



HRVATSKA vodoprivreda

ZAGREB

siječanj / ožujak 2025.

BROJ 250

godište XXXIII.

OČUVANJE LEDENJAKA



OTOPLJENA BUDUĆNOST
- Planinski ledenjaci pod
udarom topline

PODIZANJE RAZINE MORA
- Ugroženost i zaštita
obalnih gradova

PONOVNA UPOTREBA VODE
- Jačanje otpornosti na
klimatske promjene

ZAŠTITA OD
ZASLANJENJA VODA I
TLA DONJE NERETVE

Klimatska
neutralnost
i UPOV-i

Izvještaj o
stanju planeta

Ranjivost na
klimatske promjene

+ UVODNIK MINISTRICE MARIJE VUČKOVIĆ

SPASIMO NAŠE LEDENJAKE

LEDENJACI SU KLJUČNI ZA GLOBALNI VODNI CIKLUS



UN WATER
**22 MARCH
WORLD WATER DAY**
2025 Glacier Preservation



REPUBLIKA HRVATSKA
Ministarstvo zaštite okoliša
i zelene tranzicije



HRVATSKE VODE

IJS
Institut za vode
Jugoslavije, Slovenije, Srbije

Poštovani čitatelji,

Jubilarni 250. broj! S ponosom možemo reći kako je do sada objavljeno 250 brojeva časopisa Hrvatske vodoprivrede, koja izlazi od srpnja 1992. godine kao glasilo Hrvatskih voda. U stvaranju časopisa kakav je danas, sudjelovalo je više od pet stotina znanstvenika, stručnjaka u svim segmentima vodnoga gospodarstva, ali i autora drugih struka, koji su svoja iskustva i znanje donijeli na naše stranice. Svakim danom javljaju nam se i novi, uvijek dobro došli, suradnici, donoseći nove poglede na vodu, koja nudi neiscrpan izvor tema. Prisjećajući se početaka i prvih brojeva časopisa, koji je kao mjesečnik izlazio sve do 2010. godine, svakako treba spomenuti glavnu urednicu časopisa Branku Mataković-Paver, dipl. pol., koja je svojim perom i prepoznatljivom uređivačkom kvalitetom, postavila visoke standarde časopisa kojega su prepoznale stručne institucije dodijelivši mu Priznanje Ministarstva zaštite okoliša i prostornog uređenja RH za dostignuća na području informiranja i obrazovanja za okoliš, nagradu Nabiliska 2003. za domete u publiciranju ekoloških tema, kao i priznanje Dravski čon 2007. za medijsku suradnju na promociji Drave. Od 2011. godine časopis izlazi kao tromjesečnik u nešto izmijenjenom i prilagođenom konceptu, nastojeći zadržati kvalitetu informativno-stručne publikacije s temama za širi krug čitatelja i zainteresiranu javnost. U želji da i sami doprinesemo zaštiti voda i okoliša, časopis od 2020. godine tiskamo na recikliranom papiru te racionalno određujemo nakladu tiska. Tijekom protekle 33 godine u časopisu smo prezentirali mnogobrojne teme iz područja vodnoga gospodarstva, okoliša i prirode, istraživanja, gospodarstva, kulture, umjetnosti i svih ostalih područja kojima je tema vode okosnica djelovanja i interesa. Izborom tema nastojimo biti aktualni i pratiti globalne trendove u vodnome gospodarstvu i zaštiti okoliša, kako bismo čitateljima ponudili korisne informacije i educirali ih o najvažnijim temama u očuvanju našega najvećega nacionalnog blaga, vodnog resursa. Reviju o vodama, kako su je nazvali čitatelji, besplatno dostavljamo relevantnim institucijama u osam stranih zemalja, a u Hrvatskoj svim državnim upravnim tijelima, jedinicama regionalne i lokalne samouprave, nacionalnim parkovima i parkovima prirode, županijskim ustanovama za zaštitu prirode, knjižnicama, znanstvenim institucijama, agencijama i zavodima, fakultetima, pojedinim školama i svima drugim ustanovama i pojedincima kojima je očuvanje voda od interesa. Vodeći se mišlju da je svaki pojedinac "kapljica" koja može doprinijeti ljepoti i snazi "slapa koji teče i živi", na internetskim stranicama Hrvatskih voda omogućili smo uvid u sadržaj časopisa od broja 190/191, kako bismo doprli do što većeg broja čitatelja. Time je časopis dobio širinu, svoju prepoznatljivost i velik broj čitatelja, jer teško je pronaći nešto što nije izravno ili neizravno vezano uz vodu. Uslijed klimatskih promjena, raznih prirodnih i društvenih kriza, voda postaje sve važnija i sve je više onih koji shvaćaju njezinu nezamjenjivost i imperativ očuvanja. I u ovom, jubilarom broju, donosimo pregrš zanimljivih i aktualnih tema vezanih uz Svjetski dan voda s temom *Očuvanja ledenjaka*, čiji opstanak vežemo uz utjecaj čovjeka na klimatske promjene, a čije posljedice već možemo pratiti u promjenama globalnog vodnog ciklusa. Najaktualnije aktivnosti vodnoga gospodarstva u okvirima teme Svjetskog dana voda predstavljamo u uvodniku ministrice Marije Vučković. Priču o skandinavskim ledenjacima donosimo "iz prve ruke" i pera našeg poznatog popularizatora znanstvenih tema iz područja ekotehnologije i održivog razvoja, Roberta Kakarigija, koji se posjetom najviših ledenih vrhova uvjerio u njihovo stanje i budućnost. Što možemo učiniti za spas ledenjaka koji imaju presudnu ulogu u vodnom ciklusu, utječu na život stanovništva i gospodarske djelatnosti? Što možemo učiniti kako bismo ublažili klimatske promjene i možemo li se prilagoditi novim uvjetima života? Kako je stanje prirode i što možemo očekivati u nastavku današnjih trendova? Prelistajte jubilarni broj časopisa i doznajte odgovore na ova pitanja.

Čestitamo svim čitateljima, suradnicima i partnerima Svjetski dan voda, a svim autorima članaka i fotografima, dobronamjernim kritičarima i svima onima koji nas na razne načine podržavaju u radu, zahvaljujemo na dosadašnjoj suradnji i pomoći, kako bi ova revija o vodama bila zanimljiva i vizualno privlačna za sve one koji skrbe o vodama i žele biti educirani o načinima očuvanja najvažnijeg resursa na našem planetu bez kojega nema života - vodi.



HRVATSKA vodoprivreda

INFORMATIVNO-STRUČNI ČASOPIS
HRVATSKIH VODA

IZDAVAČ:

HRVATSKE VODE
Zagreb, Ulica grada Vukovara 220

ZA IZDAVAČA:

Mr. sc. Zoran Đuroković, dipl. ing. građ.

GLAVNA I ODGOVORNA UREDNICA:

Marija Vizner, dipl. ing. agr.
marija.vizner@voda.hr

UREDNIŠTVO:

Valentin Dujmović, mag. oecol.
Davor Vukmirić, dipl. ing. bioteh.
Ivana Bašić, dipl. ing. građ.
Dr. sc. Siniša Širac, dipl. ing. kem.
Doc. dr. sc. Danko Biondić, dipl. ing. građ.
Mr. sc. Sanja Barbalić, dipl. ing. građ.
Dr. sc. Mara Pavelić, dipl. ing.
Goran Milaković, mag. ing. aedif.
Sanda Kolarić-Buconjić, dipl. ing. građ.
Kristina Buljubašić, dipl. nov.
Nevena Gabor, dipl. ing. građ.
Marinko Galot, dipl. ing. građ.
Đino Zmijarević, dipl. ing. agr.

Uredništvo se ne mora nužno slagati s mišljenjem autora. Ništa što je objavljeno u časopisu ne smije se ni u kojem obliku reproducirati bez (pismenog) odobrenja uredništva.

FOTOGRAFIJA NA OVITKU:

Robert Kakarigi

GRAFIČKO OBLIKOVANJE I PRIJELOM:

Novi list d.d., Rijeka

TISAK:

Novi list d.d., Rijeka

NAKLADA:

2.200 primjeraka

Dobitnik Priznanja Ministarstva zaštite okoliša i prostornog uređenja RH za dostignuća na području informiranja i obrazovanja za okoliš. Dobitnik nagrade Nabiliska 2003. za domete u publiciranju ekoloških tema. Dobitnik priznanja Dravski čon 2007. za medijsku suradnju na promociji Drave.



UPRAVLJANJE VODAMA

6

UVODNIK
MINISTRICE
MARIJE
VUČKOVIĆ



12

OTOPLJENA BUDUĆNOST Planinski
ledenjaci pod udarom topline



20

GODINA OČUVANJA LEDENJAKA -
Klimatski trendovi i projekcije za Hrvatsku

26

SUŠE I MALE VODE - *Kamenje gladi*
kao poruka iz prošlosti

30

PODIZANJE RAZINE MORA
Ugroženost i zaštita obalnih gradova

36

KLIMATSKA NEUTRALNOST I UREĐAJI
ZA PROČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA

40

PONOVNA UPOTREBA VODE - Mjera
jačanja otpornosti na klimatske promjene



44

OD PODZEMLJA
DO POVRŠINE

50

Voda, hrana, energija i ekosustavi
međusobno su ovisni

54

PRILAGODBA NA KLIMATSKE PROMJENE
Zaštita od zaslanjenja tala i voda donje Neretve

58

PROJEKT NAPNAV - Bolji uvjeti
korištenja voda i tala uz sustave navodnjavanja

TEMA BROJA

62

MEĐUDRŽAVNA SURADNJA U VODOOPSKRBI
- Akumulacija Tribistovo

66

Rekonstrukcija brane Vlačine i pribranskih građevina

72

Smanjenje rizika od poplava na području grada Slatine

78

POBOLJŠANJE EKOSUSTAVA
BARA I RUKAVACA
Restauracija Biljskog rita



OČUVANJE LEDENJAKA

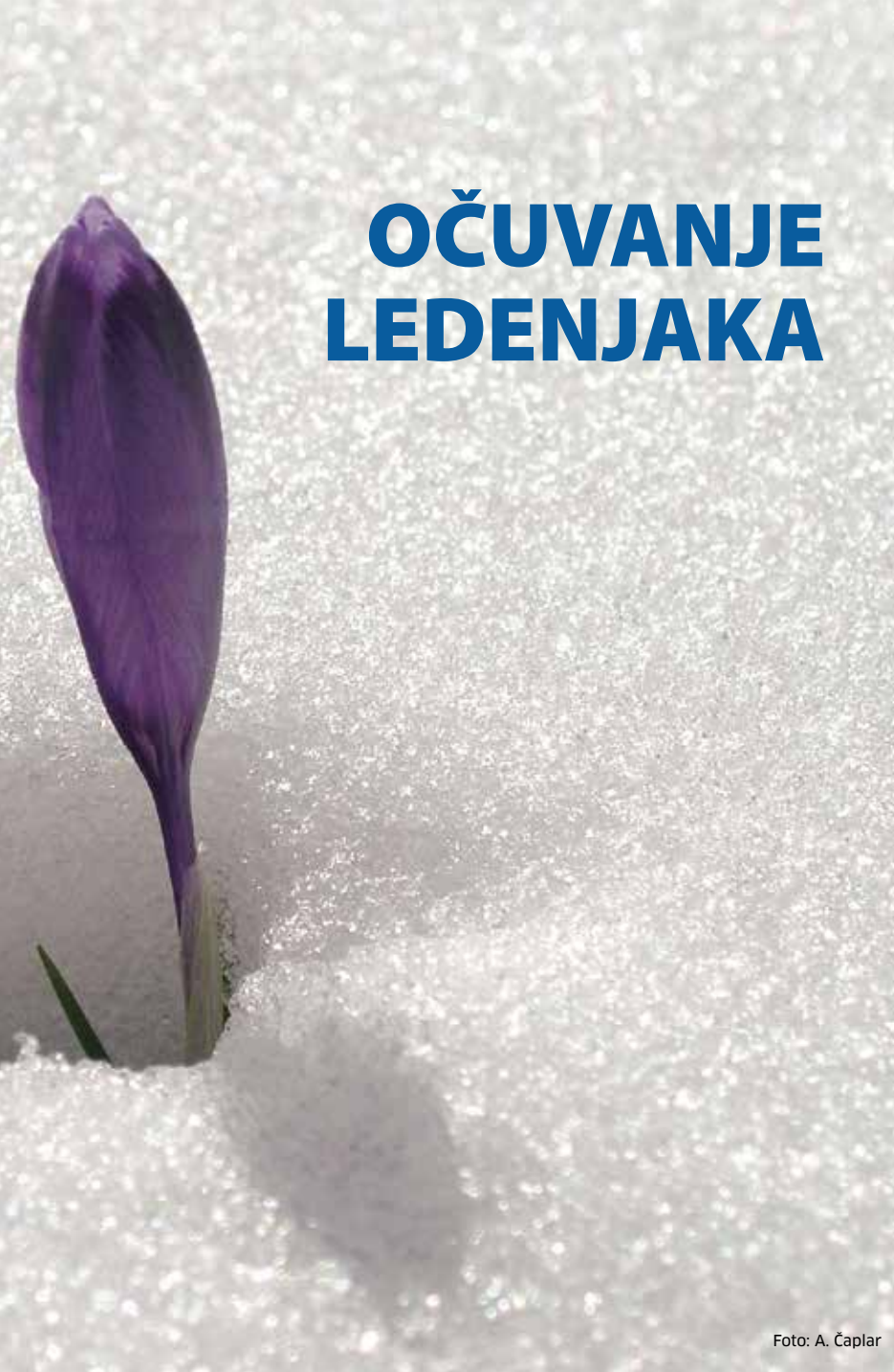


Foto: A. Čaplar

82

UNAPRJEĐENJE OBRANE OD POPLAVA
Rekonstrukcija nasipa u Dubrovčaku Lijevom

AKTUALNO

86

Ministrica Vučković na sjednici Vijeća za okoliš u Bruxellesu

86

SPIV - Sigurnost i zdravlje na radu u okviru klimatskih
promjena i zelene tranzicije

87

Suhi predjeli Zemlje se alarmantno povećavaju

87

Izvešća Europske komisije o stanju voda u EU

88

U Splitu dodijeljeni ugovori vrijedni gotovo 700 milijuna eura

89

Nastavak financiranja i provedbe
projekata zaštite voda na području Neretve

90

Dolina Neretve je najizloženija
klimatskim promjenama

90

Obilazak uređaja za pročišćavanje
otpadnih voda u Petrijevcima

91

Potpisan ugovor o izgradnji
UPOV-a u Slunju

92

U Hrvatskoj obilježen Svjetski dan
močvarnih staništa

93

Učenici OŠ Gračani upoznali Hrvoja

VODA I PRIRODA



102

Ranjivost na klimatske promjene

106

Prvi mrijest mekousne
pastrve na rijeci Jadro!

110

FRAM - Priča o pioniru
polarnih ekspedicija

VREMEPLOV



INFORMATIVNI KUTAK

124

POŠTANSKE MARKE

126

PUBLIKACIJE

128

OBAVIJESTI



MINISTRICA ZAŠTITE OKOLIŠA I ZELENE TRANZICIJE mr. sc. Marija Vučković

Poštovani čitatelji,

s velikim zadovoljstvom pozdravljam vas u jubilarnom, 250. broju Hrvatske vodoprivrede, informativno-stručnom časopisu Hrvatskih voda koji dugi niz godina riječju i slikom pomno bilježi aktivnosti vodnoga gospodarstva. Unatoč imponantnom broju izdanja i obrađenih tema, časopis s vremenom nije izgubio, već dobio na kvaliteti i u svakom novom broju nudi pregršt informacija, od vijesti o aktualnim događanjima i temama do zanimljivosti iz povijesti vodnog gospodarstva i vezanih područja, iz Hrvatske i svijeta.

Iako svjesni važnosti vode za čovjeka, koji je i sam 75 % voda, ponekad zaboravimo osvijestiti koliko su nam voda i ciklus kruženja vode u prirodi važni, koliko je važna zaštita svih izvora vode na Zemlji, podzemnih, površinskih, ali i onih zarobljenih u vječitom snijegu i ledu najviših svjetskih vrhova.

Ovogodišnji Svjetski dan voda posvećen je upravo očuvanju ledenjaka, gorostasnih bijelih divova koji čuvaju 70 % svjet-

skih zaliha pitke vode, uzimajući u obzir kako klimatske promjene i zagrijavanje našeg planeta imaju poguban utjecaj na ledenjačke površine diljem svijeta.

Procjene su da bi ledenjaci himalajskog planinskog lanca, ovisno o globalnom zatopljenju, mogli izgubiti do 80 % volumena, što će uzrokovati značajne promjene u protoku nekih od najvećih azijskih rijeka, čime se povećava opasnost od poplava i suša i nesagledivih posljedica za taj prostor. Ništa bolja situacija nije ni na drugom kraju svijeta. Peru je zemlja u kojoj se nalazi 68 % svjetskih tropskih ledenjaka, a od 60-ih godina prošlog stoljeća izgubila je 56 % ledenjačkih površina te u razdoblju 2016. - 2020. dodatnih 6 %.

Iako u Hrvatskoj odavno nema ledenjaka, već samo ledenjačke doline svjedoče o postojanju kristalnih gorostasa na našim područjima, ledenjaci na svjetskoj razini čine značajan izvor pitke vode.

Njihovim otapanjem ne samo da se gube zalihe i siguran izvor pitke vode za mnogobrojne zemlje svijeta, već otapanje utječe i na podizanje razine mora, što će utjecati na povećanje opasnosti od poplava u priobalnom području.

Značajna ugroza od podizanja razine mora i zaslanjenja svakako prijeti i najhladnijoj europskoj rijeci, čija temperatura na izvoru ne prelazi 7 °C niti u ljetnim mjesecima. Riječ je o Neretvi, 230 kilometara dugoj rijeci, čija posljednja 22 kilometra protječu kroz Hrvatsku, završavajući u Jadranskom moru. Delta Neretve značajna je po svojoj poljoprivrednoj proizvodnji, kao i močvarnom i ornitološkom području uvrštenom na popis Ramsarskih močvara.

Kako bi se ovaj jedinstveni prostor sačuvao, osmišljen je Projekt zaštite od zaslanjenja tala i voda na području donje Neretve čiji je cilj zaustavljanje negativnih trendova uzrokovanih klimatskim promjenama, ali i sve manjim dotokom voda Neretve, osobito u ljetnim mjesecima.

Važnost ovog Projekta prepoznata je na više razina, a upravljanje rizikom zaslanjenosti kopna prepoznato je i uvršteno u Strategiju upravljanja rizicima Republike Hrvatske do 2030.

Također, on je sastavni dio Akcijskog plana upravljanja rizicima od katastrofa za razdoblje 2025. - 2027., kao i Višegodišnjeg programa gradnje regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina i građevina za melioracije za razdoblje do 2030. godine. Provedba ovog Projekta, vrijednog 73,5 milijuna eura s PDV-om, čiji je završetak planiran do kraja 2029. godine, zamišljena je kroz dvije komponente: izgradnju mobilne pregrade na rijeci Neretvi i sustava za distribuciju nezaslanjene vode na zaslanjeno poljoprivredno zemljište. Osnovni cilj izgradnje mobilne pregrade je sprječavanje prodora "klina" zaslanjene vode iz nizvodnog toka Neretve u uzvodni tok, kako bi se uzvodno formirao bazen "slatke" vode koja bi se sustavom tlačne distributivne mreže dovela na poljoprivredne površine kojom bi se iz površinskog sloja tla ispirala sol te ujedno osigurala kvalitetna voda za puni uzgoj poljoprivrednih kultura u donjem toku Neretve.

Hrvatski sabor je 2020. godine donio Strategiju prilagodbe klimatskim promjenama za razdoblje do 2040. godine s pogledom na 2070. godinu, s ciljem povećanja otpornosti Hrvatske na klimatske promjene.

Brojni projekti provode se kako bi se bolje prilagodili klimatskim promjenama, kako strukturni, tako i nestrukturni, poput ulaganja u smanjenje rizika od poplava primjenom rješenja temeljenih na prirodi, zelenu infrastrukturu u urbanim područjima, zaštitu od požara i pripremu za upravljanje katastrofama koje mogu biti uzrokovane klimatskim promjenama.

Republika Hrvatska je prema podacima Eurostata na prvom mjestu u Europskoj uniji po zalihama vode s prosječnih 30.700 m³ vode po stanovniku, no svjesni osjetljivosti ovog dragocjenog resursa konstantno prilagođavamo upravljanje vodama novim izazovima.

U srpnju 2024., s drugim europskim kolegama podržali smo portugalsku inicijativu za jačanje otpornosti vodnih resursa na izazove klimatskih promjena te su u novom sazivu Europske komisije prepoznati izazovi vezani za vode, predviđen je rad na Strategiji za otpornost vodnih resursa na sve veće izazove klimatskih promjena, a imenovana je i nova, za vode i more nadležna povjerenica. Očekuje se da će Komisija, između

ostalog, osigurati odgovarajući financijski okvir kao pomoć državama za provedbu potrebnih preventivnih mjera, ali i sanaciju vezanih šteta.

Na europskoj razini nastavljamo s realizacijom Zelenog plana u kojem vode i more imaju značajnu ulogu, osobito za postizanje nulte stope onečišćenja u cilju zaštite zdravlja europskih građana. S tim u vezi, na području vodnog zakonodavstva, značajna je preinaka ključnih postojećih direktiva s kojima je usklađeno hrvatsko vodno zakonodavstvo, s ciljem strože i bolje zaštite voda, i to od onečišćenja komunalnim otpadnim vodama, ali i drugim onečišćujućim tvarima.

Novina je da je 1. siječnja 2025. stupila na snagu Preinaka Direktive o pročišćavanju komunalnih otpadnih voda, koju države članice trebaju transponirati u nacionalno zakonodavstvo do 31. srpnja 2027., a donosi nove, strože zahtjeve za pročišćavanje komunalnih otpadnih voda te uvodi proširenu odgovornost proizvođača lijekova i kozmetičkih proizvoda. Drugi važan dosje je Prijedlog Direktive o izmjeni Okvirne direktive o vodama, Direktive o podzemnim vodama i Direktive o standardima kakvoće okoliša, koji uvodi nove obveze i strože zahtjeve za praćenje, a u tijeku je i rasprava o amandmanima Europskog parlamenta u okviru poljskog predsjedništva. Uz redovite međunarodne aktivnosti, treba istaknuti i da je na sastanku Odbora za okolišnu politiku Organizacije za gospodarsku suradnju i razvoj (OECD) 21. veljače 2025. u Parizu održana rasprava o usklađenosti Hrvatske s OECD-ovim pravnim instrumentima u području zaštite okoliša, kao zaključni korak u okončanju pristupnog procesa u ovom području na kojem smo predstavili hrvatske prakse i politike u odnosu na OECD-ove.

Prezentacija je od članova Odbora ocijenjena pozitivno, a u raspravi nakon prezentacije pojašnjene su uspješne prakse i provedba okolišnih i klimatskih politika.

U realizaciji zacrtanih projekata, nastavljamo s gradnjom sustava odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda, projektima obrane od poplava te navodnjavanja.

U okviru Operativnog programa konkurentnost i kohezija 2014. - 2020. (OPKK) odobreno je 60 vodno-komunalnih projekata čija ukupna vrijednost s PDV-om iznosi 3,9 milijarde eura, od čega su bespovratna sredstva 2,2 milijarde eura.

Za provedbu vodno-komunalnih projekata iskorištena su sva sredstva koja su bila na raspolaganju (dosad je realizirano 107,14 % alokacije).

Kroz OPKK, dodatnih 300.000 stanovnika imat će poboljšanu javnu vodoopskrbu te će 800.000 stanovnika imati poboljšani sustav pročišćavanja otpadnih voda.

Do kraja 2024. svi pozivi u okviru Nacionalnog programa oporavka i otpornosti (NPOO) su zatvoreni i sva raspoloživa sredstva dodijeljena.

Od početka provedbe NPOO-a odobrena su 232 projekta vodnog gospodarstva i to 187 vodno-komunalnih projekata vrijednosti 1,5 milijardi eura s PDV-om, od čega bespovratna sredstva iznose 913,1 milijun eura, te 45 projekata smanjenja rizika od katastrofa u sektoru upravljanja vodama u vrijednosti 228,2 milijuna eura s PDV-om, od čega je dodijeljeno 173,3 milijuna bespovratnih sredstava.

Što se tiče projekata koji se financiraju u okviru Programa konkurentnost i kohezija 2021. - 2027. (PKK), za 9 vodno-komunalnih



projekata ukupne vrijednosti 1,5 milijarde eura s PDV-om čija provedba je započela u OPKK, a predviđena je za financiranje kroz 2 programska razdoblja, odobrene su obje faze financiranja. Dodijeljena bespovratna sredstva iznose 625,5 milijuna eura.

Za 2 projekta obrane od poplava ukupne vrijednosti 66,7 milijuna eura s PDV-om čija provedba je započela u OPKK, a predviđena je za financiranje kroz 2 programska razdoblja, odobrene su obje faze financiranja. Ukupna vrijednost prihvatljivih troškova faze 2 koja se financira iz PKK iznosi 24,8 milijuna eura, a dodijeljena bespovratna sredstva 21,1 milijun eura.

Kada je riječ o navodnjavanju, kako bismo osigurali stabilnost poljoprivredne proizvodnje u sušnim razdobljima, nastavili smo s razvojem projekata javnog navodnjavanja, kako pripremom projektne dokumentacije, tako i njihovom izgradnjom. Hrvatska kontinuirano ulaže u razvoj i modernizaciju sustava javnog navodnjavanja čime se omogućava stabilna poljoprivredna proizvodnja uz smanjenje rizika od sušnih razdoblja. Tako je dosad u Hrvatskoj izgrađeno 29 novih sustava javnog navodnjavanja i sanirano 9 postojećih sustava navodnjavanja čime je omogućeno navodnjavanje oko 21.400 hektara poljoprivrednih površina, za što je utrošeno 152,5 milijuna eura. Razvoj sustava javnog navodnjavanja nastavlja se i u ovom programskom razdoblju te je upravo u tijeku natječaj u okviru intervencije 74.01. Potpora za sustave javnog navodnjavanja Strateškog plana Zajedničke poljoprivredne politike za razdoblje 2023. - 2027., ukupne vrijednosti 72,3 milijuna eura, putem kojeg će se financirati izgradnja novih sustava javnog navodnjavanja. Vrijednost se procjenjuje na 120,95 milijuna eura i ukupno će se obuhvatiti preko 5.000 ha.

Budući da se utjecaj klimatskih promjena odražava na količine voda, jedan od ključnih zadataka vodnog gospodarstva je racionalizacija potrošnje vode, npr. metodama za sprječavanje gubitaka vode, osobito u vodoopskrbnim sustavima. Koliko je ovo važno pitanje na razini cijele Europske unije pokazu-

je i činjenica da je unutar Radne skupine za vodu za ljudsku potrošnju osnovana podgrupa za vodne gubitke. Trenutno su gubici vode iz javnih vodoopskrbnih sustava u Republici Hrvatskoj visoki, a cilj je svesti ih na prihvatljivu razinu, što iznosi do prosječno 25 %.

S ciljem održivog upravljanja gubicima, Hrvatske vode su krajem lipnja 2024. donijele Nacionalni akcijski plan smanjenja gubitaka vode u Republici Hrvatskoj, a stručne analize i podloge za navedeni Plan osigurani su kroz Projekt tehničke potpore EK u sklopu NPOO-a (Projekt potpore smanjenju gubitaka vode u okviru reforme vodnog sektora u RH).

Ministarstvo je, također kao mjeru iz NPOO-a, osnovalo Nacionalno tijelo za vodne gubitke kao neovisno i operativno stručno tijelo koje će nadzirati provedbu Nacionalnog akcijskog plana, pružati aktivnu podršku u provedbi mjera te verificirati akcijske planove za smanjenje gubitaka javnih isporučitelja vodnih usluga.

Slijedi izrada akcijskih planova za smanjenje gubitaka javnih isporučitelja vodnih usluga, do kraja 2025., za što smo kroz europska sredstva osigurali i dodatnu podršku.

Kroz projekt je planirano i održavanje 12 radionica za javne isporučitelje vodnih usluga, od kojih je već 6 realizirano u siječnju 2025. Smanjenje gubitaka jedan je od prioriteta Ministarstva te je sastavni dio reforme u sektoru vodnih usluga uz integraciju isporučitelja vodnih usluga (od 200 na 41 javnog isporučitelja vodnih usluga) koja je pri kraju. Integracijom će javni isporučitelji ojačati kapacitete za provedbu projekata, kao i bolje upravljanje gubicima u sustavima javne vodoopskrbe. Sve ove aktivnosti doprinijet će kvaliteti pružanja vodnih usluga hrvatskim građanima, no u konačnici i racionalnijem korištenju i time očuvanju naših vodnih resursa.

Na kraju, želim čestitati na jubilarnom izdanju Hrvatske vodoprivrede kojim obilježavamo i Svjetski dana voda 2025. i zahvaliti svima koji su dali svoj doprinos.



OČUVANJE LEDENJAKA

Ledenjaci se tope brže nego ikada! Poruka je to ovogodišnjeg Svjetskog dana voda 2025. s glavnim temom "Očuvanje ledenjaka" (engl. *Glacier Preservation*) i motom "Spasimo naše ledenjake - Ledenjaci su ključni za globalni hidrološki ciklus". Najpoznatiji UN-ov međunarodni dan - Svjetski dan voda (engl. *World Water Day*; WWD) obilježava se već 32 godine na prijedlog UN-ove konferencije o okolišu i razvoju (UNCED), koja se održala 1992. u Rio de Janeiru (Brazil) i kada je Opća skupština UN-a 1993. godine rezolucijom odlučila da se za svaku godinu 22. ožujka odredi tema posvećena očuvanju voda i održivom upravljanju vodenim resursima kao odgovor na aktualne i buduće izazove. UN-Water (tijelo koje koordinira UN-ov rad na području vodoopskrbe i odvodnje) sa sjedištem u Ženevi (Švicarska), ove je godine temu posvetio ledenjacima kao ključnom regulatoru globalne klime te njihovom ubrzanom otapanju koje je uslijedilo globalnim zagrijavanjem planeta, kao i ugrozama koje mogu dovesti do povećanog rizika od poplava, promjena u ekosustavima i smanjenja dostupnosti vode za milijune ljudi.

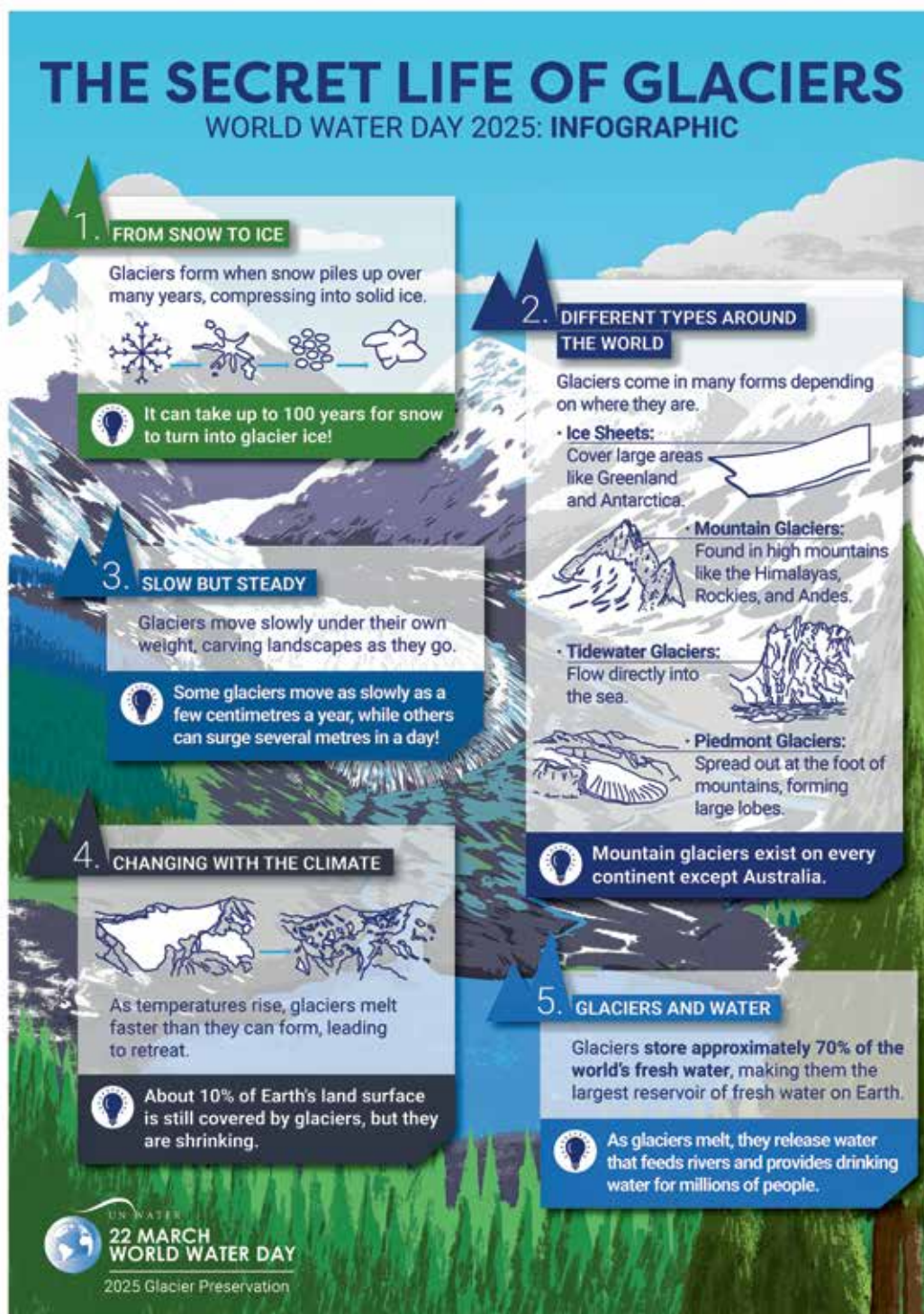
Ledenjaci pokrivaju oko 10 % Zemljine kopnene površine i imaju ključnu ulogu u globalnom vodenom ciklusu. Služe kao rezervoari pitke vode, posebno u regijama koje ovise o vodama iz otopljenih ledenjaka tijekom toplijih mjeseci. Otopljena voda ledenjaka je neophodna za vodu za piće, poljoprivredu, industriju, proizvodnju čiste energije te zdrave ekosustave.

Kako planet postaje sve topliji zbog klimatskih promjena, naš smrznuti svijet se smanjuje, čineći tako vodeni ciklus nepredvidljivijim i ekstremnijim. Povlačenje ledenjaka prijeti pustošenjem, a za milijarde ljudi tokovi otopljene vode se mijenjaju, uzrokujući poplave, suše, klizišta i porast razine mora te narušava ravnotežu ekosustava. Bezbrojne zajednice i ekosustavi su u opasnosti od uništenja. Unatoč poduzetim mjerama i nastojanjima smanjenja posljedica klimatskih promjena, ledenjaci se ubrzano otapaju uslijed povećanja globalne temperature koja je neprestano u porastu. U izvješću Svjetske meteorološke organizacije (WMO) razdoblje od 2015. do 2024. godine obuhvaća deset najtoplijih godina otkad postoje mjerenja, a 2024. godina je prva kalendarska godina otkad postoje mjerenja u kojoj je srednja globalna temperatura prešla prag od 1,5 °C u odnosu na predindustrijsko razdoblje (1850. – 1900.). Pokazatelj takvog trenda su i procesi otapanja ledenjaka koji ubrzano "nestaju" s lica Zemlje, što posljednjih desetljeća evidentiraju stručnjaci na "referentnim" ledenjacima. Obilježavanje ovog dana uključuje podizanje svijesti o važnosti očuvanja ledenjaka, smanjenja emisija stakleničkih plinova i provedbi politika koje pomažu u ublažavanju klimatskih promjena. Također, apelira se na poticanje istraživanja i razvoj novih tehnologija za očuvanje ledenjačkih područja i održivo korištenje voda. U globalnom ciklusu vode, svaka pozitivna akcija u zaštiti i očuvanju voda te njezinom racio-

Teme Svjetskog dana voda od 1993. godine:

2025. – Očuvanje ledenjaka: ledenjaci su ključni za globalni hidrološki ciklus
2024. – Voda za mir: voda kao sredstvo za postizanje mira
2023. – Ubrzaj promjene: budi promjena koju želiš vidjeti u svijetu
2022. – Podzemne vode: učinimo nevidljivo vidljivim
2021. – Vrednovanje vode
2020. – Voda i klimatske promjene
2019. – Nikoga ne smijemo ostaviti po strani
2018. – Priroda za vodu
2017. – Otpadne vode
2016. – Voda i radna mjesta
2015. – Voda i održivi razvoj
2014. – Voda i energija
2013. – Međunarodna godina suradnje na području voda
2012. – Voda i sigurnost hrane

2011. – Voda za gradove – odgovor na urbani izazov
2010. – Čista voda za zdravi svijet
2009. – Prekogranične vode
2008. – Odvodnja otpadnih voda
2007. – Kako se nositi s nestašicom vode
2006. – Voda i kultura
2005. – Voda za život
2004. – Voda i katastrofe
2003. – Voda za budućnost
2002. – Voda za razvoj
2001. – Voda i razvoj
2000. – Voda za 21. stoljeće
1999. – Svi žive nizvodno
1998. – Podzemne vode – Nevidljivi resurs
1997. – Svjetske vode – ima li ih dovoljno?
1996. – Voda za žedne gradove
1995. – Žene i vode
1994. – Briga za vodne resurse tiče se svakoga



nalnom korištenju, doprinosi stanju na lokalnoj, regionalnoj i globalnoj razini. Unaprjeđenje upravljanja vodama na održivim principima, smanjenje gubitaka vode u sustavima, izgradnja vodoopskrbnih sustava i sustava odvodnje i pročišćavanja vode, ponovna upotreba vode, štednja i racionalno kupovanje proizvoda, smanjenje bacanja hrane i namirnica, štednja energije, primjena naprednih tehnologija i obnovljivih izvora energije, smanjenje upotrebe fosilnih goriva te brojne druge

aktivnosti, mogu doprinijeti smanjenju stakleničkih plinova, pritiska i otiska na vodnom resursu. Prioriteti zajedničkih aktivnosti moraju biti usmjerene na hitno smanjivanje emisija stakleničkih plinova, ublažavanje i prilagodbu klimatskim promjenama i održivije upravljanje vodama, kako bismo usporili trendove povlačenja ledenjaka, za dobrobit ljudi i planeta. Spašavanje naših ledenjaka strategija je preživljavanja za ljude i planet!

Tekst i fotografije: Robert Kakarigi, magistar
održivog razvoja i ekotehnologije

Alpinisti se suočavaju s brojnim
rizicima, poput lavina, raspada
stijena, klizišta i iznenadnih
ledenjačkih poplava



OTOPLJENA BUDUĆNOST

Planinski ledenjaci pod udarom topline

PLANINSKI LEDENJACI
NAJOSJETLJIVIJI SU INDIKATORI
ANTROPOGENOG GLOBALNOG
ZATOPLJENJA. TEMPO OTAPANJA
LEDA SE ZNAČAJNO UBRZAVA.
NJGOV NESTANAK OSTAVLJA
DUBOKE POSLJEDICE NA OPSKRBU
VODOM U POLJOPRIVREDI I
ENERGETICI, NARUŠAVA PRIRODNE
EKOSUSTAVE, UGROŽAVA
SIGURNOST BORAVKA U PLANINAMA
TE NEGATIVNO UTJEČE NA LOKALNU
ZAJEDNICU I EKONOMIJU.

Planinski ledenjak nastaje kada snijeg, koji se godinama taloži, pod slojevima stisne u led, a zatim se kreće vlastitom težinom i ima svoju dinamiku. Globalno zatopljenje remeti nastajanje novih slojeva.

Planinski ledenjaci nezaustavljivo se sažimaju na putu prema potpunom nestanku. Oni su pokazatelji neprirodno ubrzanih klimatskih trendova koji prijete svim ledom prekrivenim područjima na Zemlji. Stoga ne čudi što je Opća skupština Ujedinjenih naroda proglasila 2025. godinu **Međunarodnom godinom očuvanja ledenjaka** i odredila 21. ožujka Svjetskim danom ledenjaka. Značajan gubitak mase i površine koju su prekrivali vidljiv je prostim okom već unutar ljudskog životnog vijeka. Glaciolozi više od jednog stoljeća prate promjene na svjetskim planinskim ledenjacima. Prikupljeni podaci pokazuju značajno povećanje stope topljenja od druge polovice 20. stoljeća, a taj trend se dodatno ubrzava u 21. stoljeću. Već desetljećima svjedočimo iznenadnim promjenama te ozbiljnim primarnim (poput promjena u hidrologiji) i sekundarnim (socioekonomskim) posljedicama za ljudsku zajednicu i prirodne ekosustave.

Tri do četiri posto površine Zemlje prekriveno je trajnim ledom, uglavnom smještenog na Antarktici i Grenlandu. No, kada toj površini pribrojimo planinske ledenjake te sezonsko širenje snijega i leda na sjevernoj hemisferi, ukupna prekrivenost našeg planeta na vrhuncu zime doseže jednu petinu. Led ima i svoje slojeve, pa njegova debljina prelazi 3 km na Grenlandu i 4 km u Istočnoj Antarktici. Svaka nagla promjena u tom prirodnom zamrzivaču ima znatan utjecaj na ostatak planeta. Unatoč klimatskim dezinformacijama na društvenim mrežama, teorijama zavjere, lažnom sadržaju generiranom umjetnom inteligencijom te tvrdnjama negatora o nepostojanju klimatske krize, naš se svemirski dom prebrzo zagrijava. Znanstvena istraživanja nedvosmisleno su dokazala značajan doprinos ljudske industrijalizirane civilizacije pojačavanju prirodnog stakleničkog učinka atmosfere i ubrzanja globalnog zatopljenja.

Svjedoci smo sve učestalijih ekstremnih vremenskih epizoda koje na globalnoj razini remete živote milijunima ljudi. Ljudska naselja danas su više nego ikad prije izložena orkanskim vjetrovima, urbanim bujičnim poplavama i šumskim požarima golemih razmjera. Kad je u pitanju topljenje ledenog pokrova, smanjenje zaliha pitke vode prva je posljedica na koju pomislimo. Međutim, stvari u prirodi obično nisu tako jednostavne. Uz to, dolazi do povećanja razine mora, slabljenja povratne petlje albeda, otapanja permafrosta, poremećaja ekosustava, gubitka prirodnih staništa, promjena u cirkulaciji oceana te remećenja globalnih vremenskih obrazaca.

Bitku sprječavanja klimatskih promjena već smo davno izgubili. Unatoč obilju znanstvene potvrde, čini se da svijet posustaje i u borbi za ublažavanje i prilagodbu na posljedice klimatskih promjena. Svjedočimo novom valu odustajanja vodećih ekonomija svijeta, poput SAD-a, od ciljeva Pariškog sporazuma o klimatskim promjenama. Politike koje favoriziraju pojačanu eksploataciju fosilnih goriva ponovno se vraćaju u prvi plan. Jedna od konkretnih i lako predvidljivih posljedica nastavka ispuštanja stakleničkih plinova u atmosferu jest indikativni nestanak većine manjih i nisko smještenih planinskih ledenjaka u Skandinaviji do kraja 21. stoljeća. Ovakvo stanje potaknulo me je tijekom posljednja dva desetljeća na nekoliko posjeta ledenjacima Skandinavskog gorja. Planinske ledenjake želio sam pregledati izbliza prije nego što se svedu na sporadične arhivske fotografije u postavci prirodoslovnog muzeja.

Sažimanje Doma divova

Za uspone do stjenovitog Galdhøpiggena (2469 mnv), najvišeg vrha Norveške i cijelog Skandinavskog poluotoka, koristio sam dva smjera. Polazio sam iz Spiterstulena, smještenog u dolini rijeke Vise te preko ledenjaka Styggebrean iz skijaško-planinskog centra Juvasshytta (1850 mnv). Jedinstveno je to iskustvo planinarenja u samoj srži jugoistočne Norveške, u Nacionalnom parku Jotunheimen, poznatom i kao Dom divova. Park je reprezentativni dio Skandinavskog gorja nastalog kaledonskom orogenezom, sudarom tektonskih ploča prije 490 do 390 milijuna godina. Obuhvaća 250 vrhova viših od 2.000 m, a pored Galdhøpiggena u Domu divova je smješten i Glittertind (2.452 mnv). Ova dva vrha relativno su nedavno razmijenila titulu najvišeg, što je rezultat otapanja ledene kape.

