

Predsjedništvo Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti na svojoj 5. (259.) redovitoj sjednici, održanoj 27. svibnja 2020., potaknuto velikim intenzitetom recentnih klimatskih promjena i njihovim utjecajem na čovjeka i prirodu, donijelo je sljedeću

## Izjavu o klimatskim promjenama

### Kako se klima mijenja?

Prosječna temperatura pri površini Zemlje porasla je tijekom prošlih stotinjak godina za otprilike 1 °C. Protjeklo desetljeće najtoplije je u povijesti suvremene civilizacije. S globalnim zatopljenjem povezane su i druge promjene u klimatskom sustavu: češća pojava toplinskih valova, intenziviranje kišnih epizoda i produljenje sušnih razdoblja, smanjenje površine prekrivene snijegom na sjevernoj hemisferi, smanjenje površine leda u moru (napose u području Arktika), smanjenje ledenih pokrova na Grenlandu i zapadnoj Antarktici te brojnih ledenjaka širom svijeta, povećavanje kiselosti oceana i globalno podizanje morske razine.

Recentne klimatske promjene nadovezuju se na promjene koje su se zbivale u bližoj prošlosti, pa i u onoj daljoj, geološkoj. Tako su se na vremenskim skalama od nekoliko desetaka tisuća do nekoliko stotina tisuća godina smjenjivala ledena doba s toplijim razdobljima od kojih je posljednje upravo u tijeku. U novijoj povijesti opažen je srednjovjekovni klimatski optimum, nakon kojega je slijedilo tzv. malo ledeno doba. Naposljetku, od 19. stoljeća traje globalno zatopljenje, pri čemu je brzina porasta temperature izuzetno velika.

### Koji su uzroci klimatskih promjena?

Pri istraživanju klimatskih promjena i njihovih uzroka geofizičari i drugi znanstvenici imaju na raspolaganju dvije metode. S jedne strane, mjere se različiti parametri koji opisuju klimatski sustav te se provodi detaljna obrada i analiza podataka. S druge strane, razvijaju se računalni modeli kojima se istražuje kako različiti vanjski čimbenici utječu na procese u atmosferi, oceanima, ledenom pokrovu i drugim dijelovima klimatskog sustava. Kad je riječ o vanjskim čimbenicima, ponajprije se uzimaju u obzir oni prirodni, a to su intenzitet Sunčeva zračenja koje dopire do Zemlje te koncentracija vodene pare i drugih atmosferskih sastojaka, primjerice vulkanskog aerosola, koji utječu na apsorpciju Sunčeva i Zemljina zračenja. Osim toga postoje i antropogeni vanjski čimbenici, u koje spadaju promjene koncentracije stakleničkih plinova te antropogenog aerosola u atmosferi, a oni su ponajprije povezani s izgaranjem fosilnih goriva. Prilikom računalnog modeliranja uzimaju se u obzir i unutarnji procesi u Zemljini sustavu, koji uključuju brojne povratne sprege – kako pozitivne (koje dovode do ubrzavanja određenog procesa), tako i negativne (zbog kojih se početni poremećaj prigušuje).

Analizom podataka prikupljenih tijekom posljednjih stotinjak godina i njihovom usporedbom s rezultatima računalnog modeliranja uz uvažavanje različitih vanjskih čimbenika znanstvenici su došli do zaključka da je recentno globalno zatopljenje dijelom povezano s prirodnim procesima, ali i da su u posljednje vrijeme dominantnu ulogu preuzeli antropogeni procesi. Naime, zbog ljudske aktivnosti, a napose zbog izgaranja fosilnih goriva, dolazi do povećanja koncentracije stakleničkih plinova u atmosferi. Tako je, primjerice, koncentracija ugljikova dioksida u atmosferi danas viša nego što je bila ikada u posljednjih 800.000 godina. Budući da staklenički plinovi dobro propuštaju Sunčevo zračenje do površine Zemlje, ali apsorbiraju dugovalno zračenje što ga emitira Zemlja, dolazi do porasta temperature uz Zemljinu površinu. To je proces koji dominantno utječe na recentno globalno zatopljenje, a time i na druge promjene u klimatskom sustavu.



