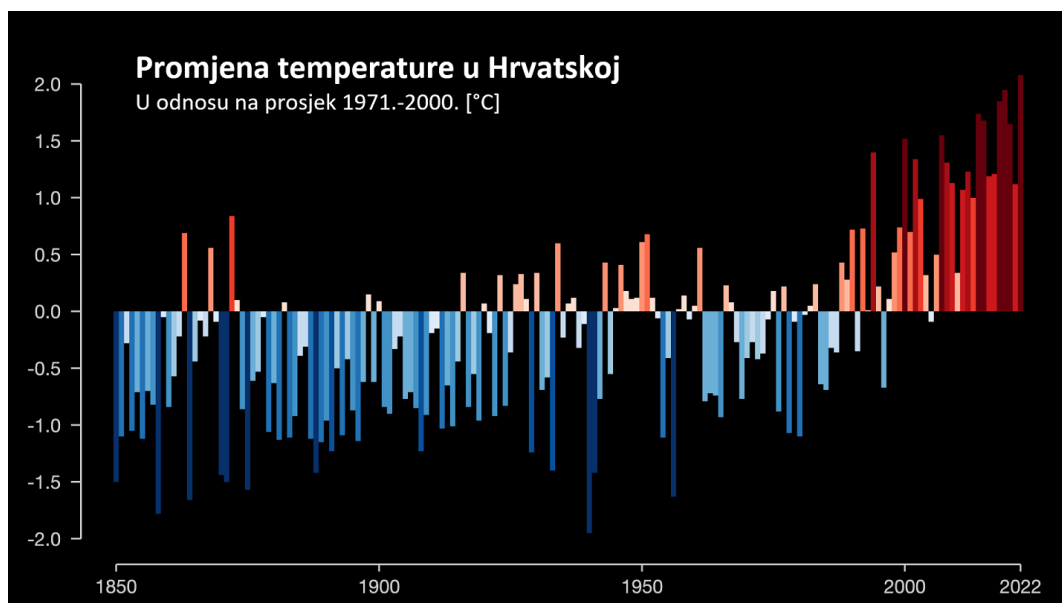


# Klimatske promjene u Hrvatskoj

Na području Republike Hrvatske također je uočen trend porasta prosječne godišnje temperature. Promjena temperature u odnosu na referentno razdoblje 1971.-2000. prikazana grafikonom na slici 1. Posljednjih 10-ak godina obilježeno je kao najtoplije razdoblje od kada se vrše sustavna mjerenja.



Slika 13.1.1 Promjena temperature u Hrvatskoj u odnos na razdoblje 1971.-2000. Izvor: <https://showyourstripes.info/s/globe>

Da bi se smanjili i spriječili učinci klimatskih promjena na pojedine aspekte okoliša, društva i gospodarstva, procjenjuju se tzv. *ranjivost* na klimatske promjene te *rizici* od klimatskih promjena. Postoji više definicija navedenih termina, a navest ćemo definicije IPCC-a (2001.) IPCC definira ranjivost kao „funkciju oblika, veličine i stupnja klimatske varijacije kojoj je neki sustav izložen, njegove osjetljivosti na klimatske promjene i njegove sposobnosti prilagodbe“ pri čemu je osjetljivost „stupanj na kojemu je sustav pogođen, negativno ili blagotvorno, podražajima povezanim s klimom(...)“. Rizik je definiran kao „funkcija vjerojatnosti i veličine različitih utjecaja“. Procjene budućih utjecaja klimatskih promjena u RH rađene su kao dio projekta **Strategija prilagodbe klimatskim promjenama** za sljedeće sektore: Hidrologija, vodni i morski resursi, Poljoprivreda, Šumarstvo, Ribarstvo, Bioraznolikost, Energetika, Turizam, Zdravstvo, Prostorno planiranje i upravljanje obalnim područjem te Upravljanje rizicima. Da bi se budući utjecaji procijenili, potrebna su predviđanja buduće klime. O tome kako se određuju očekivane promjene klimatskih parametara u budućnosti bit će više riječi u sljedećem potpoglavlju.