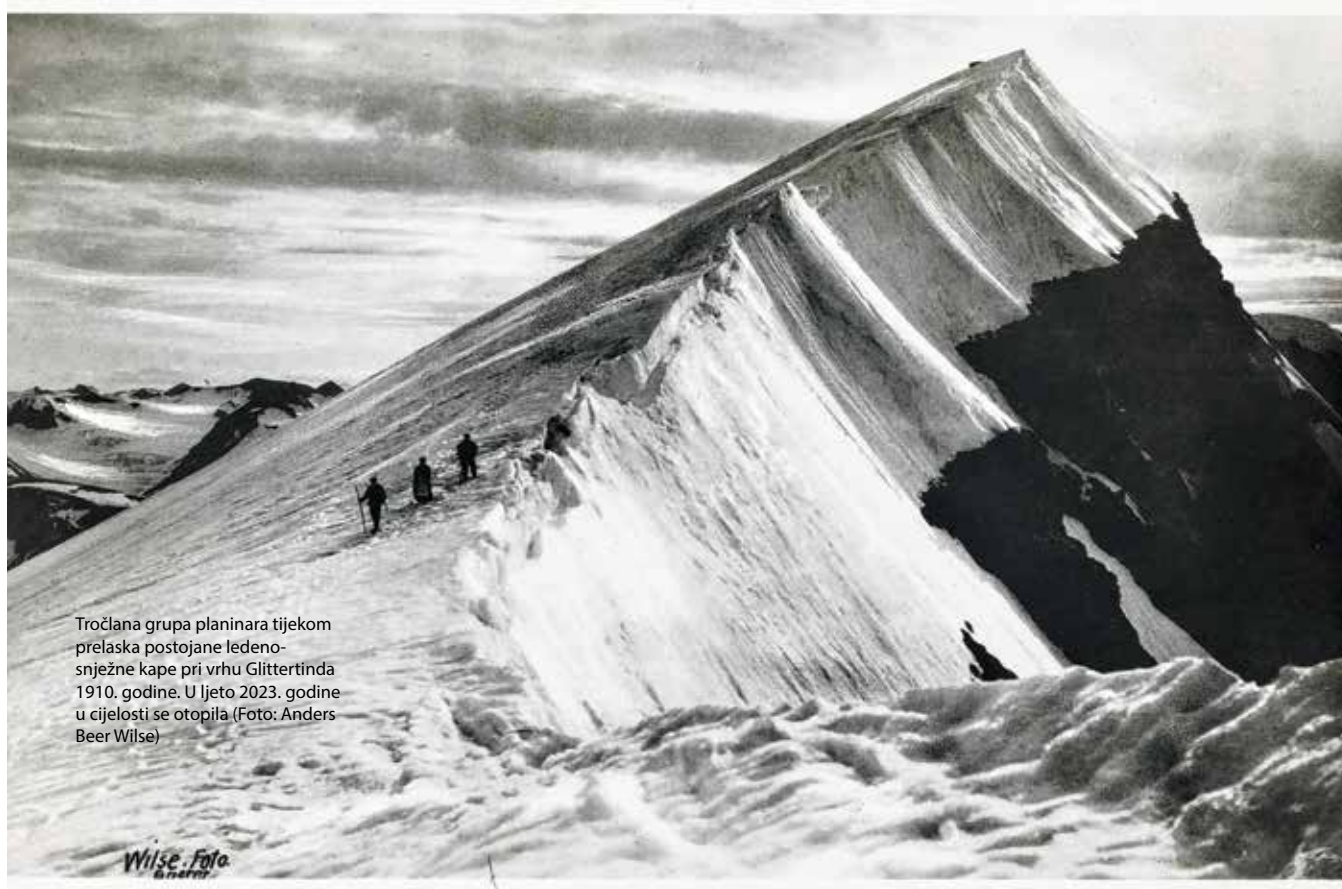
U suvenirnici nacionalnog parka zamijetio sam crno-bijelu fotografiju Glittertinda iz 1910. godine, na kojoj se, zahvaljujući trajnom ledenom pokrovu, vrh uzdizao do 2.481 m. Međutim, uslijed sve viših ljetnih temperatura i kontinuiranog topljenja snježnih naslaga tijekom posljednjih nekoliko desetljeća, vrh se postupno snižavao. Godine 2020. izmjerena je visina 2.452 metra, a rujnu 2023. ledena kresta potpuno se otopila, izmijenivši geomorfološke karakteristike reljefa i pripadajući ekosustav.

Prosječna temperatura Zemljine površine u 2024. godini bila je najtoplija zabilježena otkako se provode mjerenja, počevši od 1880. U 2024. naš je planet bio 1,47 °C topliji u odnosu na prosjek kasnog 19. stoljeća (1850.–1900.) prije industrijske ere. Dendrokronološka istraživanja godova stabala sugeriraju da su prosječne temperature za ljeta 2023. i 2024. bile najviše u posljednjih 2.000 godina, a klimatolozi procjenjuju da bi ti prosjeci mogli biti najviši čak u posljednjih 125.000 godina.

Iznenadilo me kad sam otapanje tisućljetnih slojeva ledenjaka mogao promatrati u realnom vremenu, dok mi se niz vrat slijevala obilna ljetna kiša. Mocar do kože prelazio sam improvizirani viseći most preko nabujalog brzaka koji je bučno dotjecao sa Svellnosbreana, jednog od najljepših norveških planinskih ledenjaka. Kiša je ubrzavala otapanje nagrizajući srž tisućljetnih slojeva stlačenog plavog leda. Prizor je bio u skladu s ocjenom klimatologa o ledenjacima kao najosjetljivijim indikatorima klimatskih promjena. Na planinske ledenjake u obruču Arktičkog oceana - na Aljasci, Grenlandu, Islandu i Skandinaviji - sve češće djeluju otapajuće kiše. Kišna razdoblja postaju učestalija i tijekom zime, stvarajući nepovoljne uvjete za rast glacialnog leda. Jednom prilikom, početkom ljeta u centru Juvasshytta, pridružio sam se stručno vođenoj grupi koja je prelazila preko ledenjaka Styggebrean do vrha Galdhøpiggena. Znakovi postavljeni uz stazu upozoravali su na opasnosti propadanja u neku od snijegom prekrivenih pukotina. U duhu "friluftsliva", fascinaci-



Istraživačka postaja Tarfala (TRF) Sveučilišta u Štokholmu (1.135 mnv). Smještena je u alpinsko-arktičkome području s ledenjacima na obali periglacialnog jezera u podnožju Kebnekaisea



Tročlana grupa planinara tijekom prelaska postojeane ledeno-snežne kape pri vrhu Glittertinda 1910. godine. U ljeto 2023. godine u cijelosti se otopila (Foto: Anders Beer Wilse)

Wilsø Foto
Anders



Ulaz kroz Odinoovo oko u ručno izdubljeni tunel u 7000 godina starom ledu ledenjačke krpe Juvfonne, Klimapark 2469, NP Jotunheimen. Interijer je oblikovao i osvijetlio umjetnik Peder Istad



Ledenjak Svellnosbreen. Plavi led karakterističan je za ogoljenu srž ledenjaka. Nastaje u višegodišnjim slojevima komprimirane ledene mase iz koje je istisnut zrak. Ostaju kristali koji reflektiraju plavu boju



Roko Kakarigi, pripadnik hrvatske edukacijsko-planinarske ekspedicije, prelazi proglacijalni potok. Vodena bujica nastaje ljetnim otapanjem ledenjaka Svellnosbreana, smještenog ispod Galdhøpiggena

jom Norvežana s aktivnostima na svježem zraku, uspinjao sam se po ledenjaku s dvjestotinjak planinara svih uzrasta, navezanih na štrikovima u zasebnim kolonama. Gazili smo osunčani snijeg pretvoren u razvodnjenu kašu, a po rubovima ledenjaka izranjale su sivo-smeđe kamene gromade. Naglo otapanje i oslobođena stijena iz ledenog zagrljaja može dovesti do aktiviranja klizišta i odrona. Evidentno, ljetni usponi tradicionalnim alpinističkim rutama postaju sve riskantniji. Vodiči naglašavaju kako se sve češće moraju prilagođavati i mijenjati rute, a početak alpinističke sezone pomiče se sve ranije. Zamjetnija duža razdoblja ekstremno toplih ljetnih dana doprinose destabilizaciji tla. Zbog opasnih uvjeta, sezona se skraćuje, a prihodi lokalnih vodiča opadaju.

Ekonomski uspjeh lokalne zajednice donedavno je ovisio o ljetnim dolascima skijaša u Juvasshyttu. Skijaška sezona na obližnjim glečerima nekada je trajala cijelo ljeto, ali se u posljednjem desetljeću, zbog otapanja staze, sve češće naprasno skraćuje. Dok su planinski vodiči i instruktori skijanja zabrinuti za svoj posao, glacijalni arheolozi ga imaju sve više. Zahvaljujući sažimanju ledenjaka, stalno se otvaraju nova arheoloških nalazišta. Rezultati radiouglednog datiranja predmeta pronađenih ispod leda u ovom dijelu Skandinavskog gorja potvrđuju postojanje tisućljetnih vikinških trgovinskih putova, od rimskog doba sve do srednjeg vijeka. Nalazišta su dobro poslužila širenju lokalne turističke ponude kao prilagodba na posljedice klimatskih promjena. S druge strane, prebrzo otapanje uklanja ledenu zaštitu izlažući vrijedne arheološke predmete oštrim vremenskim uvjetima i ubrzanom propadanju.

Iako je Zemlja u svojoj geološkoj prošlosti doživljavala razdoblja deglacijacije, potpunog otapanja ledenog pokrova, osobito tijekom interglacijskih razdoblja, ti su se procesi odvijali znatno sporijim tempom. Otapanje planinskih ledenjaka kojem danas svjedočimo događa se brže nego u prirodnim ciklusima prošlih interglacijskih razdoblja. Ubrzani gubitak ledene mase ne ostavlja dovoljno vremena prirodnim ekosustavima niti ljudskim zajednicama da se prilagode promjenama u razini sigurnosti boravka u planinama, dostupnosti vode za piće i proizvodnju električne energije te promjenama u planinskom turizmu, poljoprivredi i ostalim aspektima lokalne ekonomije. Rađanje turizma klimatskih promjena, ironična je prilagodba lokalne ekonomije. Organizirano promatranje posljedica antropogenog globalnog zatopljenja postalo je dio stalne turističke ponude švedskih i norveških planinskih područja. Dobar primjer je norveški Nacionalni park Jostedalbreen s najvećom istoimenom ledenom kapom na europskom kopnu, u kojem su sagrađena tri turistička centra kroz koja godišnje prođe oko 600.000 posjetitelja. Mnogi posjećuju Norveški muzej ledenjaka & Ulltveit-moe centar za klimatske znanosti Međunarodnog glaciološkog društva. Muzej je otvoren krajem 20. stoljeća s prvotnom idejom istraživanja i popularizacije spoznaja o ledenjacima i snijegu, a s obzirom na sve veći utjecaj klimatske krize, od 2007. godine posjetitelji mogu istražiti i posebno krilo posvećeno tom fenomenu.

Sve učestalija otapanja ledenjaka i otkrivanje novih arheoloških nalaza potaknuli su, 2006. godine, i lokalnu zajednicu u podnožju Galdhøpiggena na postavljanje edukativne staze Klimapark 2469, nove turističke atrakcije uz centar Juvasshytta. Staza završava obilaskom prostranog ledenog tunela s izložbenim

dvoranama, ručno izdubljenih u 7000 godina staroj srži ledenjačke krpe Juvfonne. Projekt su zajednički pokrenule znanstvene institucije, javna tijela, Nacionalni muzej planinarstva i privatne turističke tvrtke, a posvećen je popularizaciji znanosti o klimatskim promjenama, arheologiji, nordijskoj mitologiji i glaciologiji. Međutim, niti ovaj projekt nije ostao neokrnjen u klimatskim previranjima. Neposredno nakon otvaranja, tijekom iznimno toplog ljeta, tunel se otopio. Ponovno je izdubljen 2012. godine, ali uz primjenu zahtjevnih tehnoloških mjera zaštite. Od tada je površina ledenjačke krpe trajno prekrivana izolacijskim slojem bijelog geotekstila kako bi se usporila ablacija, proces isparavanja i otapanja.

Otapanje najvišeg vrha Švedske

Vrijedilo je baciti pogled i na sjeverni dio Skandinavskog gorja, odakle izranja Kebnekaise, najviša švedska planina. Njezini vrhovi trebali bi tijekom ljeta ostati prekriveni snijegom i ledom, barem je to bio slučaj do kraja 20. stoljeća. Na Kebnekaise sam se popeo u dva navrata s razmakom od 12 godina, koristeći zapadnu stazu preko planine Vierranvärri. Vršni obod Kebnekaisea ima karakterističan oblik s dva vrha koja podsjećaju na razjaplenu čeljust. Prisjećam se kako sam tražio oslonac u razmočenom snijegu kako bih zadržao ravnotežu na špici vjetrovitog ledenog stošca južnog Kebnekaisea. Ledeni južni vrh nekad je bio najviši, dosežući 2.120 m nadmorske visine, no tijekom posljednjih 50 godina, otapanjem se smanjio za 24 m, čime je sjeverni stjenoviti vrh s visinom od 2.096,8 m postao najviši. Ovakav razvoj klimatskih događaja alarmantno nas upozorava na daleko ozbiljnije posljedice koje će uslijediti zbog poremećaja globalnog klimatskog sustava.

Kontinuirano praćenje stanja planinskih ledenjaka pomoću GPS tehnologije, senzora, dronova i satelitskih snimaka iznimno je važno za razumijevanje dinamike klimatskih promjena. U dolini Tarfala, u podnožju planinskog masiva Kebnekaise, smješten je referentni ledenjak Storglaciären. Na njemu se mjerenja provode već 80 godina, što tu seriju prikupljenih podataka čini najduljom i najdetaljnijom na svijetu. U Švedskoj se četiri ledenjaka ubrajaju među referentne, od ukupno 50 takvih u svijetu. Naziv "referentni ledenjak" dobivaju oni na kojima se kontinuirano prikupljaju podaci najmanje tri desetljeća. Do doline Tarfala, gdje se nalazi istoimena Istraživačka postaja Sveučilišta u Stockholmu, namijenjena glaciološkim istraživanjima, došao sam planinarskom stazom dugom 24 km, iz samskog naselja Nikkaluokta. Tamo sam susreo požrtvorne i samozatajne znanstvenike koji na ovoj izoliranoj lokaciji nastoje pronaći djelić odgovora na kompleksna pitanja o poremećaju klimatskog sustava.

Usporedbom izmjerenih podataka s referentnih ledenjaka i postojećih klimatskih modela izrađuju se numerički modeli ponašanja ledenjaka. Ledeni slojevi, poput vremenskih zapisa, sadrže ključne informacije o prošlim klimatskim i okolišnim zbivanjima. Njihovom analizom rekonstruiraju se klimatske prilike u prošlosti te se uspoređuju sa sadašnjim zbivanjima, čime se dobivaju pouzdanije prognoze razvoja klime u budućnosti. Planinski ledenjaci predstavljaju prirodni arhiv klimatske, okolišne i ljudske povijesti, a njihovo otapanje dovodi



Zapadna staza do vrhova Sjevernog i Južnog Kebnekaisea vodi obroncima planina Toulpagorni (1.662 mnv), sa snježnim vrhom zaobljenim poput zdjele, i Vierranvärri (1.723 mnv)



Ledenjak Kjelen, dominira planinskom laticom iznad ledenjačkog jezera Juvvatnet smještenom u Domu divova (NP Jotunheimen), Norveška. 7000 godina stari led je arhiva ljudske, okolišne i klimatske povijesti



Tradicionalna norveška planinska kuća pokraj planinskog doma Juvasshytta koristi se kao mjesto okupljanja i polazna točka za uspon do vrha Galdhøpiggena. Snijeg sve češće kopni početkom ljeta

do nepovratnog gubitka jedinstvenih informacija bitnih za opstanak našeg jedinog planeta.

Oni koji žele produbiti svoje znanje, znanstvene činjenice o ljudskom utjecaju na klimu mogu pronaći u redovitim izvješćima Međuvladinog panela za klimatske promjene (IPCC), koji se smatra najsveobuhvatnijim i najcitiranijim znanstvenim dokumentom, kada je u pitanju globalno zatopljenje i klimatske promjene. Izvještaji IPCC-a sadrže opsežnu sintezu dokaza iz tisuća znanstvenih studija, predstavljajući konsenzus globalne znanstvene zajednice te pokrivaju promjene u klimi, njihove uzroke, posljedice i projekcije budućih promjena.

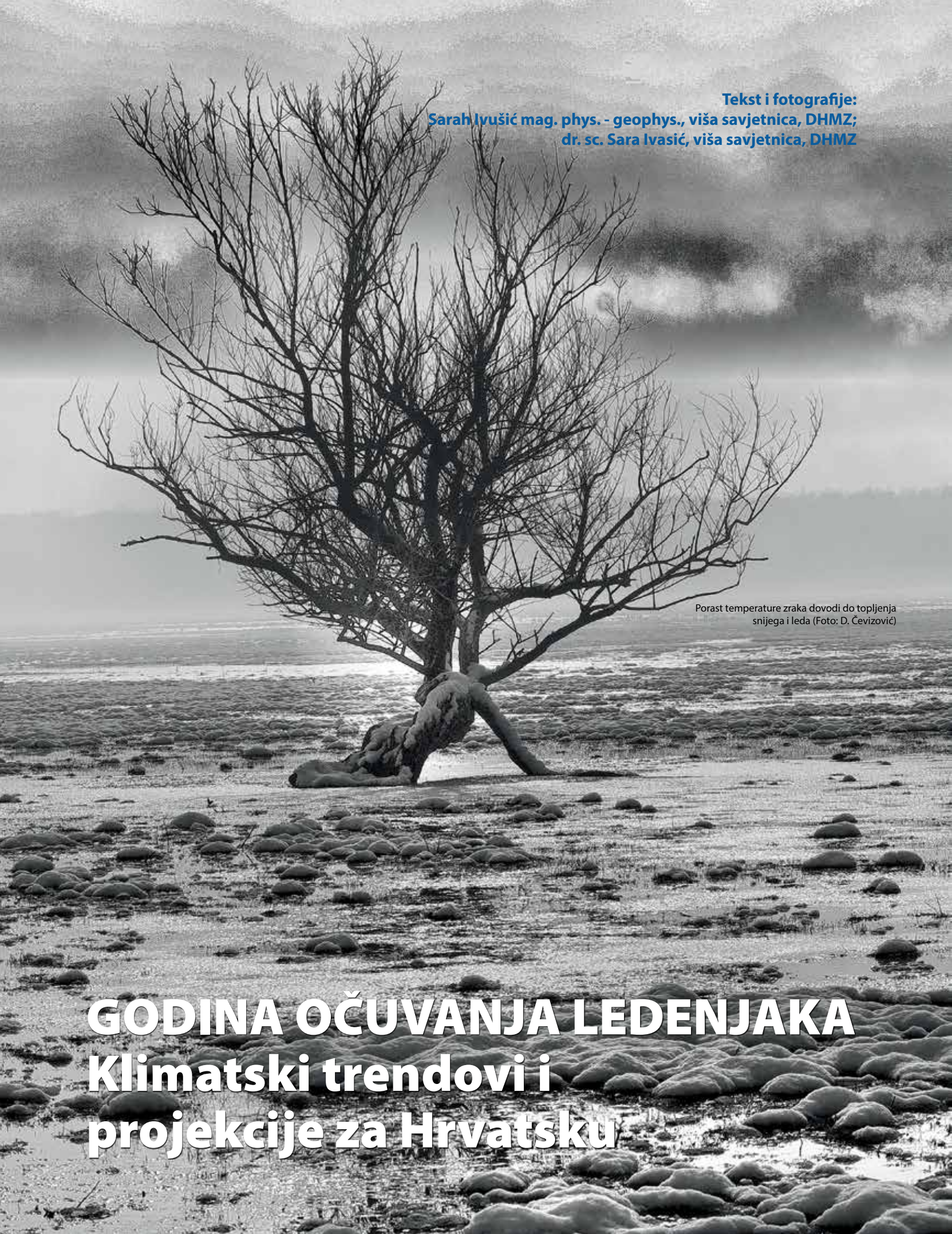
Kako sada stvari stoje, čovječanstvo se i dalje ne snalazi u borbi s klimatskim promjenama. Kolovoz 2024. bio je najtopliji ikada zabilježen na mjernim postajama norveškog i švedskog Arktika. Znanstvena izvješća, uključujući ona IPCC-a, potvrđuju da je tempo trenutnog otapanja ledenjaka u planinskim područjima bez presedana u novijoj povijesti. Ciljevi Pariškog sporazuma postaju sve nedostižniji. Zemlje svijeta obvezale su se u Parizu 2015. godine zadržati globalno povećanje temperature ispod 2 °C u odnosu na predindustrijske razine te nastojati ograničiti porast na 1,5 °C. Međutim, čini se da smo tempo globalnog zagrijavanja značajno podcijenili. Globalna potrošnja energije fosilnih goriva raste i nastavit će rasti zajedno s emisijama stakleničkih plinova, pa bi, prema nekim istraživanjima, globalno zagrijavanje moglo doseći 2 °C već do 2045. godine. Ako se to obistini, vremenski uvjeti ubrzano će postati još ekstremniji. Povećava se rizik od probijanja kritične klimatske granice, a masovno otapanje leda u konačnici može dovesti do poremećaja atlantskih morskih strujanja.

Robert Kakarigi je popularizator znanstvenih tema iz područja ekotehnologije i održivog razvoja. Za članak "Sudbina nordijskih ledenjaka", objavljen 2019. godine u National Geographic Hrvatska, nagrađen je "Velebitskom degenijom" HND-a za najbolji novinarski rad o zaštiti prirode i okoliša.

Sve veći broj turista, oko 30.000 ljudi, se ljeti uspinje na stjenoviti Galdhøpiggen (2.469 mnv), najviši vrh Skandinavije. Neke od ruta uključuju prelazak preko planinskog ledenjaka Styggebreena



Voda s razlomljenih ledenjaka
obrušava se u rijeku Darfajohka
koja dotječe iz doline Tarfala. Pod
utjecajem klimatskih promjena
ledenjaci se mogu razdvojiti na
nekoliko manjih



Tekst i fotografije:
Sarah Ivušić mag. phys. - geophys., viša savjetnica, DHMZ;
dr. sc. Sara Ivasić, viša savjetnica, DHMZ

Porast temperature zraka dovodi do topljenja
snijega i leda (Foto: D. Čevizović)

GODINA OČUVANJA LEDENJAKA

Klimatski trendovi i projekcije za Hrvatsku

PREMA IZVJEŠĆU WMO-A, 2024. JE PRVA KALENDARSKA GODINA OTKAD POSTOJE MJERENJA U KOJOJ JE SREDNJA GLOBALNA TEMPERATURA PREŠLA PRAG OD 1,5 °C U ODNOSU NA PREDINDUSTRIJSKO RAZDOBLJE (1850. – 1900.), A POSLJEDNIH DESET GODINA (2015. – 2024.) PRIPADA U DESET NAJTOPLIJIH GODINA OTKAD POSTOJE MJERENJA.

Pod pokroviteljstvom UNESCO-a i Svjetske meteorološke organizacije (WMO) 2025. je proglašena Međunarodnom godinom očuvanja ledenjaka. Kriosfera je važan dio klimatskog sustava koji uključuje sav snježni i ledeni pokrov Zemlje, uz morski led i smrznuto tlo. Zbog velikog potencijala snijega i leda za refleksiju kratkovalnog dolaznog Sunčevog zračenja, kriosfera utječe na ukupnu bilancu zračenja našeg planeta.

Izvješća Međuvladinog panela o klimatskim promjenama (IPCC) potvrđuju da su upravo ljudske aktivnosti odgovorne za ubrzani porast temperature zraka od kraja 19. stoljeća do danas.

Promjene u klimatskom sustavu nastaju pod utjecajem vanjskih i unutarnjih čimbenika. Na vrlo dugim vremenskim skalama (20 000 – 100 000 godina) zbog varijacije parametara Zemljine orbite izmjenjuju se ledena doba (glacijali) i razdoblja s blažim klimatskim uvjetima (interglacijali). Na kraćim vremenskim skalama promjene klime pod utjecajem su solarnog ciklusa tijekom kojih se mijenja količina dolaznog kratkovalnog zračenja te vulkanskih erupcija pri kojima se povećava količina aerosola i vodene pare u atmosferi. S početkom industrijalizacije započinje i sveprisutno korištenje fosilnih goriva te prenamjena zemljišta čime se povećavaju koncentracije stakleničkih plinova u atmosferi. Globalno zatopljenje utječe i na stanje kriosfere osobito zato jer se polarni predjeli zagrijavaju brže od ostatka svijeta. Porast temperature zraka dovodi do topljenja snijega i leda, čime se smanjuje mogućnost refleksije dolaznog Sunčevog zračenja, što opet djeluje u smjeru povećanja temperature u uzajamno-povratnom procesu.

Kontinuirana mjerenja ukazuju na značajan gubitak mase glečera od sredine 19. stoljeća, a od 1976. godine satelitima je zabilježeno smanjenje debljine leda od 14 metara u globalnom prosjeku.

Stanje klimatskog sustava danas

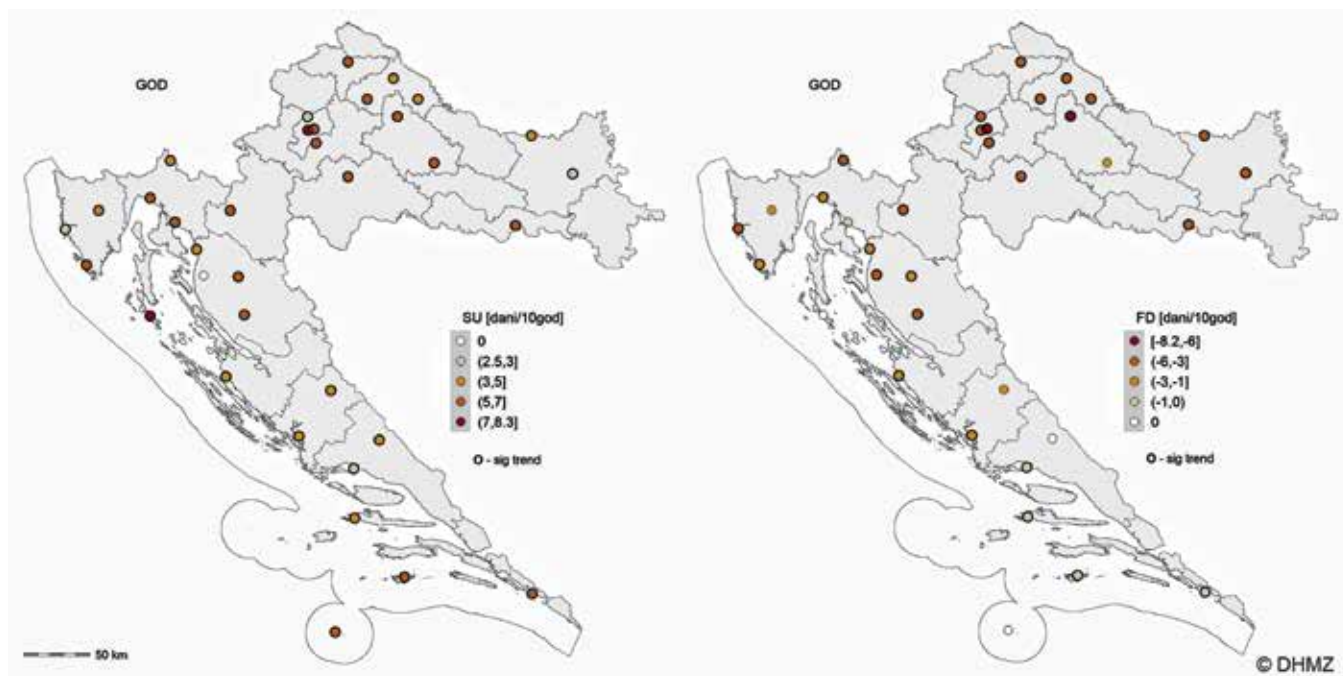
Mjesečne vrijednosti srednje globalne temperature bile su iznad praga od 1,5 °C u odnosu na predindustrijsko razdoblje u neprekinutom nizu od srpnja 2023. do srpnja 2024. Dana 22. srpnja 2024. postavljen je i novi rekord globalne srednje dnevne temperature od 17,16 °C. Također, posljednjih deset godina (2015. – 2024.) pripada u deset najtoplijih godina otkad postoje mjerenja.

Prema razdiobi percentila na temelju podataka DHMZ-a 2024. godina je u cijeloj Hrvatskoj bila ekstremno topla u usporedbi s razdobljem 1991. – 2020. Postojano zatopljenje na području

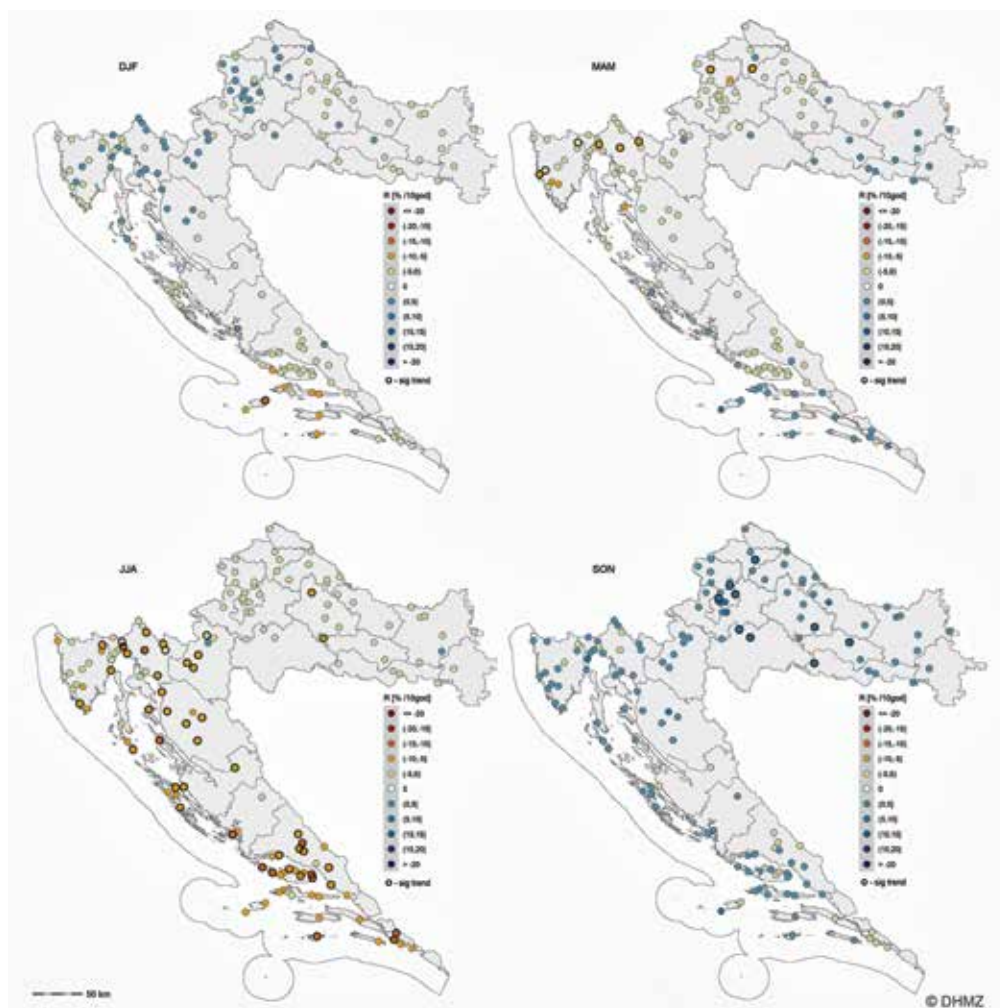
Hrvatske uočava se još od druge polovine 20. stoljeća. Srednja godišnja temperatura zraka raste za 0,2 do 0,3 °C na 10 godina duž Jadrana, a u središnjoj Hrvatskoj do 0,5 °C na 10 godina tijekom razdoblja analize od 1961. do 2020. Porast je uočen i u vrijednostima minimalne i maksimalne temperature zraka. Temperatura raste u svim sezonama, a najviše ljeti (od 0,3 do 0,6 °C/10 godina). Sukladno tome, porastao je i broj toplih dana u proljeće (do 3 dana/10 godina) i ljeti (5 dana/10 godina), kao i broj ljetnih toplih noći, osobito na Jadranu (do 6 dana/10 godina). Istovremeno sve je manji broj hladnih dana što se posebno uočava u unutrašnjosti i na sjevernom Jadranu (do 8 dana/10 godina), dok se broj hladnih noći smanjuje u cijeloj Hrvatskoj (do 10 dana/10 godina). Na jadranskoj obali se topla razdoblja produljuju, a hladna skraćuju. Opažene su i sezonske promjene u oborinskom režimu. Uočava se smanjenje ljetnih količina oborine duž Jadrana i njegovog zaleđa (5 – 15 %/10 godina u odnosu na srednjak iz 1981. – 2010.) uslijed povećanja učestalosti suhih dana (do 5 %/10 godina) te smanjene učestalosti umjereno vlažnih dana (do 20 %/10 godina). Istovremeno se bilježi porast jesenskih količina oborine u cijeloj Hrvatskoj, posebno u unutrašnjosti (do 15 %/10 godina) kao posljedica povećanja broja vrlo vlažnih dana te iznosa maksimalne dnevne količine oborine.

Postojano zatopljenje na području Hrvatske uočava se još od druge polovine 20. stoljeća, a na 10 godina srednja godišnja temperatura zraka raste za 0,2 do 0,3 °C za Jadran te do 0,5 °C u središnjoj Hrvatskoj. Istovremeno, sve je manji broj hladnih dana što se posebno uočava u unutrašnjosti i na sjevernom Jadranu, dok se broj hladnih noći smanjuje u cijeloj Hrvatskoj.





Dekadni trendovi srednje (T, lijevo) i srednje maksimalne (Tx, desno) godišnje temperature zraka (u °C/10 godina) u Hrvatskoj prema razdoblju mjerenja 1961. – 2020. Statistički značajan trend na pojedinoj meteorološkoj postaji označen je podebljanim krugom (Izvor: NIKP8 - Osmo nacionalno izvješće RH prema Okvirnoj konvenciji UN-a o promjeni klime (UNFCCC); https://klima.hr/razno/publikacije/8NIKP_DHMZ.pdf)



Dekadni trendovi sezonskih (DJF – zima, MAM – proljeće, JJA – ljeto, SON – jesen) količina oborine (u %/10 godina u odnosu na referentni srednjak iz 1981. – 2010.) u Hrvatskoj prema razdoblju mjerenja 1961. – 2020. Statistički značajan trend na pojedinoj meteorološkoj postaji označen je podebljanim krugom (Izvor: NIKP8)

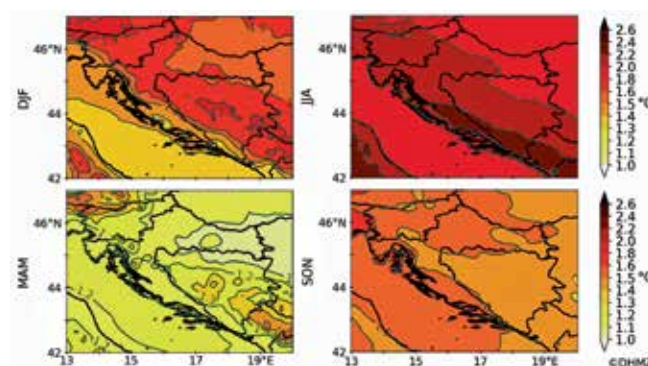
Što nas očekuje u budućnosti?

Osmo nacionalno izvješće Republike Hrvatske prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC) daje pregled projekcija buduće klime uz pretpostavku umjerenog porasta koncentracija stakleničkih plinova (scenarij RCP4.5) za sredinu 21. stoljeća (2041. – 2070.) u odnosu na povijesno razdoblje (1981. – 2010.).

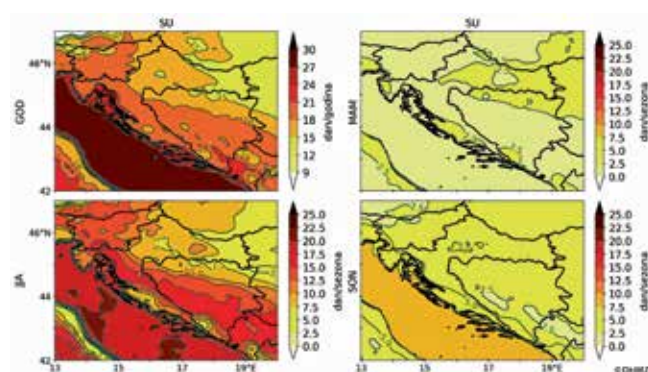
U budućnosti se očekuje smanjenje broja dana s hladnim ekstremima. Broj hladnih dana zimi smanjit će se za do 12 dana na području središnje i istočne Hrvatske, dok je u gorju smanjenje nešto manje. Trajanje hladnih razdoblja se na godišnjoj razini skraćuje za 3 do 4 dana u gotovo cijeloj Hrvatskoj. Istovremeno se očekuje porast broja dana s toplim temperaturnim ekstremima. Vrlo je izgledan porast broja toplih dana na krajnjem istoku zemlje za do 15 dana godišnje, dok na području središnje Hrvatske taj porast iznosi 18 dana, u unutrašnjosti

Očekuje se porast srednje, minimalne i maksimalne temperature zraka na cijelom području Republike Hrvatske. Projekcije daju porast srednje godišnje temperature u rasponu od 1,5 do 1,6 °C, dok se najizraženiji porast od 1,8 do 2,4 °C očekuje ljeti, posebice nad Dalmacijom. U sjeverozapadnoj i gorskoj Hrvatskoj očekuje se najveći porast srednje temperature u zimskim mjesecima (1,6 – 1,8 °C) u odnosu na ostatak zemlje.

Dalmacije i Istre 21 dan, te na samoj obali do 24 dana. Ljeti je ovaj porast očekivano najizraženiji, ali nije zanemariv tijekom proljeća ni u jesen. Topla razdoblja će u budućoj klime trajati dulje nego u povijesnoj uz najizraženije povećanje u obalnim područjima, te najslabije u istočnim dijelovima zemlje. Promjene u godišnjoj količini oborine su relativno male. Signal porasta oborine za 3 – 5 % očekivan je nad područjima uz samu obalu Jadrana i u unutrašnjosti, a najistaknutiji je na krajnjem istoku zemlje. Promjene su zanemarive u većem dijelu Like, Gorskog kotara i unutrašnjosti Dalmacije. Sezonske promjene u količini oborine su više izražene. Očekuje se porast broja suhih dana te produljenje niza uzastopnih sušnih dana tijekom cijele godine, osim zimi. Ljeti se predviđa najveći porast i to u gorskoj Hrvatskoj i Dalmaciji, što

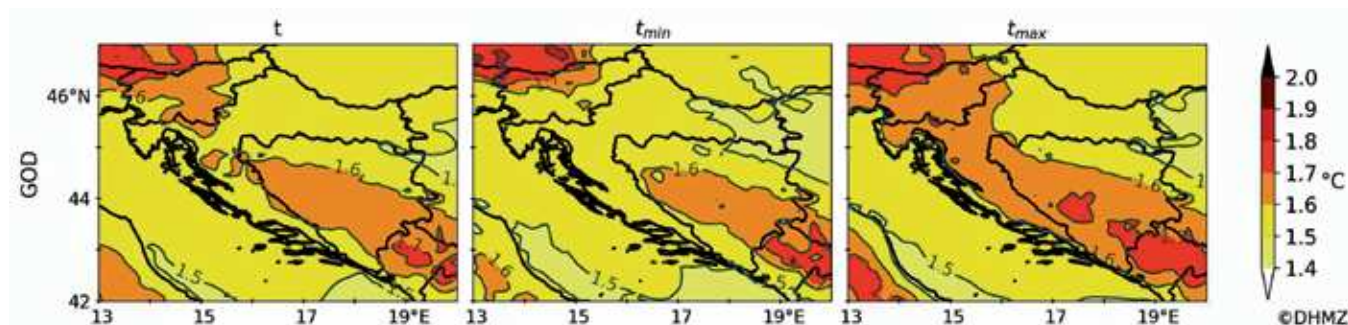


Promjena srednje sezone temperature zraka na 2 m u srednjaku ansambla korištenih modela za razdoblje 2041. – 2070. u odnosu na referentno razdoblje 1981. – 2010. za scenarij RCP4.5. Promjena zimi (DJF; gore lijevo), u proljeće (MAM; dolje lijevo), ljeti (JJA; gore desno) i u jesen (SON; dolje desno) (Izvor: NIKP8)

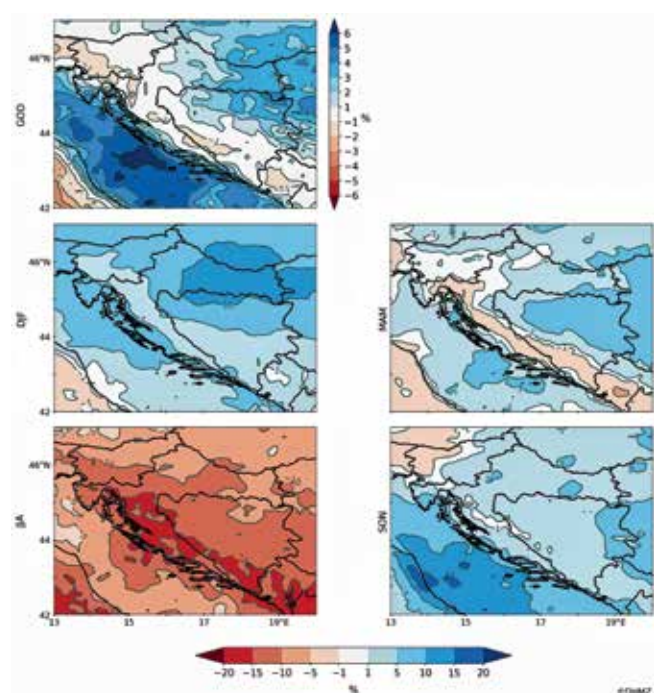


Promjena broja toplih dana (SU; broj dana s maksimalnom temperaturom zraka ≥ 25 °C) u srednjaku ansambla korištenih modela za razdoblje 2041. – 2070. u odnosu na referentno razdoblje 1981. – 2010. za scenarij RCP4.5. Godišnja promjena (GOD; gore lijevo), promjena u proljeće (MAM; gore desno), ljeti (JJA; dolje lijevo) i u jesen (SON; dolje desno) (Izvor: NIKP8)

Zimi je izgledan porast količine oborine nad cijelom Hrvatskom, a najslabiji porast očekuje se u gorskim krajevima i unutrašnjosti (do 5 %), dok je najveći izgledan na istoku zemlje i iznosi između 10 – 15 %. U ljeto očekujemo smanjenje količine oborine, posebice na području Primorja, središnje Dalmacije i u gorju.



