Стр. 120. Сл. 2.3.4: М. Дрекић, Л. Пољаковић Пајник, А. Пилиповић, Н. Николић, Сузбијање храстове мрежасте стенице (Corythucha arcuata SAY), Шумарство, 2019 (3-4), 215-224 (UDK 630*453:595.754+630*414.12(497.11) и Д. Карацић, С. Милановић, В. Голубовић Ћургуз, Узроци сушења смрче (Picea abies Karst) на подручју Парка природе „Голија", Универзитет у Београду, Шумарски факултет, 2017; Стр. 121. Сл. 2.3.5: Shiyatov, 2009.
Стр. 122. Фото: El Misti, Wikipedia. Сл. 2.3.6. J.F. Stuefer, Wikipedia
Стр. 123. Сл. 2.3.7: Fishlin et al., 2007.
Стр. 124. Сл. 2.3.8: www.rosleskhoz.gov.ru
Стр. 125. Сл. 2.3.9: D. Zamolodchikov
Стр. 126. Сл. 2.3.10: ЈП Војводинашуме, www.vojvodinasume.rs И
Стр. 128. Сл. 2.3.11: D. Zamolodchikov. Сл. 2.3.12 and 2.3.13. V. Kaganov
Стр. 129. Сл. 2.3.14: D. Zamolodchikov
Стр. 130. Сл. 2.3.15: D. Zamolodchikov
Стр. 131. Сл. 2.3.16: V. Kaganov
Стр. 132. Сл. 2.3.17: D. Zamolodchikov. Сл. 2.3.18. D. Zamolodchikov
Стр. 133. Сл. 2.3.19: The State of the Forests of Papua New Guinea, 2008.
Стр. 134. Фото: A. Fedorov, Shutterstock.com
Стр. 136. Сл. 2.3.20: and 2.3.21. D. Zamolodchikov
Стр. 140. Фото (горе): T. Spider, Shutterstock.com; Сл. 2.4.1. eol.jsc.nasa.gov/SearchPhotos/photo.pl?mission=ISS016&roll=E&frame=27426
Стр. 141. Сл. 2.4.2: UNEP, http://www.unep.org/dewa/vitalwater/article155.html
Стр. 142. Фото (горе): S. Tulinov. Фото (доле-лево): L. Nunes, Wikipedia. Фото (доле-десно): G. Paire, Shutterstock.com
Стр. 143. Сл. 2.4.3: Federal State Unitary Enterprise NPO Lavochkina.
Стр. 144. Сл. 2.4.4: Wikipedia (лево). N. Palmer, International Center for Tropical Agriculture (CIAT), http://flickr.com/photos/38476503@N08/5641586406 (десно)
Стр. 145. Сл. 2.4.5: E. Harrison, National Geographic Magazine, Volume 31 (1917), page 272 (лево). Rjruiziii, Wikipedia (десно). Fig, 2.4.6. Katvic, Shutterstock.com
Стр. 146. Сл. 2.4.7: Water Supply report by National Climate Assessment, USA. http://nca2014.globalchange.gov/report
Стр. 147. Сл. 2.4.8: Water Supply report by National Climate Assessment, USA. http://nca2014.globalchange.gov/report. Сл. 2.4.9: A. Bezlepkin
Стр. 148. Сл. 2.4.10: Octal, Wikipedia
Стр. 149. Сл. 2.4.11: BK Bates et al. Climate change and water resources. IPCC Technical Paper. – Geneva 2008.
Стр. 151. Фото: N. Palmer, Wikipedia
Стр. 152. Фото: V. Salman, Shutterstock.com
Стр. 153. Фото: Ratikova, Shutterstock.com
Стр. 154. Фото (горе): I. Strukov, Shutterstock.com. Фото (доле лево): R. Jary, Shutterstock.com. Фото (доле-десно): Gleizes, Greenpeace. http://www.greenpeace.org/. Фото (доле средина): J. Tran, Shutterstock.com
Стр. 155. Фото: A. Bondarets, Shutterstock.com
Стр. 156. Сл. 2.5.1: https://heliovolt.net/blog/smart-irrigation-system-techniques-a-step-ahead-in-water-conservation/Фото (горе): D. Henry, Shutterstock.com. Фото (десно): Stasis Фото, Shutterstock.com
Стр. 158. Фото: B. Jevtic, Shutterstock.com
Стр. 159. Фото: zstock, Shutterstock.com
Стр. 160. Сл. 2.6.1: S. Tulinov. Сл. 2.6.2: JaySi, Shutterstock.com
Стр. 161. Сл. 2.6.3: R. Rowley, J. Kostelnick, D. Braaten et al. Risk of rising sea level to population and land area. 2007. Фото: Z. Pereira da Mata, Shutterstock.com