## Što se očekuje u budućnosti?

Za izradu klimatskih projekcija koriste se računalni modeli koji su verificirani pomoću povijesnih podataka. Pri tome valja pretpostaviti kakva će biti emisija stakleničkih plinova u budućnosti, pa se razmatra cijeli niz scenarija – od onih optimističnih (koji polaze od pretpostavke da će se buduće emisije stakleničkih plinova znatno smanjiti) pa do pesimističnih (koji se zasnivaju na pretpostavci da će se nastaviti s emisijom stakleničkih plinova u skladu s dosadašnjom praksom).

Prema aktualnim klimatskim projekcijama, do kraja ovog stoljeća može se očekivati daljnji porast prosječne temperature za 0,3 – 1,7 °C u slučaju realizacije optimističnog scenarija, odnosno za 2,6 – 4,8 °C u slučaju da se ostvari pesimistični scenarij. To će dovesti do promjene brojnih drugih klimatskih parametara, pa se tako naprimjer do kraja stoljeća očekuje daljnje podizanje srednje morske razine za 26 – 55 cm (optimistični scenarij), odnosno za 45 – 82 cm (pesimistični scenarij). Uz promjene prosječnih vrijednosti, mogu se, dakako, očekivati i promjene ekstremnih vrijednosti, a to je ono što najviše utječe na čovjeka i prirodu.

## Koje su posljedice klimatskih promjena?

Ljudska je aktivnost pospješila klimatske promjene. One se danas odigravaju velikom brzinom i stoga znatno utječu na ljude i ekosustave koji su prilagođeni ranijim, relativno stabilnim klimatskim prilikama. Očekuje se da će klimatske promjene dovesti do povećanja smrtnosti uslijed toplinskih valova, pojave različitih bolesti i širenja infektivnih zaraza. Očekuje se i veća opasnost od poplava, suša i požara širom svijeta te od epizoda eutrofikacije i anoksije u oceanima. Klimatske promjene nastavit će nepovoljno utjecati na ekosustave ugrožavajući područje permafrosta i tla općenito, dramatično mijenjajući Arktik te utječući na smanjenje bioraznolikosti. Sve to može dovesti do promjena u poljoprivredi i ribarstvu, do uništavanja infrastrukture te do smanjenja produktivnosti, što će ugroziti ekonomske prilike. Ekonomski i društveni poremećaji potiču migracije i često dovode do ratnih sukoba i smanjenja razine sigurnosti u svijetu.

Klimatske se promjene očituju na različite načine te nepovoljno djeluju na mnoga svjetska područja i na razne ekonomske sektore. Međutim, neke su zajednice, područja i ekosustavi posebno ugroženi. Budući da se očekuje da će klimatske promjene više utjecati na zemlje u razvoju i da će se te zemlje teže prilagođavati klimatskim promjenama nego razvijene zemlje, vjerojatno je da će doći do povećavanja nejednakosti u svijetu.

## Što se može poduzeti?

Način na koji bi ljudi trebali reagirati na recentne klimatske promjene može se sažeti u tri riječi: istraživanje, ublažavanje i prilagodba.

Svrha daljnjih istraživanja klimatskih promjena jest poboljšati bazu podataka, s jedne strane, te unaprijediti računalne modele, s druge. Kao što je vidljivo i iz ovog teksta, klimatske projekcije rezultiraju rasponom brojeva, čime se uvažava njihova ograničena pouzdanost na koju prvenstveno utječu različite parametrizacije upotrijebljene pri razvoju računalnih modela. Buduća bi istraživanja trebala povećati pouzdanost klimatskih projekcija i time omogućiti da se smanje rasponi projiciranih temperatura i drugih s njima povezanih veličina.

Kad je riječ o ublažavanju klimatskih promjena, smatra se da bi neto emisiju stakleničkih plinova trebalo do sredine ovog stoljeća svesti na nulu – ako se želi postići da se buduće promjene klime razviju prema optimističnom scenariju. Takav cilj ne pretpostavlja samo smanjenje emisije stakleničkih plinova nego i njihovo uklanjanje iz atmosfere. Smanjenje emisije stakleničkih plinova može se postići manjim korištenjem fosilnih goriva u proizvodnji energije, prometu i drugim djelatnostima te povećanom upotrebom obnovljivih izvora energije.