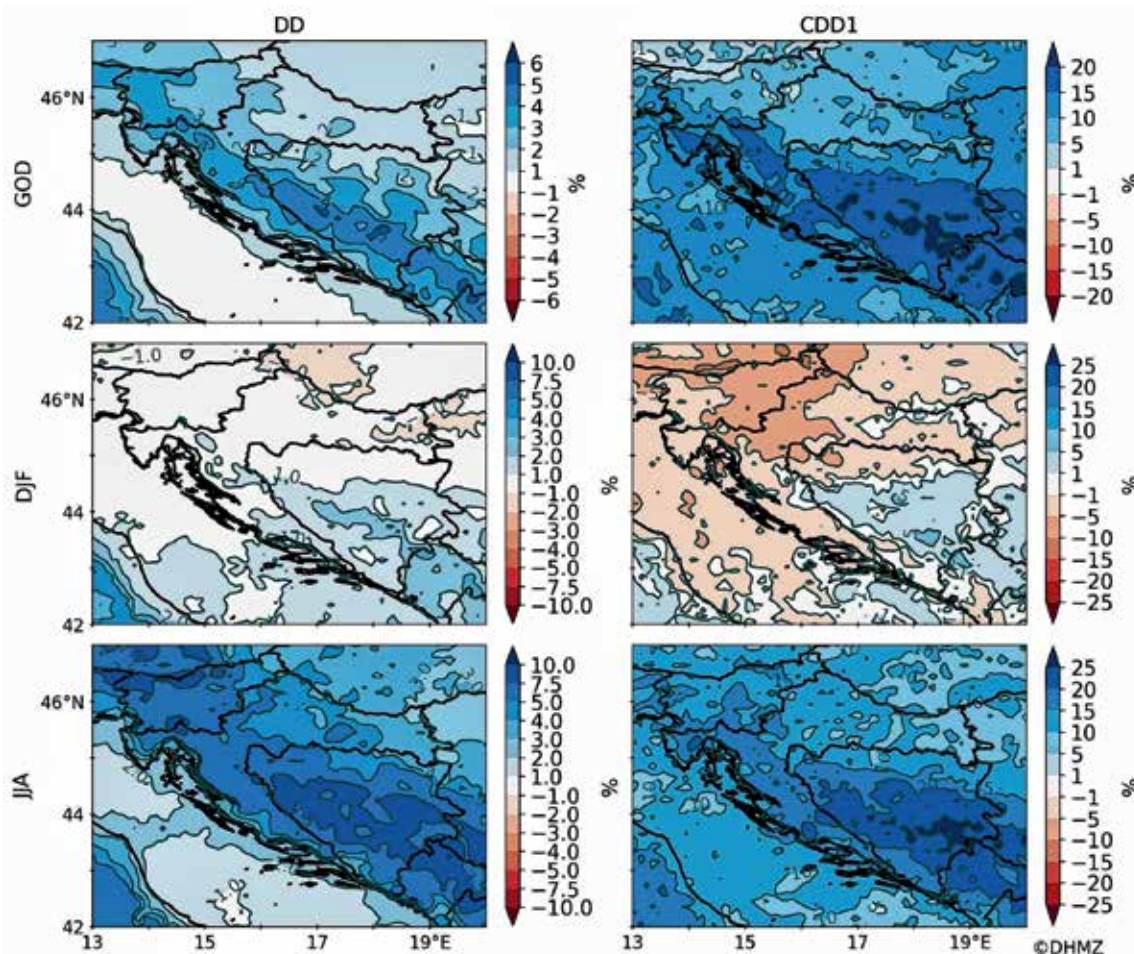
Promjena srednje godišnje temperature zraka na 2 m (t; lijevo), minimalne temperature zraka na 2 m (tmin; sredina) i maksimalne temperature zraka na 2 m (tmax; desno) u srednjaku ansambla korištenih modela za razdoblje 2041. – 2070. u odnosu na referentno razdoblje 1981. – 2010. za scenarij RCP4.5. (Izvor: NIKP8)



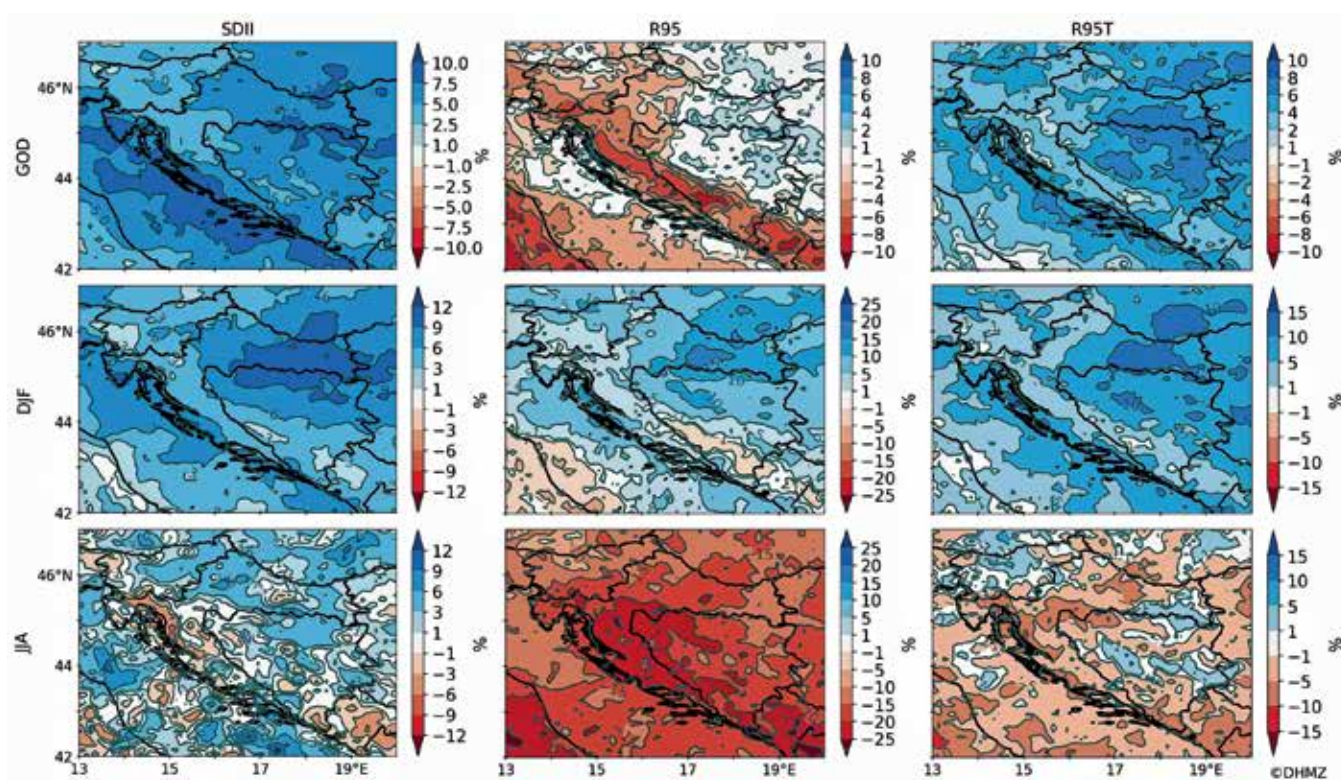
Relativna promjena ukupne količine oborine u srednjaku ansambla korištenih modela za razdoblje 2041. – 2070. u odnosu na referentno razdoblje 1981. – 2010. za scenarij RCP4.5. Godišnja promjena (GOD; gore lijevo), promjena zimi (DJF; sredina lijevo), u proljeće (MAM; sredina desno), ljeti (JJA; dolje lijevo) i u jesen (SON; dolje desno) (Izvor: NIKP8)

je očekivano s obzirom na znatno smanjenje količine oborine u ljetnim mjesecima nad tim predjelima. Istovremeno se očekuje porast dnevnog intenziteta oborine, a najizraženije promjene su zimi na istoku Hrvatske te u jesen uz obalu Jadrana. Ljeti su nepouzdanosti velike, iako se opaža signal smanjenja dnevnog intenziteta oborine nad Gorskim kotarom i Velebitom. Porast maksimalne jednodnevne i petodnevne količine oborine očekuje se tijekom cijele godine, osim u ljeto, a najistaknutiji je u jesen i zimi nad istočnim dijelovima i uz obalu (do 15 %). Izgledno je smanjenje broja vrlo kišnih dana i količine oborine tijekom tih dana za vrijeme ljeta nad gotovo cijelom Hrvatskom, uz najizraženije smanjenje nad Gorskim kotarom i Dalmacijom. Dok je zimi situacija suprotna uz povećanje broja kišnih dana i količine oborine u te dane posebno nad Slavonijom. Navedeni rezultati općenito ukazuju na značajne promjene u oborinskom režimu Hrvatske, uz izrazito sušna ljeta u obalnim i gorskim područjima te intenzivnije i obilnije oborinske prilike u jesen i zimu nad istočnim predjelima.

Relativna promjena ukupne količine oborine u srednjaku ansambla korištenih modela za razdoblje 2041. – 2070. u odnosu na referentno razdoblje 1981. – 2010. za scenarij RCP4.5. Godišnja promjena (GOD; gore lijevo), promjena zimi (DJF; sredina lijevo), u proljeće (MAM; sredina desno), ljeti (JJA; dolje lijevo) i u jesen (SON; dolje desno) (Izvor: NIKP8)



Relativna promjena broja suhih dana (DD; lijevo) i uzastopnog niza sušnih dana (CDD1; desno) u srednjaku ansambla korištenih modela za razdoblje 2041. – 2070. u odnosu na referentno razdoblje 1981. – 2010. za scenarij RCP4.5. Godišnja promjena (GOD; prvi redak), promjena zimi (DJF; drugi redak) i ljeti (JJA; treći redak) (Izvor: NIKP8)



Relativna promjena standardnog dnevnog intenziteta oborine (SDII; prvi stupac), vrlo vlažnih dana (R95; drugi stupac) i udjela oborine u vrlo vlažne dane (R95T; treći stupac) u srednjaku ansambla korištenih modela za razdoblje 2041. – 2070. u odnosu na referentno razdoblje 1981. – 2010. za scenarij RCP4.5. Godišnja promjena (GOD; prvi redak), promjena zimi (DJF; drugi redak) i ljeti (JJA; treći redak) (Izvor: NIKP8)

Projekti DHMZ-a vezani uz praćenje klime i klimatskih promjena

DHMZ sudjeluje u nacionalnim te internacionalnim znanstveno-istraživačkim i stručnim projektima koji pokrivaju širok raspon tema vezanih uz klimatske promjene. U tijeku su tri projekta koje financira Hrvatska zaklada za znanost: *Klima i ekstremni vremenski uvjeti u prirodnom i urbanom okolišu Hrvatske* (CroClimExtremes), *Klimatsko modeliranje na konvektivnoj skali za područje Hrvatske: ekstremi oborine i razine mora* (C3PO), te *Procjena utjecaja klimatskih promjena na turizam temeljen na prirodi: razvoj indeksa ranjivosti i otpornosti zaštićenih područja za upravljanje strategijama prilagodbe* (PACT-VIRA). Također se provode projekti financirani iz fondova Europske unije: *Prognostički alati za ublažavanje združenih posljedica suše, toplinskih valova i požara na području središnje Europe* – Clim4Cast, *LIFE CityTRAQ – Prometni model za bolju politiku kvalitete zraka u gradovima*, *Projekt unaprjeđenja negrađevinskih mjera upravljanja rizicima od poplava u Republici Hrvatskoj* – VEPAR, *Projekt modernizacije meteorološke motriteljske mreže u RH* – METMONIC. U tijeku su projekti u suradnji s drugim europskim meteorološkim i hidrološkim službama: *ACCORD – konzorcij za istraživanje i razvoj modeliranja na konvektivnoj skali*, *Destination Earth On-Demand Extremes Digital Twin – Faza 1*, *RC LACE – Regionalna suradnja u modeliranju*

atmosferskih procesa na ograničenom području u srednjoj i jugoistočnoj Europi. DHMZ također sudjeluje u inicijativama *EURO-CORDEX – Dinamička prilagodba regionalnim klimatskim modelima na području Europe*, te *PannEx – Panonski eksperiment proučavanja hidrološkog ciklusa i izmjena energije*.

Porast temperature zraka dovodi do topljenja snijega i leda (Foto: D. Cevizović)



Tekst: dr. sc. Duško Trninić (posthumno)

SUŠE I MALE VODE

Kamenje gladi kao poruka iz prošlosti

Foto D. Čevizović

NAKON SVIH EKSTREMNIH SUŠA: METEOROLOŠKIH, HIDROLOŠKIH, AGROMETEOROLOŠKIH, GEOLOŠKIH, TE FINANCIJSKIH I MNOGIH DRUGIH IZRAVNIH I NEIZRAVNIH ŠTETA KOJE SU ONE IZAZVALE, SAMO JE JEDAN ZAKLJUČAK I PREPORUKA MOGUĆA: "VODU TREBA, NA SVIM RAZINAMA, ŠTEDJETI!". KAMENJE GLADI, KAO SVOJEVRSENE PORUKE IZ PROŠLOSTI, OBVEZUJU NA TO.

Potaknute klimatskim varijabilnostima i klimatskim promjenama, neuobičajeno suhim zimama i proljećima, praćene rekordnim temperaturama zraka, s nekoliko toplinskih valova u nizu kao i nedostatkom oborina u obliku snijega i kiše, doveli su do toga da su neke rijeke i akumulacije u zapadnoj, središnjoj i južnoj Europi imale malu i ekstremno malu vodnost i da su bile iznad prosjeka pregrijane. Sve to rezultiralo je meteorološkim, hidrološkim, agrometeorološkim, geološkim, financijskim i drugim sušama. Posljedice su i veće ili manje izravne i neizravne štete u poljoprivredi, energetici (H, T, N elektrane), riječnom i kanalskom prometu, vodoopskrbi i odvodnji, turizmu i mnogim drugim djelatnostima.

Prije mnogo godina ljudi su u stijene u rijekama i jezerima uklesali poruke kako bi upozorili buduće generacije da može



Detalj "kamenja gladi" u slivu rijeke Elbe koji datira iz 1616. godine i na kome piše: "Ako me vidiš, plači" (foto: Kristina H. Orgaz BBC News, snimljeno: 17.8.2022.; <https://www.vijesti.me/bbc/617825/susa-otkrila-kamenje-gladi-sa-zastrasujucim-porukama-u-koritima-evropskih-rijeka>)

Opsežna procjena svjetskih vodnih resursa pokazala je da je hidrološki ciklus u sve većoj neravnoteži uslijed klimatskih varijabilnosti i klimatskih promjena, društvenih promjena te promjena u okolišu.

nastupiti teško razdoblje u životu. "Kamenje gladi" se može naći u mnogim europskim i svjetskim rijekama i jezerima i jedinstven je podsjetnik na razdoblja suše i siromaštva, a vidljiv je samo kada je vodostaj/nivo izuzetno nizak. Jedan takav

kamen nalazi se na obalama rijeke Elbe, koja izvire u Češkoj i teče kroz Njemačku. Stijena datira iz 1616. godine i na njoj na njemačkom piše upozorenje: *“Wenn du mich siehst, dann weine”*, odnosno *“Ako me vidiš, plači”*.

Prema studiji koju je 2013. izradio češki tim arheologa, godine koje se mogu pročitati na tim raznim kamenima gladi, kao sušne godine navode se 1417., 1616., 1707., 1746., 1790., 1800., 1811., 1830., 1842., 1868., 1892. i 1893. godina. Na nekim od tih kamena uklesani su slijedeći natpisi: *“Život će ponovo procvjetati kada ovaj kamen nestane”*, *“Plakao je onaj tko me je jednom vidi, plakat će onaj tko me vidi sada”*, *“Ako ponovo vidite ovaj kamen, zaplakat će te. Ovako je voda bila plitka 1417. godine”*. Jedan kamen gladi izložen je u Nature Museum u njemačkom gradu Senckenbergu u blizini Frankfurta.

Suše i male vode na Savi i Dravi

Početak toka rijeke Save u Hrvatskoj pod velikim je temperaturnim utjecajem nuklearne elektrane Krško (NEK), posebno pri iznimno malim vodama. Republika Hrvatska i Republika

U mnogim gradovima u Europi, vrlo često se može naići i na visoko kamenje ili na zgrade i crkve na kojima su uklesani ili ucrtani nivoi i datumi, koji služe kao podsjetnik na visoke vodostaje i katastrofalne poplave.

Slovenija suvlasnice su NEK, svaka s udjelom od 50 %. NEK djeluje slično kao i klasična termoelektrana, ali njen izvor topline nisu fosilna goriva, već se topline oslobađa cijepanjem jezgara uranija u reaktoru.



Detalj malih voda Save kod Zagreba pri vodostaju $H = -297$ cm, $Q = 56,8$ m³s⁻¹ (foto: Marija Milas, snimljeno 17.8.2022.; <https://vijesti.hrt.hr/hrvatska/vodostaj-save-tek-nekoliko-centimetara-do-apsolutnih-minimuma-9069108>)

Kako nizak vodostaj, mali protok i temperatura vode rijeke Save utiču na rad NEK-a? Kod različitih H i Q , rijeka Sava osigurava dovoljnu količinu vode za hlađenje kondenzatora i ostalih sustava elektrane. U normalnim uvjetima nivo rijeke Save osigurava HE Brežice, na Donjoj Savi. NEK mora smanjiti snage



Pogled na NE Krško i HE Brežice (https://hr.wikipedia.org/wiki/Nuklearna_elektrana_Krsko, snimljeno: 19.11.2019.) (PIXSELL)

elektrane zbog poštivanja administrativnih ekoloških ograničenja vezanih za rijeku Savu. Kod protoka rijeke Save $> 100 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ kondenzator se hladi protočnom vodom iz rijeke Save. Temperatura vode u rijeci Savi, nakon miješanja s rashladnom vodom iz NEK-a, smije se povećati za najviše $3,0 \text{ }^\circ\text{C}$, i ne smije prijeći $28,0 \text{ }^\circ\text{C}$.

U članku: Srebrenović, D.; Pilar, M. (2000.) autori su prezentirali informaciju o režimu voda u čitavom slivu rijeke Save, koja se odlikuje relativno velikom vodnošću, ali s ogromnom fluktuacijom protoka u vremenu u toku godine i u prostoru. Ta neujednačenost vodnog režima ima utjecaja na sve vodoprivredno-ekološke probleme. Praktično, jedini način za izjednačenje vodnog režima predstavljaju akumulacije. U Studiji (1972.): "Studija za regulaciju i uređenje rijeke Save u Jugoslaviji", koju



Detalj hidrološke suše na Dravi kod Osijeka (Foto: Davor Javorović/PIXEL; snimljeno 18.08.2022., kod apsolutno najnižeg vodostaja $H = -171 \text{ cm}$; <https://net.hr/danas/vijesti/pogledajte-stanje-hrvatskih-rijeka-zbog-vrucina-i-suse-neke-biljeze-rekordne-vodostaje-a8a7360e-1f8f-11ed-aaed-7eafec7973f6>)

je pripremio Consulting Engineers Consortium Polytechna-Hydroprojekt & Carlo Lotti, Prag - Rim, kao prvim elaborem koji je pokušao donijeti strateški plan vodoprivrednog upravljanja na slivu rijeke Save, također je potvrđen zaključak da su akumulacije ključni objekti za rješavanje vodoprivredno-ekoloških problema.



Detalj hidrološke suše na rijeci Rajni kod Dusseldorfa (foto: Ren Pengfei/XINHUA, snimljeno: 26.7.2022.; <https://www.vecernji.hr/vijesti/susa-otkrila-davno-potopljeno-blago-pojavio-se-spanjolski-stonehenge-u-njemackoj-kamenje-gladi-1610673>)

Sava se odlikuje relativno velikom vodnošću, ali s ogromnom fluktuacijom protoka u vremenu u toku godine i u prostoru što je klimatskim promjenama još izraženije. Jedini način za izjednačavanje vodnog režima i rješavanje vodoprivredno-ekoloških problema predstavljaju akumulacije.

Jedna od mogućih mjera za smanjivanje šteta od hidroloških suša je i oplemenjivanje ili povećavanje malih voda. U studiji UN (1972.) se za hidrološki profil Save kod Zagreba predlagalo povećavanje protoka iz višenamjenskih akumulacija koje bi se trebale izgraditi na slijedećim lokacijama i sa slijedećim zapreminama: (1) Planica – $V = 270 \times 106 \text{ m}^3$, (2) Radovljica – $V = 77 \times 106 \text{ m}^3$, (3) Soteska – $V = 70 \times 106 \text{ m}^3$, (4) Igla – Lučica – $V = 35 \times 106 \text{ m}^3$, (5) Lučica – $V = 233 \times 106 \text{ m}^3$, (6) Damalj – $V = 145 \times 106 \text{ m}^3$.

Dostupnost dovoljnih količina vode za proizvodnju električne energije iz NE Krško, vjerojatno je najviše uvjetovana kolebanjem klime i klimatskim promjenama, koje sve naglašenije utječu i na pojave iznimno malih voda Save. Analiza trenda minimalnih godišnjih protoka Save kod Zagreba u razdoblju: 1926.-2023. ($N = 98$ godina) pokazala je da postoji trend smanjivanja minimalnih godišnjih protoka. Ovi podaci mogu se orijentaciono primijeniti i na lokaciju NEK-a.

Spomenuti trendovi smanjenja protoka i razina vode Save utječu i na mogućnost prometovanja. Sve je više riječnih kružera na plovim putevima u svijetu i to je prilika za još intenzivniji razvoj riječnog prometa i u Hrvatskoj. To se u prvom redu odnosi na riječne luke na Dunavu i Savi.

Jedan od najvećih riječnih kružera "Victor Hugo", koji plovi pod francuskom zastavom, uplovio je 8.5.2023. u Sisak, najzapadniju riječnu luku. Brod "Viktor Hugo" dugačak je 82 metra i širok 9,5 metara, nosivost mu je 550 tona te ima 52 kabine. Zbog svoje dužine, kruzer je na povratku vozio natraške Kupom sve do ušća u Savu, gdje se mogao okrenuti.

U Međunarodnoj komisiji za sliv rijeke Save intenzivno se radi na projektu obnove savskog plovnog puta čime bi se počeli stvarati uvjeti da takvih brodova bude još više. No, pojave ek-



Detalj, skoro sasvim presušile rijeke Loire (foto: Stephane Mahe/REUTERS, snimljeno: 24.8.2022.; <https://www.dw.com/hr/eu-vjerojatno-najgora-su-%C5%A1a-u-500-godina/a-62909803>)



Niski vodostaji Jangcea otkrili su potopljeni otok u gradu Chongqing s tri budistička kipa koji su izrezbareni u kamenu i za koje se vjeruje da su stari oko 600 godina i da su izgrađeni tokom vladavine dinastija Ming i Qing (foto: REUTERS, snimljeno: 20.8.2022.; <https://tribune.com.pk/story/2372216/receding-water-levels-of-chinas-yangtze-reveal-ancient-buddhist-statues>)

stremno niskih razina, kakve su zabilježene i na Dravi upozoravaju na moguće probleme u prometovanju rijekama.

Suše i male vode na Rajni i Loari

Rijeka Rajna, sa svojim pritocima i kanalima je najprometniji riječni plovni put na svijetu u okviru komercijalne plovidbe. Rajna i njene pritoke: Mosel, Neckar, Majna, kao i kanal Wesel-Dattein i Rhein-Herne kanali, povezuju industrijska područja u okolici Basela, Alsace i regije u okolici Stuttgart, Karlsruhe, Mannheim, kao i područje regije Ruhr sve do morskih luka u Belgiji i Nizozemskoj.

Kanal Rajna – Majna – Dunav je od 1992. godine najkraći put za brodove od Sjevernog mora i Atlantika do Crnog mora. Umjetni kanal u Bavarskoj (Njemačka) spaja rijeke Majnu i Dunav. Ukupno 3.505 km duga vodena transverzala povezuje Sjeverno s Crnim morem i prolazi kroz 9 europskih država i namijenjena je za dvosmjernu plovidbu brodova do 1500 DWT. No, iznimne suše kakva je zabilježena 2022. godine utječu na ograničenja u prometovanju njima. Slična je situacija iste te godine zabilježena i na Loari.

Suše i male vode na rijeci Jangce u Kini

Najizraženija suša, značajno smanjeni protoci u rijekama, dotoci u akumulacijama, značajno smanjena vlažnost u tlu, 2022. i 2023. godine bila je i u slivu rijeke Jangce, najnaseljenijeg područja Kine u kojem živi oko 1/3 ukupnog stanovništva. Središnji dio toka rijeke Jangce jedan je od kolijevki kineske civilizacije. Zbog izgradnje brane i akumulacije "Tri klanca" pod vodom se nalaze spomenici iz dvije posljednje kineske civilizacije Ming i Qing.

Najveća hidroelektrana na svijetu "Tri klanca" (kineski Sanxia, engl. Three Gorges Dam) je ime hidroelektrane s branom na Jangceu – najdužoj rijeci Azije i trećoj najdužoj na svijetu. Njena proizvodnja zadovoljava oko 11 % kineskih potreba za električnom energijom. Umjetno jezero je dugačko oko 600 km i široko 1,12 km. Tada sadrži 39,3 km³, a površina je oko

1.045 km².

Da bi se za vrijeme suše povećale količine vode nizvodno od brane HE Tri klanca, desetak dana ispuštano je 500 x 106 m³ vode iz akumulacije u rijeku Jangce i na taj način značajno su oplemenjivane male vode koje su neophodno potrebne za razne korisnike u sušnom razdoblju.

Niski vodostaji Jangcea otkrili su potopljeni otok u gradu Chongqing s tri budistička kipa koji su izrezbareni u kamenu, za koje se vjeruje da su stari oko 600 godina i da su izgrađeni tijekom vladavine dinastija Ming i Qing.

Pogled iz svemira na suše u Velikoj Britaniji

Iz prethodnih primjera stanja na rijekama, vidljivo je da je suša iz 2022. godine, bila široko rasprostranjena u cijelom svijetu. Kakva je rasprostranjenost te suše bila na regionalnoj prostornoj skali, najzornije je vidljivo na primjeru Velike Britanije (UK). Zbog visokih temperatura i temperaturnih valova kao i zbog minimalnih količina oborina koje su bili glavni uzrok navedenih suša u nekim dijelovima (Istočna Anglija) proglašeno je stanje elementarne nepogode. U Velikoj Britaniji sušom se smatra razdoblje od petnaest dana bez kiše. Naprimjer, suša se u SAD-u proglašava nakon dvadeset dana bez kiše.

Copernicus Sentinel je program Europske unije za promatranje Zemlje, odnosno našeg planeta i njegova okoliša, za krajnju dobrobit svih europskih građana. U okviru programa prezentiraju se informacije koje se temelje na promatranju Zemlje satelitima i na *in situ* podacima (ne svemirski podaci). Satelit je 10.8.2022. snimio područje UK-a gdje je na istočnom dijelu Britanije jasno vidljiva suhoća vegetacije koju je uzrokovala suša. Zeleni dio, koji nije značajnije ugrožen sušom, prikazuje Irsku.



Satelitska snimka Velike Britanije i Sjeverne Irske (Program EU-a - Copernicus, snimljeno 10.8.2022.; <https://www.express.co.uk/news/weather/1653910/uk-heatwave-Copernicus-images-drought-hot-weather>)



Niska i ravna obalna područja pogodna su za urbanizaciju, ali i najranjivija na utjecaje podizanja razine mora i obalna plavljenja (Foto: D. Čevizović)



Tekst i fotografije: dr. sc. Martina Baučić, Fakultet građevinarstva,
arhitekture i geodezije Sveučilišta u Splitu;
mr. sc. Mili Novak, JU RERA za koordinaciju i razvoj Splitsko-dalmatinske županije

PODIZANJE RAZINE MORA Ugroženost i zaštita obalnih gradova

KOLIKO SU OBALNI GRADOVI UGROŽENI PODIZANJEM RAZINE MORA I ŠTO SE PODUZIMA U ZAŠTITI GRADOVA? U MNOGIM OBALNIM GRADOVIMA VEĆ SE SADA BILJEŽI POVEĆANA UČESTALOST PLOVLJENJA TIJEKOM OLUJA I PLIMNIH EKSTREMA. STOGA JE POTREBNO SMANJITI RIZIKE I OSIGURATI ODRŽIVOST OBALNIH GRADOVA KROZ PRILAGODBU URBANISTIČKIH PLANOVA I INFRASTRUKTURU.

Rast populacije u obalnim gradovima uzrokovana migracijom stanovništva iz unutrašnjosti prema obali dodatno opterećuje već prilično naseljena područja te povećava njihovu ranjivost na klimatske rizike. Niska i ravna obalna područja pogodna su za urbanizaciju, ali i najranjivija na utjecaje podizanja razine mora i obalna plavljenja. Stoga je bitno sagledati ove rizike i prilagoditi razvojne planove kako bi se osigurala dugoročna održivost obalnih gradova.

Prema izvješćima Programa Ujedinjenih naroda za gradove i ljudska naselja (UN-Habitat, unhabitat.org), urbana područja uvelike doprinose klimatskim promjenama te na njih otpada više od 70 % emisija ugljičnog dioksida iz globalne konačne potrošnje energije. Predstavljaju visoku koncentraciju financijske, infrastrukturne i ljudske imovine i aktivnosti koje su osjetljive na utjecaje klimatskih promjena.

U sljedećim desetljećima mnogi ljudi u gradovima osjetit će posljedice klimatskih promjena, poput rasta razine mora, jačih kiša, poplava, snažnijih oluja te ekstremne vrućine i hladnoće. Unatoč tim rizicima, mnogi gradovi još ne traže odgovor na klimatske promjene, kako zbog nedostatka relevantnih gradskih politika i akcijskih planova tako i zbog važećih propisa o urbanizmu i okolišu koji nisu prilagođeni upravljanju klimatskim promjenama te nedostatne javne svijesti o klimatskoj varijabilnosti i ublažavanju opasnosti izazvanih klimatskim promjenama.

U izvještajima Međuvladinog panela o klimatskim promjenama (IPCC) iz 2023. godine navodi se kako bi do kraja 21. stoljeća razina mora mogla porasti od nekoliko desetaka centimetara do više od jednog metra, ovisno o scenariju emisija stakleničkih plinova. U mnogim obalnim gradovima već se sada bilježe povećana učestalost plavljenja tijekom oluja i plimnih ekstrema. Povećanje razine mora dodatno povećava eroziju obale, prodiranje slane vode u podzemne vodonosnike i oštećenje infrastrukture.

Ovisno o tome koliko će se uspjeti smanjiti emisije stakleničkih plinova, u budućnosti se predviđaju različiti mogući scenariji klimatskih promjena. Prema optimističnom scenariju očekuje se umjereno povećanje razine mora od 30 do 60 cm do kraja stoljeća. Prilagodba urbanih područja mogla bi biti moguća kroz strateško planiranje i održivu gradnju. Srednjim scenarijem predviđa se povećanje razine mora između 60 cm i 1 metra. Ovaj scenarij zahtijeva značajne investicije u obrambene strukture, poput nasipa i sustava odvodnje. U slučaju pesimističnog scenarija moguć je porast razine mora

više od 1 metra. Ovaj scenarij mogao bi rezultirati masovnim migracijama stanovništva iz najugroženijih područja i značajnim ekonomskim gubicima.

Izvješće Unije za Mediteran iz 2024. godine, mediteransku regiju smatra kritičnom točkom klimatskih promjena jer se zagrijava 20 % brže od svjetskog prosjeka. U Hrvatskoj su posebno ugrožena područja sjevera Dubrovačko-neretvanske županije kao i dijelovi obalnih gradova poput Šibenika i Zadra.

U Tehničkom izvještaju o procjeni troškova podizanja razine mora u Republici Hrvatskoj (koji su priredili Centar za regionalne aktivnosti Programa prioritarnih akcija i Ministarstvo zaštite okoliša 2015.), DIVA model pokazuje da će utjecaji porasta razine mora biti znatni u 21. stoljeću za Hrvatsku ako se ne poduzmu mjere prilagodbe.

DIVA (Dynamic Interactive Vulnerability Assessment) je integrirani globalni model obalnih sustava koji procjenjuje biofizičke i socio-ekonomske posljedice porasta razine mora i socio-ekonomskog razvoja uzimajući u obzir različite fizičke i socioekonomske scenarije i razmatrajući različite strategije prilagodbe.

Očekivani broj ljudi koji bi bili izloženi poplavama mogao bi se povećati s početnih 17.000 na 43.000 -128.000 do 2100. godine, dok bi očekivane godišnje štete porasle s 40 milijuna američkih dolara na 0,9 do 8,9 milijardi američkih dolara, osobito u poplavnim područjima Zadra i Šibenika.

Najveći broj ljudi potencijalno ugroženih od poplava živi na području Kaštelanskog zaljeva i to je danas oko 2.900 ljudi godišnje. Prema procjenama, taj bi broj mogao porasti na 12.400 do 2050. godine, a do 2100. dosegnuti 21.100, ako se ostvari scenarij visokog porasta razine mora.

U noći od 12. na 13. studenog 2019. godine Hrvatski hidrografski institut izmjerio je razinu mora u Splitu 45 cm višu nego dan prije, a istog dana 187 cm viša razina mora od lokalne mareografske nule prouzročila je veliku poplavu u Veneciji. Izgrađeni sustav brana Mose je 2022. godine spriječio novu veliku poplavu Venecije – tada je bila prognoza podizanja mora od 170 cm.

Kako zaštititi obalne gradove?

U kontekstu pluvijalnih poplava, glavni uzrok opasnosti su kratkotrajne jake oborine i proces generiranja površinskog otjecanja oborina. Put od uzroka do receptora opisuje površinsko otjecanje oborinske vode.

Kako bi se smanjili rizici i osigurala održivost obalnih gradova,



Prema sadašnjoj situaciji je 270 km² hrvatskog obalnog područja izloženo ekstremnom obalnom vodostaju u predviđanjima za idućih 100 godina, dok bi porast razine mora povećao ovo područje na 320 - 360 km².

(Foto: D. Čevizović)



Osim globalnog podizanja razine mora, već danas su obalni gradovi ugroženi od olujnog uspora mora. Olujno jugo zajedno s niskim tlakom zraka uzrokuje povećanje razine mora i obalno plavljenje.

U obalnim gradovima koji u svom zaleđu imaju brdovit teren događaju se bujične poplave, a koje s klimatskim promjenama postaju sve razornije jer se povećava količina kiše koja padne u kratkom vremenu. Takva razorna poplava dogodila se 2024. godine u Podgori. Iste godine u Valenciji i Španjolskoj bujične poplave su dobile takvu razornu moć da su usmratile više od 200 ljudi.

nužno je prilagoditi urbanističke planove i infrastrukturu na neki od sljedećih načina:

- izgradnja zaštitnih barijera i nasipa (uspješni primjeri su Nizozemska i Venecija, koje koriste napredne sustave obrane od poplava)
- održivo urbanističko planiranje (premještanje ključne infrastrukture na više nadmorske visine te regulacija novogradnje u ugroženim područjima)
- povećanje prirodne otpornosti (obnova obalnih ekosustava koji prirodno štite obalu od erozije i plavljenja)

- integracija tehnologije i inovacija (korištenje pametnih sustava za predviđanje poplava i ranog upozorenja).

Projekt STREAM iz programa INTERREG Italija – Hrvatska (o kojem smo pisali u Hrvatskoj vodoprivredi br. 248) istražio je rizike od poplava uzrokovanih istovremenim jakim oborinama i olujnim usporom mora, upravo u situacijama s kakvim se susreću obalni gradovi tijekom olujnog vremena. U okviru projekta analizirana su šira područja gradova **Poreča, Zadra, Gospića, Biograda n/M, Splita i Metkovića**. Dodatno su analizirane mogućnosti primjene zelenih rješenja i dane preporuke za integralno upravljanje vodama i urbanim područjima. Za područje Splita, od ukupne promatrane površine sliva od 32 km², poplavno područje iznosi 4,3 km² (13,6 %) za veliku vjerojatnost odnosno povratni period od 5 godina. Poplavljeno područje obuhvaća 117 ha stambenih zona, 88 ha industrijskih i 83 ha komercijalnih zona.

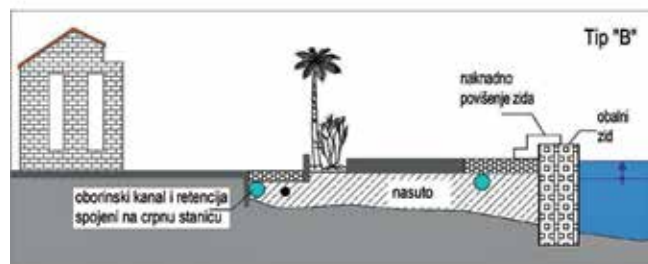
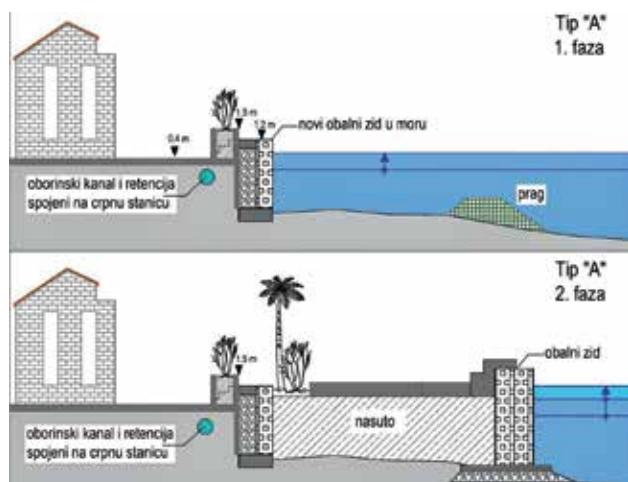
Projekti CoEvolve i ChangeWeCare (o kojima smo pisali u Hrvatskoj vodoprivredi br 246 i br 243), oba iz programa INTERREG Italija – Hrvatska, analizirali su ranjivost od obalnog plavljenja na području **Kaštelanskog zaljeva** te dali preporuke ublažavanja istih primjenom zelenih rješenja i kombiniranih sivo-zelenih rješenja. Obala Kaštelanskog zaljeva podi-

Tip „A”: Kombinirane mjere s minimalnim proširenjem obale

- Podizanje obale
- Gradnja obalnog zida koji smanjuje energiju vala
- Za luke izgradnja odgovarajućeg podizanja lukobrana (zidovi ili nasip)
- Za Rive izvan luka izgradnja podmorskih pragova ispod razine mora i zelenih valobrana - umjetnih grebena
- Stvaranje novih plaža s vanjske strane lukobrana kao mjera za smanjenje utjecaja valova
- Implementacija sustava oborinske odvodnje

Tip „B”: Kombinirane mjere i proširenje Riva i luka

- Kreiranje nove obalne linije na većoj udaljenosti od postojeće s nasipanjem mora
- Mjere su iste kao i kod tipa a), ali sve na novoj obalnoj liniji
- Implementacija sustava oborinske odvodnje



Tipska rješenja zaštite od obalnog plavljenja za tip Rive i luke s privezištima i povijesnim jezgrama mješovite namjene (Autorice: Ivna Sinovčić-Jović, dipl. ing. građ.; Sanja Grahovac, mag. ing. aedif.; Ana Ricov, mag. ing. aedif.)



Primjer urbanog oblikovanja najvrjednijeg obalnog pojasa s elementima zelene infrastrukture i zaštite obale tipičnog obalnog naselja na hrvatskoj obali (Autorica: dr. sc. Ana Grgić)

jeljena je na 6 tipova i za svaki tip je razrađeno konceptijsko rješenje zaštite obalne linije, uzevši u obzir kombinaciju plavljenja od strane mora i bujičnih poplava te faznu izgradnju s obzirom da brzinu i utjecaj klimatskih promjena, ne možemo sa sigurnošću utvrditi. Na primjer, za tip obale koja uključuje rivu i luku s privezištima te povijesnu jezgru, dana su dva tip-ska rješenja A i B, od kojih se rješenje A može izvesti u dvije faze u ovisnosti o brzini porasta razine mora.

Na području topografskog sliva **rijeke Jadro** raste broj stanovnika kao i broj zgrada te se urbane površine povećavaju. Uključujući i planirane zone, odnos prirodnih i umjetnih površina u topografskom slivu je 62 % prirodnih naprema 38 % umjetnih površina. Ovako veliki udjel umjetnih površina u topografskom slivu dovodi do potrebe integralnog upravljanja slivom rijeke i urbanim područjima. Stoga se preporučuje primjena "Urbanog oblikovanja osjetljivog na vodu" (engl. *Water sensitive urban design*) koji uključuje hvatanje kišnice u spremnike, porozno popločavanje, retencijske jarke, kišne vrtove, pješčane filtere i mnoge druge elemente urbanog oblikovanja koji sudjeluju u hidrološkom ciklusu voda.

Projekt DesirMED iz programa Horizon Europe preliminarno je izračunao obuhvat plavljenja u obalnom području **Kaštelanskog zaljeva** prema kartama rizika izrađenim od Hrvatskih voda koje obuhvaćaju bujične poplave i morsko plavljenje. Rezultati pokazuju da će s velikom vjerojatnošću plavljenja (povratni period 25 godina) biti pogođeno 1.900 zgrada, a sa srednjom vjerojatnošću (povratni period 100 godina) 3.100 zgrada. S klimatskim promjenama, povratni periodi se smanjuju tako da će se povećavati broj zgrada u riziku od plavljenja.

Od ukupno analizirane površine od 190 km² na području Kaštelanskog zaljeva, čak 53 km² (28 %) čine izgrađena područja. To upućuje na primjenu Urbanog oblikovanja osjetljivog na vodu. Kako istovremeno sustav odvodnje oborinskih voda nije razvijen tako postoji prilika da se primjene rješenja zasnovana na prirodi (engl. *nature based solutions*) i kombinirana sivo-zelena rješenja za odvodnju oborinskih voda: bioretencije, kišni vrtovi, infiltracijski kanali, porozna parkirališta i nogostupi kao i da se korita bujičnih potoka renaturaliziraju.

Grad Pula je predvodnik primjene elementa zelene infrastrukture među hrvatskim gradovima i dobitnik je nagrade **Adriatic Adaptation Award 2023. godine** za najbolja rješenja



Karta vjerojatnosti plavljenja zgrada na području Kaštela: tamnoplava velika vjerojatnost (povratni period 25 godina), srednje plava srednja vjerojatnost (povratni period 100 godina) i svijetlo plava mala vjerojatnost (povratni period 1000 godina) (Autorica: dr. sc. Samanta Bačić)

Grad Pula - predvodnik primjene elemenata zelene infrastrukture

Grad Pula dobitnik je nagrade Adriatic Adaptation Award 2023. godine za najbolja rješenja za prilagodbu klimatskim promjenama na Jadranu. Rješenja zasnovana na prirodi primijenio je na više ulica, trgova, gradskoj obilaznici, dječjem igralištu, trgovačkom centru i sustavno ih uveo u prostorni plan. Raznim rješenjima se oborinske vode zadržavaju i pročišćavaju u što većim količinama na mjestu na kojem nastaju.



za prilagodbu klimatskim promjenama koja su razvijena i provedena na području Jadrana. Nagradu je Grad Pula dobio za primjenu rješenja zasnovanih na prirodi za odvodnju oborinskih i površinskih voda koje je primijenio na više ulica, trgova, gradskoj obilaznici, dječjem igralištu, trgovačkom centru i sustavno ih uveo u prostorni plan. Korišteni su sljedeći elementi rješenja: zelene depresije, infiltracijski jarci, retencijski bazeni, kišni vrtovi i umjetne močvare – lagune. Ovi elementi nastoje oborinske vode zadržati i u što većim količinama, pročišćavati na mjestu na kojem nastaju.

Izgradnja otpornosti na klimatske promjene je složen i skup proces za obalne gradove. **Projekt Adriadapt** iz programa INTERREG Italija – Hrvatska izgradio je informacijsku platformu o otpornosti na klimatske promjene za jadranske lokalne zajednice. Platforma sadrži smjernice i priručnike, pregled mogućnosti prilagodbe, primjere iz prakse, alat za integralno planiranje prilagodbe te druge korisne informacije o prilagodbi na klimatske promjene. Platformu je izradio Centar za regionalne aktivnosti Programa prioritarnih akcija iz Splita. Platforma je dostupna na poveznici <https://adriadapt.eu/hr/>

Tekst: dr. ing. Zijah Mahmutspahić

KLIMATSKA NEUTRALNOST I UREĐAJI ZA PROČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA

STAKLENIČKI PLINOVİ SU NAJVAŽNIJI UZROK GLOBALNOG ZATOPLJENJA, A KOMUNALNI UREĐAJI ZA PROČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA (UPOV) ZNAČAJNI SU PROIZVOĐAČI NEKIH OD PLINOVA. STOGA, PUT DO KLIMATSKI NEUTRALNE EUROPSKE UNIJE, KOJOJ SE TEŽI DO 2050. GODINE, NEĆE MOĆI ZAOKLIČITI OVE UPOV-E.

