

## **Razina mora u Europi: mjerenje, interpretacija i korištenje**

### **Radni sastanak održan u Dubrovniku od 19. do 21. rujna 2001.**

Mijenja li se klima? To je pitanje koje se svakodnevno može čuti u razgovorima laika, ali kojemu – zbog njegove važnosti za život na Zemlji u sljedećih stotinjak godina – silnu pozornost posvećuju i znanstvenici. Tijekom proteklog stoljeća temperatura se pri površini Zemlje povisila za 0,6 °C. Izgleda da je porast u prvom dijelu stoljeća bio prirodnog porijekla, ali i da su se u drugom dijelu stoljeća počele očitovati antropogene promjene u tzv. efektu staklenika. Naime, zbog ljudske djelatnosti došlo je od početka industrijske revolucije do porasta koncentracije stakleničkih plinova (ugljičkov dioksid, metan, dušikov oksid, klorofluorouglicidi...) u atmosferi. Ti plinovi dobro propuštaju kratkovalno Sunčevo zračenje do površine Zemlje, ali jako apsorbiraju dugovalno zračenje što ga emitira Zemlja. Povećanje njihove koncentracije stoga se može povezati s globalnim zagrijavanjem. Povišenje temperature dovelo je pak do termalnog širenja mora te otapanja ledenjaka i ledenih kapa, a time i do uzdizanja razine svjetskih mora – u prosjeku za 10–20 cm tijekom prošlog stoljeća. Prognoze zbivanja u ovom stoljeću kreću se u širokim rasponima, kako zbog nepoznavanja budućih emisija stakleničkih plinova tako i zbog poteškoća u modeliranju atmosfere i mora kroz duga vremenska razdoblja. Prema najnovijim prognozama, što ih je početkom 2001. godine objavio Međunarodni odbor za klimatske promjene, predviđa se da će se do 2100. godine temperatura pri površini Zemlje povisiti za 1,4–5,8°C, a razina mora uzdignuti za 9–88 cm. Najvjerojatnijima se smatraju srednje vrijednosti, koje su toliko veće od dosada zabilježenih da izazivaju zabrinutost.

Znanstvenici već neko vrijeme upozoravaju na alarmantnost prognoza, a reakcija državnih i međunarodnih institucija svodi se prije svega na intenziviranje istraživanja. Jedan od načina na koji je reagirala Europska unija bilo je pokretanje projekta COST 40 koji se pod nazivom »Europski sustav za opažanje razine mora« od 1996. godine bavio raznim problemima vezanim uz mjerenje visine razine mora i mogućim povezivanjem nacionalnih mreža postaja u jedinstven europski sustav. Hrvatska je projektu pristupila 1999. godine, po pozivu što su ga uputili europski kolege koji cijene visoku kvalitetu hrvatske mareografske mreže i njenu važnost za praćenje zbivanja u Sredozemlju. Završni radni sastanak projekta COST 40 održan je od 19. do 21. rujna 2001. godine u Dubrovniku, pod nazivom »Razina mora u Europi: mjerenje, interpretacija i korištenje«. Sastanku je prisustvovalo 56 sudionika