Стр. 162. Сл. 2.6.4: Z. Pereira da Mata, Shutterstock.com. Фото (доле): R. Whitcombe, Shutterstock.com
Стр. 163. Сл. 2.6.5: Фото: R. Whitcombe, Shutterstock.com; Сл. 2.6.6: Илустрација: Миша Јовановић; Сл. 2.6.7: A. Kolotilin, WWF Russia.
Стр. 164. Сл. 2.6.8: Evaluation report 'Key environmental and socioeconomic effects of climate change in permafrost areas: a forecast based on synthesis of observations and modelling'. Ed. O. Anisimov. SPb. State Hydrological Institute, 2009. Сл. 2.6.9: M. Grigoriev (ibid). Фото (доле): LippertPhotography, Shutterstock.com
Стр. 165. Фото: AlinaMD, Shutterstock.com; Сл. 2.6.10: http://peakwatch.typepad.com/.a/6a00d83452403c69e20154358c6598970cpi
Стр. 166. Сл. 2.6.11: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the IPCC/ T. Stocker, D. Qin, G.K. Plattner et al. www.ipcc.ch. Сл. 2.6.12. graph: http://oceanadapt.rutgers.edu/, picture of black sea bass: Encyclopaedia Britannica, http://global.britannica.com/media/full/530475/132944
Стр. 167. Фото (лево): ermess, Shutterstock.com. Фото (десно): withGod, Shutterstock.com
Стр. 169. Фото: S. Ilyas, Wikipedia
Стр. 170. Фото: momanuma, Shutterstock.com
Стр. 171. Сл. 2.7.1: A. Alekperova and Y. Dobrolyubova using materials from http://900igr.net/datai/geografija. Фото (лево): https://unsplash.com/. Фото (десно): https://unsplash.com/
Стр. 172. Сл. 2.7.2: Wikipedia. Сл. 2.7.3.: A. Egorov, Shutterstock.com
Стр. 173. Сл. 2.7.4: The World Glacier Monitoring Service (WGMS)
Стр. 174. Сл. 2.7.5: Wikipedia
Стр. 175. Сл. 2.7.6: The World Glacier Monitoring Service (WGMS): https://wgms.ch/global-glacier-state/. Сл. 2.7.7.: M. Hëltsle, University of Zurich, the World Glacier Monitoring Service (WGMS). Сл. 2.7.8.: NASA. Сл. 2.7.9.: NASA
Стр. 176. Сл. 2.7.10: Y. Dobrolyubova
Стр. 177. Сл. 2.7.11: V. Kantor
Стр. 178. Фото (лево): A. Gl, Shutterstock.com. Фото (десно): M. Topchiy, Shutterstock.com. Сл. 2.7.12. A. Alekperova, Y. Dobrolyubova, G. Tushinskaya
Стр. 179. Сл. 2.7.13: Фото (горе): M. Topchiy, Shutterstock.com. Фото (средина): V. Kantor. Сл. 2.7.14. Фото (доле): L. Gridinoc, Wikipedia
Стр. 180. Сл. 2.7.15: Фото (лево): ANA Peru. Фото (десно): Dtarazona, Wikipedia
Стр. 181. Сл. 2.7.16: NASA. Сл. 2.7.17. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the IPCC, 2007. M. Parry, O. Canziani, J. Palutikof et al. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Фото: Pikoso.kz, Shutterstock.com
Стр. 182. Фото (лево): Pikoso.kz, Shutterstock.com. Фото (десно): D. Lynch, Shutterstock.com
Стр. 184. Фотографија репродукција: Wikipedia
Стр. 186. Фото: S. Dobrolyubov
Стр. 187. Сл. 2.8.1: http://www.athropolis.com/map2.htm
Стр. 189. Фото (лево): Gazprom, http://media.gazpromneft.ru/pictures/production/category688/category689/AVD43214.jpg.htm. Фото (десно): Vlada Z, Shutterstock. Сл. 2.8.2: IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, et al. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp. https://report.ipcc.ch/ar6/wg1/IPCC_AR6_WGI_FullReport.pdf
Стр. 190. Сл. 2.8.3: NASA/Goddard Space Flight Centre Scientific Visualization Studio. The Blue Marble data is courtesy of Reto Stockli
Стр. 191. Сл. 2.8.4: A. Kokorin, WWF Russia
Стр. 192. Фото: J. McDonald, Shutterstock.com. Сл. 2.8.5. C. Accardo, AP Photo/NOAA
Стр. 193. Фото: D. Pilipenko, Shutterstock.com
Стр. 194. Сл. 2.8.6: J. Shaw, http://www.johnshawphoto.com
Стр. 195. Сл. 2.8.7: N. Shiklomanov. Evaluation report: 'Key environmental and socioeconomic impacts of climate change in permafrost areas: a forecast based on synthesis of observations and modelling'. Ed. O. Anisimov. SPb. State Hydrological Institute, 2009. Сл. 2.8.8. ibid. Сл. 2.8.9. D. Drozdov, ibid
Стр. 196. Сл. 2.8.10: V. Romanovsky, ibid. Сл. 2.8.11. M. Grigoriev, ibid
Стр. 197. Сл. 2.8.12: V. Romanovsky, Past and Present and Future Changes in Permafrost and Implications for a Changing Carbon Budget. Environmental Science Seminar Series, 2008, American Meteorological Society
Стр. 198. Сл. 2.8.13. и 2.8.14: N. Shiklomanov, Evaluation report: Key environmental and socioeconomic impacts of climate changes in permafrost areas: a forecast based on the synthesis of observations and modelling. Ed. O. Anisimov. SPb. State Hydrological Institute, 2009.
Стр. 199. Фото (лево): G. Baturova. Фото (десно): A. Walk, Wikipedia
Стр. 200. Фото (лево): https://unsplash.com/. Фото (десно): https://unsplash.com/
Стр. 201. IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, et al. Cambridge University Press,

Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp. https://report.ipcc.ch/ar6/wg1/IPCC_AR6_WGI_FullReport.pdf

Стр. 202. Фото: S. Dobrolyubov

Стр. 205. Сл 2.9.1: F. Schmidt, Ellen J. Beer et al. (eds.), Berns grosse Zeit

Стр. 206. Фото: KPG_Payless, Shutterstock.com. Сл. 2.9.2. A. Alekperova and Y. Dobrolyubova using https://population.un.org/wup/Maps

Стр. 207. Табела 2.9.1: илустрација: Ксенија Пантелић. Фото: https://unsplash.com/

Стр. 208. Илустрација: Ксенија Пантелић

Стр. 209. Фото (лево): 1000 Words, Shutterstock.com. Фото (десно): P. Rogat, Shutterstock.com

Стр. 210. Сл. 2.9.4: US Global Change Research Program (USGCRP), 2009. Репродукција слике (доле): Wikipedia

Стр. 211. Сл. 2.9.5 и 2.9.6: илустрација: Ксенија Пантелић

Стр. 213. Илустрација: Миксер; Фото: resilio.amsterdam/en

Стр. 215. Илустрација: Ксенија Пантелић

Стр. 216. Фото: извор "Институт Батут"

Стр. 217. Илустрација: Ксенија Пантелић

Стр. 219. Табела 2.9.2: илустрација: Ксенија Пантелић. Фото (прва и друга): UNDP; Фото (трећа и четврта): Владимир Мунитлак

Стр. 221. Сл. 2.9.10: The Nature Conservancy, photo by Greg Kahn: https://www.nature.org/en-us/what-we-do/our-insights/perspectives/stormwater-solutions-investing-in-nature-and-communities

Стр. 224. Фото (лево): anandoart / Shutterstock. Фото (десно): Wikipedia

Стр. 225. Фото (лево): https://unsplash.com/. Фото (десно): G. Paire, Shutterstock.com