Komunalni UPOV-i su objekti koji značajno doprinose emisiji stakleničkih plinova u atmosferu i to direktnim i indirektnim putem. Direktno, kao postrojenja koja svojim radom proizvode stakleničke plinove, u prvom redu NO_2 – dušikov dioksid i CH_4 – metan, te indirektno kao veliki potrošači električne energije, izraženo preko ugljičnog otiska (t CO_2) nastalog radom vanjskih postrojenja za proizvodnju električne energije koja se koristi za potrebe rada UPOV-a. U istraživanju koje je provedeno u Švicarskoj i objavljeno 2023. godine se tvrdi da oko 750 UPOV-a, koliko ih se u Švicarskoj nalazi u pogonu, proizvedu 2,5 % ukupne količine stakleničkih plinova na godišnjoj državnoj razini što nije zanemariv udio, jer se u istom istraživanju navodi kako ukupan nacionalni zračni promet stvara tek nešto više od toga ili 3 % stakleničkih plinova.

Naslovna tema ovogodišnjeg Svjetskog dana voda "Glacier preservation" (Očuvanje ledenjaka) ponovo upozorava kako klimatske promjene kojima svjedočimo imaju pogubne posljedice na svijet koji nas okružuje. Staklenički plinovi su najvažniji uzrok globalnog zatopljenja, a komunalni uređaji za pročišćavanje otpadnih voda (UPOV) značajni su proizvođači nekih od tih plinova. Direktna i indirektna emisija stakleničkih plinova s UPOV-a može doseći i trećinu ukupnih emisija generiranih od strane komunalnih institucija i poduzeća. Iz tog razloga jasno je da put do klimatski neutralne Europske unije, kojoj se teži do 2050. godine, neće moći zaobići UPOV-e kao značajne emitere stakleničkih plinova.

Dušikov dioksid je plin koji, između ostalog, nastaje i radom UPOV-a i to dominantno na tehnološkoj liniji obrade otpadne vode dok **metan** nastaje prevladavajuće na tehnološkoj liniji obrade otpadnog mulja. Za razliku od metana koji je štetan kao staklenički plin na UPOV-ima s aerobnom stabilizacijom, a

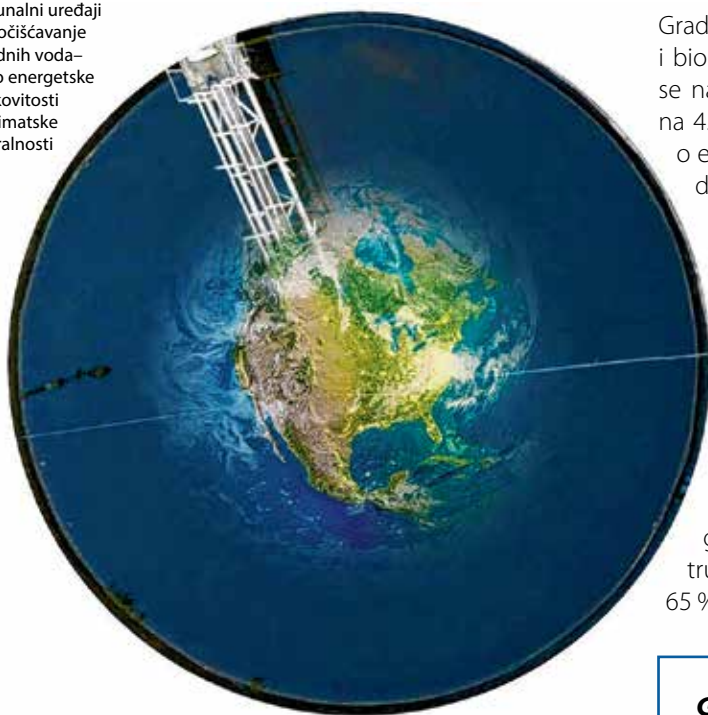
Procjenjuje se da je u strukturi stakleničkih plinova nastalih radom UPOV-a, dušikov dioksid dominantan s udjelom koji prelazi 50 % dok je udio metana manji i kreće se u rasponu od 15 % do 20 %. Razmatrajući period od 100 godina, dušikov dioksid ima 12 puta veći potencijal globalnog zatopljenja od metana, a gotovo 300 puta veći od CO_2 .

prevalentno koristan kao komponenta bioplina na UPOV-ima s anaerobnom stabilizacijom, dušikov dioksid je apsolutno štetan produkt rada UPOV-a.

Štetnost strukture stakleničkih plinova (u korist dušikovog dioksida) pojačana je još i činjenicom da dušikov dioksid, kada dospje u atmosferu, razmatrajući npr. vremenski horizont od 100 godina, ima 12 puta veći potencijal globalnog zatopljenja od metana, a gotovo 300 puta veći od CO_2 - ugljikovog dioksida. Jedan od problema vezanih na stakleničke plinove, a posebice za dušikov dioksid, je činjenica da je relativno zahtjevno na operativnom nivou provoditi njihovo mjerenje. Količina metana se kod anaerobne stabilizacije mjeri kroz mjerenje količine i sastava bioplina, čija se produkcija u fazi planiranja procjenjuje na 450 l/kg ST otpadnog mulja koji ide u digestore. Što se tiče dušikovog dioksida, prema objavljenim istraživanjima, može se poći od toga da 1,8 % do 3,4 %

Nova EU-Direktiva o pročišćavanju komunalnih otpadnih voda traži da svi UPOV-i > 150.000 ES moraju imati III. stupanj pročišćavanja do kraja 2039. godine uz smanjenje koncentracije N_{ukp} u ispustu pročišćene otpadne vode sa sadašnjih 10 mg/l na 8 mg/l, kao i da svi UPOV-i > 10.000 ES do 2045. godine moraju biti 100 % energetski neutralni.

Komunalni uređaji
za pročišćavanje
otpadnih voda –
preko energetske
učinkovitosti
do klimatske
neutralnosti



dušika iz dotoka otpadnih voda na UPOV biva ispušteno u atmosferu u formi dušikovog dioksida.

Smanjenje emisije dušikovog dioksida se može i.a. postići optimalizacijom rada UPOV-a jer je empirijski potvrđeno da UPOV-i s nižim koncentracijama N_{ukp} (ukupni dušik) u ispustu, znači UPOV-i koji imaju dobro funkcionirajući III. stupanj pročišćavanja, emitiraju u atmosferu i manje količine dušikovog dioksida.

Nova EU-Direktiva o pročišćavanju komunalnih otpadnih voda impostira (i) u tom smislu zahtjev koji posredno smanjuje njegovu emisiju, traženjem da svi UPOV-i > 150.000 ES moraju imati III. stupanj pročišćavanja do kraja 2039. godine te da se za njih traži i smanjenje koncentracije N_{ukp} u ispustu pročišćene otpadne vode sa sadašnjih 10 mg/l na 8 mg/l. Što se tiče metana, smanjenje njegovog štetnog djelovanja najefikasnije se može postići na način da se aerobna stabilizacija mulja zamijeni anaerobnom stabilizacijom. Nova EU-Direktiva o pročišćavanju komunalnih otpadnih voda (i) na toj crti traži da svi UPOV-i > 10.000 ES do 2045. godine moraju biti 100 % energetske neutralni, a to u praksi uobičajeno znači i korištenje bioplina iz digestora za proizvodnju električne energije.

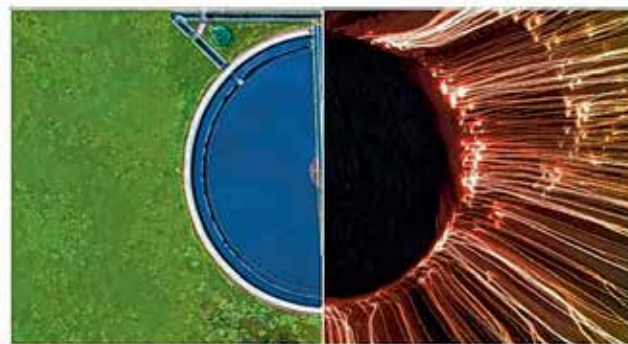
No, uz sve prethodno rečeno ipak se ukupan štetan klimatski utjecaj rada UPOV-a najefikasnije može smanjiti redukcijom ili neutralizacijom njegovog indirektnog utjecaja na način "skidanja UPOV-a" s vanjske elektroenergetske mreže. Radi ilustracije, računa se da godišnja potrošnja električne energije svih UPOV-a u SR Njemačkoj od 4.400 GWh generira godišnji ugljični otisak od 3.000.000 t CO_2 kao eksterni efekt njihovog rada.

Primjer UPOV-a iz Beča

Austrijski primjer grada Beča i njegovog centralnog UPOV-a predstavlja dobar način/model kako se kroz odgovorno planiranje i djelovanje može mijenjati tehnološka stvarnost.

Gradski UPOV grada Beča pušten je u pogon 1980. godine i bio je projektiran na 2.0 milijuna ES. Već 2005. godine išlo se na rekonstrukciju UPOV-a i povećanje veličine izgradnje na 4.0 milijuna ES. Ubrzo nakon toga počelo se razmišljati i o energetskej problematici rada UPOV-a te je 2010. godine donesena odluka da se ide u izradu studije izvodljivosti za energetskej optimalizaciju rada, s obzirom da je potrošnja električne energije UPOV-a na godišnjem nivou iznosila 1 % ukupne potrošnje grada Beča. Izrađena studija izvodljivosti predložila je rješenje po kojemu bi se trebalo pristupiti tehnološkoj rekonstrukciji UPOV-a na način da se grade objekti za anaerobnu stabilizaciju i energetskej iskorištavanje bioplina. Po usvajanju studije izvodljivosti pristupilo se izradi projektne dokumentacije, gradnji, probnom radu, te početkom 2021. godine i puštanju u redovni pogon rekonstruiranog gradskog UPOV-a, sada sa 6 digestora u kojima godišnje truljenjem mulja nastaje oko 20 milijuna m^3 bioplina s oko 65 % metana, koji se (bioplin) uz prethodni tretman aktivnim

Godišnje se na bečkom UPOV-u potroši oko 63 GWh električne energije, a proizvede oko 78 GWh, što je gotovo 25 % više električne energije nego što se potroši. Također, uređaj proizvodi oko 82 GWh toplinske energije, a troši 40 GWh, pa višak predaje u javni gradski energetskej sustav. Računa se da se je ugljični otisak njegovoga rada smanjio za oko 40.000 t CO_2 .



ugljenom radi poboljšanja njegove kvalitete, putem kogeneracijskog postrojenja, pretvara u električnu energiju.

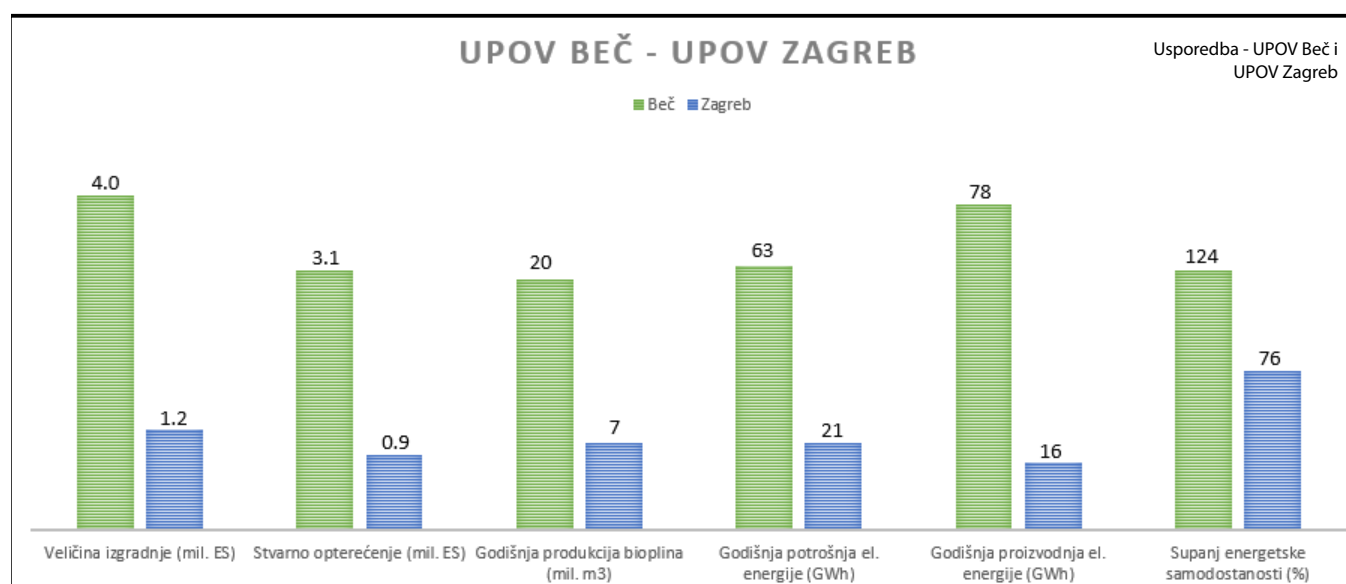
Pokraj električne energije, na bečkom UPOV-u se proizvodi i toplinskej energije u količini koja dvostruko prelazi potrebe samog UPOV-a (40 GWh potrošnja, a 82 GWh proizvodnja). Višak ostvarene energije predaje se iz UPOV-a u javni gradski energetskej sustav, na koji je UPOV iz razloga pogonske sigurnosti ostao priključen. Postizanjem potpune energetske neutralnosti bečkog UPOV-a računa se da se je ugljični otisak njegovoga rada smanjio za oko 40.000 t CO_2 .

U grafičkom prikazu daje se usporedba UPOV-a u Zagrebu i UPOV-a u Beču vezano na parametre od interesa za ovo razmatranje.

Iz grafičkom prikaza je vidljivo da zagrebački gradski UPOV u



Zagrebački gradski UPOV (Foto: R. Mavar)



svim stavkama, s blagim varijacijama, zadržava odnos s bečkim UPOV-om od oko 1:3 (+/-10 %), osim godišnje proizvodnje električne energije gdje je odnos oko 1:5, što govori o potrebi i mogućnosti povećanja količine interno proizvedene električne energije na zagrebačkom UPOV-u na čemu se u budućnosti mora poraditi.

Zaključak

Komunalni UPOV-i su veliki emiteri stakleničkih plinova i bez redukcije njihovog štetnog utjecaja neće se moći ostvariti zacrtana klimatska neutralnost. Nova EU Direktiva o pročišćavanju komunalnih otpadnih voda će kroz ispunjenje najmanje

Provođenje mjera i aktivnosti na ostvarenju obveza iz EU-Direktive o pročišćavanju komunalnih otpadnih voda bit će dio našeg nacionalnog doprinosa borbi protiv klimatskih promjena i globalnog zatopljenja.

tri svoja cilja (izgradnja III. stupnja pročišćavanja, smanjenje parametara N_{ukp} na ispustu UPOV-a i energetska neutralnost UPOV-a) imati i direktnog utjecaja na smanjenje količine stakleničkih plinova koji se što direktno, što indirektno mogu povezati s radom UPOV-a.

Empirijski je potvrđeno da UPOV-i koji imaju dobro funkcionirajući III. stupanj pročišćavanja, emitiraju u atmosferu i manje količine dušikovog dioksida





Turistička područja imaju povećanu potražnju za vodom, pa je koncipiranje ponovne upotrebe vode potrebno ispravno integrirati u procese planiranja (Foto: R. Kramarić)

Tekst: mr. sc. Alena Vlašić, dipl. ing. bioteh., doc. dr. sc. Siniša Širac, dipl. ing. kem.

PONOVNA UPOTREBA VODE

Mjera jačanja otpornosti na klimatske promjene

NAJVAŽNIJE NACIONALNE STRATEGIJE KAO I DOMAĆA I EUROPSKA REGULATIVA RAZVILI SU MJERE I POSTUPKE ZA JAČANJE OTPORNOSTI NA KLIMATSKE PROMJENE KOJE SE ODNOSU NA MOGUĆNOST PONOVNE UPOTREBE VODE.

Kako su vodni resursi temeljni elementi kvalitete života, potrebno je njima sustavno i odgovorno upravljati, posebno u složenim klimatskim uvjetima. Klimatske promjene, nepredvidivi vremenski obrasci i suše, znatno doprinose pritisku na raspoloživost vode koji je uzrokovan urbanim razvojem, poljoprivredom, razvojem turizma i industrije. Buduća situacija s održivim vodnim resursima u osnovi će ovisiti o stanju njihove obnove na što će djelovati klimatske promjene i onečišćenje. Za održivost vodnog sustava nužna je ravnoteža između ponude i potražnje za vodom. Najvažnije nacionalne strategije kao i domaća i europska regulativa razvili su mjere i postupke za jačanje otpornosti na klimatske promjene koje se odnose na mogućnost ponovne upotrebe vode.

Nacionalne strategije

Prema **Strategiji nacionalne sigurnosti Republike Hrvatske (NN 73/17)** klimatske promjene su "sigurnosna prijetnja, rizik i izazov za Republiku Hrvatsku". Strategija prepoznaje stvaranje Ekološke Hrvatske kao jedan od glavnih strateških ciljeva. Prema **Nacionalnoj razvojnoj strategiji Republike Hrvatske do 2030. godine (NN 13/21)** intenzivirat će se projekti za jačanje otpornosti na klimatske promjene u vodoopskrbi i upravljanju otpadnim vodama. U cilju učinkovitijeg upravljanja vodnim resursima i prilagodbi naših sustava na klimatske promjene, u **Strategiji prilagodbe klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj za razdoblje do 2040.**

godine s pogledom na 2070. godinu (NN 45/20) kao mjera visoke važnosti vezano za jačanje otpornosti urbanih područja na antropogene pritiske uvjetovane klimatskim promjenama, uvrštena je analiza mogućnosti ponovne upotrebe pročišćenih otpadnih i oborinskih voda te izrada plana racionalizacije korištenja voda u uvjetima povećanih potreba zbog klimatski nepovoljnijih hidroloških prilika. Kao smjernicu za niskougledni razvoj do 2030. godine **Strategija niskouglednog razvoja Republike Hrvatske do 2030. s pogledom na 2050. godinu (NN 63/21)** navodi da je potrebno analizirati mogućnosti za korištenje pročišćenih otpadnih voda za navodnjavanje poljoprivrednih površina. Jedan od glavnih ciljeva **Strategije održivog razvitka Republike Hrvatske (NN 30/09)** je osigurati tijekom planiranja gospodarskih djelatnosti, a osobito eksploatacijskih zahvata, racionalno korištenje neobnovljivih prirodnih dobara te održivo korištenje obnovljivih prirodnih izvora. Polazeći od koncepta održivog razvoja **Nacionalna strategija zaštite okoliša (46/02) s Nacionalnim planom djelovanja za okoliš (46/02)** zalaže se za uvođenje zaštite okoliša u sve druge strateške planove Republike Hrvatske i, posljedično, integraciju zaštite okoliša u sve sektorske segmente.

Temeljni cilj vodnoga gospodarstva, utvrđen u **Strategiji upravljanja vodama (91/08)** osiguranje je održivog korištenja oborinskih voda.

Nacionalna regulativa

Temeljni dokument kojim se osigurava cjelovito očuvanje kakvoće okoliša te biološke i krajobrazne raznolikosti, racionalno korištenje prirodnih dobara i energije na najpovoljniji način za okoliš, kao osnovni uvjet zdravog života i temelj održivog razvoja je **Zakon o zaštiti okoliša (NN 80/13, 153/13, 78/15, 12/18, 118/18)**. **Zakonom o vodama (NN 66/19, 84/21, 47/23)** uređuju se pravni status voda, vodnoga dobra i vodnih građevina, upravljanje kakvoćom i količinom voda, zaštita od štetnog djelovanja voda, detaljna melioracijska odvodnja i navodnjavanje, posebne djelatnosti za potrebe upravljanja vodama, institucionalni ustroj obavljanja tih djelatnosti i druga pitanja vezana za vode i vodno dobro.

U odredbi Pravilnika o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda (NN 26/20), pročišćene otpadne vode ponovno se koriste kad god je moguće (prikladno) uz uvjet da se minimaliziraju štetni učinci na okoliš na način utvrđen odgovarajućim vodopravnim aktom.

U Odluci o zonama sanitarne zaštite izvorišta vode za piće u Istarskoj županiji (SN IŽ 12/05, 2/11) navodi se da će se sanitarne i tehnološke otpadne vode rješavati izgradnjom sustava javne odvodnje s drugim stupnjem pročišćavanja, a gdje nema tehničke ni ekonomske opravdanosti otpadne vode pročišćavati na vlastitom uređaju drugog ili odgovarajućeg stupnja pročišćavanja s ispuštanjem u pod-

zemlje putem upojnog bunara ili drenaže odnosno ponovno koristiti za tehnološku vodu ili za potrebe navodnjavanja.

Europska regulativa

Cilj **Okvirne direktive o vodama EU-a (2000)** jest sprječavanje daljnje degradacije voda, zaštita i poboljšanje stanja ekosustava i uspostava sustava održivog korištenja voda temeljeno na dugoročnoj zaštiti vodnih resursa. Popis dopunskih mjera iz dijela B Priloga VI. Direktive sadržava, među ostalim, mjere za ponovnu upotrebu vode. Preinaka **Direktive o pročišćavanju komunalnih otpadnih voda (2024/3019)**, koja je na snazi od 01. siječnja 2025., stavlja naglasak na poticanje i primjenu ponovne upotrebe pročišćenih komunalnih otpadnih voda kad god je to primjereno, posebno u područjima pogođenima nestašicom vode, i u sve odgovarajuće svrhe, uz istodobno osiguravanje minimalnog ekološkog protoka prihvatnih voda i uzimajući u obzir potrebu da se osigura postizanje ciljeva dobrog ekološkog i kemijskog stanja prihvatnih vodnih tijela, kako je definirano u Okvirnoj direktivi.

Potencijal za ponovnu upotrebu pročišćenih komunalnih otpadnih voda trebalo bi procijeniti uzimajući u obzir planove upravljanja riječnim slivovima. Postavljanje strožih zahtjeva za pročišćavanje komunalnih otpadnih voda i mjere za bolje praćenje, nadzor i smanjenje onečišćenja na izvoru utjecat će na kvalitetu pročišćenih komunalnih otpadnih voda, pa će se time podupirati ponovna upotreba vode.

Uredbom 2020/741 Europskog parlamenta i vijeća od 25. svibnja 2020. o minimalnim zahtjevima za ponovnu upotrebu vode utvrđuju se minimalni zahtjevi u pogledu kvalitete vode i praćenja te odredbe o upravljanju rizicima i o sigurnoj upotrebi obrađene vode u kontekstu integriranog upravljanja vodama. Svrha ove Uredbe zajamčiti je da obrađena voda bude sigurna za navodnjavanje poljoprivrednih površina, čime se osigurava visoka razina zaštite okoliša te zdravlja ljudi i životinja. Uredba također promiče kružno gospodarstvo, podupire prilagodbu na klimatske promjene i doprinosi ciljevima Okvirne direktive. Izdane su i **Smjernice za potporu primjeni ove Uredbe (2022/C 298/1)** u kojima se govori o općim i administrativnim obvezama utvrđenih Uredbom, području primjene te tehničkim aspektima.

Klimatske promjene i održivo korištenje resursa

Danas u više zemalja Mediterana ima predjela u kojima zahvaćanje voda narušava održivost vodnih resursa i okoliš, a takvo bi se stanje u budućnosti moglo lako pogoršati. Očuvanje vodnih resursa hidrološki je odgovor na taj problem. Korištenje pročišćenih otpadnih voda važna je sastavnica strategije

očuvanja vodnih resursa. Prema Strategiji prilagodbe klimatskim promjenama kao mjera visoke važnosti vezano za jačanje otpornosti urbanih područja na antropogene pritiske uvjetovane klimatskim promjenama, prepoznate su sljedeće aktivnosti:

- izrada plana racionalizacije korištenja voda u uvjetima povećanih potreba zbog klimatski nepovoljnijih hidroloških prilika
- analiza mogućnosti ponovne upotrebe pročišćenih otpadnih i oborinskih voda.

Mogućnost korištenja pročišćenih otpadnih voda u Hrvatskoj – EU projekti

Postoje razne tehnologije pročišćavanja koje manje ili više uspješno pročišćavaju otpadne vode za potrebe navodnjavanja, kao i u druge svrhe poput zalijevanja zelenih površina, rekreacijskih zona, kampova, pranja javnih gradskih površina te kao tehnološka voda unutar postrojenja. Budući da je na području Iste izgrađen i u izgradnji veći broj uređaja za pročišćavanje otpadnih voda za koje je predviđena ponovna upotreba vode u svrhu navodnjavanja gradskih zelenih površina, u nastavku je dan prikaz nekoliko primjera.

U **Poreču** su izgrađena 4 uređaja s membranskom tehnologijom pročišćavanja otpadnih voda. Ukupni kapacitet obrade otpadne vode svih uređaja za pročišćavanje je 137.500 ekvi-

valent stanovnika (ES). Radi se o najsuvremenijim uređajima koji kroz ultrafiltraciju na membranama te dodatnom UV dezinfekcijom postižu najviši III. stupanj pročišćavanja otpadnih voda. Ne samo da se na taj način čuva okoliš i naš najvrjedniji resurs – more, već će se voda moći ponovno koristiti za zalijevanje zelenih površina i druge javne potrebe, a u svrhu zaštite vodnih resursa.

Poreč

Otpadna voda se pročišćava do stupnja da je prikladna za navodnjavanje zelenih površina te sportskih terena, za pranje ulica i drugih sličnih aktivnosti i djelatnosti.

Zbog izvanrednih situacija u vodoopskrbi i uvedenih mjera redukcije korištenja pitke vode I. stupnja, tijekom ljetnih mjeseci (srpanj i kolovoz) 2022., Odvodnja Poreč obavijestila je građane i sve zainteresirane o mogućnosti korištenja pročišćene tehničke vode s UPOV-a. Pročišćena voda distribuirala se najviše turističkom sektoru, komunalnim i sportskim društvima, a koristila se za zalijevanje sportskih terena (teniskih, nogometnih, golf), u hortikulturi (zalijevanje ukrasnog bilja) te javnih površina.

Projekt prikupljanja, odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda na području aglomeracije **Rovinj** predvidio je ponovnu upo-



UPOV Poreč – jug (48.000 ES), UPOV Poreč – sjever (37.000 ES), UPOV Lanterna (30.000 ES), UPOV VRSAR (22.500 ES) - slijeva nadesno (Izvor: "Studija ocjene i praćenja učinkovitosti provedbe projekta izgradnje kanalizacijske mreže i analize učinkovitosti rada uređaja za pročišćavanje otpadnih voda u Gradu Poreču" Proning DHI, IHE Delft Foundation Nizozemska, IMDC Belgija, Ruđer Bošković Zagreb i PBF Zagreb, 2022.)



UPOV Cuvi - Rovinj (63.000 ES) – lijevo; Povratni tlačni cjevovod pročišćene otpadne vode – desno (Izvor: Brošura H2O UPOV Cuvi – IDAR Cuvi, 2025.)

trebu pročišćene vode čime se postiže učinkovito upravljanje vodnim resursima na području Istre. Izgrađen je UPOV Cuvi, kapaciteta od 63.000 ES, MBR tehnologije te tlačni distributivni cjevovodi za navodnjavanje zelenih površina korištenjem pročišćenog efluenta.

EU Projekt Pобољшanje sustava odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda u aglomeracijama **Umag-Savudrija-Novigrad Istarski** prema kojem je planirana izgradnja novog postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda III. stupnja pročišćavanja na lokaciji "Umag jug", kapaciteta 59.000 ES s modulom za dodatni tretman efluenta za ponovnu upotrebu vode i nadogradnja postojećeg postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda s I. stupnja na III. stupanj pročišćavanja "Novigrad", kapaciteta 30.000 ES s modulom za dodatni tretman efluenta za ponovnu upotrebu vode.

Rovinj

Otpadne vode prije ponovnog korištenja proći će kroz dodatni UV tretman te će se dovoditi povratnim tlačnim cjevovodima u ukupnoj dužini od 6,6 km do zelenih površina za navodnjavanje. Time se smanjuje upotreba pitke vode te povećava učinkovitost upravljanja vodnim resursima na području Istre.

U Studiji izvedivosti za Aglomeraciju **Labin-Raša-Rabac** (2020) navodi se da obzirom na visoki stupanj obrade vode primjenom MBR tehnologije, uputno je razmotriti i mogućnost ponovne uporabe obrađene vode (zalijevanje zelenih površina, tehnološka voda, pranje ulica i sl.). Planirani uređaj za pročišćavanje otpadnih voda kapaciteta je 20.100 ES.

Pregled nekih od malih uređaja

Na lokaciji općine **Bale** izgrađen je UPOV kapaciteta 1.500 ES membranske tehnologije. Tijekom ljetnih mjeseci 2022. izrazito sušne godine, zbog izvanrednih okolnosti i uvođenja mjera redukcije pitke vode, svi zainteresirani građani s područja Općine Bale imali su mogućnost korištenja pročišćene tehničke vode s UPOV Bale. Voda na uređaju pročišćava se do stupnja da je prikladna za navodnjavanje zelenih površina, sportskih

terena te za pranje ulica i drugih sličnih aktivnosti i djelatnosti. Na području općine **Kanfanar** prikupljaju se otpadne vode Istragrafike d.d., Tvornice duhana Rovinj i dio stambenih objekata na području Burića i Kanfanara te pročišćavaju na MBR uređaju, kapaciteta 1.900 ES. Voda služi za zalijevanje zelenih površina u krugu uređaja. Na otočiću **Sv. Andrija**, 2006. godine izgrađen je MBR uređaj kapaciteta 300 m³/dan što odgovara potrošnji vode 1.500 osoba. Tako se riješio problem pročišćavanja otpadnih voda iz hotelskog naselja, a dobile se velike količine vode za ponovno korištenje, za zalijevanje zelenih površina, zalijevanje sportskih terena, protupožarnu zaštitu i sanitarne potrebe.

Na području Istre nalazi se još značajan broj primjera malih uređaja s mogućnosti ponovne upotrebe voda. Time se pozitivno utječe na održivost resursa pitke vode na području Istarske županije koja ima poteškoća s raspoloživosti vode tijekom sušnih godina u vrhu turističke sezone.

Zaključak

Klimatske promjene sve više postaju prijetnja i izazov. Osobito osjetljivi sektori na klimatske promjene, koje se očituju kao ekstremne vrućine, suše i oborine, jesu vodno gospodarstvo, poljoprivreda, šumarstvo, energetika i turizam. Stoga će se prema nacionalnim strategijama intenzivirati projekti za jačanje otpornosti na klimatske promjene u vodoopskrbi i upravljanju otpadnim vodama. Očekuje se da će se u mediteranskim područjima smanjiti raspoloživost vode i povećati zahvaćanje vode za navodnjavanje. Upravljanje ponudom i potražnjom za vodom ima za cilj štednju ograničenih vodnih resursa te optimizaciju iskorištavanja postojećih. Važno je osigurati da je koncipiranje ponovne upotrebe vode ispravno integrirano u procese planiranja. To se posebno odnosi na turistička područja koja u vrijeme sezonskog povećanja stanovništva imaju povećanu potražnju za vodom. Učinkovito uključivanje javnosti, sudjelovanje svih dionika tijekom cijelog ciklusa i odgovarajuća edukacija ključni su elementi, jer se projekti ponovne upotrebe vode rijetko mogu provesti bez društvenog prihvaćanja.

Tekst: mr. sc. Daria Čupić dipl. ing. geol.; mr. sc. Alena Vlašić dipl. ing. bioteh.



OD PODZEMLJA DO POVRŠINE

Uloga geologije u održivoj energiji i iskorištavanju resursa

Velika Ciglena, proizvodno ispitivanje
postrojenja (Foto: D. Domitrović)





Skupština
Hrvatskog geološkog društva
održati će se
u utorak, 17. prosinca 2024. godine s početkom u 18 sati
u atriju palače Amadeo
Hrvatski prirodoslovni muzej
Program:

Oкупljanje članova - 17:30-18:00
Uvodna obraćanja - 18:00-18:10
Predsjednik HGD-a
Ravnateljica HPM-a

Panel - 18:10 - 19:15

Od podzemlja do površine: uloga geologije u održivoj energiji i iskoristavanju resursa

Panelisti:
Josip Bubrić - INA - Direktor istraživanja i proizvodnje nafte i plina
Marjan Kupan - AZU, Predsjednik uprave
Slobodan Miko - HGI - Ravnatelj
Sibila Borojević Šokarić - RGNF - Zavod za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine
Madiena Ožanić - MZOZT - Voditeljica službe
Blanka Ovesko Tešović - PMF - Geološki odsjek
Daria Čupić - Hrvatske vode - Sektor razvika i vodosposobnog planiranja

Moderatorica: Barbara Gluhak Popović

Službeni dio skupštine - 19:15-20:15
Dodjela priznanja i nagrada - 20:15-20:30
Organiziran posjet Hrvatskom prirodoslovnom muzeju
Prigodan domjenak i druženje








Okrugli stol je dao doprinos Hrvatskom geološkom društvu te ukazao potrebu za osnivanjem Odsjeka za geoenergiju, na čemu će se početi raditi u 2025. godini

U Islandu se 90 % stanovnika grije na geotermalnu energiju (Foto: M. Umičević)



OKRUGLI STOL U ORGANIZACIJI HRVATSKOG GEOLOŠKOG DRUŠTVA S TEMOM "OD PODZEMLJA DO POVRŠINE: ULOGA GEOLOGIJE U ODRŽIVOJ ENERGIJI I ISKORIŠTAVANJU RESURSA" DAO JE OSVRT NA STANJE I KORIŠTENJE MINERALNIH I GEOTERMALNIH VODA, KOJE SE USKLAĐUJE S NJIHOVIM EKOLOŠKIM I DRUGIM KARAKTERISTIKAMA KAKO BI SE OSIGURALA NJIHOVA ODRŽIVOST.

U vrijeme globalne energetske krize geotermalna energija predstavlja jedno od značajnih energetske rješenja za Hrvatsku. Neophodno je prije svega osigurati održivo korištenje tog resursa. U okviru 38. redovne skupštine Hrvatsko geološko društvo organiziralo je 17. prosinca 2024. okrugli stol "Od podzemlja do površine: uloga geologije u održivoj energiji i iskorištavanju resursa" u palači Amadeo Hrvatskog prirodoslovno muzeja. Bio je to doprinos temi održivog upravljanja vodama u okvirima klimatskih promjena i geotermalnih voda kao resursa o kojem se sve češće priča u javnosti i aktualizira njihov potencijal u Hrvatskoj. Stoga dajemo pregled rasprava s osvrtom na najaktualnije teme i činjenice.

Hrvatsko geološko društvo je dobrovoljna strukovna udruga koja okuplja geologe, kao i institucije iz područja geoloških znanosti, te svih osoba koje se zanimaju za geologiju. Na redovnoj skupštini društva održan je interesantan okrugli stol na kojem je ulogu moderatora imala Barbara Gluhak Popović iz Agencije za ugljikovodike, dok su panelisti bili Josip Bubičić-INA, Marijan Krpan - AZU, Madlena Ožanić - MZOZT, Sibila Borojević Šošćarić - RGNF, Slobodan Miko - HGI, Blanka Cvetko Tešović - PMF i Daria Čupić - Hrvatske vode. Panel je organiziran kroz dva tematska ciklusa i to: Industrija, zakonska regulativa i Znanost.

Na području Industrije i zakonske regulative predstavnici Uprave Agencije za ugljikovodike Marijan Krpan i Josip Bubičić predstavili su geotermalne vode kao budućnost obnovljivih izvora energije u kombinaciji s fosilnim gorivima u energetske strategiji Hrvatske. Iznijeta je strategija, kao i projekti koje provodi Agencija za ugljikovodike te INA kako bi omogućila transformaciju energetskega sektora.

Misija Agencije za ugljikovodike je pretvoriti energetske potencijale u energetske resurse koji će osigurati stabilnost i energetske sigurnost Hrvatske. Glavna zadaća Agencije za ugljikovodike je odgovorno upravljanje prirodnim resursima, te korištenje domaćih potencijala koji mogu pomoći energetske tranziciji i održivosti zemlje. Agenciji je, sukladno ciljevima i obvezama preuzetim iz Nacionalnog plana oporavka i otpornosti (NPOO), dodijeljena i uloga provedbe geotermalnih projekata do 2026. godine. Raspoloživi scenariji o budućnosti korištenja obnovljivih izvora u kombinaciji s fosilnim gorivima ovisi o implementaciji klimatskih ciljeva u nacionalna zakonodavstva.

Pariški sporazum je usmjeren na ograničavanje globalnog zagrijavanja i borbu protiv klimatskih promjena, potpisan 2015., no i nakon toga svjetske **proizvodnje i potrošnje nafte** i plina uglavnom su nastavile rasti uz manje oscilacije. Iz podataka o naftnim trendovima vidljivo je da se proizvodnja nafte s 97 milijuna barela dnevno, 2015., prvo spustila na 94 milijuna barela dnevno 2019. pa je uslijedio rast na 105 milijuna barela dnevno 2024. Potrošnja nafte, prošla je isti trend nakon Pariškog sporazuma, uz nešto niže pokazatelje količina potrošnje od proizvodnje. Kad su u pitanju proizvodnja i

potrošnja **plina**, one su imale još jasniji trend povećanja od nafte. S godišnje proizvodnje plina u svijetu 2015. od 3.650 milijardi kubičnih metara došlo se 2024. do pokazatelja od 4.350 milijardi kubičnih metara, uz gotovo stalni uzlazni trend u proteklih devet godina. Misija i cilj INE je proizvoditi novu energiju za kupce na siguran način te tražiti nove isplative resurse.

Trenutni geotermalni portfelj, prema podacima AZU, čini 12 eksploatacijskih polja i 23 istražna prostora.

Skrenuta je pozornost na velike domaće potencijale u geotermalnoj energiji u proizvodnji električne i toplinske energije. Također je ukazano na značenje projekta "Priprema i istraživanje geotermalnog potencijala u kontekstu centraliziranog grijanja", koji se financira u sklopu NPOO-a u iznosu od 50,7 milijuna eura. Potonji iznos namijenjen je za snimanje mogućih istražnih prostora, studije potencijala i izradu istražnih geotermalnih bušotina.

Raspravi se pridružila i profesorica s RGNF Sibila Borojević Šošćarić i ravnatelj HGI Miko Slobodan predstavljajući nove istraživačke projekte koje se provode na području geotermalnih i mineralnih voda. Sve više novih projekata stimulira se **Uredbom Europskog parlamenta i vijeća o uspostavi okvira za osiguravanje sigurne i održive opskrbe kritičnim sirovinama** (2024/1252) (Critical Raw Material Act – CRMA), koja je 23. svibnja 2024. godine stupila na snagu. Na državama članicama je da u roku od godinu dana donesu plan. Jedan od takvih projekata koje provodi RGN je **Innovative exploration methods for geothermal potential assessment and energy storage** (InnoGeoPot), GEOloška karakterizacija podzemlja istočnog dijela Dravske depresije s ciljem procjene Energetskog Potencijala (GEODEP), Evaluacijski sustav za ublažavanje CO₂ (ESCOM), Mapiranje plitkih geotermalnih sustava u Republici Hrvatskoj (PLIGES) i drugi.

Danas se u HGI geotermalna istraživanja obavljaju u zavodu HGIG u sklopu znanstvenih (HyTheC), europskih (DARLINGe) i tržišnih projekata, što u provedbi, što u planu. Zbog raznovrsne geotermijske problematike koja je trenutno jedna od najvažnijih u brojnim programima kako na nacionalnoj, tako i Europskoj razini, znanstvena istraživanja su usmjerena na nekoliko pravaca:

1. izrada karata geotermalnih gradijenata i toplinskog toka RH:

- na bazi bušotinskih podataka
- delineacija najperspektivnijih područja na temelju analize toplinskog toka i struktura povoljnih za pritjecanje voda bliže površini

2. istraživanja geotermalnih voda - istraživanja geotermalnih voda uz izradu karte pojavnosti, proučavanje hidro-

geokemijskih facijesa, promjena voda pri hidrotermalnoj cirkulaciji te kemijska geotermometrija. Katalog kemijskih i balneoloških karakteristika voda

3. prekogranični geotermalni vodonosnici - suradnja sa srodnim ustanovama susjednih država s ciljem određivanja prekograničnih geotermalnih vodonosnika na temelju litologije, geotermalnih gradijenata, hidrogeokemijskih facijesa i regionalnih numeričkih modela te planiranje monitoringa i zaštite istih

4. termogeologija/plitka geotermija:

- katalog termičkih svojstava sedimenata i stijena u zoni primjene dizalica topline (do 100 m)
- utvrđivanje funkcijskih zavisnosti termičkih parametara sedimenata od hidrogeoloških/geomehaničkih parametara
- delineacija najpovoljnijih lokacija za izradu ATES sustava (engl. *Aquifer Thermal Energy Storage*) na temelju geoloških i hidrogeoloških značajki (visoka poroznost i hidraulička vodljivost, ali mala brzina toka vode)

5. studije geotermalne potencijalnosti - izrađuju se na temelju ranije prikupljenih podataka o geotermalnim značajkama istraživanog prostora i dodatnim istraživanjima kojima se utvrđuje kakav geotermalni potencijal istraživano područje ima.

Predstavnica Ministarstva zaštite okoliša i zelene tranzicije Madlena Ožanić predstavila je rad ministarstva gdje je težište upravo na zaštiti okoliša i zelenoj tranziciji te stvaranju uvjeta za održivi razvoj. Predstavila je projekte i poslove te financijska ulaganja u području energetike. Donošenjem *Nacionalne strategije održivog razvoja*, Ministarstvo je postalo točka koordinacije za teme održivog razvoja na nacionalnoj razini te koordinator multilateralnih okolišnih sporazuma i globalnih pitanja održivog razvoja na međunarodnoj razini.

Predstavnica Hrvatskih voda Daria Čupić upoznala je sve prisutne za zakonskom regulativom i propisima zaštite geotermalnih i mineralnih voda. Geotermalne i mineralne vode se razlikuju od ostalih podzemnih voda prema količini otopljenih minerala i temperaturi.

Prema Okvirnoj direktivi o vodama geotermalne vode se definiraju kao sve podzemne vode čija je temperatura veća od 20 °C, dok su mineralne vode podzemne vode čija je mineralizacija veća od 1g/L.

Upravljanje geotermalnim i mineralnim vodama odvija se prema Zakonu o vodama (NN br. 47/23) te Zakona o istraživanju i eksploataciji ugljikovodika (NN, br. 30/21). Do 2018. godine upravljanje geotermalnim i mineralnim vodama bilo je regulirano propisima o rudarstvu u nadležnosti ministarstva nadležnog za gospodarstvo. Većina postojećih podataka o dosadašnjim istraživanjima geotermalnih i mineralnih voda su do 2017. godine bili u vlasništvu naftne kompanije INA d.d., koja je imala koncesiju za njihovo istraživanje i korištenje. Tijekom 2017. godine svi postojeći podaci prenijeti su u arhivu Agencije za ugljikovodike. U postupku prenošenja obveza vodnog zakonodavstva Europske unije upravljanje mineralnim i geotermalnim vodama prešlo je u nadležnost ministar-

stva nadležnog za vode te je Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o vodama (NN, br. 46/18) obuhvatio sve geotermalne i mineralne vode. Upravljanje i gospodarenje geotermalnim i mineralnim vodama od tada se provodi prema Zakonu o vodama (NN, br. 66/19, 84/21 i 47/23) te Zakonu o istraživanju i eksploataciji ugljikovodika (NN, br. 52/18, 52/19 i 30/21).

Zakon o vodama primjenjuje se za zaštitu geotermalnih i mineralnih voda u cilju očuvanja dobrog kemijskog i količinskog stanja te se odnosi na geotermalne i mineralne vode, osim kad je Zakonom ili posebnim zakonom iz upravnog područja rudarstva drugačije uređeno. *Zakon o istraživanju i eksploataciji ugljikovodika* uređuje istraživanje i eksploataciju geotermalnih voda iz kojih se može koristiti akumulirana toplota u energetske svrhe, kao i zaštitu geotermalnih voda kada se one koriste u energetske svrhe. Uprava za energetiku/Agencija za ugljikovodike prati podatke o pridobivenim količinama i kvaliteti geotermalnih voda sukladno rješenju o odobrenju probne eksploatacije ili eksploatacije geotermalne vode te ih dostavlja Hrvatskim vodama radi praćenja kemijskog i količinskog stanja voda u RH (za potrebe Planova upravljanja vodnim područjima).