# Strategija prilagodbe klimatskim promjenama u RH

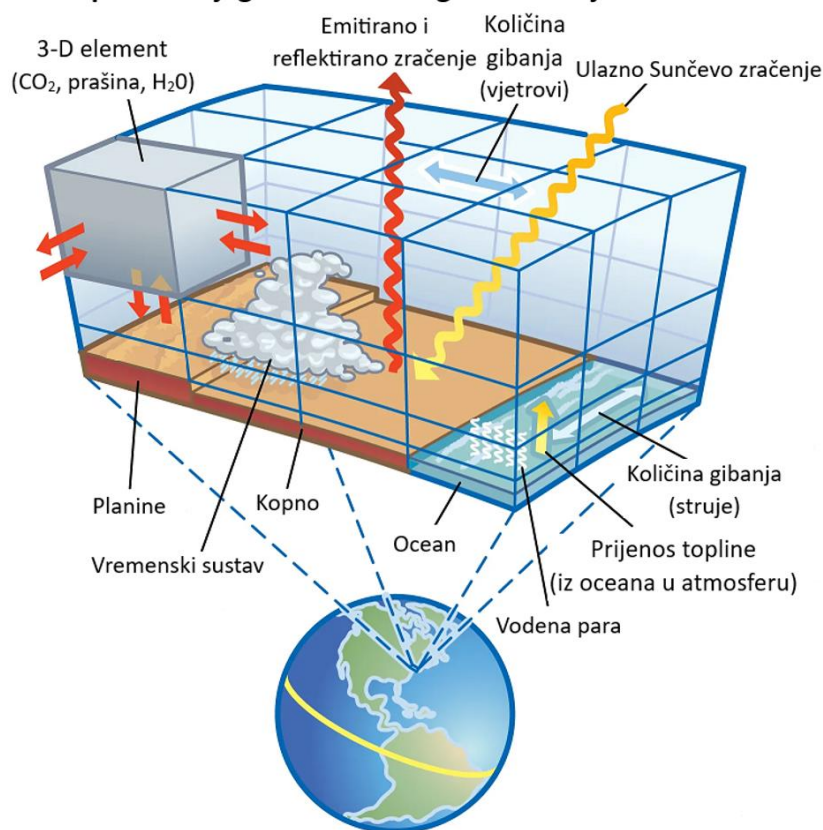
Zbog izazova koje klimatske promjene stavljaju pred cijelo čovječanstvo, javila se potreba za donošenjem raznih međunarodnih sporazuma i rezolucija kojima se države svijeta obvezuju na strateško djelovanje u cilju ograničavanja daljnjeg porasta svjetske temperature smanjenjem koncentracije stakleničkih plinova te prilagodbe neupitnim posljedicama klimatskih promjena. Republika Hrvatska potpisnica je međunarodnog Pariškog sporazuma koji pokriva ublažavanje klimatskih promjena, prilagodbu klimatskim promjenama i financijsku potporu za provedbu strategija i aktivnosti.

Iako mali emiter stakleničkih plinova, zbog svog zemljopisnog položaja ranjivost Hrvatske na klimatske promjene ocjenjuje se kao velika, kako po okolišnim, tako i po gospodarskim pitanjima. Republika Hrvatska prema izvješću Europske agencije za okoliš jedna je od triju europskih zemalja s najvećim kumulativnim udjelom šteta od ekstremnih vremenskih i klimatskih događaja u odnosu na BDP. Doprinos Republike Hrvatske smanjenju globalne emisije stakleničkih plinova je izrazito mali, ali strategije prilagodbe koje će smanjiti ranjivost i jačati otpornost od klimatskih promjena su nužne. Zato je Hrvatski sabor 7. travnja 2020. donio *Strategiju prilagodbe klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj za razdoblje do 2040. godine s pogledom na 2070. godinu*. Tim dokumentom obuhvaćene su procjene promjene buduće klime, mogući utjecaji na različite sektore gospodarstva, procjena ranjivosti, mjere prilagodbe klimatskim promjenama, prioritetne mjere i aktivnosti, provedba strategije kroz financiranje iz nacionalnih i nadnacionalnih izvora, izrada akcijskih planova za provedbu Strategije prilagodbe itd. te mjere zaštite okoliša.