Стр. 227. Фото (горе): H. Conesa, Shutterstock.com. Фото (доле): P. HaSon, Shutterstock.com

Стр. 229. Сл. 2.10.1: T. Hakala, Shutterstock.com. Сл. 2.10.2: S. Gulec, Shutterstock.com. Сл. 2.10.3: R. Whitcombe, Shutterstock.com

Стр. 230. Фото: VVO, Shutterstock.com

Стр. 231. Сл. 2.10.4: UNDP report, Charting a New Low-Carbon Route to Development - Moscow: UNDP, 2009.

Стр. 236. Сл. 3.1.1: from materials of keelingcurve.uesd.edu

Стр. 240. Сл. 3.1.2: A. Alekperova, E. Gracheva, Y. Dobrolyubova

Стр. 241. Сл. 3.1.3: tno.nl

Стр. 242. Фото (лево): huyangshu, Shutterstock.com. Фото (десно): https://unsplash.com/

Стр. 243. Сл. 3.1.4: A. Alekperova. Photo: N. Vinokurov, Shutterstock.com

Стр. 244. Сл. 3.1.5: IEA, 2021. www.iea.org

Стр. 245. Фото: K. Black, Wikipedia. Фото: уз допуштење Greenpeace

Стр. 246. Сл. 3.1.6: http://www.world-nuclear.org/. Табела 3.1. Based on European Union data

Стр. 247. Сл. A. Alekperova

Стр. 248. Фото (горе): overcrew, Shutterstock.com. Фото (доле): KPG Payless2 Shutterstock.com

Стр. 249. M. Lisner, Shutterstock.com

Стр. 250. Сл. 3.1.7: Wikipedia (обе)

Стр. 251. Табела 3.2: IRENA, 2022.

Стр. 252. Фото CSIRO, http://www.scienceimage.csiro.au/pages/about/

Стр. 253. Фото: Chixoy, Wikipedia

Стр. 254. Фото: Wikipedia

Стр. 255. Фото (лево): Y. Dobrolyubova. Фото (десно): courtesy of Greenpeace

Стр. 256. Фото: D. Dixon, Geograph project collection: https:// www.geograph.org.uk/photo/2391702

Стр. 257. Сл. 3.1.8: Wikipedia (обе)

Стр. 258. Фото: Arnold C., Wikipedia. Fig. 3.1.9: Wikipedia

Стр. 259. Фото: 3.1.10: M. Grmek, Wikipedia. Фото. 3.1.11: Le Grand Portage, Wikipedia. Фото. 3.1.2: Wikipedia

Стр. 260. Фото: http://oceanrusenergy.ru/Gallery

Стр. 261. Фото: Dani 7C3, Wikipedia

Стр. 262. Фото (горе): S. Tulinov. Сл. 3.1.13: courtesy of Greenpeace

Стр. 264. Фото: Wikipedia

Стр. 265. Фото: Wikipedia

Стр. 266. Фото (доле лево): K. Stuchelova, Shutterstock.com. Фото (доле центар): images72, Shutterstock.com. Photo (доле десно): Bildagentur Zoonar GmbH, Shutterstock.com

Стр. 269. Сл. 3.1.14: BiofuelsNet: https://biofuelnet.ca/about-biofuels/infographics/

Стр. 270. Сл. 3.1.15: R. Sabbatini, Wikipedia. Сл. 3.1.16. Natecull, Wikipedia. Фото (горе десно): Shutterstock.com. Фото (доле десно): Dickelbers, Wikipedia