Za Plansko razdoblje 2022.-2027., Hrvatske vode pripremile su **Plan upravljanja vodnim područjima do 2027.** koji je obuhvatio karakterizaciju i delineaciju geotermalnih i mineralnih voda prema Studiji Hrvatskog geološkog instituta "Delineacija i karakterizacija tijela geotermalnih podzemnih voda u Republici Hrvatskoj", studeni 2020. Isto tako određeni su standardi i granične vrijednosti za ocjenu dobrog kemijskog i količinskog stanja geotermalnih i mineralnih voda u *Uredbi o standardu kakvoće voda* (NN 96/2019, NN 20/2023). U Planu upravljanja vodnim područjima 2022.-2027. godine izdvojeno je 18 tijela geotermalnih i mineralnih voda u jednom nivou. Zbog postojanosti kakvoće ovih voda uzrokovane niskom prirodnom ranjivošću te sporih promjena potrebno je pratiti kemijsko i količinsko stanje vode kroz duža razdoblja. Monitoring kemijskog i količinskog stanja je vrlo kompleksan zbog visokih tlakova i temperature. Specifičan je način uzorkovanja i konzervacije uzoraka. U tijeku je projekt koje Hrvatske vode financiraju i to izrada studije "Unaprjeđenje metodologije i kriterija za ocjenu količinskog i kemijskog stanja geotermalnih i mineralnih voda, te daljnje unaprjeđenje prijedloga monitoringa za geotermalne i mineralne vode". Hrvatski geološki institut u okviru studije će provesti monitoring geotermalnih voda na 32 monitoring postaje, napraviti analizu i ocjenu kemijskog i količinskog stanja.

O doprinosu geoloških znanosti u prijelazu s fosilnih goriva na obnovljive izvore energije na području znanosti osim Slobodana Mike, te profesorice Sibile Borojević Šošarić govorila je i profesorica s PMF-a Blanka Cvetko Tešović. Geološki odsjek na PMF-u potiče znanstvenu infrastrukturu i aktivno sudjeluje

Hrvatska putem svojih institucija potiče višenamjensko korištenje geotermalnih voda, primjerice za medicinske svrhe, turizam, rekreaciju, grijanje objekata, pripremu tople vode, grijanje staklenika, uzgoj ribe i drugo.



Ivanovo vrelo – Daruvarske toplice (Izvor: IGH, 2022.)



Mjerenje istjecanja termalne vode na izvorištu u Krapinskim Toplicama (Izvor: IGH, 2022.)



Varaždinske Toplice (Izvor: IGH, 2022.)



Krapinske toplice (Izvor: IGH, 2022.)

u planiranju te promicanju znanstvenih istraživanja. Trenutni projekti poput HRZZ *Kredni geodinamski dokazi u području Dinarida i Panonskog bazena*, javne ustanove NPPL *Sedimentologija, stratigrafija i strukturno-geološke značajke Plitvičkih jezera*, InterReg–DINOKRAS i hrvatsko-mađarskog *Stratigrafija i korelacija gornjomiocensko-pliocenskih sedimenata duž*

hrvatsko-mađarske granice, uza sve navedeno, jačaju ulogu PMF-a u znanstvenom regionalnom području, a suradnja s drugim sastavnicama Sveučilišta u Zagrebu, ostalim sveučilištima i veleučilištima u Hrvatskoj i međunarodnim znanstvenim institucijama, zadržava važnu ulogu Geološkog odsjeka PMF-a u međunarodnome znanstvenom području.

Zaključak

Korištenje mineralnih i geotermalnih voda usklađuje se s njihovim ekološkim i drugim karakteristikama kako bi se osigurala njihova održivost. Kako iskorištavanje geotermalne energije nije zasada još visoko dohodovna djelatnost, a njezinim se korištenjem smanjuje potrošnja fosilnih goriva i onečišćenja okoliša, za razvoj njezinog iskorištavanja potrebno je osigurati poticajne mjere u području gospodarskih djelatnosti (industrija, poljoprivreda, turizam i slično).

Nomeće se zaključak da je geotermalne i mineralne vode potrebno adekvatno zaštititi, kako bi ih koristile generacije iza nas.

Iskorištavanje geotermalne energije još nije visoko dohodovna djelatnost, pa je potrebno osigurati poticajne mjere u području gospodarskih djelatnosti (Foto: D. Čevizović)



Tekst: Petra Gudelj, univ. bacc. comm.

Voda, hrana, energija i ekosustavi međusobno su ovisni

RAST STANOVNIŠTVA I KLIMATSKA KRIZA ČIMBENICI SU KOJI STAVLJAJU DODATNI STRES NA VEZU IZMEĐU VODE, HRANE I ENERGIJE. STOGA JE OD KLJUČNE VAŽNOSTI RAZUMJETI RIZIKE ZA SIGURNOST VODE, HRANE I ENERGIJE TE KREIRATI MEĐUSEKTORSKE SINERGIJE KOJE ĆE UTJECATI NA ODRŽIVOST EKOSUSTAVA NAŠEG PLANETA.

Voda, hrana i energija neophodni su resursi za život, u središtu su održivog razvoja, a također su međusobno povezani u osjetljivoj ravnoteži, oblikujući održivost ekosustava našeg planeta. Potražnja za vodom, hranom i energijom raste.

Suše, poplave i ekstremne vremenske prilike ometaju dostupnost vode. Dosad nezabilježen izazov predstavlja problematika kako održivo hraniti i opskrbljivati energijom 9,6 milijardi ljudi do 2050., bez štete za vodne i ekološke sustave o kojima ovisimo.



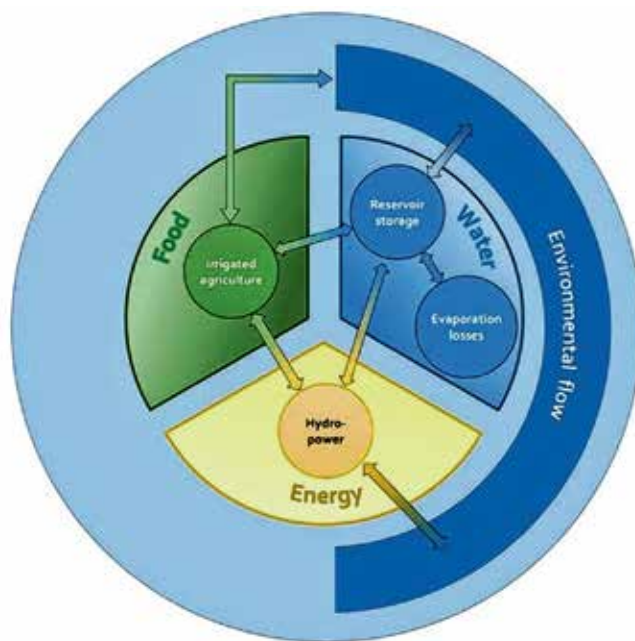
Resursi vode, hrane i energije ovise jedni o drugima (Izvor: <https://sustainablelivingreport.com/6-easy-ways-to-save-water-electricity/>)

U kontekstu navedenog i osmišljavanja održivije budućnosti, interakcija između vode, hrane, energije i ekosustava jedan je od najvećih izazova s kojima se suočavamo.

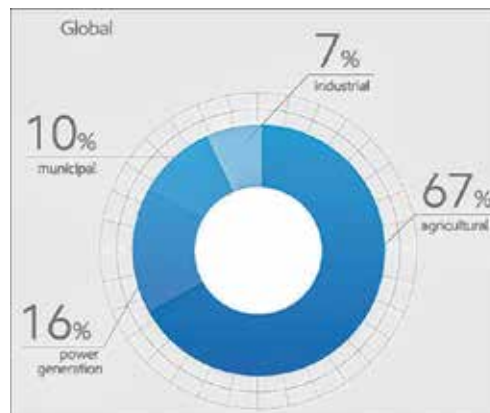
Razumijevanje povezanosti

Resursi vode, hrane i energije ovise jedni o drugima na način da nam je voda potrebna za poljoprivrednu proizvodnju i proizvodnju energije, a energija nam je potrebna za opskrbu vodom i pročišćavanje voda. Osim što nam je voda potrebna

za uzgoj hrane, potrebna nam je i hrana za prijenos virtualne vode. Nadalje, potrebni su nam poljoprivredni proizvodi za proizvodnju bioenergije, a potrebna nam je i energija za niz procesa proizvodnje hrane. Neizbježna činjenica je da su ti resursi jako opterećeni i postaju sve oskudniji. Stoga ne uspijevaju dostatno poduprijeti jedni druge, što dovodi do nesta-



Međusobna povezanost vode, energije, hrane i okolišnih tokova (Izvor: UNESCO, European Union and IWA Publishing, 2021.)



Globalno korištenje slatkovodnih resursa (Izvor: UN, 2014.)



Odabir organske hrane opcija je za podršku održivoj poljoprivrednoj praksi

šice vode, pojave gladi, energetske siromaštva i narušavanja ekosustava. Ti čimbenici nadalje dovode i do još značajnijih problema, slijedom čega se neke zemlje bore s političkim nestabilnostima i podjelama.

Utjecaj klimatskih promjena

Klimatske promjene imaju sveobuhvatne učinke na održivost, utječući na različite aspekte našeg planeta. Neki od značajnijih utjecaja su na vodu, hranu, energiju i ekosustave. Rastuće temperature dovode do povećanog isparavanja, što utječe na dostupnost vode. Ledenjaci se tope, smanjujući izvore slatke vode. Suše postaju sve češće, što utječe na poljoprivredu i ekosustave.

Nestalni vremenski obrasci ometaju cikluse usjeva. Ekstremni događaji poput poplava, suša i oluja oštećuju usjeve. Štetnici i biljne bolesti napreduju u toplijim uvjetima, što jako negativno utječe na učinkovitost proizvodnje hrane.

Učestale i ekstremne promjene vremenskih obrazaca utječu na proizvodnju energije. Hidroelektrane se sve češće suočavaju s nedostatkom vode, dok ekstremne vrućine utječu na rad termoelektrana. Obnovljivi izvori energije stoga postaju ključni.

Cjelokupni ekosustavi mijenjaju se uslijed klimatskih promje-



Kako bi zadovoljili rastuće potrebe sve brojnije populacije, sektori proizvodnje hrane i energije bivaju intenzivirani (Foto: N. Klauznicer)

na. Mijenjaju se staništa, što utječe na poljoprivredu i cjelokupnu biološku raznolikost.

Rastuća globalna populacija pojačava pritiske

Pritisak dodatno pogoršava rastuća globalna populacija, brza

urbanizacija, promjene prehrane i gospodarski rast. Postoji značajan globalni odmak od prehrane koja se uglavnom temelji na škrobu, prema sve većoj potražnji za mesom i mliječnim proizvodima, koji troše više vode koja raste paralelno s prihodima u mnogim zemljama. Kako bi zadovoljili rastuće potrebe sve brojnije populacije, sektori proizvodnje hrane i energije bivaju intenzivirani. Poljoprivreda je najveći potrošač svjetskih slatkovodnih resursa, a više od jedne četvrtine energije koja se globalno koristi troši se upravo na proizvodnju i opskrbu hranom. Velika većina proizvodnje energije intenzivno koristi vodu, kao što je njezino korištenje u hidroelektranama, elektranama na ugljen i nuklearnim reaktorima te u proizvodnji poljoprivrednih usjeva za biogoriva.

Prema održivoj budućnosti

Kako bismo izdržali sadašnje i buduće pritiske, potrebno je osigurati integrirano i održivo upravljanje vodom, hranom i energijom da bi se uravnotežile potrebe ekosustava, ljudi i gospodarstava. Kako voda postaje sve oskudnija i potrebitija,

Štednja i racionalno korištenje slatkovodnih resursa su jako važni, a svatko može dati svoj doprinos: hitnim popravkom curenja, korištenjem učinkovitih uređaja obzirom na utrošak vode i energije, skupljanjem kišnice za vrtlarenje ili ponovnim korištenjem pročišćenih otpadnih voda za zalijevanje.



Izvor: <https://wallpaperaccess.com/esg>

njezina sposobnost da podrži daljnji napredak posebice u pogledu siromaštva, gladi, održivosti i okoliša, smanjuje se.

Održiva poljoprivreda i energetska učinkovitost su od kritične važnosti

Sustavi poljoprivredne proizvodnje i proizvodnje hrane svojim potrebama slatkovodne resurse dovode do točke pucanja. Stoga mjere učinkovitosti duž cijelog poljoprivred-

no-prehrambenog lanca mogu znatno pomoći u poštediti iscrpljivanja vode. I energija se može štedjeti mjerama, poput preciznog navodnjavanja. Održivi pomaci u poljoprivredi, proizvodnji hrane i proizvodnji energije mogu osigurati značajnu dobrobit ekosustavima. Poželjno je podržavanje lokalne hrane kupnjom lokalno uzgojenih proizvoda, kako bi se smanjile emisije iz prometa. Odabir organske hrane opcija je za podršku održivoj poljoprivrednoj praksi. Kompostiranje kuhinjskih ostataka i otpada iz dvorišta smanjuje količinu otpada na odlagalištima i obogaćuje tlo. Obnovljivi izvori energije mogu znatno dobiti na zastupljenosti lokalnim ulaganjem u solarne krovove. Solarno navodnjavanje sve je pouzdanije, relativno jeftino, energetski čisto rješenje za gospodarenje poljoprivrednom vodom u područjima s visokim sunčevim zračenjem.

VODA

UN procjenjuje da će se svjetska potražnja za slatkom vodom povećati za 50% do 2050. godine.

HRANA

Prema aktualnim trendovima, hranjenje dodatnih 2,4 milijarde ljudi zahtijevat će 60% veću proizvodnju hrane.

ENERGIJA

Međunarodna agencija za energiju predviđa povećanje globalne potražnje za energijom za 40%.

OKOLIŠ

OECD predviđa da će se biološka raznolikost smanjiti za dodatnih 10% u sljedeća četiri desetljeća.

VODA

Nestašica vode ili loša kvaliteta vode nerijetko ograničavaju proizvodnju hidroenergije i toplinske energije.

HRANA

Hrana i poljoprivreda iziskuju 70% ljudske potražnje za vodom.

ENERGIJA

Cijena energije i proizvodnja biogoriva primarne su odrednice cijena hrane.

OKOLIŠ

Sustavi zaštite okoliša uvelike podupiru sigurnost vodnih, prehrambenih i energetskih resursa.

Važne činjenice u kontekstu međusobne povezanosti vode, hrane, energije i ekosustava

U razvoj, prilagodbu i provedbu odluka kojima se voda, hrana i energija smatraju međusobno integriranim sustavima potrebno je uključiti donositelje odluka i širu javnost te djelovati na način koji rezultira poboljšanim dugoročnim ishodima za ljude i ekosustave, odnosno uravnoteženjem resursa o kojima ovise - vode, hrana i energija.



Solarno navodnjavanje sve je pouzdanije, relativno jeftino i energetski čisto rješenje u područjima s visokim sunčevim zračenjem

Zaključno

Rast stanovništva i klimatska kriza čimbenici su koji stavljaju dodatni stres na vezu između vode, hrane i energije. Promjena prehrambenih navika i brza urbanizacija također dovode do rastuće potražnje za vodom, hranom i energijom. Ispunjavanje tih rastućih potražnji dovelo je do lošeg upravljanja vodama, intenzivnih poljoprivrednih praksi koje opterećuju zemljište i vode te prekomjerne zastupljenosti izvora energije koji potiču klimatske promjene.

Nestašice vode, hrane i energetske krize mogle bi ugroziti sigurnost ljudi i stabilnost političkih sustava - kako unutar pojedinih zemalja, tako i preko nacionalnih granica.

Stoga je od ključne važnosti razumjeti rizike za sigurnost vode, hrane i energije te kreirati međusektorske sinergije. Povezivanje tih sustava zahtijeva integrirani pristup procjene njihove ranjivosti i upravljanja istima na održiv način.



Odabir organske hrane opcija je za podršku održivoj poljoprivrednoj praksi

Tekst i fotografije: dr. sc. Danko Holjević, Marinko Galot, dipl. ing. građ.

PRILAGODBA NA KLIMATSKE PROMJENE

Zaštita od zaslanjenja tala i voda donje Neretve

Rijeka Neretva je pod utjecajem
prodora mora uzrokovanim
podizanjem razine mora te ostalim
posljedicama klimatskih promjena i
aktivnosti čovjeka (Foto: R. Kramarić)

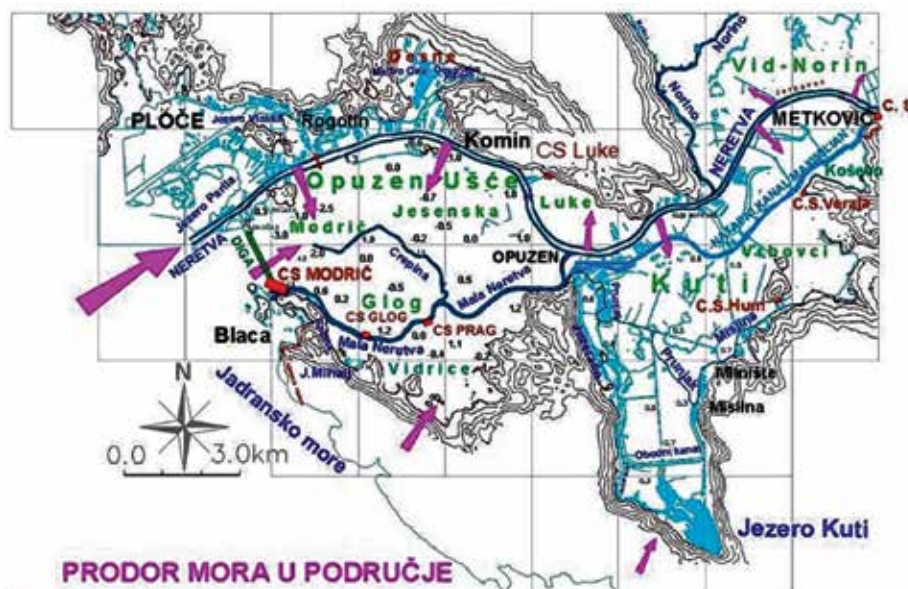
POTREBA ZA OČUVANJEM POSTOJEĆE POLJOPRIVREDNE PROIZVODNJE UZ MINIMALIZIRANJE NEGATIVNIH EFEKATA NA ZAŠTIĆENE DIJELOVE DELTE, PREDSTAVLJA GLAVNI CILJ PROJEKTA ZAŠTITE OD ZASLANJIVANJA TALA I VODA PODRUČJA DONJE NERETVE.

Područje donje Neretve predstavlja jednu od važnijih mediteranskih riječnih delta koju karakterizira suživot značajno izmijenjenih dijelova delte (meliorirano područje, urbane cjeline) pod snažnim antropogenim utjecajem te dijelova površina uz donji tok Neretve koje se nalaze u prirodnom stanju i zaštićene su raznim stupnjevima zaštite prirode i okoliša (ornitološki i ihtiološki rezervati). Upravo potreba za očuvanjem postojeće poljoprivredne proizvodnje uz minimaliziranje negativnih efekata na zaštićene dijelove delte, predstavlja glavni cilj projekta zaštite od zaslanjivanja tala i voda područja donje Neretve.

Područje donje Neretve je pod stalnim utjecajem zaslanjenja, a koje se odvija kroz nekoliko procesa i to:

- intruzijom morske vode u površinske tokove rijeke Neretve
- infiltracijom zaslanjene vode kroz podzemne tokove
- smanjenjem dotoka i presušivanjem izvora vode na rubnim dijelovima polja
- sekundarnim zaslanjivanjem zbog navodnjavanja zaslanjenom vodom iz kanala za melioracijsku odvodnju koji nisu namijenjeni za potrebe navodnjavanja
- povišenjem razine mora
- trendom smanjena oborina u ljetnim mjesecima.

Cijelo područje karakterizirano je s velikim sezonskim oscilacijama oborinskog režima i vodnog režima rijeke Neretve. Pod stalnim utjecajem i direktnom interakcijom morske vode s površinskim i podzemnim vodama, događaju se procesi zaslanjivanja cijelog područja. Primarni cilj ovog projekta je smanjiti zaslanjenost tala na način da se u razdoblju travanj-listopad na zaslanjene poljoprivredne površine dovede svježja "nezaslanjena" voda. Pored toga, projektom zaštite od zaslanjenja tala i voda na području donje Neretve se osigurava održivost i povećanje otpornosti na negativan utjecaj suša uzrokovanih klimatskim promjenama i utjecaj povećanja razine mora koje



Prikaza smjerova dotoka morske vode u područje donje Neretve (Izvor: Zbornik radova 7. HKOV)

za posljedicu ima negativne učinke na kvalitetu površinskih i podzemnih voda.

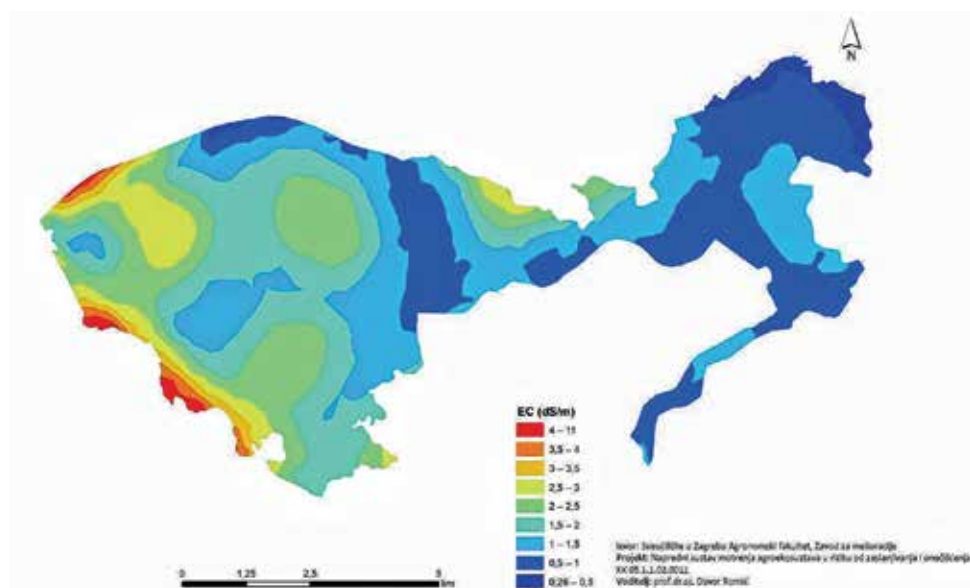
Dominantan prodor mora u područje donje Neretve odvija se kroz korito rijeke Neretve, naročito u ljetnom (sušnom) razdoblju. Zbog smanjenja protoka vode u rijeci Neretvi, intruzija soli je sve veća. Između svježe riječne vode i slane morske se uspostavlja dinamička ravnoteža, dok se prodor slane vode kroz rijeku Neretvu odvija preko takozvanog **slanog klina**. Pošto je slana voda gušća od svježe vode, slani klin se utiskuje ispod sloja svježe vode i potiskuje svježju vodu uzvodno i prema površini. Zaslanjena voda, kao teži medij je bliža dnu korita te se procjeđuje u okolno tlo i podzemnu vodu, čime i nju čini zaslanjenom.

Od 2005. godine uspostavljen je sustavni monitoring površinskih i podzemnih voda i tala na području donje Neretve (tlo na pet profila, podzemna voda na 5 piezometara, površinske vode na 13 lokacija).

Promjene u vodnom režimu s nizom negativnih procesa, od kojih je najizraženiji problem zaslanjivanja voda i tala, usložile su problematiku gospodarenja vodama. Povećanju salinizacije doprinose i sve izražajnije klimatske promjene koje se očituju kroz povišenje razine mora i smanjenje oborina u ljetnim mjesecima, čime je intruzija (prodor, ulaženje) soli sve veća.

Infiltracija zaslanjene vode u kanalsku mrežu dešava se zbog razlike razine mora (SRZ 30 cm) i razine vodnog lica kanalske mreže (-1.9 do 2.4 m.n.m). Izgradnjom hidro energetskih sustava u Istočnoj Hercegovini smanjili su se dotoci unutar izvorišnih zona u rubnim dijelovima donje Neretve, a daljnje smanje se očekuje i dodatnom izgradnjom novih u budućnosti. Sekundarno zaslanjenje posljedica je upotrebe kanalske zaslanjene vode za potrebe navodnjavanja usjeva.

Na prikazanoj slici su rezultati monitoringa te je dana karta zaslanjenosti tala na dubini 0-25 cm iz koje se vidi kako se veći dio



Karta površinske zaslanjenosti tla na dubini 0-25 cm (Izvor: projekt Napredni sustav motrenja agroekosustava u riziku od zaslanjenja i onečišćenja, Agronomski fakultet)

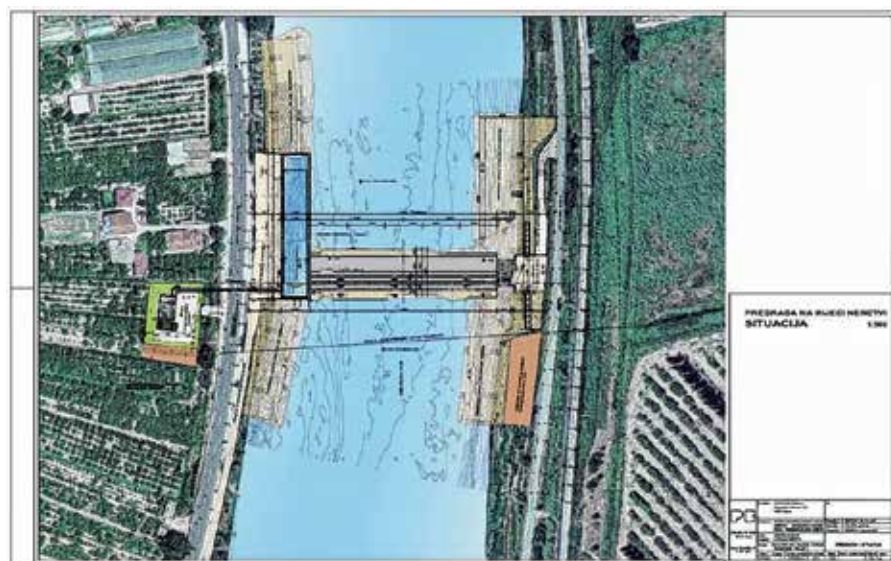
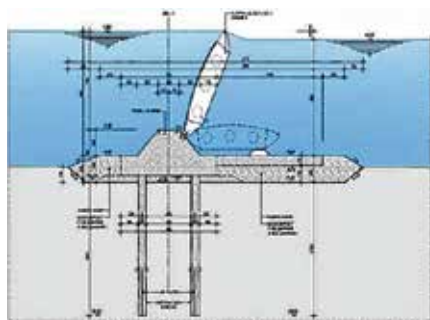
poljoprivrednih površina nalazi u kategoriji slabo (2-4 dS/m) i umjereno zaslanjeno tlo (4-8 dS/m), a procjenjuje se kako je oko 100 ha zemljišta trajno zaslanjeno (>10 dS/m).

Predviđene tehničke mjere

U okviru tehničkih mjera za rješavanje problema zaslanjivanja tala u donjoj Neretvi predviđene su dvije ključne tehničke mjere i to:

- izgradnja pokretne pregrade na rijeci Neretvi s ciljem sprečavanja prodora soli u režimu malih voda
- izgradnja sustava za distribuciju nezaslanjene vode za potrebe navodnjavanja poljoprivrednih površina.

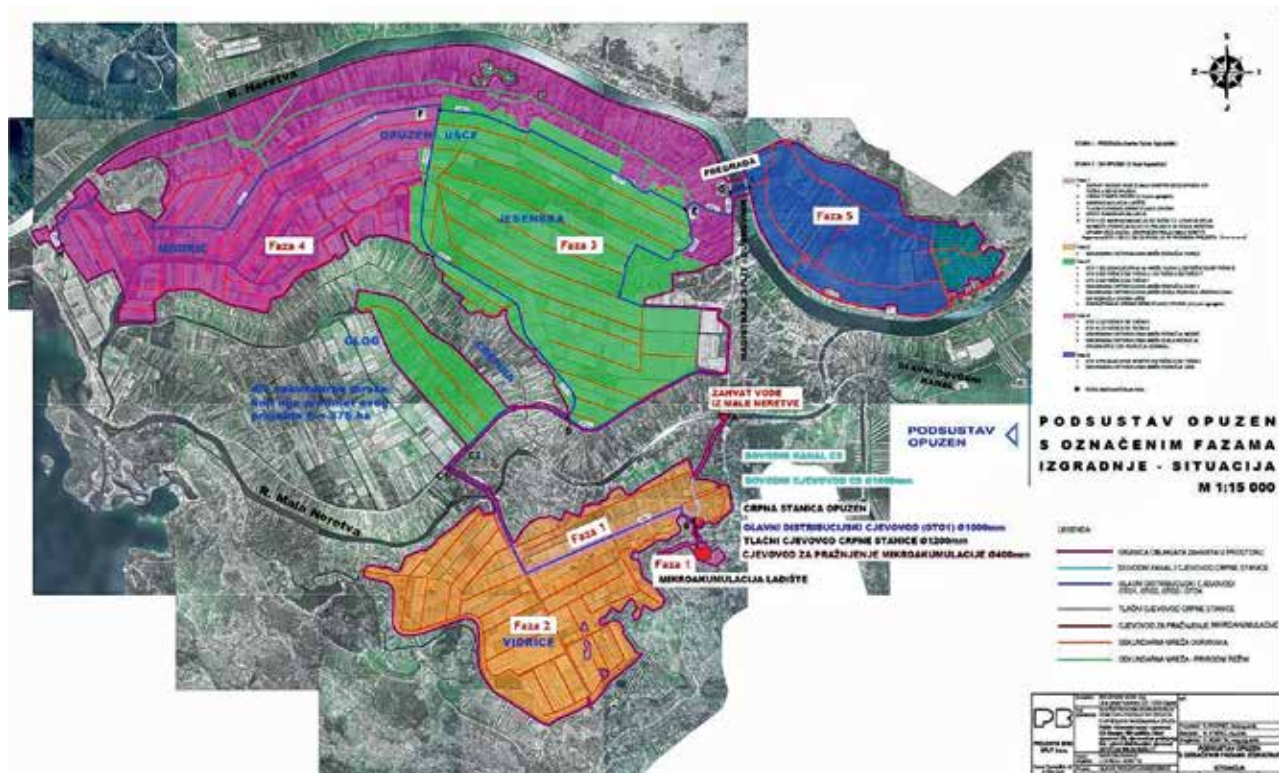
Za sve navedene tehničke zahvate ishodovana je građevinska dozvola te je raspisano javno nadmetanje za izbor izvođača radova. Procijenjena vrijednost radova iznosi 73.500.000 eura, a veličina površina koje će se navodnjavati je 1.887 ha. Do sada je izgrađen sustav navodnjavanja Glog (312 ha), a pripremljen je za izgradnju i sustav navodnjavanja Koševo-Vrbovci (595 ha) koji će se graditi iz sredstava Strateškog plana zajedničke poljoprivredne politike RH za razdoblje 2023.-2027. Planska vrijednost projekta je 15.000.000 eura. Dovođenjem izgradnje prethodno navedenih objekata i implementacijom projektnih mjera očekuje se ostvarivanje ciljevi projekta zaštite od zaslanjivanja tala i voda područja donje Neretve.



Poprečni presjek i tlocrt tehničkog rješenja pokretne pregrade



Područje donje Neretve je pod stalnim utjecajem zaslanjenja (Foto: R. Kramarić)



Tehničko rješenje sustava navodnjavanja donja Neretva, uključujući crpnu stanicu Opuzen i mikro akumulaciju Lađišće

Tekst i fotografije: Mario Obuljen, mag. ing. aedif.

Poreč, sustav javnog
navodnjavanja Červar
Porat-Bašarinka

PROJEKT NAPNAV

Bolji uvjeti korištenja voda i tala uz sustave navodnjavanja



Čarsko polje

IZRADA PROJEKTA NAPNAV JE ZAPOČELA ZAKLJUČKOM I PRIHVAĆANJEM VLADE REPUBLIKE HRVATSKE PRIJE 20 GODINA. IZRAĐEN JE TEMELJITOM ANALIZOM KLIMATSKIH POJAVA, POGOTOVO POJAČANOM POJAVOM SUŠE TE STRUČNOM PROCJENOM MOGUĆIH ŠETNIH UČINAKA POJAVA NA POLJOPRIVREDNOJ PROIZVODNJI, A NJEGOVA JE REALIZACIJA NUŽNA ZA RAZVOJ HRVATSKE POLJOPRIVREDE.

Početkom 2004. godine Vlada Republike Hrvatske je pokrenula izradu **Projekta navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj** (NAPNAV).

Smisao projekta je u pružanju boljih uvjeta korištenja prirodnih resursa voda i tala kao osnovnog uvjeta u proizvodnji hrane, a to je moguće izgradnjom i racionalnim korištenjem sustava za navodnjavanje.

U srpnju 2005. godine završena je izrada NAPNAV s prezentacijom pred Stručnim timom i Hrvatskim vodama te Ministarstvom poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, a u rujnu i pred Nacionalnim povjerenstvom za projekt navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama.

Vlada Republike Hrvatske je 17. studenog 2005. donijela Zaključak o prihvatanju NAPNAV kojeg su izradili Agronomski i Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, u suradnji sa stručnjacima i znanstvenicima iz 11 suradničkih institucija te konzultantima iz Italije.

Po završetku izrade i usvajanjem županijskih planova navodnjavanja uslijedila je izrada projektne dokumentacije za izgradnju objekata i sustava navodnjavanja kao sastavnog dijela programa optimalnog gospodarenja tlom i vodom za potrebe proizvodnje hrane, i to kako za vlastite potrebe tako i za izvoz.

Uvaženi stručnjaci, znanstvenici iz područja agronomije i hidrotehnike, prof. dr. sc. Davor Romić i prof. dr. sc. Josip Marušić, dipl. ing. građ., bili su voditelji i zajedno s 45 stručnjaka i znanstvenika sudjelovali na izradi NAPNAV-a te pravovremeno donosili stručne i znanstvene odgovore na ključna pitanja navodnjavanja u Hrvatskoj. Zahvaljujući njima, uspješnom izradom Projekta navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj postavljeni su realni ciljevi nacionalne strategije koju je potrebno kontinuirano privoditi i realizirati, jer Program je za hrvatsku poljoprivredu i gospodarstvo jedan od najvažnijih infrastrukturnih projekata.

Kroz Program NAPNAV-a su temeljito i stručno analizirane potrebe i mogućnosti navodnjavanja te jasno definirana prava, kao i obaveze svih sudionika u sustavu.

Županije su uključene u uvođenje sustavnog navodnjavanja te su sukladno Programu izradile županijske planove, kroz koje su definirale prioritete na svom području djelovanja. Potrebno je istaknuti da su u sustav uvedeni krajnji korisnici, odnosno poljoprivredni proizvođači, jer upravo Nacionalna strategija navodnjavanja predstavlja sinergijski odnos države i poljoprivrednika u kojoj svaki od njih ima svoju zadaću, kao i zajednički cilj, povećati i stabilizirati poljoprivrednu proizvodnju na navodnjavanim područjima.



Vinograd

NAPNAV je izrađen temeljitom analizom klimatskih pojava, a pogotovo pojačanom pojavom suše te stručnom procjenom mogućih štetnih učinaka pojava na poljoprivrednoj proizvodnji, pa je stoga njegova realizacija nužna za razvoj hrvatske poljoprivrede. Uzmimo u obzir da se suša kao ekstremna klimatološka pojava u Hrvatskoj javlja svake treće do pete godine. Agronomska suša, kao pojava nedostatka vode za rast i razvoj poljoprivrednih kultura, javlja se u sredozemnom dijelu Hrvatske kod uzgoja kultura u ljetnim mjesecima svake godine, zbog čega je izrazita potreba za izgradnjom sustava navodnjavanja. U kontinentalnom dijelu za većinu poljoprivrednih kultura nema pojave agronomske suše, stoga je u tom dijelu države navodnjavanje dopunska mjera u svrhu poboljšanja kroz povećanje uroda jer se očekuje da će navodnjavanje osigurati veći prinos poljoprivrednih kultura koji će rezultirati većim prihodom za poljoprivredne proizvođače.

Navodnjavaju se dohodovne kulture prije svega voće, povrće, sjemenski usjevi i određene industrijske kulture.



Polje uz javno vodno dobro – Župa dubrovačka



U Programu NAPNAV su jasno navedene obveze svih sudionika u složenim procesima počevši od planiranja, projektiranja, izgradnje, a posebna pažnja se posvetila korištenju hidromelioracijskih sustava. Zbog ozbiljnosti i složenosti projekata i visokih cijena sustava za navodnjavanje, potrebna je provedba programa cjeloživotnog obrazovanja počevši od samog planera pa preko projektanta do graditelja, upravljača sustavom, a posebno korisnika sustava navodnjavanja.

Postavljanjem prioritetnih ciljeva u izgradnji te kontinuiranom tehničkom i redovnom održavanju hidromelioracijskih sustava moguća je dugoročna ostvarivost provedbom Zakonom o vodama i Zakonom o financiranju vodnog gospodarstva kao i pripadajućim podzakonskim aktima (Pravilnicima i Odlukama). Kao temeljna podloga realizacije prioritetnih ciljeva je uspješna provedba Strategije upravljanja vodama te kontinuirano, redovito i cjeloživotno obrazovanje za potrebe uspješnijeg razvoja vodnogospodarskih djelatnosti, a posebno uključujući programe hidrotehničkih melioracija kao preduvjeta uspješnijeg razvoja poljoprivrede odnosno programa proizvodnje hrane. Iz svega navedenog proizlazi da su vladine institucije trebale urediti sljedeća područja koja se odnose na izgradnju i primjenu sustava za navodnjavanje te na prava korisnika:

- kontinuirano praćenje i nadopunjavanje NAPNAV-a kao stra

teškog dokumenta za planiranje, izgradnju korištenje i održavanje sustava za navodnjavanje u RH

- prilagodba postojećih zakonskih propisa i donošenje novih zakonskih akata koji određuju pitanje izgradnje i gospodarenja sustavima za navodnjavanje
- definiranje kriterija za ocjenu i rangiranje potreba odnosno projekata za izgradnju sustava za navodnjavanje
- definiranje slijeda postupaka za dobivanje dozvola i suglasnosti za izgradnju sustava navodnjavanja
- planiranje i osiguranje sredstava za sufinanciranje izrade strateške i detaljne projektne dokumentacije
- planiranje i osiguranje sredstava za izvođenje pilot-projekata
- planiranje i osiguravanje novčanih sredstava potrebnih za izgradnju infrastrukture za navodnjavanje
- ustroj i kontinuirano usavršavanje stručnog i administrativnog tijela za uspješnu provedbu NAPNAV-a.

U svrhu uspješne realizacije i ostvarenja ciljeva **Projekta navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj** bit će potrebno postići jedinstvo uz kontinuitet aktivnosti nadležnih ministarstava i Hrvatskih voda, kojima je zajednički cilj ostvarenje uvjeta za kontinuiranu i kvalitetnu provedbu i primjenu Zakona o vodama uz izvršenja županija u provedbi NAPNAV-a.

Motovun - Obradena
poljoprivredna površina



Poreč sustav javnog navodnjavanja
Červar Porat-Bašarinka



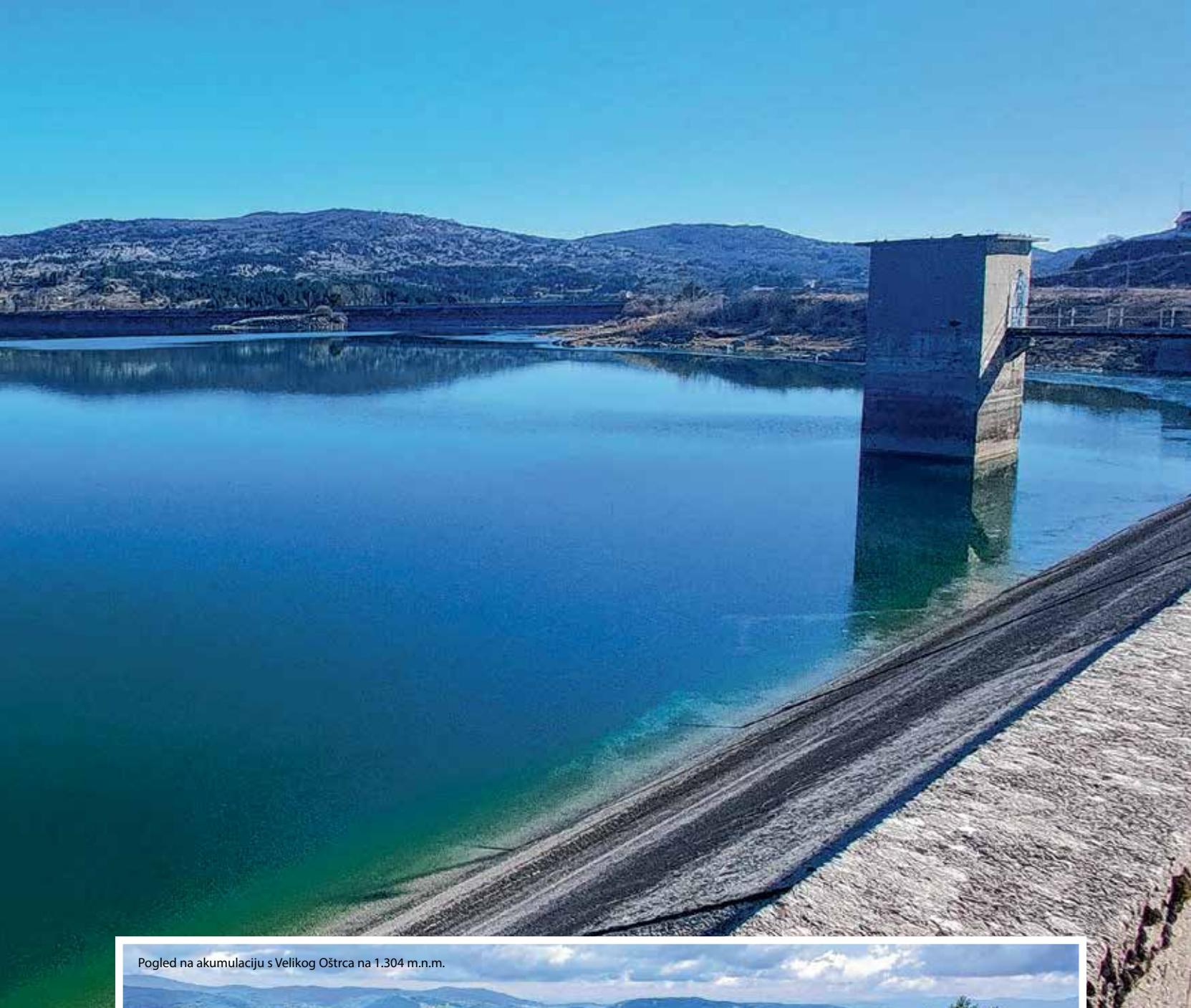
Tekst I Fotografije: Ante Marijanović, inž. građ.