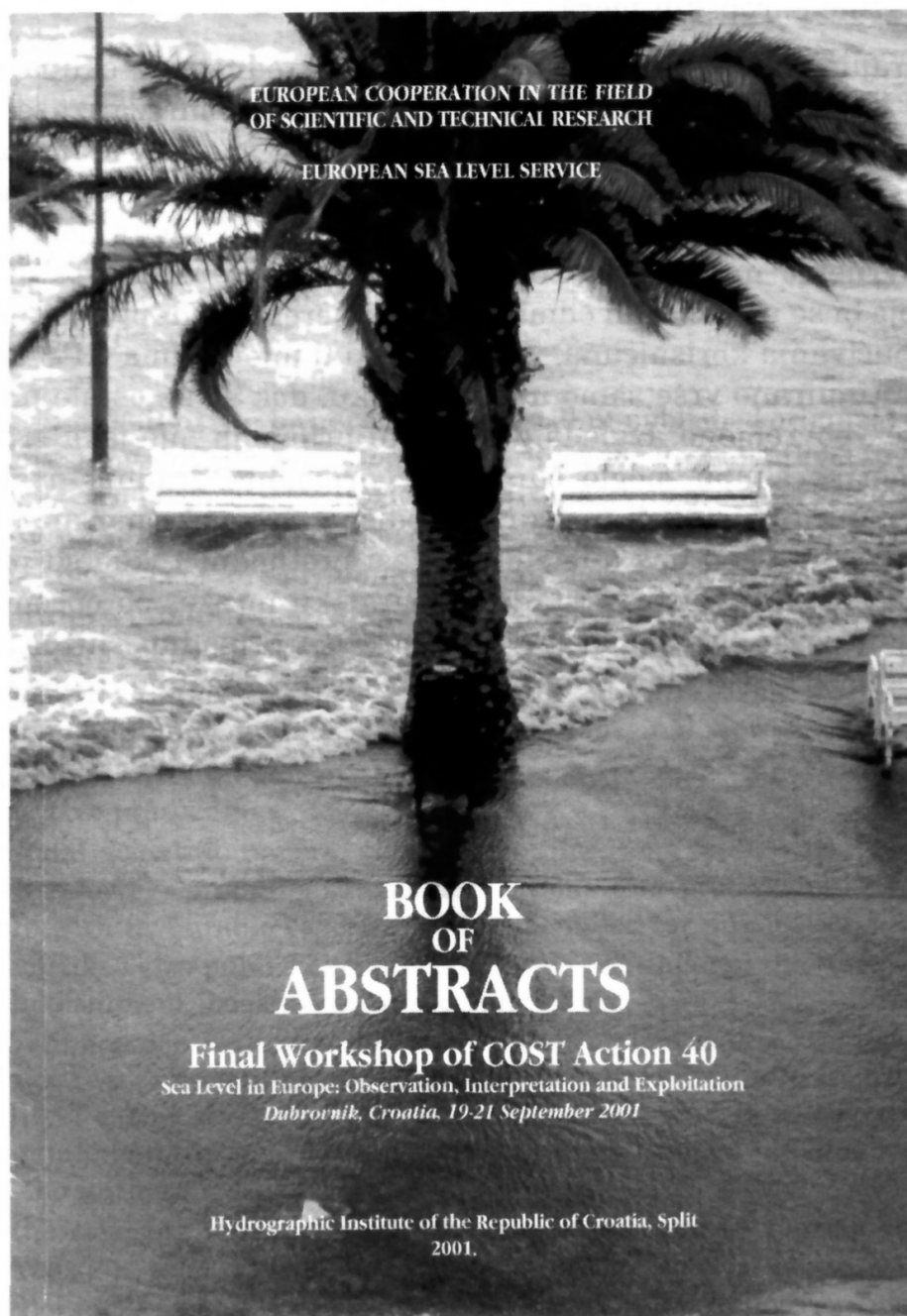
iz niza europskih zemalja (Belgija, Danska, Hrvatska, Italija, Nizozemska, Norveška, Njemačka, Portugal, Slovenija, Španjolska, Švedska, Velika Britanija) te iz Turske i Izraela. Uvodna su predavanja u pojedine teme održali pozvani predavači, nakon toga slijedile su diskusije, a na prezentacijama postera, njih 36, izloženi su rezultati recentnih istraživanja. Svi su prilozi uključeni u knjigu sažetaka koja obuhvaća 147 stranica, a predviđeno je da se cjeloviti članci podvrgnu recenziji i objave u nekom od međunarodnih znanstvenih časopisa. U rad programskog odbora skupa bili su uključeni Hans-Peter Plag, Per Knudsen, Philip Axe, Bernd Richter, Johan Verstraeten i Mirko Orlić, a sastanak su organizirali Mirko Orlić (Geofizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska), Ivica Vilibić (Hrvatski hidrografski institut, Split, Hrvatska), Hans-Peter Plag (Geodetski institut, Honefoss, Norveška) i Klaus Pithan (Europska komisija, Bruxelles, Belgija). Skup je financijski poduprla Europska komisija te niz hrvatskih institucija – Ministarstvo znanosti i tehnologije, Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja, Državna geodetska uprava i Županija splitsko-dalmatinska.