Radi uklanjanja stakleničkih plinova iz atmosfere, valja se služiti kombiniranim ekološkim i tehnološkim pristupom. Provedu li se mudro, takve promjene mogu donijeti ne samo društvenu nego i ekonomsku korist uslijed razvoja novih tehnologija i otvaranja novih radnih mjesta.

Naposlijetku, budući da se klimatske promjene ne mogu izbjeći, ma koliko ih uspjeli ublažiti, nužno je pripremiti se za prilagodbu. Pritom treba uvažiti činjenicu da su klimatskim promjenama najviše pridonijele razvijene zemlje, dok će posljedice tih promjena najviše osjetiti zemlje u razvoju. To otvara cijeli niz moralnih i etičkih pitanja za čije je rješenje nužno potrebna međunarodna suradnja.

Intenzivnu međunarodnu suradnju u znanstvenom pristupu klimatskim promjenama već godinama organizira Međuvladin panel za klimatske promjene. Njegova su redovita izvješća najbolji izvor informacija o klimatskim promjenama. Kad je pak riječ o međunarodnoj suradnji u političkom pristupu klimatskim promjenama, najvažnije su tijelo Ujedinjeni narodi. Oni su borbu protiv klimatskih promjena i njihovih posljedica uključili među Ciljeve za održivi razvoj, a osim toga omogućili su postizanje cijelog niza klimatskih sporazuma, od kojih je najvažniji Pariški klimatski sporazum iz 2015. godine. Taj sporazum predstavlja najbolju osnovu za rješavanje problema klimatskih promjena do koje je do sada došla međunarodna zajednica, a predviđa daljnja poboljšanja i dodavanje novih mehanizama – posebno kad su u pitanju dopušteni udjeli pojedinih država u emisiji stakleničkih plinova te načini provjere preuzetih obveza. Treba se nadati da će se sporazum provesti i da će u njegovu provođenju sudjelovati sve države svijeta.

### **Kako može reagirati Hrvatska?**

Hrvatska se sve intenzivnije uključuje u navedene međunarodne napore pripremom zakona o klimatskim promjenama i zaštiti ozonskog sloja, razradom strategije niskougličnog razvoja i strategije prilagodbe klimatskim promjenama te izradom integriranog energetske i klimatskog plana i niza drugih dokumenata.

Također, pokrenuti su prvi projekti, primjerice oni koji se bave problemom energetske učinkovitosti zgrada. Očekuje se da će takvih projekata biti sve više, pri čemu bi trebalo sastaviti listu prioriteta vodeći računa o dva kriterija. Prvi je korisnost projekta ne samo u današnje vrijeme nego i u budućnosti, tj. kad klimatske prilike budu drugačije. Drugi kriterij proizlazi iz činjenice da bi veliki projekti mogli pomoći oživljavanju hrvatskoga gospodarstva – dakle da bi se mogli uklopiti u svojevrsni hrvatski *new deal*. Navedimo nekoliko mogućih projekata. Izgradnja sustava retencija i navodnjavanja omogućila bi da se višak oborinske vode dopremi u sušna područja kad je to potrebno. Uspostavljanje brzih željezničkih veza unutar cijele Hrvatske reduciralo bi potrebu za avionskim povezivanjem na malim udaljenostima (do nekih 500 km) i tako pridonijelo smanjenju emisije stakleničkih plinova. O klimatskim bi promjenama valjalo voditi računa i pri planiranju obnove Zagreba nakon velikog potresa koji se dogodio 22. ožujka 2020., pri čemu bi trebalo unaprijediti ne samo zaštitu od potresa nego i energetske učinkovitost zgrada (upotrebom hladnih materijala i boljom izolacijom), toplodvodnu mrežu (njegovim proširenjem na središnji dio grada) itd.

Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti spremna je pomoći u izradi potrebnih dokumenata te u realizaciji projekata koji će biti posvećeni klimatskim promjenama – bez obzira na to radi li se o istraživanju, ublažavanju ili prilagodbi.

Predsjednik  
  
Akademik Velimir Neidhardt