## Predviđanja buduće klime klimatskim modelima

Prosječna globalna temperatura Zemlje od 1880. porasla je otprilike za 0.8 °C. Međutim, taj porast temperature nije jednak u svim dijelovima Zemlje. Na postajama u Hrvatskoj također je uočen trend porasta temperature zraka u zadnjih 50 godina. Da bi se stvarala daljnja predviđanja klime za budućnost potreban je odabir klimatskog modela te scenarija emisije stakleničkih plinova. Modeli su skupovi matematičkih jednadžbi koji opisuju cirkulaciju i prirodne procese unutar atmosfere, oceana, tla i leda poštujući zakone fizike. Kada se ti pojedinačni modeli združe govorimo o **klimatskom modelu**. Klimatski modeli koriste se za simulacije uzimajući u obzir različite prirodne i/ili antropogene čimbenike. Kada je u pitanju emisija stakleničkih plinova definirani su različiti scenariji s obzirom na mogući razvoj svijeta i populacije u budućnosti. Zbog složenosti klimatskih sustava, kao i zbog nelinearnosti procesa u klimatskom sustavu, simulacije klime ponavljaju se različitim modelima i s različitim početnim uvjetima kako bi se procijenila varijabilnost rezultata modela.

### Konceptualni dijagram klimatskog modeliranja



Slika 13.1.2 Konceptualni dijagram klimatskog modela (izvor: <https://www.britannica.com/science/global-warming/Theoretical-climate-models>)

Globalni klimatski model sastoji se od modela atmosfere, oceana, tla i leda te uključuje cikluse ugljika i sumpora, kao i međudjelovanja komponenata klimatskih sustava. Model je podijeljen na prostorne 3D ćelije te su za početak simulacija potrebni i početni uvjeti komponenata klimatskog sustava. U svakoj od ćelija rješavaju se matematičke jednadžbe, a model u određenim vremenskim koracima proračunava vrijednosti varijabli do završetka simulacije za razdoblje od minimalno 30 godina.

Globalni model nema dovoljnu rezoluciju za procjenu rizika na manjim regionalnim područjima jer koristi srednju vrijednost reljefa na razini cijele prostorne ćelije što uvelike utječe na rezultate simulacija parametara koji su pod velikim utjecajem reljefa. Za procjene klime na manjoj prostornoj skali potrebna je veća rezolucija, a ona se postiže regionalnim klimatskim modelom u kojemu obilježja reljefa bolje odgovaraju stvarnom stanju.

Predviđanja buduće klime na području Republike Hrvatske radili su stručnjaci s Državnog hidrometeorološkog zavoda koristeći **regionalni klimatski model** RegCM. Da bi se odredilo povjerenje u određeni klimatski model, on se prvo testira na nekom prošlom vremenskom razdoblju za koje postoje izmjereni podaci. Budući da klima u budućnosti ovisi o koncentraciji stakleničkih plinova u atmosferi, a ona pak ovisi o različitim faktorima daljnjeg napretka civilizacije, postoji više **scenarija**

koncentracije stakleničkih plinova u budućnosti. Scenariji koncentracija stakleničkih plinova uključuju se u klimatske modele pri stvaranju projekcija budućeg stanja klime. Klimatske promjene u budućoj klimi Republike Hrvatske analizirane su za razdoblja od 2011. do 2040. godina (P1) i od 2041. do 2070. (P2) godine u odnosu na razdoblje od 1971. do 2000. godine.

## Projekcije buduće klime na području RH

Stručnjaci s DHMZ-a u projekcijama buduće klime koristili su dva scenarija. Jedan scenarij predviđa smanjenje emisije (ali ne i koncentracije u atmosferi) ugljikovog dioksida (RCP4.5), a drugi (RCP8.5) nastavak porasta emisija CO<sub>2</sub> do kraja 21. stoljeća. Navest ćemo projekcije nekih klimatskih parametara iz izvješća rezultata klimatskog modeliranja prema scenariju RCP4.5 (jer se smatra vjerojatnijim).