Nakon otvaranja skupa, u kojem su sudjelovali Pero Cvjetović (predstavnik Županije dubrovačko-neretvanske), Markku Warras (ravatelj COST projekata), Davor Butković (pomoćnik Ministra znanosti i tehnologije Republike Hrvatske) i Hans-Peter Plag (voditelj projekta COST 40), prvi dan bio je posvećen mjerenju. Zapravo, govorilo se o tri vrste mjerenja: klasičnim mareografskim mjerenjima koja se u svijetu provode od sredine 19. stoljeća i koja daju informaciju o relativnim pomacima razine mora prema kopnu, zatim o mjerenjima pomaka tla koja se u novije vrijeme obavljaju uz pomoć Globalnog Pozicionirajućeg Sustava (GPS) te o suvremenom praćenju razine svjetskih mora pomoću satelitskih visinomjera. Analiza mareografskih mjerenja koncentrirala se na razne izvore pogrešaka i načine da se te pogreške uklone iz registracija koje se u pojedinim slučajevima protežu i preko 150 godina. Izloženo je kakva moraju biti mjerenja GPS-om da bi – u kombinaciji s mareografskim mjerenjima – omogućila dobivanje informacije o apsolutnom porastu razine mora. Prikaz podataka prikupljenih satelitskim visinomjerima izazvao je burnu diskusiju o tome koliko dug mora biti vremenski niz za određivanje trenda porasta razine mora: istraživači koji analiziraju klasične podatke u pravilu se ne bave nizovima kraćim od 30 godina, znanstvenici koji koriste satelitske podatke za sada su prisiljeni zadovoljiti se kraćim nizovima.

Tema drugog dana skupa bila je interpretacija podataka o visini razine mora. Govorilo se o ekstremnim vrijednostima vodostaja, zatim o dugoročnim kolebanjima razine mora i, naposljetku, o trendovima. Ekstremi, a napose izuzetno visoki vodostaji, posebno su zanimljivi za korisnike, a postojeći modeli omogućuju da se procijeni statistika ekstrema za sljedećih 50 godina. Kolebanja vodostaja iz godine u godinu ili iz desetljeća u desetljeće privlače

pozornost stoga što mogu utjecati na procjenu trendova ako ih se na odgovarajući način ne ukloni iz vremenskih nizova. Što se pak tiče globalnog trenda porasta razine mora, najveću poteškoću predstavlja realistično modeliranje različitih procesa (termalna ekspanzija mora, otapanje ledenjaka i ledenih kapa) koji doprinose tom trendu.

Treći dan skupa bavio se korištenjem podataka i prognoza o uzdizanju razine mora. Raspravljalo se o primjeni pri upravljanju aktivnostima u priobalju te na otvorenom moru, o obavještanju javnosti i o uspostavi Europ-



Naslovnica knjige sažetaka s dubrovačkog skupa.

ske službe za razinu mora. Upozoreno je da porast razine mora utječe na zalihe pitke vode na kopnu, ugrožava obalne građevine, izaziva eroziju i nestajanje plaža te pogoduje širenju zagađivala u područja koja ranije nisu bila ugrožena. Kad je riječ o komuniciranju s javnošću, prisutni novinari upozorili su, među ostalim, na usredotočenost medija na izvanredne događaje i na poteškoće kad se široj publici želi prikazati »obična« znanost, a znanstvenici su istaknuli da svi izvori informacija nisu jednako pouzdani te da primjerice internet nije podvrgnut recenziji. Jedan od razloga uspostave Europske službe za razinu mora jest brzo i pouzdano izvješćivanje o kolebanjima i promjeni razine europskih mora.

I na kraju: kakve se pouke mogu iz ovog trodnevnog skupa izvući za Hrvatsku? Kako je već rečeno, naša je mareografska mreža izuzetno kvalitetna. Međutim, gotovo svi instrumenti klasičnog su tipa, s analognim zapisom, što znači da može proteći i nekoliko mjeseci od trenutka kad je neki podatak zabilježen do časa kad postane dostupan u digitalnom obliku. U najskorije vrijeme mrežu treba opskrbiti A/D pretvaračima te uspostaviti centre u koje bi se podaci slali odmah nakon mjerenja radi provjere kvalitete, obrade i upućivanja korisnicima. Zaostajemo i u mjerenjima GPS-om: ona se za sada kontinuirano vrše samo u Dubrovniku, dok se uz ostale mareografe obavljaju tek povremeno. Izgleda da nam ni primjena nije jaka strana – na dubrovačkom se skupu moglo čuti da se priobalna gradnja u europskim zemljama planira uzimajući u obzir 50-godišnje prognoze ne samo trendova već i ekstrema, što kod nas nije slučaj. Naši prethodnici, koji su prije pedesetak godina uspostavili hrvatsku mareografsku mrežu, po općem su sudu obavili sjajan posao. Na nama je da tu mrežu i pripadnu službu unaprijedimo, a prognoze klimatskih promjena daju sasvim dovoljno razloga za takav napor.

*Mirko Orlić*