Стр. 278. Сл. 3.2.1: A. Alekperova

Стр. 279. Фото: A. Alekperova

Стр. 280. Фото: A. Alekperova

Стр. 282. Сл. 3.2.2: Министарство рударства и енергетике Републике Србије. Сл. 3.2.3: Arnold Paul, Wikipedia. Сл. 3.2.4: US Federal Emergency Management Agency, Wikipedia. Сл. 3.2.5: V. Dyakov, Wikipedia
Стр. 283. Сл. 3.2.6: A. Alekperova, користећи материјале French Agency for Environmental and Energy Management (ADEME), 2005.
Стр. 284. Сл. 3.2.7: UK Department for Environment, Food and Rural Affairs
Стр. 285. Сл. 3.2.8: Wikipedia. Сл. 3.2.9: ENEA
Стр. 286. Сл. 3.2.10: https://lufthansa.myclimate.org/en
Стр. 287. Сл. 3.2.11: E. Smirnova
Стр. 288. Сл. 3.2.12: Фото: Wikipedia
Стр. 289. Сл. 3.2.13: Фото (десно): Floydian, Wikipedia. Фото (лево): Wikipedia
Стр. 290. Фото (лево): Sacramento Seersucker Ride, http://flickr.com/photos/56052306@ N06/171071869l8. Фото (десно): ehedaya, Wikipedia
Стр. 291. Сл. 3.2.14: A. Alekperova and Y. Dobrolyubova на основу материјала са Wikipedia
Стр. 292. Сл. 3.2.15: Фото: Wikipedia
Стр. 293. Сл. 3.2.16: UNDP, 2011.
Стр. 294. Сл. 3.2.17: Wikipedia
Стр. 295. Сл. 3.2.18: Green Building Council of Finland, http://figbc.fi/en/buildingsector. Фото: уз допуштење Greenpeace.
Стр. 296. Лого: Wikipedia. Фото (доле): A. Hodge, http://www.usgbc.org
Стр. 297. Сл. 3.2.19: уз допуштење E. Gracheva.
Стр. 298. Фото (горе): British Prime Minister's Office, https://www.gov.uk. Фото (доле): www.sidwell.edu.
Стр. 299. Фото: Wikipedia
Стр. 300. Фото: Wikipedia
Стр. 301. Фото (горе): J. Seifert, Wikipedia. Фото (доле): From the film on Masdar City's 'Sustainable Living, Made Easy' campaign
Стр. 302. Фото (горе): G. Jones, Wikipedia. Фото (доле): ecstaticist, Wikipedia
Стр. 303. Фото: US Navy National Museum of Naval Aviation; Фото: NASA
Стр. 307. Сл. 3.3.1 (лево и средина): Wikipedia. Фото (десно): уз допуштење Greenpeace
Стр. 308. Логои: http://www.climatekic.org/, http://wmsbf.org/, http://memoenglish.ru/, http://originalcarbon.com/whyoffset/, http:// www.environnet.in.th/
Стр. 312. Сл. 3.3.2 и 3.3.4: F. Urban, How we heat the street // Real Estate Bulletin, January 18, 2012. http://www.bn.ru/ articles / 2012/01/18/ 89218.html. Илустрација: Миша Јовановић
Стр. 319. Сл. 3.3.5: Фото: Wikipedia
Стр. 320. Фото: Wikipedia
Стр. 321. Сл. 3.3.6: A. Alekperova, V. Berdin, Y. Dobrolyubova, Y. Kalinicheva, A. Kokorin. Прилагодиле Проф. др Анђелка Михајлов и Проф. др Ана Вуковић
Стр. 324. Фото (лево): Y. Dobrolyubova. Фото (десно): Wikipedia
Стр. 325. Лого: http://www.cop21paris.org/about/cop21. Фото: T. Yamanaka – AFP/Getty Images, available at http://global.britannica.com/event/KyotoProtocol
Стр. 328. Фото: P. Souza, званична фотографија Беле Куће, Wikipedia. Сл. 3.4.1: UN, http://www.un.org/sustainabledevelopment
Стр. 329. Сл. 3.4.2: H.M. Shahidul Islam/iStock
Стр. 330. Сл. 3.4.3: UN, http://www.un.org/sustainabledevelopment
Стр. 332. Сл. 3.4.4: UN Climate Ambition Summit 2023.

Vladimir Berdin, Yulia Dobrolyubova, Ekaterina Gracheva, Pavel Konstantinov,
Natalia Ryzhova, Katia Simeonova, Elena Smirnova, Dmitry Zamolodchikov

КЛИМАТСКИ ПАКЕТ

Интерактивни образовни алат о климатским променама

Приручник

РЕПУБЛИКА СРБИЈА

©UNDP, 2025

www.climate-box.com