MEĐUDRŽAVNA SURADNJA U VODOOPSKRBI Akumulacija Tribistovo

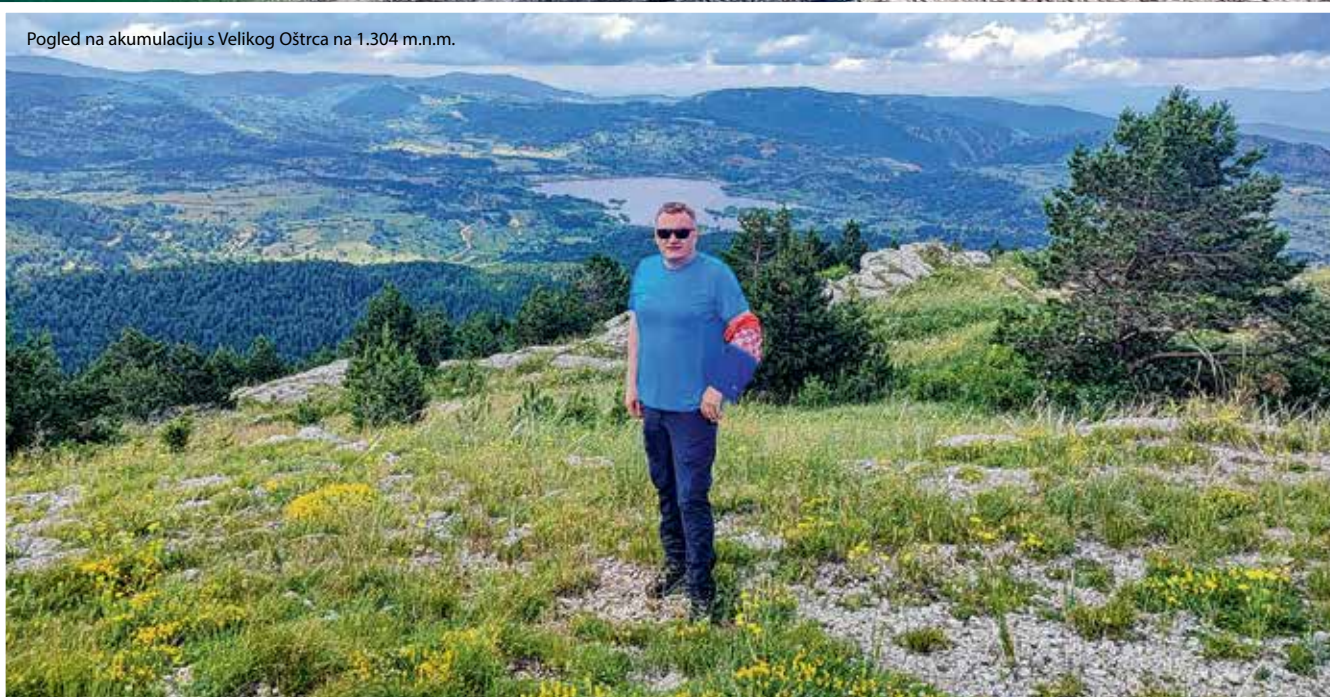
AKUMULACIJA TRIBISTOVO, SMJEŠTENA U BOSNI I HERCEGOVINI, SVOJIM GEOGRAFSKIM POLOŽAJEM I KAPACITETOM TE KVALITETOM AKUMULIRANE VODENE MASE IMA STRATEŠKI ZNAČAJ ZA VODOOPSKRBU PODRUČJA OPĆINE POSUŠJA I OKOLICE, KAO I CJELOKUPNOG PODRUČJA IMOTSKE KRAJINE.

U podnožju jugoistočnih padina planine Oštrac na predjelu krške zaravni izgrađena je 1989. godine akumulacija Tribistovo s pripadajućim hidrotehničkim građevinama. Smještena je oko 7 km zračne linije od granice s Republikom Hrvatskom, a nekoliko kilometara lijevo uz glavnu prometnicu je općina Posušje – naselje Blidinje, teritorij Bosne i Hercegovine. Do izgradnje same akumulacije, vode s pripadajućeg sliva sadašnjeg prostora akumulacije Tribistovo, koji iznosi oko 30 km² su vodotokom Ričine dolazile u akumulaciju Ričice (Republika Hrvatska) zajedno s lokalnim pritocima Žukovicom, Topalom, Studenim potokom, Sutinom te još desetak povremenih izvora (sve navedeno smješteno na područja Bosne i Hercegovine), te u ukupnom zbiru činilo veliki udio u bilanci voda na prostoru današnje akumulacije Ričice - Republika Hrvatska. Glavna namjera izgradnje akumulacije Tribistovo je rješenje vodoopskrbe cjelokupnog područja općine Posušja i njegove okolice kao i područja oko istomenog naselja Tribistovo smješteno neposredno uz predmetnu akumulaciju.

Akumulacija Tribistovo zauzima prostor na istoimenoj krškoj zaravni od oko 70 ha vodnog lica (kod maksimalnog vodostaja), omeđena na južnoj strani s glavnom branom u dužini 234 m i na istočnom lijevom boku pregradnim nasipom u dužini od 550 m. Glavna brana na južnoj strani je nasuta konstrukcija od lomljenog kamena s armirano-betonskim ekranom na vodnoj strani, a na lijevoj strani brane smješten je specifičan bočni preljev valovitog presjeka te brzotok za evakuaciju viška vode iz akumulacije. U nožici brane nalazi se temeljni ispušni koji omogućava pražnjenje akumulacije vodotokom Ričina. Također bitno je napomenuti da se uzvodno od istoimene brane nalazi betonska kula zatvaračnica povezana s branom betonskim mostićem. Građevinska visina brane je 21 m, a visina pregradnog nasipa varira od 10 do 12 m. Kota krune brane je 915,5 m.n.m. a kota minimalne radne razine akumulacije je 903 m.n.m. Volumen akumulacije pri koti normalne razine 913,5 m.n.m. iznosi 4,95 mil. m³ vodene mase. Prilikom projektiranja te kasnije izgradnje na lijevom boku pregradnog



Pogled na akumulaciju s Velikog Oštrca na 1.304 m.n.m.





Ružički potok, glavni dotok u akumulaciju



Brzotok na lijevom boku glavne brane

nasipa razmišljalo se da je ovo privremeni objekt obzirom da se mislilo na proširenje akumulacije na istočnu stranu kraške zaravni te je spomenuti nasip izveden bez glinene jezgre. Tokom vremena i eksploatacije te spletom okolnosti odustalo se od proširenja akumulacije na istočnu stranu, a dodatno je uočeno procjeđivanje vode iz akumulacije kroz pregradni nasip, što je rezultiralo budućim planiranjem bušenja, injektiranja i ostalih radnji s ciljem zaustavljanja gubitaka vode kroz nasip, a time i sprječavanje ugroze same hidrotehničke građevine od eventualne havarije.

Prostor akumulacije puni se s predhodno navedene slivne površine od 30 km² te negdje oko tridesetak što stalnih što povremenih dotoka kao i izvora i izvorišnih zona. Najznačajniji stalni dotoci u akumulaciju su vodotoci koji izviru i na južnim padinama planine Oštrac, a to su Ružički potok i Potok gaj. Maksimalna dubina vode u akumulaciji je oko 14,5 m, a prosječna dubina je oko 7 m. Maksimalna temperatura vode u akumulaciji izmjerena je 20,3 °C, a minimalna 1,6 °C. Akumulacija Tribistovo nakon ispitivanja pokazuje oligotrofne karakteristike što predstavlja uvjete za vodoopskrbnu namjenu. Unutar prostora akumulacije susreću se raznolike ihtiološke vrste poput šarana, štuke, europskog soma, grgeča, amura, kalifornijske pastrve, linjaka, sunčance i druge manje zastupljene jedinke.

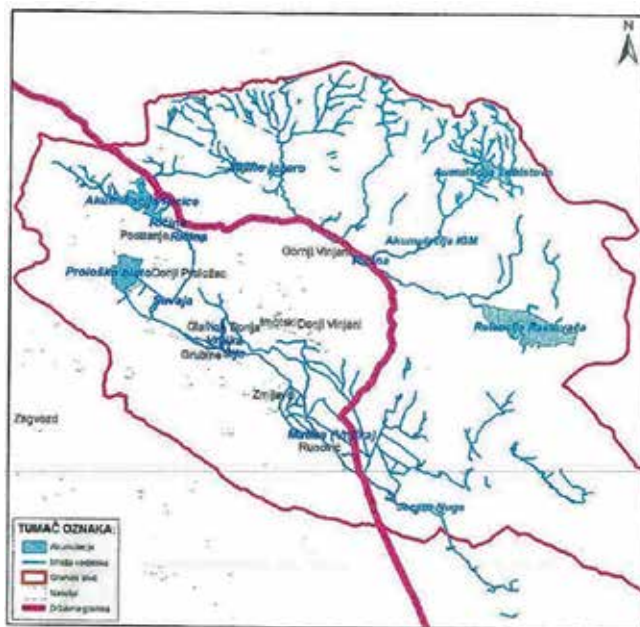
Područje Imotskog tj. vodoopskrbni sustav imotske krajine (Republika Hrvatska) vezan je jednim dijelom na prsten vodoopskrbe grada Posušja, čime se omogućuje rezervna opcija napajanja iz VS Posušje u slučaju sanacije ili nedostatka vode u ljetnom razdoblju u gornjim horizontima vodovoda Imotske krajine.

U prethodno navedenom opisu akumulacije navedeno je kako je glavni cilj vodoopskrba naseljenih mjesta u Bosni i Hercegovini. Ipak, moramo istaknuti kako je područje Imotskog tj. vodoopskrbni sustav imotske krajine (Republika Hrvatska) vezan jednim dijelom na prsten vodoopskrbe grada Posušja. Naime, uz pomoć sredstava Hrvatski voda i općine Posušja (Sufinanciranje objekata od zajedničkog interesa) izveden je dovodni ductil cjevovod promjera 600 mm od zahvata na akumulaciji Tribistovo u dužini oko 5,70 km do centralne vodospreme na brdu Radovanj kapaciteta $V=2*1500 \text{ m}^3$ iznad naselja Posušja, kao i izgradnja dovodnog cjevovoda VS Posušje (Bosna i Hercegovina) pa do vodospreme Vinjani I (Republika Hrvatska) s ductil cjevovodom profila DN 400 mm i DN 250 mm u ukupnoj dužini od oko 3,8 km. Time su se stekli uvjeti da se u slučaju sanacije ili pak nedostatka vode u ljetnom razdoblju u gornjim horizontima vodovoda Imotske krajine, osigura rezervna opcija napajanja iz VS Posušje (Bosna i Hercegovina).

Na kraju možemo zaključiti da akumulacija Tribistovo svojim geografskim položajem (kota 900 m.n.m.) i kapacitetom te kvalitetom akumulirane vodene mase ima strateški značaj za vodoopskrbu područja općine Posušja i okolice kao i cjelokupnog područja Imotske krajine na čelu s lokalnim isporučiteljem vode Vodovodom Imotske krajine d.o.o.



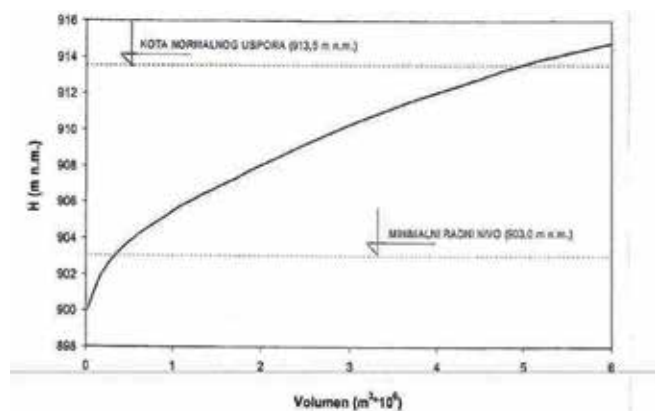
Preljevna
građevina na
lijevom boku



Položaj akumulacije Tribistovo na slivu Imotsko-bekijskog polja



Nizvodna strana glavne brane



Krivulja volumena akumulacije Tribistovo

Tekst i fotografije: Ivan Peša mag. ing. aedif.

Rekonstrukcija brane Vlačine i pribranskih građevina



RADOVI NA REKONSTRUKCIJI BRANE ZAPOČELI SU U STUĐENOM 2022. GODINE I U ZAVRŠNOJ SU FAZI. ZBOG NJEZINE FUNKCIJE U SUSTAVU NAVODNJAVANJA, ISPUŠTANJE VODE IZ AKUMULACIJE JE IZVRŠENO NAKON SEZONE NAVODNJAVANJA 2023., RADI ČEGA JE BILO POTREBNO OSIGURATI DODATNE IZVORE VODE TIJEKOM RADOVA, ZBRINUTI RIBLJI FOND TE UKLONITI NANOS NAKUPLJEN TIJEKOM 50-GODIŠNJE EKSPLOATACIJE.

Ulazna građevina s
poslužnim mostom



Nasuta gravitacijska brana Vlačine je izgrađena 1972. godine na najuzvodnijem dijelu bujičnog vodotoka Baščice tvoreći umjetno akumulacijsko jezero zapremine oko 1 mil. m³. Brana s pripadajućom akumulacijom je smještena uz polje Gornja Baščica u Ravnim kotarima, odnosno u zadarskom zaleđu između naselja Poličnik i Posedarje. Visina brane na najvišem presjeku iznosi 10,5 m (spada u srednje visoke brane), a duljina s nasipima iznosi 867 m. Evakuacija voda preko brane odvija se bočnim slobodnim preljevom kapaciteta 53 m³/s i temeljnim ispuhom maksimalnog kapaciteta 9,8 m³/s. Funkcija akumulacije je dvonamjenska, primarno za potrebe sustava navodnjavanja koji je građen paralelno s branom, a sekundarno akumulacija ima ulogu snižavanja vodnog vala doprinoseći tako obrani od poplava na cijeloj nizvodnoj di-onici vodotoka duljine 14,5 km sve do ušća u Novigradsko more u mjestu Posedarje. Sustav navodnjavanja je uništen za vrijeme Domovinskog rata, a krajem 90-tih je ugašen PK Zadar koji je upravljao akumulacijom. Kada su brana i akumulacija stavljene u popis voda I. reda, a obzirom da akumulacija ima i ulogu snižavanja vodnog vala nizvodno, upravljanje su preuzele Hrvatske vode.

Zbog ekstremnih oborina na mikroslivu, brana Vlačine je značajno oštećena u poplavnom događaju u srpnju 2014. godine te je trebalo provesti značajnu rekonstrukciju tijela brane kao i pribranskih građevina, odnosno slobodnog preljeva i temeljnog ispusta.

Sustav navodnjavanja polja Gornja Baščica je obnovljen 2010. godine, pa je brana ispunjavala svoju dvonamjensku funkciju sve do srpnja 2014. godine kada je značajno oštećena u poplavnom događaju. Zbog ekstremnih oborina na mikroslivu, došlo je do naglog podizanja vodostaja u akumulaciji te do klizanja dijela krune brane na nizvodnoj strani u duljini od oko 200 m.

Oštećenja na brani
30. srpnja 2014.



Kasnijom analizom je utvrđeno da uzrok klizanja nije procjeđivanje, već naglo kvašenje zaobalnog dijela brane velikim oborinama. Brana je odmah nakon poplavnog događaja privremeno sanarina izgradnjom kontrafora miješanim kamenim materijalom na zaobalnoj strani i sanacijom krune oštećenog dijela brane. Međutim sanacija je osigurala samo djelomično punjenje brane kako bi se u razdoblju do potpune rekonstrukcije omogućilo navodnjavanje. Provedenim analizama i opažanjima te postavljanjem piezometara u tijelu brane, dokazano je da horizontalni dren na zaobalnoj nožici pokosa nije u funkciji. Također, imajući u vidu rezultate prethodnih ispitivanja, utvrđeno je da je potrebna značajna rekonstrukcija tijela brane kao i pribranskih građevina, odnosno slobodnog preljeva i temeljnog ispusta.

Projekt rekonstrukcije brane

Na temelju prethodno provedenih analiza i ispitivanja, tvrtka Geokon-Zagreb d.d. je izradila projekt rekonstrukcije brane za koji je krajem 2020. godine ishoda građevinska dozvola. Projekt je obuhvatio:

- rekonstrukciju i uređenje krune brane te nizvodnog oštećenog, spuznutog pokosa kao i lijevog boka brane
 - uređenje uzvodne kamene i betonske obloge brane te rekonstrukciju odrona na uzvodnom dijelu pokosa brane
 - rekonstrukciju temeljnog ispusta
 - rekonstrukciju slobodnog bočnog preljeva s pripadajućim kanalom
 - postavljanje mjernih uređaja odnosno piezometara, repera i inklinometara, u svrhu buduće kvalitetne oskultacije brane.
- Rekonstrukcija nizvodnog oštećenog pokosa i lijevog boka brane sastoji se od uklanjanja kontrafora postavljenog zbog privremene sanacije te uklanjanja nizvodne trećine tijela nasute brane stepenastim zasjecanjem. Nakon toga se vrši zamjena kompletnog uzdužnog sabirnog drene u nožici brane te spoj s vertikalnim drenom izradom poprečnih bušenih drenova. Novi profil na uklonjenom dijelu brane se formira na način da se donji dio od nožice do visine 5 m izrađuje od miješanog kamenog materijala (0-64 mm), a ostatak brane se formira ponovnom ugradnjom prethodno iskopanog glinenog materijala. Pokos se rekonstruira s nagibom 1:1,8. umjesto dosadašnjeg nagiba 1:1,5.

Uređenje uzvodne kamene obloge brane te rekonstrukcija odrona na uzvodnom dijelu pokosa brane vrši se zamjenom i popunjavanjem postojećeg kamenog materijala duž oštećenih dijelova obloge. Rekonstrukcija temeljnog ispusta sastoji se od rekonstrukcije ulazne građevine i izgradnje vertikalnog okna s čeličnim poslužnim mostom te rekonstrukcije izlazne građevine s izgradnjom strojarnice. Rekonstrukcija također obuhvaća strojarke i elektro radove koji uključuju postavljanje novih pločastih zapornica sa zatvaračkim mehanizmima na ulaznoj i izlaznoj građevini te spajanje elektro pogona uzvodne zapornice na elektroenergetsku mrežu. Na preljevnoj građevini koja se sastoji od slobodnog bočnog preljeva i betonskog kanala uočene su pukotine u temeljnim pločama i zidovima te je ovim projektom predviđeno injektiranje pukotina i sanacija površina reparaturnim mortom uz prethodno hidrodemoliranje i ozrnjavanje betonskih površina.

Izrada bušenih
drenova



Ugradnja kamenog materijala na nizvodnom pokosu



Završno uređenje nizvodnog pokosa

Prateći izazovi

Provedba projekta rekonstrukcije brane povlačila je i niz drugih pratećih zahvata kako bi se negativne posljedice zbog nemogućnosti korištenja akumulacije za vrijeme izvođenja radova od strane ostalih korisnika, svele na minimum. Prvenstveno je trebalo osigurati određenu količinu vode u sustavu za navodnjavanje, pogotovo uzimajući u obzir osjetljivost prisutnih trajnih nasada polja Gornje Bašćice formiranih upravo na temelju mogućnosti navodnjavanja. Zbog toga je u samoj akumulaciji uz branu izgrađen zagat koji je omogućio djelomično punjenje akumulacije do dubine 4 m za vrijeme izvođenja radova. Također, da bi se mogao koristiti mrtvi volumen akumulacije izgrađen je privremeni precrpni bazen oko zahvatnog okna u akumulaciji te je postavljena diesel crpka kapaciteta 300 l/s kojom se vršilo crpljenje iz akumulacije u precrpni bazen i dalje u sustav za navodnjavanje. Istovremeno je rekonstruirana ustava na glavnom odvodnom kanalu polja Gornja Bašćica s pripadajućim detaljnim kanalom i cjevovodom što je omogućilo da se dio vode iz glavnog odvodnog kanala usmjeri prema akumulaciji.

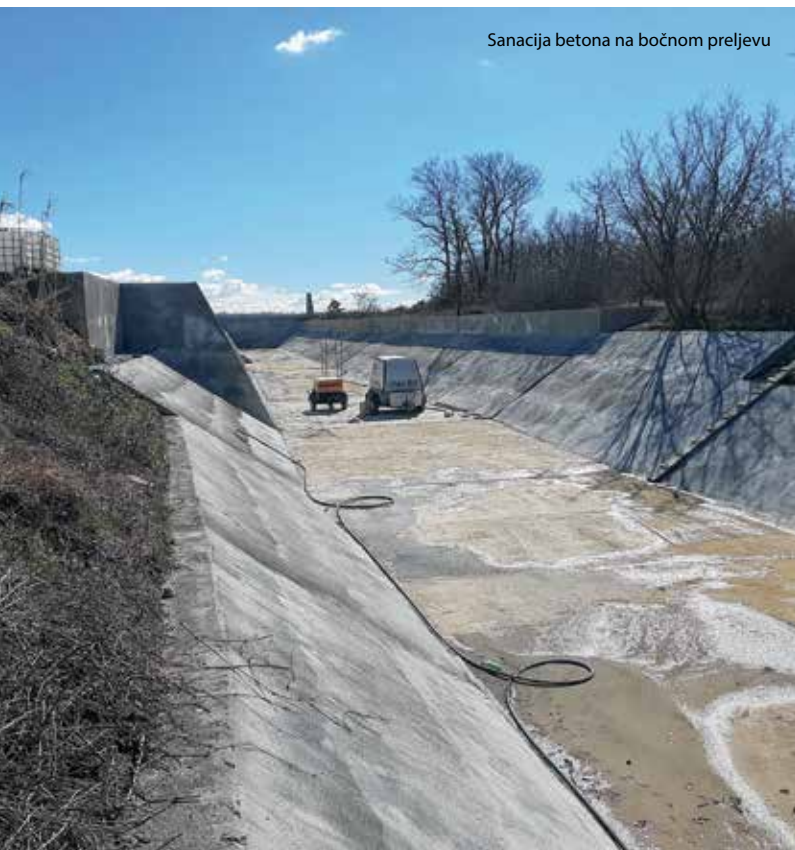
Kako bi se osigurala određena količina vode za navodnjavanje tijekom rekonstrukcije brane, uz branu su izgrađeni zagat za djelomično punjenje akumulacije, privremeni precrpni bazen, postavljena je crpka, te rekonstruirana ustava na glavnom odvodnom kanalu polja Gornja Bašćica. Zbog nepovoljnih hidroloških uvjeta u 2024. dodatno su izgrađeni cjevovodi kojima su se iz vodoopskrbnog sustava osigurale dodatne količine vode.



Izgradnja zagata i precrpnog bazena



Zamjena kamene obloge uzvodnog pokosa



Sanacija betona na bočnom preljevu

Međutim, zbog nepovoljnih hidroloških prilika u travnju i svibnju, prije same sezone navodnjavanja 2024. bilo je jasno da se provedenim zahvatima neće moći osigurati dovoljne količine vode u sustavu. Zbog toga je hitno pokrenuta izgradnja dvaju privremenih cjevovoda kojima bi se iz dva pravca vodoopskrbnog sustava osigurale dodatne količine vode. U suradnji sa Zadarskom županijom koja je nositelj sustava navodnjavanja, cjevovodi su izgrađeni u najkraćem mogućem roku. Manji cjevovod promjera DN 125 mm i duljine 750 m je priključen je na prekidni bazen sustava Kašić. Drugi, veći cjevovod promjera DN 250 i duljine 680 m, je od obližnjeg magistralnog vodovoda doveden do precrpnog bazena u akumulaciji. Premda reducirano, navedenim radovima se osiguralo kontinuirano navodnjavanje, osim u kolovozu kada je zbog preopterećenosti vodoopskrbnog sustava u turističkoj sezoni isporuka vode prekinuta. Ukupno je kroz sustav navodnjavanja korisnicima isporučeno oko 130.000 m³ vode od čega 80.000 m³ iz vodoopskrbnih cjevovoda i oko 50.000 m³ crpljenjem iz akumulacije.



Uz navedeno, izvršeni su i drugi zahvati kao što je popravak makadamskih pristupnih prometnica i uređenje bazena za privremeni smještaj ribljeg fonda, a najveći dio popratnih radova odnosio se na uklanjanje nanosa iz akumulacije. Naime, pražnjenje vode iz akumulacije je iskorišteno za uklanjanje nanosa nakupljenog u tijeku 50-godišnje eksploatacije. Ukupno je izvađeno 27.400 m³ nanosa.

Tijek radova

Radovi na rekonstrukciji brane Vlačine započeli su studenom 2022. godine i u završnoj su fazi. Trenutna vrijednosti ugovorenih radova iznosi 1,1 mil. eura. Terminski plan gradnje se maksimalno pokušao prilagoditi potrebama korisnika sustava navodnjavanja. Međutim, osnovni problem usklađivanja terminskog plana s navodnjavanjem se odnosio na ugradnju glinenog materijala u tijelo brane. Obzirom da za ugradnju gline

moraju postojati optimalni uvjeti, unaprijed je bilo predvidivo da se brana neće moći završiti u zimskom razdoblju i staviti u funkciju prije slijedeće sezone navodnjavanja. Stoga su najprije izvršeni radovi koji su se mogli obavljati bez ispuštanja vode iz akumulacije. Korisnicima je time omogućena jedna sezona nesmetanog navodnjavanja, a ostavljen je i rok za rezidbu i pripremu voćaka za slijedeću ljetnu sezonu reduciranog navodnjavanja. Ispuštanje vode iz akumulacije je izvršeno nakon sezone navodnjavanja 2023. godine



Privremeni cjevovod DN 250 mm i precrpni bazen



Završna faza rekonstrukcije brane

te se odmah pristupilo radovima rekonstrukcije nizvodnog pokosa brane u cilju što hitnije ugradnje drenova i miješanog kamenog materijala, jer ti radovi nisu ovisili o vremenskim prilikama i omogućili su djelomično upuštanje vode u akumulaciju prije samog završetka radova. Postavljanjem uzvodne zapornice u travnju 2024. godine, započelo je punjenje akumulacije, ali je zbog ispodprosječne količine oborina u travnju i svibnju prikupljena manja količina vode od očekivane. Zbog toga se, pristupilo izgradnji dvaju privremenih cjevovoda u cilju dopunjavanja vodom iz vodoopskrbnog sustava.

U međuvremenu su izvedeni svi radovi rekonstrukcije tijela brane, iz akumulacije su uklonjeni privremeni zagat i precrpni bazen te su ostali samo završni radovi.

Kompletan završetak radova se očekuje u travnju 2025. godine. Do početka sezone navodnjavanja se očekuje punjenje akumulacije do kote koja će osigurati korisni volumen od min. 400.000 m³ što bi trebalo zadovoljiti potrebe navodnjavanja za cijelu 2025. godinu bez ograničenja i redukcija.

Tekst: Tomislav Pekanović, mag.
ing. aedif.;
Fotografije: Tomislav Pekanović,
mag. ing. aedif.;
Tomislav Bakunić, mag. ing. aedif.

Smanjenje rizika od poplava na području grada Slatine



Regulirano korito potoka Potočani s oblogom od
krupnog lomljenog kamena u krivinama

IZGRADNJOM RETENCIJE STUBLOVAC I UREĐENJEM POTOKA STUBLOVAC I POTOČANI ZNATNO SU SMANJENI RIZICI OD POPLAVA ISTOČNOG DIJELA GRADA SLATINE, REGIONALNE ŽELJEZNIČKE PRUGE VARAŽDIN-DALJ I DRŽAVNE CESTE D2 SLATINA-OSIJEK, KAO I RIZICI OD UGROZE SIGURNOSTI I ZDRAVLJA STANOVNIŠTVA, MATERIJALNIH, EKOLOŠKIH I KULTURNIH DOBARA U GRADU SLATINI

Potok Stublovac ima izrazite karakteristike brdskog toka, ulijeva se u potok Potočani, 490 m uzvodnije od državne ceste D2 Slatina-Osijek, odnosno 0,9 km uzvodno od željezničke pruge Varaždin-Dalj, na prijelazu brdskog u nizinski dio slivnog područja. Kod pojava intenzivnijih oborina s brzom koncentracijom protoka i naglim dotokom u potok Potočani, koji nema dovoljan kapacitet korita, ugrožene su državna cesta i željeznička pruga te stambeni i gospodarski objekti istočnog gradskog rubnog područja grada Slatine uz potok Stublovac i potok Potočani. To se tijekom prošlih nekoliko godina očitovalo u poplavama većih intenziteta koje su ugrozile cestu, željezničku prugu i stambene i gospodarske objekte na istočnom dijelu grada Slatine.

Planiranim i izgrađenim građevinama retencije na potoku Stublovac maksimalnog volumena 334.400,00 m³ i uređenjem dna i pokosa potoka Stublovac i Potočani u duljini od 693 m s izgradnjom pet sandučastih i jednog pločastog AB propusta većeg kapaciteta protoke, u budućnosti će se spriječiti poplave državne ceste D2 Slatina-Osijek, željezničke pruge Varaždin-Dalj i stambenih i gospodarskih objekata na istočnom dijelu grada Slatine.



Obuhvat zahvata retencije Stublovac s potocima Stublovac i Potočani kod grada Slatine

Projektno rješenje za sprječavanje budućih poplava navedenog područja je definirano kombiniranom izgradnjom retencije na potoku Stublovac maksimalnog volumena 334.400,00 m³ na lokaciji Jazvik koja će u budućnosti zadržavati veće količine bujičnih poplavnih voda potoka Stublovac i bujičnih voda s okolnih brda te uređenjem dna i pokosa potoka Stu-

blovac i Potočani u duljini od 693 m s izgradnjom pet sandučastih i jednog pločastog AB propusta većeg kapaciteta protoke od postojećih betonskih cijevi malih promjera na potocima Stublovac i Potočani. Izgradnjom planiranih građevina retencije Stublovac i uređenjem potoka Stublovac i Potočani dodatno je omogućena potpuna funkcionalnost sustava zaštite od poplava na navedenom slivnom području, a čime se znatno doprinijelo smanjenju rizika od poplava i ugroze sigurnosti i zdravlja stanovništva, materijalnih, ekoloških i kulturnih dobara na istočnom dijelu grada Slatine.

Projekt uređenja retencije Stublovac i uređenja potoka Stublovac i Potočani

Projektna dokumentacija na razini glavnih i izvedbenih projekata je izrađena tijekom 2020. i 2021. godine. Kroz projektnu dokumentaciju glavnog i izvedbenog projekta retencije Stublovac i uređenja potoka Stublovac i Potočani tehnička projektna rješenja su bila podijeljena posebno za izgradnju retencije Stublovac, a posebno za uređenje potoka Stublovac i Potočani.

Izgrađena retencija Stublovac obuhvaća građevinu nasute homogene brane s evakuacijskim građevinama koje čine temeljni ispust, sigurnosni preljev, regulacija odvodnog kanala preljeva, regulacija odvodnog kanala temeljnog ispusta, pristupna cesta temeljnog ispusta, pristupna cesta kruni brane u desnom boku i propust ispod pristupne ceste.

Pregrada retencije Stublovac nalazi se na km 1+170 potoka Stublovac. Na pregradnom mjestu za ostvarenje retencije Stublovac izgrađena je homogena nasuta zemljana brana visine 6,9 m i duljine 185,9 m. Retencija ima ulogu obrane nizvodnog područja od poplava na način da u potpunosti zahvaća volumen velikog vodnog vala pripadajućeg dijela sliva 100-godišnjeg povratnog razdoblja. Maksimalni volumen retencije do kote krune pregrade 135,90 m.n.m. iznosi 334.400 m³.



Snimak iz zraka izgrađene retencije Stublovac sa zaplavnim prostorom



Izgrađene evakuacijske građevine retencije Stublovac



Izgrađeni AB sandučasti propust na potoku Stublovac



Situacija regulacije potoka Potočani na dionici 1 od km 0+000 do km 0+580 u duljini 580 m

Prema glavnom i izvedbenom projektu na **uređenju potoka Stublovac** izvedeni su radovi na uređenju dna i pokosa potoka Stublovac te radovi na izgradnji četiri sandučasta AB propusta s krilnim zidovima.

Prema glavnom i izvedbenom projektu na **uređenju potoka Potočani** izvedeni su radovi na uređenju dna i pokosa potoka Potočani regulacijom korita potoka i oblaganjem dna i pokosa krupnim lomljenim kamenom u krivinama na dionici 1 od km 0+000 do km 0+580 i regulacijom korita potoka na dionici 2 od km 1+787 do km 1+900 izgradnjom armirano-be-



Izgrađeni AB sandučasti propust na potoku Potočani

tonskog kanala pravokutnog presjeka širine 2,9 m i dubine 2,1 m, duljine 113 m. Na dionici 1 izgrađen je AB pločasti propust ukupne širine 8 m i duljine 8 m u km 0+276,00 te na dionici 2 sandučasti AB propust svijetlog otvora 2,2x1,65 m duljine 8 m u km 1+885 potoka Potočani.

Ciljevi projekta

Opći cilj projekta je izgradnja retencije na potoku Stublovac na jugoistočnom dijelu grada Slatine te uređenje bujičnih potoka Stublovac i Potočani u svrhu obrane od poplava istočnog dijela grada Slatine, regionalne željezničke pruge Varaždin-Dalj i državne ceste D2 Slatina-Osijek.

Specifični ciljevi ovog projekta su smanjenje rizika od poplava grada Slatine i ugroze sigurnosti i zdravlja stanovništva, materijalnih, ekoloških i kulturnih dobara u gradu Slatini, dok će se dionicima u sustavu obrane od poplava osigurati učinkovitija provedba mjera obrane od poplava. Izgradnjom navedenih građevina za obranu od poplava na području grada Slatine postigli su se ciljevi propisani ***Direktivom o procjeni i upravljanju poplavnim rizicima*** (2007/60/EC) u dijelu koji se odnosi na smanjenje rizika od štetnih posljedica povezanih s poplavama, osobito za zdravlje i život ljudi, okoliš, kulturnu baštinu, gospodarsku aktivnost i infrastrukturu.

Izvođenje radova i provedba stručnog nadzora na projektu

Nakon provedenog otvorenog postupka javne nabave u prosincu 2022. godine potpisan je Ugovor o građenju sa zajedničkom izvođača iz Vrbanje i Osijeka te podizvođačem iz Donjeg Miholjca. Ukupna ugovorena cijena cijelog projekta iznosi 1.270.688,69 eura bez PDV-a. Svi radovi na izgradnji retenci-



Regulacija korita potoka Potočani na dionici 2 od km 1+787 do km 1+900 u duljini 113 m

je Stublovac i uređenju potoka Stublovac i Potočani su izvedeni sukladno glavnom i izvedbenom projektu i pravomoćnoj građevinskoj dozvoli, uz kontinuirani stručni nadzor na gradilištu. Tijekom izgradnje, paralelno su se izvodili radovi na izgradnji brane i evakuacijskih građevina na retenciji Stublovac s radovima na uređenju dna i pokosa oba potoka u ukupnoj duljini od 693 m i radovima na izgradnji pet sandučastih i jednog pločastog propusta na potocima Stublovac i Potočani, kao i radovima na zaštiti postojećih instalacija u Stublovačkoj ulici u gradu Slatini.

Sufinanciranje iz NPOO 2021. - 2026.

Ugovor o dodjeli bespovratnih sredstava "Retencija Stublovac" (UoDBS) za projekte koji se financiraju iz mehanizma za

oporavak i otpornost (NPOO) potpisan je 22. prosinca 2022. godine. Ugovorena ukupna vrijednost projekta po UoDBS iznosi 1.429.241,32 eura, od čega ukupni prihvatljivi troškovi projekta iznose 1.143.393,06 eura, što je sufinancirala Europska unija, dok sredstva korisnika (Hrvatske vode) iznose 285.848,26 eura. Razdoblje provedbe ovog NPOO projekta je od 16. 12. 2022. do 16. 12. 2024. godine. Radovi na izgradnji ovog projekta su prema sekundarnom ugovoru sklopljenom između Naručitelja i Zajednice izvođača završeni 13. prosinca 2024. godine.

NPOO Projekt "Retencija Stublovac" je projekt obuhvaćen nacrtom *Višegodišnjeg programa gradnje regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina i građevina za melioracije za razdoblje 2021.-2030.* Uz prethodno navedene smanjenje rizika od poplava, ovim projektom će se u budućnosti osigurati učinkovita provedba preventivnih, redovnih i izvanrednih mjera obrane od poplava na navedenom području grada Slatine. Završetak provedbe aktivnosti na Projektu i izvođenja radova na izgradnji po UoDBS je 4. kvartal 2024. godine, a što je završetkom izgradnje predmetne građevine u ugovorenom roku i postignuto.

Završetkom ovog projekta ostvareni su pokazatelji NPOO-a kroz dva zaključena ugovor o radovima i provedbi stručnog nadzora za projekte zaštite od štetnog djelovanja voda, kroz izgradnju retencije Stublovac i uređenje potoka Stublovac i Potočani u duljini od 1,1 km sustava obrane od poplava te kroz zaštitu od poplava 361 stanovnika na području grada Slatine.

Izgrađeni AB kanal pravokutnog presjeka širine 2,9 m i dubine 2,1 m te duljine 113 m na potoku Potočani





Tekst: Marko Blagus, univ. spec. ing. aedif.; Fotografije: Ivan Novokmet, univ. bacc. ing. aedif. (Jet-Set d.o.o.)

POBOLJŠANJE EKOSUSTAVA BARA I RUKAVACA Restauracija Biljskog rita

POSLEDICE KLIMATSKIH PROMJENA SU SVAKIM DANOM SVE VIDLJIVIJE, POGOTOVO U NEODRŽAVANJU SLATKOVODNIH SUSTAVA. RESTAURACIJOM PODRUČJA BILJSKOG RITA POBOLJŠAT ĆE SE EKOSUSTAVI BARA I RUKAVACA TE OMOGUĆITI USPOSTAVA OPTIMALNOG VODNOG REŽIMA BILJSKOG RITA I ZAUSTAVITI DALJNJA DEGRADACIJA VODENOG SUSTAVA.



Područje Biljskog rita smješteno je u općini Bilje, u Osječko-baranjskoj županiji, u neposrednoj blizini jugozapadnog dijela Kopačkog rita. Omeđeno je nasipom Drava-Dunav s istoka i juga, biljskom Starom Dravom sa sjevera te županijskom cestom ŽC4257 sa zapada. Predmetno područje prostire se na približno 2.000 ha i u većinskom je vlasništvu Republike Hrvatske. Biljski rit je najvećim dijelom u šumsko-gospodarskoj osnovi Hrvatskih šuma i nalazi se u ekološkoj mreži Natura 2000 i rezervatu biosfere Mura-Drava-Dunav.

Projektom restauracije Biljskog rita predviđeno je produbljivanje starih rukavaca Žadanj bare, Janči bare i Pavlove bare te njihovo međusobno povezivanje spojnim kanalima. Planirani retencijski kapacitet Biljskog rita nakon potpune restauracije pri maksimalnom vodostaju iznosit će oko 2.140.000 m³.

Planirana vodena površina pri maksimalnom vodostaju na koti koja ne ugrožava naselja, prometnice i poljoprivredne površine će iznositi 244 ha, a dubina vode će varirati. Planirani retencijski kapacitet Biljskog rita nakon potpune restauracije pri maksimalnom vodostaju 81,70 m n. m. iznosi oko 2.140.000 m³. Dovod vode osiguran je kroz postojeću ustavu na nasipu Zmajevac-Kopačevo i ustavu Bilje na Staroj Dravi. U sljedećoj fazi restauracije planira se omogućiti dovod dravske vode iz-

gradnjom nove ustave na nasipu Drava-Dunav.

U tijeku je izvođenje radova 1. faze restauracije područja Biljskog rita, koji se odnose na uklanjanje sedimentiranog nanosa iz Žadanj bare, Pavlove bare i Janči bare ukupne duljine 5,280 km i iz spojnih kanala između bara ukupne duljine 9,220 km. Osim navedenoga, predviđeno je ojačanje postojećih šumskih putova, izrada cijevnih propusta na križanjima putova i kanala te privremeno deponiranje iskopanog materijala koji će se u budućnosti koristiti za ugradnju u balast obrambenih nasipa sa svrhom njihovog ojačanja.

Područje obuhvata projekta se dijelom preklapa, odnosno nadovezuje, na još dva projekta sufinancirana sredstvima Europske unije u kojima su Hrvatske vode bile projektni partner.

Revitalizacijom slatkovodnih sustava, odnosno vraćanjem dinamike poplavlivanja, strukture i morfologije korita u prirodno stanje uz očuvanje značajnih šumskih, močvarnih i vodenih staništa ostvaruju se hidrološki, hidromorfološki i biološko-ekološki ciljevi što pridonosi dugoročno održivom upravljanju vodama u smislu ispunjenja okolišnih ciljeva prema Okvirnoj direktivi o vodama (2000/60/EC) i ciljeva zaštite prirode prema Direktivi o očuvanju prirodnih staništa i divlje faune i flore (92/43/EEC) na slivu Dunava u Republici Hrvatskoj.

Pavlova bara-izvođenje radova



Ojačanje postojećih šumarskih putova



Spojni kanal Janči bara-Pavlova Bara

Spojni kanal Janči bara-Pavlova Bara i
ojačanje postojećih šumarskih putova

Spojni kanal Janči bara-Pavlova Bara



Jedan od njih je *“Razminiranje, obnova i zaštita šuma i šumskog zemljišta u zaštićenim i Natura 2000 područjima u dunavsko-dravskoj regiji – Naturavita”*, a drugi je NPOO projekt *“Revitalizacija Stare Drave Bilje”*.

Zaštita okoliša i prirode u fokusu je djelatnosti te usko isprepletena sa sustavom zaštite od poplava. Poštujući smjernice iz Okvirne direktive o vodama (2000/60/EC) Projektom se upravo želi pridonijeti postizanju rezultata koje države članice žele postići uz potporu Europske Unije. Posljedice klimatskih promjena su svakim danom sve vidljivije, pogotovo u neodržavanju slatkovodnih sustava – konkretno na primjeru ovog Projekta. Restauracijom sustava bara/rukavaca i povećanjem retencijskog kapaciteta uspostaviti će se povoljniji vodni režim kako u sušnim razdobljima, tako i tijekom poplavnih događaja čime je projekt kao takav usmjeren na **prilagodbu klimatskim promjenama**. Uklanjanjem sedimenta spriječiti će se daljnja sukcesija i nestanak vodnog tijela što će doprinijeti očuvanju bioraznolikosti na predmetnom Natura 2000 području (prema Višegodišnjem programu gradnje regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina projekt: ID 2107).

Projektna dokumentacija

Radovi na restauraciji izvode se temeljem Idejnog rješenja - Plan restauracije područja Biljski rit projekt broj: IRBR-125/2021 od rujna 2021. godine. Na temelju izrađenog Elaborata zaštite okoliša iz srpnja 2022. godine, proveden je postupak ocjene o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš, u okviru kojeg je proveden i postupak Prethodne ocjene prihvatljivosti za ekološku mrežu te je od strane Upravnog odjela za prostorno uređenje, graditeljstvo i zaštitu okoliša Osječko-baranjske županije izdano Rješenje da za namjeravani zahvat nije potrebno provesti postupak procjene utjecaja na okoliš i glavnu

ocjenu prihvatljivosti zahvata za ekološku mrežu.

Ciljevi projekta

Očekivani rezultati projekta su obnova ukupno 14,5 km vodotoka čime će se u hidrološkom smislu područje ponovno spojiti s postojećim vodotocima i formirati plavno područje, nova vodena staništa i stvoriti pogodne uvjete za razvoj i širenje različite ugrožene riparijske i vodene vegetacije.

Specifični ciljevi projekta su:

- **dovod vode na područje Biljskog rita** - dovod vode i osiguranje stabilnog vodnog režima u svrhu obnove, kao i poboljšanja stanja staništa i ciljnih vrsta korištenjem unutarnjih voda iz melioracijskih kanala preko Stare Drave i postojeće ustave Bilje te dovod vode i osiguranje stabilnog vodnog režima u svrhu obnove, kao i poboljšanja stanja staništa i ciljnih vrsta upuštanjem dunavske vode preko postojeće ustave Kopačevo
- **osiguranje protočnosti putem sustava kanala i bara** - u svrhu osiguranja protočnosti i dotoka dovoljne količine vode iz rijeke Dunava i Stare Drave prokopat će se spojni kanali i bare ukupne dužine 14,5 km, a radi osiguranja komunikacije izvest će se cijevni propusti.

Izvođenje radova i provedba stručnog nadzora na projektu

Krajem 2023. godine sa zajednicom izvođača iz Vinkovaca i Vrbanje potpisan je Ugovor o izvođenju radova restauracije po-

Spojni kanal Janči bara



dručja Biljskog rita. Ukupna ugovorena cijena projekta iznosi 8.056.955,43 eura bez PDV-a s rokom za izvođenje radova do 31. 12. 2025. godine. S obzirom da je realizacija projekta s krajem siječnja 2025. godine bila više od 60 %, za očekivati je da će se svi radovi izvesti u ugovorenom roku.

Sufinanciranje iz NPOO 2021. - 2026.