### TEMPERATURA

Model predviđa povećanje temperature u svim sezonama. U hladnijem dijelu godine zagrijavanje će biti nešto veće u kontinentalnoj Hrvatskoj, a u toplijem dijelu godine u primorskom dijelu. U razdoblju do 2040. očekuje se srednji porast temperature u cijeloj Hrvatskoj između 1 i 1,4 °C. U razdoblju do 2070. očekuje se najveći porast srednje temperature zraka do 2,2 °C. Porast maksimalne i minimalne temperature također se očekuje u navedenim razdobljima.

Za maksimalnu temperaturu u P1 očekuje se porast u svim sezonama od 1 do 1,5 °C, a u P2 do 2,2 °C u ljeto, odnosno 2,3 °C na otocima. Za minimalnu temperaturu u P1 očekuje se najveći porast zimi između 1,2 i 1,4 °C, a u P2 na najveći porast na kontinentu zimi između 2,1 i 2,4 °C te u primorskim krajevima 1,8 do 2 °C.

### OBORINE

Po pitanju promjene količine oborine u P1 se tijekom zime i proljeća u većem dijelu Hrvatske očekuje manji porast od 5 do 10%, a ljeti smanjenje oborina, 5-10%, najveće u sjevernoj Dalmaciji i južnoj Lici. Te promjene neće imati značajniji utjecaj na ukupnu godišnju količinu. Do 2070. u svim sezonama osim zimi očekuje se smanjenje količine oborine. Najveće smanjenje očekuje se u južnoj Dalmaciji u proljeće te u ljeto u gorskim predjelima i sjevernoj Dalmaciji. Najveće povećanje očekuje se u jesen na otocima te zimi u sjevernoj Hrvatskoj.

### SNJEŽNI POKROV



Budući da se do 2040. godine očekuje smanjenje snijega, očekuje se i se smanjenje snježnog pokrova, naročito u Gorskom kotaru, čak do 50%. Do 2070. očekuje se daljnje smanjenje snježnog pokrova. U budućoj klimi jače smanjenje snježnog pokrova očekuje se u onim predjelima koji u referentnoj klimi (1971. – 2000.) imaju najveće količine snijega (Gorski kotar i ostali planinski krajevi).

## **EKSTREMNI VREMENSKI UVJETI**

Očekuje se porast broja vrućih dana (maksimalna temperatura  $>+30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), odnosno 6-8 više od referentnog razdoblja do 2040. i do 12 dana više od referentnog razdoblja do 2070. Očekuje se smanjenje broja hladnih dana (minimalna temperatura  $<-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) u P1, kao i daljnje smanjenje broja hladnih dana u P2. Očekuje se porast broja dana s toplim noćima ( $\geq 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) u oba razdoblja. Očekuje se smanjenje kišnih, a povećanje sušnih razdoblja u budućoj klimi.

## **SREDNJA RAZINA MORA**

Podaci za razinu mora rezultat su globalnih modela, a ne RegCM modela koji je atmosferski klimatski model. Očekivani porast globalne srednje razine mora od 2046. do 2065. je između 19 i 33 cm, a u razdoblju 2081. do 2100. između 32 i 63 cm (IPCC 2013.). Zbog neizvjesnosti vezanih uz ubrzano otapanje ledenih kapa kao i znatnih odstupanja korištenja globalnog klimatskog modela na manjem zemljopisnom području navedeni se rezultati uzimaju s velikim oprezom. Više istraživanja u Jadranskom moru ukazalo je na trendove porasta razine mora pa iako ne postoji usuglašenost u procjenama buduće razine, sva istraživanja kvalitativno ukazuju na porast. Stoga, procjena prosječnih srednjih vrijednosti za Jadran ukazuje da se može očekivati porast razine mora biti između 32 i 65 cm do 2100. godine.