Ugovor o dodjeli bespovratnih sredstava *“Restauracija područja Biljskog rita”* (UoDBS) za projekte koji se financiraju iz

mehanizma za oporavak i otpornost (NPOO) potpisan je 29. studenog 2023. godine. Ugovorena ukupna vrijednost projekta po iznosi 10.498.501,48 eura, od čega ukupni prihvatljivi troškovi projekta iznose 8.398.801,18 eura što je sufinancirala Europska unija, dok sredstva korisnika (Hrvatske vode) iznose 2.099.700,30 eura. Razdoblje provedbe ovog projekta je od 11. 12. 2023. do 31. 12. 2025. godine.

Ovaj projekt je nastavak uspješno provedenog projekta *“Restoration of Wetlands in the Middle Danube – WetlandRestore”*, koji su Hrvatske vode s partnerima provele u razdoblju od 15. 06. 2019. do 14. 12. 2021. godine u sklopu INTERREG IPA Prekograničnog Programa Hrvatska-Srbija 2014-2020.

Labudovi na kanalu



Tekst i fotografije:
Mišo Čičak, mag. ing. aedif.



NAKON VELIKOVODNOG DOGAĐAJA U RUJNU 2010. GODINE U KOJEM SE DOGODIO I PROBOJ SAVSKOG NASIPA PONOVRNO JE UOČENA POTREBA REKONSTRUKCIJE NASIPA RIJEKE SAVE U DUŽINI OD 2,5 KM KROZ NASELJE DUBROVČAK LIJEVI.

Dubrovčak Lijevi nalazi se u sastavu Ivanić Grada, Zagrebačka županija, i prostire se na površini od oko 7 km². Naselje Lijevi

Kruna postojećeg nasipa na većem dijelu promatrane dionice nije zadovoljavala svojom visinom potrebni nivo zaštite od poplave, što se pokazalo pri visokom vodostaju rijeke Save koji se pojavio u rujnu 2010. godine. Duž postojećeg nasipa su se na mnogim mjestima pojavila i opasna procjeđivanja.

Dubrovčak većim svojim dijelom pruža se uz rijeku Savu. Između naselja i rijeke Save nalazi se obrambeni nasip po kojemu i uz kojega prolazi cesta.

Nakon velikovodnog događaja u rujnu 2010. godine u kojem se dogodio i proboj savskog nasipa ponovno je uočena potreba rekonstrukcije l.o. nasipa rijeke Save u dužini od 2,5 km kroz naselje Dubrovčak Lijevi.

Nailaskom velikog vodnog vala i ekstremnog vodostaja rijeke Save u rujnu 2010. godine organizirane su izvanredne mjere obrane od poplave kojom prilikom je na dijelu krune nasipa uz cestu izgrađeno nadvišenje krune nasipa u vidu zečjeg nasipa.



UNAPRJEĐENJE OBRANE OD POPLAVA Rekonstrukcija nasipa u Dubrovčaku Lijevom

Tehnički opis – građevinski dio

Trasa rekonstrukcije nasipa pruža se od spoja s visokom obalom, od stacionaže 0+000 do stacionaže 2+500, odnosno od stacionaže nasipa 136+000 do stacionaže 138+500.

Utvrđeno je da na najvećem dijelu predmetne dionice nasipa, odnosno od 136+000 km do 138+000 km, nasip svojom visinom ne zadovoljava traženi nivo obrane od poplave 100 godišnje velike vode +1 m. Visinom je zadovoljavajuća samo dionica uzvodno od km 138+000 do kraja predmetne dionice (138+500 km). Pošto na ovom dijelu nasipa nema izražene inundacije tako nema prostora za nadvišenje krune nasipa u vidu izvedbe klasičnog nasipa trapeznog poprečnog profila. Prema projektnom zadatku za predmetnu dionicu nasipa predviđena je stoga rekonstrukcija nasipa u vidu nadvišenja krune postojećeg nasipa izvedbom armiranobetonskog zida

visine 1 m iznad mjerodavnog vodnog lica 100 godišnje velike vode.

Nailaskom velikog vodnog vala i ekstremnog vodostaja rijeke Save u rujnu 2010. godine duž postojećeg nasipa su se pojavila procjeđivanja. Geotehničkim proračunima utvrđeno je povećano procjeđivanje na dijelu trase od lok.stac. 1+700 do 2+500. Isto je opisano i u geotehničkom elaboratu koji je korišten kao podloga za projektiranje. Uzrok tome su evidentirani pjeskoviti materijali u tijelu nasipa naročito na bušotini B5. Kao mjera za sprječavanje povećanog procjeđivanja i osiguranja potrebne stabilnosti predlaže se ugradnja plastičnih talpi dužine 6 m na dionici od 1+850 do 2+500 te talpi dužine 4 m na dionici od 1+700 do 1+850. Talpe su smještene uz rub ceste izvan kolničke konstrukcije tako da ne zadiru u kolnik, a s druge strane osiguran je lagan pristup mehanizaciji za ugradnju talpi.



Unutar rekonstrukcije nasipa planirana je izgradnja ili dogradnja sljedećih postojećih građevina:

- pristupna rampa (rampa 1) - rampa skelskog prijelaza na 136+540 km odnosno lokalne stacionaže 0+540.00
- zaštita vodomjerne stanice Lijevi Dubrovčak od štetnog djelovanja visokih voda, na 136+840 km odnosno lokalne stacionaže 0+840.00
- pristupna rampa (rampa 2) na 138+290 km odnosno lokalne stacionaže 2+290.00
- odvodnja oborinskih voda sa dijelova kolnika (Ispusne građevine u stacionaži: 0+155.00, 0+740.00 i 1+920.00)

Na km 136+540 nasipa otvor je u nadvišenju krune nasipa. Ovaj otvor služi za pristup do rampe koja vodi na skelski prijelaz. Na km 138+290 nasipa otvor je u nasipu. Otvor je ostavljen za potrebe pristupa do rampe koja se spušta u inundaciju prema vodotoku. Na predmetnoj dionici na km 136+840 nasipa smještena je vodomjerna stanica Dubrovčak koja će se u okviru ovog projekta zaštititi od štetnog djelovanja velikih voda.

Tijek izvođenja radova

Nakon završetka izrade projektne dokumentacije i ishođenja svih akata o gradnji, 2022. godine, završen je natječaj za odabir izvođača radova te stručni nadzor. Tijekom 2022. godine

izvođač radova uveden je u posao i započeo je s rekonstrukcijom nasipa. U 2022. godini vršeni su radovi na pobijanju talpi radi sprječavanja procijeđivanja uočenog tijekom prošlih obrana od poplava. Na dionici od 1+850 o 2+500 pobijane su talpe dužine 6 m dok su na dionici od 1+700 do 1+850 pobijane talpe dužine 4 m.

Tijekom 2023. godine započeti su zemljani radovi na nasipu kao i betonski radovi na izgradnji samog zida na kruni nasipa. Također i sama 2023. godina bila je izazovna sa stajališta organizacije gradilišta i obrana od poplava. Nakon svibanjskih, nove velike vodne valove nitko nije očekivao i usred ljeta. Tako su početkom kolovoza obilne količine oborine reda veličine u prosjeku do 200 mm (a lokalno i do 300 mm) uz već otprije akumulirane oborine na slivovima rijeke Save, Drave i Mure u Austriji i Sloveniji, uzrokovala formiranje izuzetno velikih vodnih valova rijeka Save, Mure i Drave u Sloveniji i Austriji, a posljedično isto tako i u Hrvatskoj. Ogromne količine kišnih oborina u kratkom vremenu izazvale su velike bujične poplave u Austriji i Sloveniji, aktivirale brojna klizišta, uništile prometnice i drugu infrastrukturu, a mnoga naselja ostala su odsječena. U ponedjeljak 7. kolovoza u ranim jutarnjim satima na vodomjernoj postaji Dubrovčak izmjereno je i novi rekordni vodostaj rijeke Save od +878 cm (dosadašnji rekord iz 2010. godine bio je +872 cm).

U takvim okolnostima bilo je nužno sačuvati gradilište od mogućih oštećenja kao i provesti mjere obrane od poplava radi zaštite života i imovine stanovnika.

Radovi su se nastavili tijekom 2024. godine, kada su u potpunosti završeni radovi na izgradnji obrambenog zida, odvodnje prometnice te velika većina zemljanih radova. Dosadašnja realizacija iznosi 1.946.186,94 eura od ukupne vrijednosti od 2.039.491,95 eura, što iznosi 95 % investicije. Završetak svih preostalih radova i tehnički pregled očekuje se u prvoj polovici 2025. godine.

U 2024. godini u potpunosti su završeni radovi na izgradnji obrambenog zida, odvodnje prometnice te velika većina zemljanih radova, a završetak preostalih radova i tehnički pregled očekuje se u prvoj polovici 2025. godine.



Tekst i fotografija: Željko Bukša

Ministrica Vučković na sjednici Vijeća za okoliš u Bruxellesu

Ministrica zaštite okoliša i zelene tranzicije Marija Vučković sudjelovala je krajem prošle godine na sjednici Vijeća



"Hrvatska ozbiljno shvaća i radi na rješavanju problema onečišćenja mikroplastikom s kojim smo i sami suočeni", rekla je ministrica u Bruxellesu

za okoliš Europske unije (ENVI) u Bruxellesu na kojem se raspravljalo o smanjivanju onečišćenja okoliša mikroplastikom te klimatskoj i okolišnoj politici EU. Na sastanku su ministri usvojili opći pristup za **Uredbu o sprečavanju gubitaka plastičnih peleta** što će omogućiti početak institucionalnih pregovora s Europskim parlamentom. Uredbom se uvode mjere za smanjenje onečišćenja mikroplastikom kroz sprječavanje i rješavanje gubitaka plastičnih peleta prilikom rukovanja, proizvodnje i prijevoza. U raspravi o klimatskom cilju EU za 2040. ministrica je istaknula važnost bolje povezanosti sektorskih politika kako bi se smanjilo administrativno opterećenje za javni i poslovni sektor, posebice za mala i srednja poduzeća. Istaknula je i važnost poticanja inovacija, istraživanja i razvoja, osnaživanja jedinstvenog tržišta te dostupnost financijskih instrumenata. Ministrica je održala i sastanak s povjerenikom Europske komisije za klimu, nultu neto stopu emisija i čisti rast Wopkeom Hoekstrom te mu predstavila prioritete Hrvatske u klimatskoj politici. Pritom je istaknula da je Hrvatskoj prioritet zaštita ranjivih skupina i sektora u zelenoj tranziciji.

Tekst: Sindikat poljoprivrede, prehrambene industrije i vodoprivredne Hrvatske (SPIV)

SPIV - Sigurnost i zdravlje na radu u okviru klimatskih promjena i zelene tranzicije

Na godišnjoj konferenciji o sigurnosti i zdravlju na radu Europske konfederacije sindikata (ETUI) pod nazivom "Predstojeći izazovi: klimatske promjene i zelena tranzicija" istražena su ključna pitanja na presjeku zdravlja i sigurnosti na radu, klimatskih promjena i zelene tranzicije. Nakon konferencije, organizirana je radionica čiji je cilj bio usmjeren na poboljšanje pripravnosti sindikalista na potencijalne učinke klimatskih promjena i zelene tranzicije na zdravlje i sigurnost radnika. Radionica je održana od 21. do 23. siječnja 2025. u Bruxellesu, Belgiji. Na radionici su sudjelovali djelatnici sindikata SPIV-a Ivona Milinović i Tomislav Šapina. Ciljevi radionice su bili: podići svijest o učincima klimatskih promjena i zelene tranzicije na rizike u području sigurnosti i zdravlja na radu, utvrditi promjenjive opasnosti i nove ili pojačane profesionalne rizike povezane s klimatskim promjenama i zelenom tranzicijom, analizirati pristupe ili alate za praćenje učinaka klimatskih promjena i zelene tranzicije na zdravlje i sigurnost radnika i razviti preventivne i zaštitne mjere za smanjenje rizika od nesreća na radu i bolesti povezanih s klimatskim promjenama i zelenom tranzicijom. ETUI, koji je sufinanciran sredstvima Europske unije, neovisni je centar za istraživanje i osposobljavanje (ETUC) koji i sam povezuje europske sindikate u jedinstvenu europsku krovnu organizaciju. Sindikat SPIV organizira radnike svih struka i zanimanja zaposlenih na određeno ili neodre-



Članovi sindikata SPIV-a aktivno su sudjelovali u programu radionice u Bruxellesu

đeno vrijeme, kao i privremeno nezaposlene radnike iz poljoprivrede, prehrambene industrije, vodoprivrede, ribarstva i drugih srodnih djelatnosti te šumarstva.

Tekst i fotografija: Željko Bukša

Suhi predjeli Zemlje se alarmantno povećavaju

UN je objavio studiju za znanstvenu politiku (UN-SPI) *“Globalna prijetnja isušivanja: regionalni i globalni trendovi sušnosti i buduće projekcije”*, čiji su autori istaknuti znanstvenici. U studiji se ističe da je po prvi put svjetska kriza isušivanja znanstveno dokumentirana otkrivajući egzistencijalnu prijetnju koja pogađa milijarde ljudi diljem svijeta i novi je veliki ekološki izazov. Glavni pokretač takvih negativnih promjena sve su izraženije klimatske promjene uzrokovane ljudskim



Između 2007. i 2017. suše su pogodile više od 1,5 milijardi ljudi i stvorile štete od 125 milijardi dolara

djelovanjem, emisijama štetnih plinova iz energetike, prometa, industrije i drugih ljudskih aktivnosti koje potiču “efekt staklenika”, a time i globalno zatopljenje što negativno utječe na oborine, isparavanje vode i život biljaka, stvarajući uvjete koji povećavaju sušu. Suha područja (na kojima se najmanje 90 % oborina gubi isparavanjem i samo do 10 % ostane za vegetaciju) već čine čak 40 % kopna na Zemlji, isključujući Antarktiku, što stvara velike probleme prije svega za poljoprivredu, ali i normalan život. Tri četvrtine svjetskog kopna pretrpjelo je sušnije uvjete u posljednjih 30 godina, što će vjerojatno biti trajno. Istodobno se područje kopna gotovo za trećinu veće od Indije iz vlažne zemlje pretvorilo u suha tla u kojima je poljoprivreda otežana, a dvije trećine kopna na globalnoj razini pohraniti će manje vode do sredine ovog stoljeća. Od 2020. oko 30 % svjetskog stanovništva (2,3 milijarde ljudi) živjelo je u suhim područjima, u odnosu na oko 22,5 % 1990. godine, a predviđa se kako će se to udvostručiti do 2100. Klima sa sušama, koja sada utječe na velika područja diljem svijeta, neće se vratiti na staro stanje, a ova promjena redefinira život na Zemlji. Opasnost od dezertifikacije - alarmantne degradacije tla, prijeti tamo gdje vode nema dovoljno. Ljudi mogu ostati gladni ili dehidrirani, a ekosustavi u potpunosti transformirani. Stoga treba pratiti promjene suša te razviti politike i mjere za usporavanje njenog rasta, smanjivanje njenog utjecaja i prilagođavanje krajolika sušama.

Tekst i fotografija: Željko Bukša

Izvješća Europske komisije o stanju voda u EU

Europska komisija je početkom veljače objavila najnovija izvješća o stanju voda u EU. Obuhvaćaju provedbu Okvirne direktive o vodama, Direktive o poplavama i Okvirne direktive o morskoj strategiji. U njima se ističe napredak postignut u poboljšanju stanja vodnih tijela u EU-u proteklih šest godina te identificiraju ključna područja u kojima su potrebni daljnji naponi. Izvješća pružaju vrijedan uvid u stanje slatkih i morskih voda EU-a te mjere poduzete za njihovo poboljšanje, kao i mjere za smanjenje rizika od poplava. Također informiraju i o stanju u pojedinim zemljama te daju prilagođene preporuke za podršku stalnom napretku i održivom upravljanju vodama diljem Europe. Prosječno zdravstveno stanje površinskih vodnih tijela EU-a je kritično, sa samo 39,5 % koje postižu dobro ekološko stanje, a samo 26,8 % postižu dobro kemijsko stanje. To je uglavnom zbog raširene kontaminacije živom i drugim toksičnim onečišćivačima. Nestašica vode i suša također su sve veći problemi u većem dijelu EU. Zbog češćih i ozbiljnijih poplava u Europi, države članice moraju proširiti svoje planiranje i administrativne kapacitete te adekvatno ulagati u prevenciju poplava. Da bi se to postiglo, ključna je obnova ekosustava i rješenja temeljena na prirodi, kao i mjere pripravnosti poput sustava ranog upozoravanja i podizanja svijesti. Informacije iz ta tri izvješća imat će ključ-



Vode u EU izložene su značajnim izazovima, od onečišćenja i prijetnji opskrbi vodom do nedovoljne pripremljenosti za poplave

nu ulogu u oblikovanju predstojeće europske Strategije za otpornost vodoopskrbe, čiji je cilj rješavanje najvećih i najhitnijih izazova povezanih s vodom u Europi.

Tekst i fotografija: Željko Bukša

Kreće gradnja pročišćivača pitke vode na izvorištu Jadra

Potpisivanjem ugovora o izvođenju javnih radova na izgradnji uređaja za kondicioniranje pitke vode Jadro krajem 2024. godine, tvrtka Vodovod i kanalizacija (ViK) Split kreće u gradnju pročišćivača pitke vode na izvorištu rijeke Jadro kojom se napaja više od 250 tisuća stanovnika šireg splitskog područja.



Lokacija izgradnje i gabariti pročišćivača pitke vode ovaj projekt čine složenim i zahtjevnim

Vrijednost te strateške investicije je 41,06 milijuna eura s PDV-om. Pročišćivač će biti smješten na specifičnoj lokaciji, blizu izvorišta Jadra i izletišta, uz Dioklecijanov i novi kanal. Kapacitet mu je 2.000 litara u sekundi, a mora biti većih gabarita jer u sezoni na širem splitskom području boravi i do 400.000 ljudi. Projekt se realizira uz suradnju Hrvatskih voda i financiran je iz dva izvora: kreditom EBRD-a od 20 milijuna eura i s dodatnih 20 milijuna eura iz NPOO 2021.-2026. Pročišćivač će zadovoljavati sve europske standarde i zakonske parametre kvalitete vode koji se stalno postrožavaju, uz obvezu obavještanja javnosti o stupnju kemijskih značajki pitke vode. Ovime je počeo proces projektiranja i gradnje pročišćivača čijim završetkom pitka voda iz Jadra više neće biti zamućena. Uređaj na Jadru se temelji na tehnologiji ultrafiltracije, moderne i dokazane tehnologije osobito za zahtjevnije uvjete pročišćavanja, kao što je krško područje, specifično po sitnim česticama koje stvaraju zamućenja u vrijeme velikih kiša. Primijenjena tehnologija, osim fizičkih nečistoća, zaustavlja i organske, odnosno pročišćava vodu u potpunosti. Što se tiče mutnoće, poštovat će se najstroži kriteriji EU, ispod 0,3 NTU, a osim toga osiguravat će se mikrobiološka stabilnost kako bi voda u potpunosti bila zdrava za piće.

Tekst i fotografija: Služba za odnose s javnošću

U Splitu dodijeljeni ugovori vrijedni gotovo 700 milijuna eura

U Splitu je 10. siječnja održana svečana dodjela ugovora o dodjeli bespovratnih sredstava i ugovora o sufinanciranju za tri vodnokomunalna projekta odobrena u okviru OPKK 2014. – 2020. koji će se nastaviti financirati u okviru PKK 2021. – 2027. Radi se o drugoj fazi projekata "Poboljšanje vodno-komunalne infrastrukture aglomeracije Kaštela – Trogir", "Poboljšanje vodno – komunalne infrastrukture aglomeracije Split – Solin" te "Razvoj vodno-komunalne infrastrukture Dubrovnik". Svečanoj dodjeli prisustvovali su ministrica zaštite okoliša i zelene tranzicije Marija Vučković, državna tajnica Anja Bagarić, ravnateljica Uprave vodnoga gospodarstva i zaštite mora Elizabeta Kos, župan splitsko – dalmatinski Blaženko Boban, generalni direktor Hrvatskih voda Zoran Đuroković s direktoricom VGO za slivove južnog Jadrana Irinom Puticom te ostali predstavnici gradova, općina i javnih isporučitelja vodnih usluga. Ukupna vrijednost tri vodnokomunalna projekta iznosi gotovo 700 milijuna eura s PDV-om, prihvatljivi troškovi faze 2 iznose 444,2 milijuna eura od čega ukupna bespovratna sredstva iz PKK 2021. – 2027. iznose 304,6 milijuna eura. Provedbom planiranih aktivnosti za **aglomeraciju Split-Solin** planira se za 2028. godinu priključenost od 213.655 stanovnika na sustavu javne odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda

čime će se postići razina od 95 % priključenosti stanovništva, dok se proširenjem mreže javne vodoopskrbe planira priključiti dodatnih 4.027 stanovnika. Kroz **aglomeraciju Kaštela-Trogir** planira se za 2029. godinu priključenost na sustav javne vodoopskrbe za novih 7.279 stanovnika čime će se postići 100 % priključenost te za 111.722 stanovnika na sustav javne odvodnje i pročišćavanja do kraja provedbe projekta, odnosno razina priključenosti na 95 %. **Agglomeracija Dubrovnik** u 2027. godini će na sustav javne odvodnje priključiti dodatnih 4.409 novih stanovnika te će se priključenost povećati s postojećih 84 % na 92 %. Također, povećat će se priključenost stanovništva na sustav javne vodoopskrbe za 967 stanovnika, a za preko 77 tisuća potrošača osigurati kvalitetna i sigurna vodoopskrba.



Uzvanici i potpisnici na svečanoj dodjeli ugovora u Splitu

Tekst i fotografija: Služba za odnose s javnošću

U Bukureštu održan početni sastanak partnera projekta "DANSER"

U Bukureštu u Rumunjskoj je od 28. do 30. siječnja 2025. godine održan početni sastanak partnera na međunarod-



Sudionici sastanka partnera u Bukureštu

nom projektu *"Obnova dunavskog sedimenta: prema uspostavi i povećanju dosega u održivom gospodarenju sedimentima duž sliva Dunavskog bazena (DANSER)"*. Projekt je financiran iz Okvirnog programa Europske unije za istraživanje i inovacije "Obzor Europa" i Misije "Ocean i vode", čiji je glavni cilj zaštititi i obnoviti morske i slatkovodne ekosustave i biološku raznolikost. Hrvatske vode su jedan je od 27 partnera iz 7 država: Austrije, Bugarske, Hrvatske, Irske, Portugala, Rumunjske i Ukrajine. Vrijednost projekta je 8.677.782,63 eura od čega je Hrvatskim vodama pripalo 692.3750,00 eura u 100 % financiranju od strane EU. Cilj projekta je poboljšati protok i kvalitetu sedimenata u slivu rijeke Dunav, a aktivnost Hrvatskih voda na projektu odnosi se na izradi tehničke dokumentacije, procjene utjecaja zahvata na okoliš te sami radovi na restauraciji rukavca rijeke Drave Gradac na području općine Gradina, Virovitičko-podravske županije. Na ovom događanju Hrvatske vode predstavljali su članovi projektnog tima: Nikola Bataković, mag. ing. aedif. Mate Jurčević dipl. oec, Zoran Sever, geodet i Stjepan Šarčević, pristup. oec.

Tekst i fotografija: Služba za odnose s javnošću

Nastavak financiranja i provedbe projekata zaštite voda na području Neretve

U Centru obrane od poplava Hrvatskih voda u Opuzenu 7. veljače održana je prezentacija *Projekta zaštite od zaslanjenja tala i voda na području donje Neretve* – stanje i realizacija kojoj su prisustvovali ministrica zaštite okoliša i zelene tranzicije Marija Vučković, državna tajnica Anja Bagarić, ravnateljica Uprave vodnoga gospodarstva i zaštite mora Elizabeta Kos, župan Dubrovačko-neretvanske županije Nikola Dobroslavić i zamjenik generalnog direktora Hrvatskih voda Valentin Dujmović, predstavnici lokalnih jedinica te brojni suradnici i partneri. Tom su prilikom svečano dodijeljene Odluka o financiranju za projekte mjernih postaja za mjerenje kvalitete zraka u Luci Ploče i u Luci Dubrovnik te Ugovor o nastavku financiranja projekta Razvoj vodnokomunalne infrastrukture aglomeracije Metković. Osnovni cilj *Projekta zaštite od zaslanjenja tala i voda na području donje Neretve* je smanjenje stupnja zaslanjenosti tala u površinskom sloju, odnosno u zoni rizosfere, dovođenjem "nezaslanjene" vode na poljoprivredne površine. Projektom su predviđene dvije tehničke mjere: izgradnja pregrade na Neretvi i izgradnja sustava za distribuciju nezaslanjene vode na poljoprivredne površine. Realizacijom projekta omogućit će se navodnjavanje svježom vodom 1.887 ha poljoprivrednih površina. Vrijeme implementacije projekta



Ministrica Marija Vučković sa sudionicima događanja u Opuzenu

je u razdoblju od 2025.-2029. godine. Ukupni trošak projekta s nepredviđenim troškovima iznosi 58.813.678,78 € bez PDV-a, odnosno, od čega očekivani udio EU sufinanciranje iznosi 85 %. Projektom *"Razvoj vodnokomunalne infrastrukture aglomeracije Metković"*, koji je odobren u okviru OPKK 2014.-2020., a nastavlja se financirati nacionalnim sredstvima, predviđeni su radovi na vodoopskrbnom sustavu, sustavu odvodnje i sustavu pročišćavanja otpadnih voda. Realizacijom ovog projekta povećat će se stupanj priključenosti na sustav odvodnje sa 46 % na 89 %, što je povećanje priključenja za 7.204 stanovnika u odnosu na postojeće stanje. Projekt predviđa i izgradnju novog uređaja za pročišćavanje otpadnih voda uz izgradnju postrojenja za solarno sušenje mulja. Planiranim rekonstrukcijama se očekuje postizanje smanjenja gubitaka sa sadašnjih 58,3 % na 22,7 %.

Tekst i fotografija: Željko Bukša

Dolina Neretve je najizloženija klimatskim promjenama

Ministrica zaštite okoliša i zelene tranzicije Marija Vučković rekla je tijekom saborske rasprave o prijedlogu Zakona o klimatskim promjenama i zaštiti ozonskog sloja da je utjecaj hrvatske industrije na klimatske promjene malen jer je manji od jedan posto. Dodala je da to ne znači da ne treba voditi računa

o kvaliteti okoliša i prirode te se pripremati za sadašnje i buduće događaje vezane uz klimatske promjene. Stručnjaci upozoravaju da klimatske promjene predstavljaju jedan od najizloženijih problema današnjice s kojim se suočava cijeli svijet i sve veći rizik ne samo za ekosustave i bioraznolikost, već i za gospodarstvo, ljudsko zdravlje i dobrobit građana. Niska dolina rijeke Neretve, gdje je poljoprivreda glavna osnova ekonomskog razvoja, posebno je ugrožena zbog prodora slane morske vode. Zato se na područjima koja su prepoznata kao izrazito ugrožena štetnim djelovanjem morske vode redovno provode ispitivanje saliniteta i ostalih parametara površinske i podzemne vode te razna znanstvena i stručna istraživanja i mjere s ciljem očuvanja obalnih područja od zaslanjenja koja negativno utječu na poljoprivredu i bioraznolikost. Klimatske promjene vezane su uz stakleničke plinove, za što je predviđeno neto uklanjanje ugljika u 2030. od 5527 kilotona (kt) ekvivalenta CO₂ pri čemu smo sada na nešto više od 4800 kt. EU je prepoznala posebnosti Hrvatske koja je bila izložena agresiji i vodila obrambeni rat koji je dijelom utjecao na zarastanje i napuštanje zemljišta. Upozorila je kako će u slučaju prekoračenja emisije stakleničkih plinova Hrvatska morati kupovati dodatne jedinice iz nacionalne godišnje emisijske kvote neke druge države članice koja nije premašila svoju kvotu.



"Dolina Neretve je najizloženija klimatskim promjenama i u opasnosti je od presušivanja, što su potvrdili svi znanstvenici", rekla je ministrica Vučković.

Tekst i fotografija: Služba za odnose s javnošću

Obilazak uređaja za pročišćavanje otpadnih voda u Petrijevcima

Ministrica zaštite okoliša i zelene tranzicije Marija Vučković zajedno s državnim tajnikom Željkom Vukovićem, državnim tajnikom Anjom Bagarić, generalnim direktorom Hrvatskih voda Zoranom Đurokovićem i direktorom Vodnogospodarskog odjela za Dunav i donju Dravu Željkom Kovačevićem obišla je 10. veljače uređaj za pročišćavanje otpadnih voda u Petrijevcima. Uređaj je izgrađen u sklopu Projekta vodoopskrbe i odvodnje Valpovo - Belišće koji se financira u okviru OPKK 2014. - 2020. i vrijedan je ukupno 58 milijuna eura s PDV-om. Uređaj je vrijednosti 4,6 milijuna eura bez PDV-a, drugog je stupnja pročišćavanja. S pokusnim radom započeo 22. studenog 2024. godine, čiji završetak se očekuje krajem listopada 2025. godine. Projektom vodoopskrbe i odvodnje Valpovo - Belišće smanjit će se ispuštanje djelomično pročišćenih i nepročišćenih otpadnih voda u područje Dunavskog sliva te pridonijeti zaštiti vodnih resursa i osiguravanju kvalitetne vodoopskrbe stanovništva. Izgradnjom sustava odvodnje omogućava se izvedba novih 3.500 priključaka kućanstava čime se planira priključenje dodatnih oko 9.900 stanovnika na sustav odvodnje te se podiže efikasnost cjelovitog vodno-komunalnog sustava na području projekta. Također, projekt doprinosi povećanju stupnja pouzdanosti vodoopskrbe.



Ministrica, državni tajnici i generalni direktor u obilasku UPOV-a u Petrijevcima



Tekst i fotografija: Služba za odnose s javnošću

Potpisan ugovor o izgradnji UPOV-a u Slunju

U Gradskoj vijećnici Grada Slunja 26. veljače je potpisan ugovor o izgradnji uređaja za pročišćavanje otpadnih voda ukupne vrijednosti 3,8 milijuna eura (s PDV-om), što je od ključne važnosti za budućnost i očuvanje rijeka u ovom području. Na svečanom potpisivanju Ugovora, kojeg su potpisali direktor Vodovoda i kanalizacije d.o.o. Karlovac Miroslav Vukovojac i direktorica ESOT-INVESTA D.O.O. Barbara Šuster, nazočili su ravnateljica Uprave vodnoga gospodarstva i zaštite mora Elizabeta Kos, generalni direktor Hrvatskih voda Zoran Đuroković, županica Karlovačke županije Martina Furdek Hajdin, gradonačelnica Grada Slunja Mirjana Puškarić, vršitelj dužnosti direktora Vodnogospodarskog odjela za srednju i donju Savu Ivan Rosandić, direktor Vodovoda i kanalizacije d.o.o. Karlovac, Miroslav Vukovojac, direktor podružnice Slunjskog vodovoda i kanalizacije d.o.o. Karlovac Dinko Puškarić.

Za projekt izgradnje uređaja za pročišćavanje i izgradnju vodoopskrbnih cjevovoda za naselja Blagaj, Gornja Glina i Donje Taborište pod nazivom "Razvoj sustava vodoopskrbe i odvodnje na području grada Slunja" prošle je godine Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja dodijelilo 3,3 milijuna eura bespovratnih sredstava (bez PDV-a). Izgradnja vodoopskrbnih cjevovoda već je završena u Blagaju i Gornjoj Glini, a radovi u Donjem Taborištu su u tijeku. Direktor Hrvatskih voda, Zoran Đuroković, istaknuo je važnost uređaja za pročišćavanje u očuvanju rijeka Korane i Slunjske. Također je naglasio potrebu za povećanjem priključenosti na sustav odvodnje, čime će se značajno unaprijediti kvaliteta života u Slunju i osigurati dugoročna održivost okoliša. Nakon potpisa, okupljeni su se uputili na lokaciju uz rijeku Koranu, gdje započinju radovi na izgradnji uređaja.

Tekst i fotografija: Željko Bukša

60 okolišnih ugovora vrijednih sedam milijuna eura

Šezdeset ugovora vrijednih oko sedam milijuna eura za projekte zaštite okoliša uručili su krajem siječnja u Hrvatskim vodama ministrica zaštite okoliša i zelene tranzicije Marija Vučković i direktor Fonda za zaštitu okoliša Luka Balen. Ugovori se odnose na financiranje projekata uklanjanja otpada nepropisno odbačenog u okoliš (sanaciju tzv. divljih odlagališta), čime se, uz ostalo, znatno smanjuje opasnost od onečišćenja podzemnih voda, vodotoka i vodocrpilišta, kao i potrošnja tvari koje oštećuju ozonski sloj i emisija fluoriranih stakleničkih plinova. Ukupna vrijednost ugovora je oko 7 milijuna eura, od čega je 4,6 milijuna eura odobrenih bespovratnih sredstava. Korisnici su gradovi i općine, različite ustanove u području zdravstva, kulture, obrazovanja te ustanove koje se bave zaštićenim područjima prirode, odnosno nacionalnim parkovima i parkovima prirode. Prošle godine po prvi puta je objavljen integrirani indikativni plan natječaja koji daje perspektivu za vodno-komunalno gospodarstvo, zaštitu prirode, gospodarenje otpadom, recikliranje i kružnu



Ministrica je uručila 60 okolišnih ugovora za sanaciju divljih odlagališta kojima se štite i podzemne vode

ekonomiju, energetska tranziciju te korištenje obnovljivih izvora energije i energetska učinkovitost.

Tekst i fotografija: Željko Bukša

U Hrvatskoj obilježen Svjetski dan močvarnih staništa

U cijelom svijetu, pa tako i u Hrvatskoj, 2. veljače obilježen je Svjetski dan močvarnih staništa s ciljem edukacije i podizanja svijesti javnosti o važnosti i potrebi očuvanja prirodnih, ali i umjetnih močvarnih područja. U sklopu toga Ministarstvo zaštite okoliša i zelene tranzicije upozorilo je da je u proteklih 50 godina više od 30 % svjetskih močvarnih staništa uništeno ljudskim djelovanjem, no ističu kako je njihov značaj ipak prepoznat te se ulažu sve veći naponi s ciljem obnove isušanih i

uništenih močvarnih staništa. U Hrvatskoj je zabilježeno gotovo 3.900 lokaliteta koji se mogu izdvojiti kao cjelovito močvarno područje i 11 velikih močvarnih kompleksa ukupne površine veće od 800.000 ha te niz manjih močvarnih cjelina. Veliki kompleksi uglavnom su smješteni u poplavnim nizinama velikih rijeka, a pet područja imaju međunarodni značaj - Kopački rit, Lonjsko i Mokro polje, donji tok Neretve, ribnjaci Crna mlaka i Vransko jezero kod Biograda pa su uvrštena na Ramsarski popis. U Hrvatskoj se putem Ministarstva provode brojni projekti i inicijative kojima je cilj obnova prirodnih močvarnih staništa, a uključuju uklanjanje vodenih barijera i povezivanje prirodnih tokova rijeka, osiguravanje prirodnog plavljenja isušanih aluvijalnih nizina s travnjacima i šumama te obnovu cretnih i travnjačkih močvarnih staništa. U jeku klimatske krize nije moguće dovoljno naglasiti ulogu močvara u ublažavanju klimatskih promjena jer su izuzetno značajan ponor ugljičnog dioksida iz atmosfere, jednog od glavnih krivaca globalnog zagrijavanja. Trend nestanka vlažnih staništa prisutan je i u Hrvatskoj, ali se možemo podičiti s velikim i još uvijek očuvanim močvarnim područjima, kao što su Kopački rit i Lonjsko polje, te rijekama koje još uvijek dalje slobodno teku i nisu kanalizirane.

Kopački rit je jedno od pet međunarodno značajnih područja u Hrvatskoj



Tekst i fotografija: Željko Bukša

Svečano obilježeno 40 godina NP Krka

NP Krka svečano je obilježio 40 godina postojanja završnom konferencijom projekta "Nepoznata Krka: skrivena blaga gornjeg i srednjeg toka rijeke Krke" u novootvorenom Centru za interpretaciju prirode Krka - vrelo života u Kistanjama. Na svečanosti je bila i ministrica zaštite okoliša i zelene tranzicije Marija Vučković kao izaslanica predsjednika Vlade Andreja Plenkovića. Centar je postao središnja pristupna točka zapadnom dijelu NP Krka. Zahvaljujući suvremenim multimedijalnim rješenjima i interaktivnim izložbama na jedinstven način približava posjetiteljima važnost očuvanja vode kao resursa ključnog za život na Zemlji. Projekt je s 8,8 milijuna eura sufinanciran novcem iz Europskog fonda za regionalni razvoj, a ukupna mu je vrijednost 10,6 milijuna eura. Obuhvaća niz infrastrukturnih zahvata, uređenje pješačkih staza, elektrifikaciju broskog prometa i razvoj novih edukativnih i prezentacijskih sadržaja, što je dodatno obogatilo ponudu Parka. Ministrica Vučković istaknula je kako projekt Nepoznata Krka šalje više važnih poruka: **"Prije svega, riječ je o unaprijeđenju prirodne i kulturne baštine i izgradnji centra koji će privlačiti posjetitelje u manje poznata područja NP. Ovo je izvrstan primjer kako**



Ministrica Vučković na otvaranju Centra za interpretaciju prirode Krka

nacionalni parkovi mogu biti predvodnici u promoviranju održivog turizma i očuvanja prirode. NP Krka kao jedno od najprepoznatljivijih i najočuvanijih zaštićenih područja uspio je zaštititi i unaprijediti prirodne vrijednosti te valorizirati kulturno-povijesnu baštinu na najbolji način". U zaštićenim područjima Hrvatske u proteklom razdoblju iz Europskih fondova sufinancirano dvadesetak projekata posjetiteljske infrastrukture s gotovo 100 milijuna eura.



Tekst i fotografije: Služba za odnose s javnošću

Učenici OŠ Gračani upoznali Hrvoja

Učenici zagrebačke osnovne škole Gračani 22. i 23. siječnja imali su priliku upoznati Hrvoja i njegove prijatelje kroz slikovnicu "Da nas rijeke ne poplave, smanjimo rizike od poplave!" koja je izdana u okviru projekta VEPAR s ciljem edukacije najmlađih o negrađevinskim mjerama smanjenja rizika od poplava. Veseli i razigrani učenici 4.a i b razreda OŠ Gračani i njihove učiteljice Mirella Radovančić i Ivana Zelić dočekali su u klupama djelatnike Hrvatskih voda Tomislava Novosela, Tomislava Ožanića, Igora Javorovića, Nikolu Turkovića i Mariju Vizner, koji su za svaki od razreda posebno održali dvosatnu radionicu. Kroz zanimljivu i pomalo zagonetnu priču u kojoj Hrvoje kao tajanstveni prijatelj djeci zadaje brojne zadatke, učenici su doznali što su poplave i kako nastaju, što su mirne i bujične, a što urbane poplave, koje savjete treba slijediti kako bi se izbjegle poplave i smanjile štete. Pažljivo su pratili Hrvojevu priču i vrlo često dizali ruke u želji da posvjedoče svojim primjerima o poplavama ili odgovore na postavljena pitanja. Znali su odgovore na mnoga pitanja, ali i ponudili brojna rješenja koja su zbog klimatskih promjena sve češće u primjeni, poput ozelenjavanja gradova, spremanja vode u spremnike, pošumljavanja i slično. Bistre glavice odmah su zaključile i gdje treba graditi kuće kako ne bi nastradale od poplava, što će biti vrlo važno znati u budućnosti kada budu birali gradilišta za svoje domove. Posebno zanimljiva bila je maketa s primjerima retencije, akumulacije i gradnje kuća u nizinama i povišenim terenima. Uz društvenu igricu provjerili su svoje znanje te se osobito razveselili poklonjenim slikovnicama i promidžbenim materijalima. Kako bi provjerili sve što su na-



Učenici OŠ Gračani upoznali su Hrvoja



Učenici OŠ Gračani upoznali Hrvoja



učili u klupama, obišli su i brdsku retenciju Pustodol, udaljenu tek nekoliko minuta od škole. Iako većina učenika stanuje u podsljemenskoj zoni, malo je njih znalo da se u njihovoj blizini nalazi ova retencija, koja zajedno s ostalih 18 štiti grad Zagreb od brskih oborinskih voda i "spašava" ga od mogućih poplava s Medvednice. Čudljivo vrijeme, prvi je dan branu "obuklo" u maglu i pokrilo snijegom, dok se ona sljedeći dan okupala u suncu i otkrila svoju pravu dimenziju. Djeca su se iznenadila veličini brane koja je visoka oko 27 m, a koja s preljevom i zapornicama zadržava i propušta velike količine oborina. Radionica je završila uz vesele osmjehe i poruke predavačima: **"Najbolja radionica ikad! Hoćete nam doći i iduće godine opet?"** i **"Ja sam jako puno naučio o poplavama!"** Hrvoje je bio vrlo zadovoljan onime što je čuo, spremio je svoj ruksak pun znanja kako bi bio spreman za neke nove radionice s djecom koja ga iščekuju u vrtićima i školama.



Tekst: Petra Boić Petrač, WWF Adria

IZVJEŠTAJ O STANJU PLANETA

Osvrt na stanje slatkih voda

SVI INDIKATORI UKAZUJU DA PRIRODA NESTAJE ALARMANTNOM BRZINOM, KAO DOKAZ STRAŠNOG PRITISKA IZAZVANOG DVOSTRUKOM KRIZOM GUBITKA KLIME I PRIRODE KOJA PRIJETI OPSTANKU ŽIVOTA NA ZEMLJI. REZULTAT JE TO OPSEŽNOG IZVJEŠTAJA O STANJU PLANETA 2024., KOJI JE U LISTOPADU PROŠLE GODINE OBJAVILA SVJETSKA ORGANIZACIJA ZA ZAŠTITU PRIRODE WWF U SURADNJI S LONDONSKIM ZOOLOŠKIM DRUŠTVOM (ZSL).

Život na našem planetu je u opasnosti. To je najkraći i najjednostavniji zaključak opsežnog Izvještaja o stanju planeta 2024., koji je objavila svjetska organizacija za zaštitu prirode WWF u suradnji s Londonskim zoološkim društvom ZSL. To posljednje, petnaesto izdanje WWF-ovog izvješća, objavljeno u listopadu prošle godine, upućuje na katastrofalan pad od 73 % u prosječnoj veličini promatranih populacija divljih vrsta u samo 50 godina. Izračun je temeljen na trendovima gotovo 35.000 populacija i 5.495 vrsta kralježnjaka (vodozemaca, ptica, riba, sisavaca i gmazova). Pad promatranih populacija divljih vrsta služi kao pokazatelj ranog upozorenja o potencijalnom gubitku funkcije i otpornosti ekosustava, što nije po-

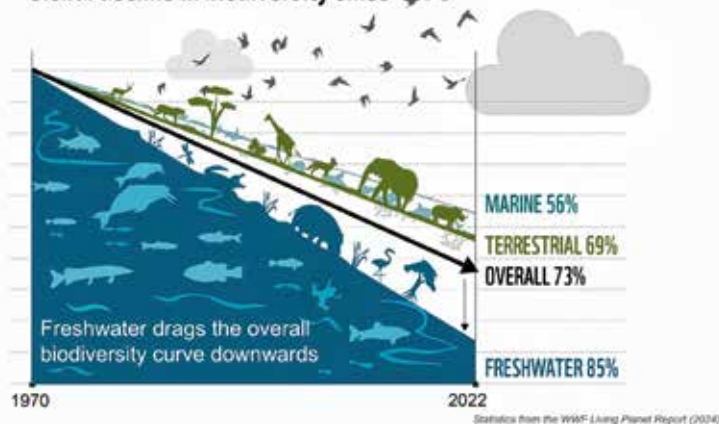


gubno samo za dotičnu vrstu. I mi, ljudi, također se oslanjamo na ove ekosustave: od hrane i vode koju jedemo i pijemo, do kvalitete zraka koji udišemo i lijekova bez kojih ne možemo.

Katastrofalan pad populacija slatkovodnih vrsta

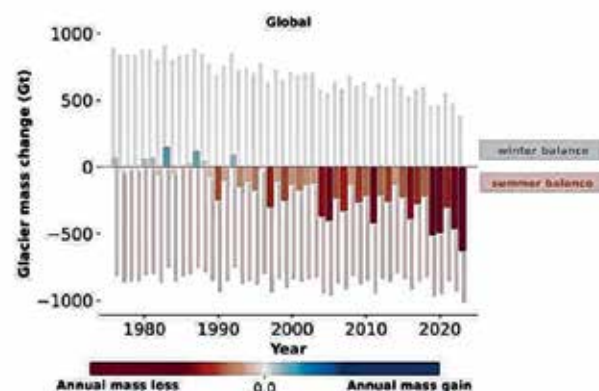
Divlje vrste se diljem svijeta broje iz različitih razloga. Ako se neka vrsta na određenom području prati tijekom više godina, može se vidjeti kako se veličina populacije te vrste na toj konkretnoj lokaciji promijenila. Indeks živućeg planeta (*Living*

Global decline in biodiversity since 1970



Prikaz globalnog smanjenja bioraznolikosti od 1970. godine: morske (56 %), kopnene (69 %), ukupan pad (73 %), slatkovodne (85 %) (Izvor: Izvještaj o stanju planeta 2024., WWF)

Petnaesto izdanje WWF-ovog izvješća, objavljeno u listopadu prošle godine, upućuje na katastrofalan pad od 73 % u prosječnoj veličini promatranih populacija divljih vrsta u samo 50 godina. Izračun je temeljen na trendovima gotovo 35.000 populacija i 5.495 vrsta kralježnjaka (vodozemaca, ptica, riba, sisavaca i gmazova).



Promjene mase ledenjaka (Gt); crveno (godišnji gubitak mase); plavo (godišnji prirast mase) (Izvor: WGMS, 2024.)

Promjene mase ledenjaka (Gt); crveno (godišnji gubitak mase); plavo (godišnji prirast mase) (Izvor: WGMS, 2024.)

Planet Index, LPI) koristi ove promjene u veličini populacija kako bi se utvrdilo je li, u prosjeku, relativna brojnost praćenih vrsta porasla, opala ili ostala ista. Kako bi se to napravilo, uzimaju se informacije o promjenama u brojnosti iz Baze podataka o živućem planetu koje se zatim zajedno uprosječe. Ukupan postotak pada populacija vrsta od 73 % ne izgleda tako strašno uspoređi li ga se s onim koji se tiče isključivo slatkovodnih vrsta. Slatkovodne ribe često su ugrožene promjenama u njihovom staništu koje mogu blokirati bitne migracijske rute. Ekspan-

Jedna zelena i dvije karetnje želve
na putu prema oceanu (© WWF-
Australia/Christine Hof)



Karetna želva na otoku Miami (© Veronica Joseph/WWF-Australia)



Ružičasti riječni dupin (*Inia geoffrensis*) pod
vodom u rijeci bogatoj taninima, ugrožena
vrsta, Rio Negro, Brazil (Amazona) (© mark
Carwardine/naturepl.com/WWF)



Izbjeljivanje koralja
na južnom Velikom
koraljnom grebenu,
siječanj-ožujak 2024. (©
theundertow.ocean &
diversforclimate)



Riba papiga ispunjava važnu ekološku ulogu na koraljnim grebenima, a istovremenu
se pretjerano love za hranu, otok Yadua, Fidži (© Rom Vierus/WWF-US)



Ogrličasti pingvin (*Pygoscelis antarcticus*), Antarktički poluotok, siječanj 2018. (© WWF-Aus/Chris Johnson)



Pogled na Hardy Reef iz zraka, Veliki koraljni greben i Koraljno more, Australija (© Jürgen Freind/WWF)



Mladunče afričkog šumskog slona (*Loxodonta africana cyclotis*) s obitelji u posjetu Dzanga Bai, Nacionalni park Dzanga-Ndoki, Srednjoafrička Republika (© naturepl.com/Bruce Davidson/WWF)



Ženka planinske gorile (*Gorilla beringei beringei*) nosi bebu na leđima, članica grupe Kabirizi, Nacionalni park Virunga, Sjeverni Kivu, Demokratska Republika Kongo, Afrika, kritično ugrožena (© naturepl.com/Erix Baccega /WWF)



Raža (*Manta birostris*) zapletena u ribarsku mrežu, otok Yap, Mikronezija (© naturepl.com /David Fleetham/WWF)

Otapanje glečera

Signali opasnosti stižu nam u obliku sve ekstremnijih oborina, poplava i suša koje nanose velike štete životima, ekosustavima i gospodarstvima. Topljenje leda i ledenjaka prijeti dugoročnoj sigurnosti vode za mnoge milijune ljudi. A ipak ne poduzimamo potrebne hitne mjere. Izvješće WMO-a upućuje da je 2023. bila najsušnija godina za sve svjetske rijeke u posljednje 33 godine. Ledenjaci su pretrpjeli najveći gubitak mase u 50 godina, što je potvrdilo da klimatske promjene čine hidrološki ciklus nestalnijim. Posljednjih pet uzastopnih godina zabilježeni su uvjeti ispod normale za riječne tokove, pri čemu dotoci u akumulacije slijede sličan obrazac. To smanjuje količinu vode koja je dostupna zajednicama, poljoprivredi i ekosustavima, dodatno naglašavajući pritisak na globalne zalihe vode. Zabilježen je i najgori podatak otkako se vrše mjerenja u

posljednjih 50 godina: ledenjaci su izgubili više od 600 gigatona vode prema preliminarnim podacima za rujnu 2022. - kolovoz 2023. Taj ozbiljan gubitak uglavnom je posljedica ekstremnog otapanja u zapadnoj Sjevernoj Americi i europskim Alpama, gdje su švicarski ledenjaci izgubili oko 10 % svog preostalog volumena tijekom posljednje dvije godine. Ljetni gubitak ledene mase tijekom proteklih godina ukazuje na to da su ledenjaci u Europi, Skandinaviji, Kavkazu, sjeverozapadnoj Kanadi, jugozapadnoj Aziji i Novom Zelandu prošli vršnu razinu vode (maksimalna stopa otapanja ledenjaka koji se povlači što dovodi do smanjenog skladištenja i dostupnosti vode nakon toga), dok se čini da južne Ande (kojima dominira područje Patagonije), ruski Arktik i Svalbard i dalje pokazuju rastuće stope topljenja.

zija hidroenergije na razini trenutnih predviđanja bila bi vodeći pokretač fragmentacije rijeka i uzrokovala bi daljnji pad slatkovodnih ekosustava. Ovaj katastrofalni podatak poticaj je i pokretu uklanjanja barijera na rijekama koji se "razmahao" europskim zemljama tijekom posljednjih nekoliko godina. Prvo **uklanjanje barijera**, Nacionalni park Plitvička jezera i WWF-Adria, proveli su u Hrvatskoj prošlog proljeća, očistivši Bijelu rijeku od osam barijera – ostataka starih mlinica i pilana – kojom se sada slobodno mogu kretati autohtone dunavske pastrve na svome putu uzvodno k mrjestilištu. Trendovi se razlikuju među regijama zbog različitih vrsta i razi-

na pritisa na prirodu tijekom posljednjih 50 godina. Najstrmiji pad primjetan je u Latinskoj Americi i Karibima, Africi i Aziji te na Pacifiku. U Europi i Sjevernoj Americi veliki utjecaji na prirodu bili su već očiti prije početka mjerenja indeksa 1970. godine, što objašnjava zašto je ovdje trend manje negativan. To se odražava u indeksu, koji pokazuje relativno sporu stopu pada od 35 % (raspon: -10 % do -53 %), što je ekvivalentno 0,9 % godišnje. Europa je također svjedočila povratku brojnih vrsta divljih životinja kao što su europski bizon i dalmatinski pelikan, zbog reintrodukcije vrsta, pravne zaštite i drugih mjera očuvanja. Međutim, prosječni trendovi kod slatkovodnih riba, gmazova i vodozemaca uglavnom su negativni, a te su skupine vrsta u većem riziku od izumiranja u Europi.

Glavne prijetnje koje su uzročnik ovakvog stanja u cijelom svijetu su degradacija i gubitak staništa, prvenstveno uzrokovani našim prehrambenim sustavom, a slijede ih prekomjerna eksploatacija, invazivne vrste i bolesti. Tu su još i klimatske promjene (najčešće navođene u Latinskoj Americi i Karibima)

Od 1970. do 2020. godine, slatkovodne vrste bilježe najveći pad od 85 %, što ukazuje na sve veći pritisak na slatkovodna staništa i vrste.

Rio Negro (crna rijeka), oko regije ušća rijeke u Manausu, jedna je od rijeka koja je najviše stradala od suše koja se posljednjih mjeseci proširila Amazonom (© Jacqueline Lisboa/WWF-Brazil)



Solarni paneli i vjetroturbine koje proizvode obnovljivu energiju za zelenu i održivu budućnost, Nizozemska (© Getty Images/pidjoe/WWF-US)



Ribar baca mrežu tijekom zalaska sunca u blizini sela Na, otok Kong, Siphandone (4000 otoka), Lao PDR (© Emanuela Colombo/WWF-Laos)



Otok Gabura je svake godine sve manji zbog posljedica klimatskih promjena, a poplave otežavaju obradu tla i otežavaju pristup svježoj vodi (© Troy Enekvist/WWF-Sweden)



Požari u području teritorija Parabubure (regija poznata kao Noro'tsuru ili domorodačka zemlja Couto Magalhães), gdje živi narod Xavante u prijelaznom području između bioma Cerrado (velike tropske savane) i Amazone (tropske prašume), država Mato Grosso-Brazil (© Jacqueline Lisboa/WWF-Brazil)

i onečišćenje (posebice u Sjevernoj Americi, Aziji i Pacifiku). Globalno, poljoprivreda čini 70 % ukupnog iskorištavanja slatke vode. Više od polovice svjetskih jezera doživjelo je pad razine vode! Na mnogim je mjestima neodrživo korištenje vode u svrhu navodnjavanja iscrpilo razine podzemne vode i pridonijelo smanjenju razine površinske vode i smanjenim riječnim tokovima. Zajedno s iscrpljivanjem slatke vode, proizvodnja hrane rezultirala je modifikacijom riječnih sustava poljoprivrednom infrastrukturom (npr. brane za navodnjavanje, nasipi za osiguranje poplavnih polja), prenamjenom močvarnih područja za poljoprivredu i akvakulturu te onečišćenjem. Zajedno, ovi poljoprivredni utjecaji pokreću gubitak slatkovodne bioraznolikosti, što se odražava u strmom padu indeksa za populacije slatkovodnih kralježnjaka. Neodrživo korištenje slatke vode za proizvodnju hrane moglo bi dramatično utjecati na samu proizvodnju hrane, posebice jer klimatske promjene remete obrasce oborina i pogoršavaju suše. Na primjer, u zapadnim državama SAD-a, poljoprivreda koristi 80 % vode rijeke Colorado za navodnjavanje 15 % obradivog zemljišta u zemlji, pri čemu navodnjavanje usjeva za stočnu hranu čini 55 % ukupne potrošnje vode u slivu te rijeke. S ovom razinom iskorištavanja i kontinuiranom sušom, rijeka bi mogla izgubiti 30 % svog protoka do sredine stoljeća i 55 % do kraja stoljeća. Kako bi pridonijeli očuvanju i poboljšanju slatkovodnih staništa, u WWF Adriji u suradnji s partnerima radi se na obnovi Europske Amazone, **petodržavnom UNESCO Rezervatu biosfere Mura-Drava-Dunav**, koji obuhvaća 930.000 hektara. Ovo područje poznato je po iznimnoj biološkoj raznolikosti, uključujući jednu od najvećih populacija orlova štekavaca u Europi te staništa za preko 250.000 ptica močvarica. Obnovom poplavnih područja, riječne dinamike i ključnih staništa, poboljšat će se otpornost na klimatske promjene, očuvati vrijedna vlažna staništa te poboljšati zaštita od poplava temeljena na prirodnim rješenjima. Jedna od najvažnijih aktivnosti je i obnova staništa na području Parka prirode Kopački rit u Hrvatskoj te Specijalnog rezervata prirode Gornje Podunavlje u Srbiji. U Kopačkom ritu obnavlja se prirodni kanal Nadhat čime će se poboljšati protok vode i sedimenta na području cijelog rita.

Ribarska žetva

Svake se godine ulovi oko 90 milijuna tona riba i plodova iz morskog i slatkovodnog ribolova. Govorimo o nevjerojatno važnom izvoru prehrane za svijet: više od tri milijarde ljudi dobiva vitalne hranjive tvari i najmanje 20 % svojih životinjskih bjelančevina iz takozvane plave hrane (od vodenih životinja, biljaka ili algi). Više od 500 milijuna ljudi smatra se izuzetno ovisnim o morskim ekosustavima za prehranu, a 160 milijuna ljudi ovisi o slatkovodnom ribarstvu za hranu.

Ribarstvo je, međutim, dovedeno do krajnjih granica. Sredozemno more jedan je od primjera gdje je izlov ribe itekako primjetan, a unazad stotinu godina riblji se fond smanjio za oko 80 %. Iako prekomjerno iskorištavanje ponajprije prijeti ribljim populacijama, ono također može potkopati otpornost cijelih morskih ekosustava. Primjerice, **ribe papigače** se hrane algama i mikrobima na površini koralja, što održava koraljni greben zdravim dajući mu prostor, svjetlost i hranjive tvari za rast.

Međutim, kada se papigača prekomjerno lovi uz pad populacije, greben preplave alge, što uzrokuje odumiranje koralja. To zatim dovodi do pada populacija riba i beskralježnjaka koji

Svake se godine ulovi oko 90 milijuna tona riba i plodova iz morskog i slatkovodnog ribolova. Globalno, 37,7 % zaliha morske ribe klasificirano je kao prekomjerno izlovljeno, dok se izlovom u Sredozemnom moru unazad stotinu godina riblji fond smanjio za oko 80 %.

ovise o koraljima, ali i prijeti cijelim obalnim zajednicama kojima su grebeni važan izvor hrane, sredstava za život i za zaštitu od oluja. Spomenute papigače postale su čest, neželjen gost i u Jadranskom moru, kao i riba paun ili plavi rak. **Invazivne vrste u Jadranu** nisu u prolazu, već će, najvjerojatnije, ovdje i ostati. One predstavljaju ozbiljnu prijetnju našim ekosustavima jer često uzrokuju značajne poremećaje u prirodnoj ravnoteži. Pitanje je koja će od ovih vrsta potjerati našu škarpinu, salpu, dagnju, grmalja ili posidoniju s njihovog staništa.

Prijelomne točke

Nakon što su ekosustavi oštećeni i degradirani, mogu postati osjetljiviji na prijelomne točke kada pritisci guraju ekosustave iznad kritičnog praga, što rezultira značajnom i potencijalno nepovratnom promjenom. WWF-ov Izvještaj o stanju planeta 2024. razmatra regionalne i globalne prijelomne točke nakon kojih bi ekosustavi od globalnog značaja, poput Amazonije, mogli prestati funkcionirati. Ono što postaje jasno jest da učinci ne bi bili razorni samo za lokalne zajednice, već i za globalnu klimu i opskrbu hranom, društvima i gospodarstvima diljem svijeta.

Neke napore u zaustavljanju negativnih trendova za biološku raznolikost i postizanje prijelomnih točaka već smo poduzeli, kao što je udvostručenje globalnih kapaciteta obnovljive energije u proteklom desetljeću ili činjenica da su vlade uspjele postići globalne sporazume, poput Pariškog sporazuma o klimatskim promjenama, Globalnog okvira za biološku raznolikost i UN-ovih ciljeva održivog razvoja, koji pokazuju put u budućnost koja je sigurnija, pravednija, zdravija i pros-

Suočeni smo s gubitkom prirode, novim klimatskim temperaturnim rekordima koji su oboreni i višestrukim prijelomnim točkama na horizontu. Srećom, još nismo prošli točku s koje nema povratka! Mi smo prva generacija koja zna za problem, a još ima mogućnost reagirati i promijeniti krivulju pada biološke raznolikosti. Odluke donesene od sada do 2030. odredit će možemo li izbjeći opasne prijelomne točke i naučiti živjeti u skladu s prirodom, a ne raditi protiv nje. Moramo početi djelovati odmah!

Agatha Mkayula i Rhoida Chonya (plavi šal) na terenu kojim upravlja njezina Seoska štedno-kreditna zadruga, uz podršku CARE-WWF saveza u Tanzaniji (© Wideangle Media/WWF Switzerland)



peritetnija. Ovo su značajna postignuća, ali još uvijek postoji veliki jaz između potrebnih financija i radnji, i onoga što se trenutno radi, kako bi se ispunili ciljevi postavljeni za 2030. Zbog toga je ono što će se dogoditi u sljedećih pet godina ključno za budućnost života na Zemlji. Mogućnosti su goleme u svim sektorima, ali samo ako se financiranje preusmjeri od fosilnih goriva, krčenja šuma i neodržive proizvodnje hrane prema rješenjima koja se pravedno bave izazovima s kojima se suočavamo. Međunarodni sastanci na vrhu o bioraznolikosti i klimi prilika su za zemlje da dođu do razine izazova postizanjem napretka u provođenju ambicioznijih nacionalnih planova za klimu i prirodu i usmjeravanjem financiranja – javnog i privatnog – ljudima kojima je to najpotrebnije. Primjeri prošlogodišnjih COP16 i COP29 nisu se pokazali najuspješnijima. Znamo što treba učiniti i kako to učiniti, ali bit će potreban veliki kolektivni napor vlada, poduzeća i cijelog društva kako bi se postigli svi globalni ciljevi do 2030. Možemo izbjeći prijelomne točke, priroda se može početi oporavljati i temperature se mogu stabilizirati, ali moramo početi djelovati odmah!



Regionan Alves, restauratorski tim, Reserva Ecológica de Guapiaçu (REGUA); RJ: Brazil, 2022. (© Adriano Gambarini/WWF-US)

Tekst i fotografije: Dalibor Sumpor, dipl. biol.

Ranjivost na klimatske promjene

»KLIMATSKA KRIZA« UZROKUJE SVE ČEŠĆE VELIKE TEMPERATURNE EKSTREME, A OČEKUJE SE DA ĆE VIŠE TEMPERATURE UZROKOVATI I POSTEPENU PROMJENU GEOGRAFSKE RASPROSTRANJENOSTI KLIMATSKIH ZONA, RASPROSTRANJENOST I BROJNOST POPULACIJA MNOGIH BILJNIH I ŽIVOTINJSKIH VRSTA, KOJE SU VEĆ POD PRITISKOM ZBOG GUBITKA STANIŠTA I ONEČIŠĆENJA.

Pogled u budućnost

Uslijed povećanja srednje razine mora, trajanja leda na rijekama i jezerima, topljenja nepolarnih ledenjaka, smanjenja snježnog pokrivača i smrznutoga tla, pomicanja snježne granice, promjena u godišnjim dobima uočeni su brojni fizikalni i biološki indikatori klimatskih promjena, a s time i fenoloških faza životinja (razdoblje linjanja, perutanja, vrijeme mriještenja, brzina rasta i razvoja, vrijeme spolnog sazrijevanja i razmnožavanja, promjene strukture populacije, migracije) i biljaka (početak klijanja, listanja, cvatnje i donošenja plodova, opadanja lišća). Također dolazi do porasta broja štetnih organizama i invazivnih vrsta te veće učestalosti određenih bolesti kod ljudi. Atmosfera u kojoj živi, utječe i na čovjeka, posredno i neposredno. Neposredni utjecaj vremena očituje se kod meteorotropnih bolesti kao što su vaskularne bolesti, astme, reuma ili rak kože. Posredni učinak na čovjeka, vrijeme može imati pri prijenosu zaraznih bolesti, utjecajem na proizvodnju hrane, dostupnošću pitke vode i potrebnu infrastrukturu.

Biološki odgovor na klimatske promjene

Klimatske promjene velika su prijetnja zdravlju i ponašanju ljudi, životinja i biljaka. Iako klima koja se mijenja možda neće prouzročiti mnoge nove ili nepoznate prijetnje zdravlju, postojeći će se učinci pogoršati i biti izraženiji nego sada. Predviđa se da će među najznačajnijim učincima budućih klimatskih promjena na zdravlje biti: povećanje smrtnosti i bolesti povezanih s ljetnim vrućinama; povećanje rizika od nesreća i utjecaja ekstremnih vremenskih prilika (poplava, požara i oluja) na opću dobrobit; promjene utjecaja bolesti, npr. vektorskih bolesti ili bolesti koje prenose glodavci ili se prenose hranom ili vodom; promjene sezonske raspodjele nekih alergenih vrsta peluda te rasprostranjenosti virusa, štetnih organizama i bolesti; nove bolesti životinja i bolesti životinja koje se ponovno pojavljuju, koje sve više ugrožavaju zdravlje životinja i ljudi putem bolesti virusne zoonoze i vektorskih bolesti; pojava i ponovna pojava organizama štetnih za bilje (kukaca, patogena i drugih štetnih organizama) i bolesti koje pogađaju šumske i ratarske sustave; rizici povezani s promjenama u kvaliteti zraka i ozonu, pothranjenost zbog smanjene kvalitete i sigurnosti hrane, ali i problemi mentalnog zdravlja povezanih s češćim ekstremnim događajima i prirodnim katastrofama.

Toplina potiskuje hormone štitnjače, što rezultira funkcionalnom hipotireozom. Također, toplina stimulira hormon rasta i prolaktin, što može uzrokovati letargiju. Značajno pogoršanje kognitivnih funkcija javlja se kod toplinskog stresa zbog tjelesne dehidracije.

Posljedice svih prirodnih katastrofa ostavljaju i posljedice na mentalno zdravlje kao što su povećana stopa anksioznosti i poremećaja raspoloženja, akutne stresne reakcije i posttraumatski stresni poremećaj, poremećaj sna, samoubojstva i suicidalne misli. Najteže će biti pogođene najranjivije skupine



Povećanje temperature uz smanjenje oborina, moglo bi dovesti i do nestašice vode za piće (Foto: D. Čevizović)



Ranjive i osjetljive skupine, poput starijih osoba i djece, biti će jače izložene posljedicama klimatskih promjena (Foto: R. Mavar)

stanovništva, primjerice starije osobe i dojenčad.

Primjeri utjecaja klimatskih promjena na biotu

Iz godine u godinu raste udio turista koji u željeno odredište dolaze zrakoplovom, čime često dolaze i neželjeni gosti - komarci i stjenice. Primjeri su malarija i epidemija **Zika virusa** 2015. i 2016. godine. U RH npr. kao značajne bolesti u porastu su jersinioze, hemoragijskih groznica i lajamske bolesti. No, manje se važnosti pridaje bolestima koje na epidemiološka vrata ulaze sporednim putem. **Zoonoze** tako spadaju u skupinu bolesti čiju sve veću pojavnost možemo povezati upravo s klimatskim promjenama i stvaranjem preduvjeta za njihovo širenje. Ono što je nezanemarivo, jest činjenica da klimatske promjene stvaraju preduvjete za različite puteve prijenosa i širenje zoonoza što bi, ako se negativan trend globalnog zatopljenja nastavi, moglo s vremenom utjecati na njihovu incidenciju, što iz javnozdravstvenog prerasta u globalni ekološki problem. Vrijeme može utjecati na uzročnike zaraznih bolesti, ali i na prijenosnike vektore ili vodu. Vektori, patogeni i nositelji, žive i razmnožavaju se u optimalnim klimatskim uvjetima, a promjene tih uvjeta mogu značajno modificirati svojstva prijenosa bolesti. Porast temperature ubrzava metabolizam vektora, oni se češće hrane pa je češći i dodir s nosi-



Manjak oborina dovodi do isušivanja rijeka i stvaranja lokvi ustajale vode pogodne za vektore raznih bolesti, npr. malarije (Foto: R. Kramarić)



Prije 20-ak godina termoklina se razvijala na 20 m dubine, no zbog klimatskih promjena spušta se i do 50 m ispod površine (Foto: M. Babić)

teljem i veća mogućnost infekcije. Porast temperature može povećati proizvodnju jaja i skratiti vrijeme inkubacije. Svaka promjena minimalne temperature može znatno utjecati na opstanak vektora, pa tako primjerice tople zime povećavaju populaciju vektora. Promjena temperature nadalje može uzrokovati promjenu osjetljivosti vektora na neke patogene, promjenu brzine povećanja populacije vektora, sezone njihovog pojavljivanja i prijenosa te rasprostranjenosti. Visoka temperatura i velika relativna vlažnost zraka produžavaju opstanak vektora, pa više oborina može povećati populaciju vektora stvaranjem novih legla za ličinke, ali jake oborine ili snježni pokrivači mogu uništiti legla. S druge strane niska vlažnost uzrokuje dehidraciju koja se kompenzira češćim hranjenjem i stvaranjem više generacija vektora. Manjak oborina pak dovodi do isušivanja rijeka i stvaranja lokvi ustajale vode pogodne za legla (malarija u sezoni bez oborine).

Oborina povoljno utječe na vegetaciju i dostupnost hrane i povećanje populacije kralješnjaka, prijenosnika bolesti. Poplave mogu smanjiti njihovu populaciju, ali bježanje od poplave s druge strane povećava pojavnost kontakta s ljudima.

Vjetar utječe na rasprostranjenost vektora, a porast morske razine smanjuje ili uništava legla. Temperatura utječe na porast i život uzročnika infekcija koje se prenose vodom. Primjerice, vremenske i prostorne promjene temperature, oborine i vlaga imaju s velikom vjerojatnošću značajan učinak na biologiju i ekologiju krpelja-vektora, domaćina na kojem se krpelji hrane te mogućnost transmisije uzročnika bolesti, time i na sezonsku i prostornu raspodjelu krpeljnog **meningoencefalitisa** što su dokazala mnoga istraživanja. Porast temperature može produžiti sezonsku ili geografsku rasprostranjenost infekcija. Oborine utječu na pri-

jenos i širenje infektivnih tvari, a jake oborine onečišćuju vodu.

U morskom okolišu visoke temperature stvaraju povoljne uvjete za cvjetanje mora. **Cvjetanje mora** je izvanredna prirodna pojava kojoj prethode određeni vremenski uvjeti, kao promjene temperature mora i povećanje hranjivih soli u moru, što dovodi do razvoja fitoplanktona. Cvjetanje se odvija u cijelom morskom stupcu, ali je radi intenziteta svijetla jače u površinskom dijelu, te se radi oslabljene cirkulacije mora sluzave nakupine nakupljaju na površini. Najčešće se javlja u lipnju i srpnju, ali radi sve izraženijih klimatskih promjena takve pojave su sve učestalije, dugotrajnije i češće. Grupiranje algi nije samo ružno za vidjeti na površini, već one dalje padaju prema morskom dnu, gdje prekrivaju i ugrožavaju organizme poput koralja i spužvi.

Nadalje, svakog kasnog proljeća i ljeta, u moru dolazi do pojave sloja zvanog **termokline** koji odvaja gornji, topliji od donjeg, hladnijeg dijela mora, a u kojem se temperatura mijenja s dubinom, odnosno uslijed kojeg zagrijana površinska voda počinje tonuti prema dubljim dijelovima mora. Prije 20-ak godina termoklina se razvijala na 20 m dubine, no danas se zbog klimatskih promjena spušta puno dublje, odnosno i do 50 m ispod površine. Zbog povećanja temperature u dubljem pojasu mora pate morski organizmi koji ga nastanjuju. I dok ribe mogu pobjeći u još dublje, hladnije dijelove, životinje koje su pričvršćene za stijene, poput koralja i spužvi, već nakon mjesec dana izloženosti povećanoj temperaturi počinju uginati. Rastuće temperature mora utječu na migracije riba uzrokujući promjenu u sastavu ribljeg fonda, čime mogu dovesti do problema u sektoru ribarstva i djelatnosti vezanih uz more.

Livade morskih cvjetnica poput Posidonije, važna su hranilišta i rastilišta riba, a osjetljive su na porast i kolebanje temperature. Prilagođavaju se na temperaturne promjene, promjenama staništa.

Tuna, koja predstavlja najvažniji ekonomski proizvod hrvatskog ribarstva, karakteristična je toploводna vrsta i njezinom uzgoju će pogodovati globalno zatopljenje zbog ubrzanog rasta do kojeg dolazi zbog intenzivnog hranjenja i većeg indeksa konverzije hrane. Općenito, učinci globalnog zatopljenja trebali bi biti pozitivni i na uzgoj školjkaša.

Jedna od posljedica klimatskih promjena i porasta temperature mora je pojačano širenje **invazivnih vrsta** i promjene u raspodjeli vrsta. Naime, invazivne vrste su one koje se vrlo lako i uspješno prilagode na nove ekološke uvjete i potiskuju domaću populaciju. Najčešće su to vrste tropskih i suptropskih mora koje ne uspiju prezimiti u našim krajevima, ali porast temperature pospješuje njihov cjelogodišnji opstanak i daljnje širenje populacije, tzv. **lesepijske** vrste poput ribe lava i ribe fuga. Porast temperature mora može uzrokovati osim cvjetanja algi i prekomjernu pojavu meduza, što predstavlja rizik za obalni turizam.

Visoke temperature, uz povećanu količinu CO₂ i **kiselost oceana**, najviše ugrožavaju alge zooxantele, koje žive u simbiozi s polipom koralja. One koriste produkte metabolizma polipa, a zauzvrat fotosintezom, pomoću hranjivih tvari, sunčeve svjetlosti i CO₂, stvaraju polipu hranu, šećere i lipide. Simbioza podrazumijeva iznimno međuovisan odnos i s nestankom alge uslijed povišenja temperature, polipi kojima alge inače daju i njihove lijepe boje, ostaju bez svojeg glavnog izvora hrane i postaju prozirni i ranjivi. U velikom broju slučajeva zbog osjetljivosti na razne bolesti uskoro potom ugiba i sam polip, i umjesto živog koralja ostaje skelet preko kojeg počinju rasti drugi organizmi. Isti uvjeti dovode do smanjenosti kalcifikacije skeleta i ljuski školjkaša i ljuskara. Povećanjem temperature dubljih slojeva mora, nisu ugroženi samo koralji i spužve, već i cijeli podmorski svijet. Ako se ovaj opasan trend nastavi, ugroženi će biti svi oblici morskog života, od planktona do velikih kitova. I kod primjera **mikorize - simbioze**



Klimatske promjene negativno utječu i na ptice, sivi čvorak



Busenasti koralji izloženi su temperaturnim promjenama i promjenama ekosustava, NP Mljet



Invazivna vrsta plavi rak

gljiva i drveća u šumama, pokazuju istraživanja, također se javlja isti slučaj što dovodi do propadanja šumske vegetacije. Problem koji se javlja zadnjih godina su klimatske promjene koje tjeraju ptice da prilagode svoje **migracije** novim vremenskim uvjetima. Također, klimatske promjene mijenjaju njihova staništa pa im je potrebno više vremena da dođu u formu za dugotrajno putovanje. Prema novom istraživanju, određene vrste odgađaju odlazak sa svojih zimskih područja, a zatim migriraju 43 % brže nego inače. Radi takvog tempa, mnoge od njih će umrijeti na takvim intenzivnim putovanjima. Konkretnije, povećana brzina migracije dovela je do pada više od 6 % u ukupnoj stopi preživljavanja kod ptica. Također, istraživanje iz 2021. godine pokazalo je da je promjena staništa natjerala neke ptice da migriraju s istoka na zapad, a ne sa sjevera na jug.

Na koji način klimatske promjene utječu na oprašivače? Promjene u klimi dovode do pomaka areala mnogih vrsta, do promjena u razdoblju aktivnosti oprašivača i pomaka u fenologiji biljnih vrsta.

Ovo dovodi do prostorne ili vremenske neusklađenosti oprašivača i biljaka koje o njima ovise. Uz to, klimatske promjene mogu direktno utjecati na vrste i skupine koje lošije podnose stres, uzrokujući povećanu smrtnost i lokalna izumiranja. Ovo posebno pogađa pčele iz roda *Bombus*, bumbare. **Bumbari** su prilagođeni na niske temperature i većina vrsta loše podnosi ekstremno vruće dane, čija frekvencija je u porastu uslijed klimatskih promjena.

Predviđeno povećanje temperature, uz smanjenje oborina, moglo bi dovesti do **nestašice vode**. S obzirom da proizvodnja energije u mnogim zemljama ovisi o hidroelektranama ovo može imati negativan utjecaj na opskrbu energijom. Na područjima kao što su otoci, koja se već i danas suočavaju s nestašicama vode može doći do problema za vodno gospodarstvo radi smanjene dostupnosti slatkovodnih resursa. Ovo također utječe na ostale sektore i područja ovisna o vodi, kao što su poljoprivreda i močvarna staništa. **Bioraznolikost i ekosustavi** izrazito su pogođeni klimatskim promjenama, a već sada je primjetno zaslaničavanje močvarnih područja morskom vodom. Zbog epizoda sve češćih ekstremnih vremenskih uvjeta, slatkovodna staništa su sve više pod opasnošću od povećanog saliniteta, a posredno postoji sve veća opasnost od gubitka slatkovodnog staništa, a samim time i vrsta koje tamo opstaju zbog vode, kao što su mnogobrojne ptice, kornjače, kukci i biljke.



Tekst i fotografije: Zvonimir Matijević mag. ing. agr, Javna ustanova "More i krš"

Prvi mrijest mekousne pastrve na rijeci Jadro!

DANAS SVJEDOČIMO SMANJENJU POPULACIJE MEKOUSNE PASTRVE U NERETVI, DOK JE NA KRKI VIŠE NEMA. ZAHVALJUJUĆI PREDANOM RADU, U RIJECI VRLJICI POSTOJI STABILNA POPULACIJA, A NOVA NADA POSTOJI I ZA RIJEKU JADRO, GDJE JE ZAPOČET PRVI UMJETNI MRIJEST U OKVIRU PROJEKTA *IMPROVE RIVER LIFE*.



Mekousna pastrva *Salmo obtusirostris* (Foto: B. Jukić)

Mekousna pastrva (*Salmo obtusirostris salonitana*) je endemska i strogo zaštićena vrsta koja nastanjuje istočni jadranski slijev. Njezino ograničeno i diskontinuirano rasprostranjenje obuhvaća područja od ključne važnosti za biološku raznolikost tog područja. Ova kritično ugrožena vrsta posjeduje značajan ekonomski i ekološki potencijal. Cilj projekta njezinog očuvanja je spriječiti izumiranje mekousne pastrve na rijekama Jadro i Vrljika te poboljšati brojnost vrste i renaturalizirati područje dviju rijeka u Splitsko-dalmatinskoj županiji, gdje ova vrsta još uvijek obitava.

Mekousna pastrva nastanjuje srednji i južni dio istočnog jadranskog sljeva, a prirodno je rasprostranjena u rijekama Krki, Neretvi, Jadru i Vrljici te je unesena u rijeku Žrnovnicu iz Jadra. Fenotipske razlike među populacijama pastrve, koje nastanjuju različite rijeke te njihova međusobna izoliranost, dovele su do podjele na četiri podvrste: *Salmo obtusirostris krkensis* u rijeci Krki, *Salmo obtusirostris* u Neretvi i Vrljici, *Salmo obtusirostris salonitana* u Jadru te *Salmo obtusirostris zetensis* u Zeti u Crnoj Gori. Nažalost, danas svjedočimo smanjenju populacije pastrve u Neretvi, dok je na Krki više nema. Srećom, stabilna populacija još uvijek postoji u rijeci Vrljici, zahvaljujući predanom radu na njezinoj zaštiti. Ovaj uspješan projekt na Vrljici sada daje nadu i za rijeku Jadro, gdje je započet sličan projekt umjetnog mrijesta, kojim se nastoji obnoviti populacija pastrve i očuvati njezinu biološku raznolikost.

Ovaj poduhvat započeo je u sklopu **projekta Improve River Life**, čiji su ciljevi usmjereni na obnovu staništa i populacija mekousne pastrve u rijekama Jadro i Vrljika, koje predstavljaju jedno od posljednjih preostalih staništa ove vrste. Aktivnosti projekta obuhvaćaju niz mjera koje imaju za cilj očuvanje i poboljšanje uvjeta za opstanak mekousne pastrve. Jedna od ključnih mjera očuvanja je osiguravanje uzdužne povezanosti riječnih ekosustava. To se postiže uklanjanjem umjetnih pregrada ili osiguranjem njihove prohodnosti, a ovakav pristup omogućava pastrvi i drugim vrstama slobodan prolaz kroz rijeke, čime se povećavaju šanse za obnovu i održivost populacija u ovim rijekama.

Ostale mjere očuvanja uključuju obnovu i održavanje obalne vegetacije autohtonim vrstama, što doprinosi stabilizaciji ekosustava, te uklanjanje i kontrolu invazivnih stranih vrsta riba koje ugrožavaju ravnotežu riječnih zajednica. Također, provodi se kontrola makrofita, kako bi se osigurala optimalna kvaliteta vode i uvjeti za život autohtonih vrsta. Svi ovi napori usmjereni su na postizanje stabilnosti i održivosti populacija mekousne pastrve, čime se doprinosi dugoročnoj zaštiti i očuvanju ovih ugroženih ekosustava.

Očuvanje pastrve na rijeci Jadro

Jedan od ciljeva projekta nedavno je uspješno ostvaren, a riječ je o prvom umjetnom mrijestu mekousne pastrve Solinke na rijeci Jadro. Ovaj značajan poduhvat proveli su djelatnici Javne ustanove "More i krš" u suradnji s djelatnicima PMF-a iz Zagreba.

Uz velik trud i predanost svih sudionika projekta, mrijest na rijeci Jadro je bio uspješan, a očekuje se da će kroz godine rada rezultirati povećanjem populacije endemske mekousne pastrve Solinke. Također, projekt bi trebao doprinijeti smanjenju prisutnosti invazivnih vrsta riba, čime će se očuvati ravnoteža ekosustava i osigurati dugoročna održivost populacija ove ugrožene vrste.

Umjetan mrijest provodi se na način da se prikupljanje matice mekousne pastrve obavlja selektivnim elektroizlovom tijekom razdoblja od siječnja do ožujka. Za ovaj proces koristi se istosmjerni elektro-agregat koji privlači ribe prema anodi, uz minimalan stres za populaciju. Ribe se odmah prebacuju u prijenosni akvarij, čime se osigurava sigurnost endemskih vrsta i sprječava fizička oštećenja.

Nakon prikupljanja, matične jedinke prebacuju se u mrjestilište unutar zaštićenog područja, gdje se razdvajaju prema spolu i podvrgavaju pripremi za umjetni mrijest. Ženke se podvrgavaju ručnom istiskivanju ikre laganom masažom trbuha, a ikra se osjemenjuje "mliječi" mužjaka. Oplođena ikra stavlja se



Selektivni izlov matice



Masaža trbuha, odvajanje ikre



Stavljanje ikre na inkubaciju

u umjetne ležnice, gdje započinje proces inkubacije. Tijekom 24 dana razvija se faza oka. Nakon faze oka, ikra se prebacuje u umjetne ležnice koje su smještene u prirodni tok rijeke, tzv. cilindri, gdje ribe nastavljaju svoj razvoj u uvjetima što bližima prirodnim. Ovaj pristup omogućava im da se u potpunosti prilagode okolišu prije nego što se oslobode u prirod-

ne vodene tokove. Time se povećava šansa za preživljavanje mlađi, jer se u prirodnom okruženju odvija završna faza njihovog razvoja, što jača njihov imunološki sustav i prirodni instinkt za preživljavanje. Također se smatra da ovaj postupak stvara kemijski *imprint*, zbog čega će se riba nakon određenog vremena vratiti na istu lokaciju radi mrijesta.

Nakon što mlađ pastrve posije žumančanu vrećicu i postigne odgovarajuću veličinu, sve jedinke se puštaju u prirodne vode, čime završava jedan ciklus umjetnog mrijesta. Ipak, projekt nije dovršen, jer se nastavlja s izlovom invazivnih vrsta, koje predstavljaju ozbiljnu prijetnju autohtonim vrstama.

U Republici Hrvatskoj na snazi je Zakon o sprječavanju unošenja i širenja stranih te invazivnih stranih vrsta, koji zabranjuje uvođenje stranih vrsta u prirodu i ekosustave u kojima prirodno ne obitavaju.

Ekosustavi Splitsko-dalmatinske županije dugi su niz godina bili poribljavani alohtonim i invazivnim vrstama, što je ozbiljno ugrozilo prirodnu ravnotežu. Stoga je nužno provoditi dodatne mjere očuvanja autohtonih vrsta.

Jedna od ključnih mjera očuvanja provodi se na rijekama Jadro i Vrljika, gdje se kontinuirano provodi izlov invazivnih vrsta koje ugrožavaju autohtone vrste, poput mekousne pastrve. U rijeci Vrljici posebno su problematične vrste štuke i babuške,



Čilindri u rijeci

Štuka *Esox lucius*, rijeka VrljikaKalifornijska pastrva *Oncorhynchus mykiss*, rijeka JadroBabuška *Carassius gibelio*, rijeka Vrljika

koje nisu prirodne vrste ovog područja, a nesmotreno su unesene. Iako je autohtona u sjevernom dijelu Hrvatske, u Jadranskom slijevu predstavlja ozbiljnu prijetnju za ekosustav. U tom smislu, štuka je za rijeke Jadranskog slijeva ono što je lav za savane ili morski pas za oceane – veliki grabežljivac koji narušava ravnotežu ekosustava.

Iako u rijeci Jadro nema štuke i babuške, postoji "udomačena" vrsta kalifornijske pastrve, koja svojom reprodukcijom i dominacijom teritorija predstavlja ozbiljnu prijetnju autohtonom vrstom mekousne pastrve Solinke, koja naseljava samo 4 km toka rijeke Jadro. Kalifornijska pastrva ozbiljno ugrožava opstanak mekousne pastrve, koja je već kritično ugrožena.

Zbog toga čuvari prirode iz Javne ustanove More i krš cijele godine provode selektivnu eradikaciju invazivnih vrsta koje negativno utječu na prirodnu baštinu i ekosustav Jadranskog slijeva. Rijeke Vrljika i Jadro nisu prirodno stanište ovih invazivnih vrsta, a kontrolom njihovih populacija čuvari prirode održavaju zdravlje ekosustava. Izlov se provodi selektivno pomoću električnog agregata, pri čemu ne dolazi do oštećenja autohtonih, endemskih vrsta.

Tekst: Ružica Aščić, književnica; Fotografije: Marko Umičević

FRAM - Priča o pioniru polarnih ekspedicija

DO IZGRADNJE BRODA FRAM, ARKTIČKA ISTRAŽIVANJA BILA SU OGRANIČENA I IZUZETNO OPASNA. NAKON NJEGOVIH POLARNIH EKSPEDICIJA S POZNATIM MOREPLOVCIMA I ISTRAŽIVAČIMA SJEVERNOG I JUŽNOG POLA, BROD JE OBNOVLJEN 1930. GODINE I TAKO OBNOVLJEN POSTOJI GOTOVO 90 GODINA TE IMA SVOJ MUZEJ U OSLU.

Uz nekoliko drugih zemalja europskog kontinenta, Norveška je tradicionalno bila predvodnik maritimnih istraživanja. Ovo je zemlja s jednom od najdužih obalnih linija na svijetu, ali i posebnim geografskim položajem na samom sjeverozapadnom rogu euroazijskog kontinenta, i njezina naklonjenost moru prirodna je pojava. Ljudi su plovili kako bi preživjeli, trgovina se odvijala morskim rutama, gradili su se kompleksni i izdržljivi brodovi, lovila se riba, dostavljale su se namirnice u udaljene fjordove, i sve to duboko je oblikovalo naciju. Kad kao turist šćete Oslom, norveškom metropolom koja leži na moru, to je upravo dojam koji stjećete – da se puno toga vrti oko mora. Na poluotoku Bygdøy, jedan do drugoga, tri su muzeja koja se bave bogatom pomorskom poviješću ove zemlje: Fram, Pomorski muzej i muzej posvećen moreplovcu Thoru Heyerdahlu - Kon Tiki. U njima posjetitelji mogu steći dojam koliko je more ovoj skandinavskoj naciji bilo bitno kroz povijest, no i tko su bili pioniri plovidbe po stranim i još nepoznatim vodama.

U skandinavskom svijetu sve neizbježno počinje s Vikinzima. Vikinzi isplovljavaju kao trgovci, osvajači i istraživači u potrazi za plodnom zemljom koju bi mogli kultivirati. Uzburkano sjeverno more nosi ih od 9. stoljeća, najprije u Irsku, a onda i dalje u Englesku, pa južnije u Francusku i Španjolsku. Već u 10. stoljeću dolaze do Grenlanda i žive tamo 500 godina. U svojim otvorenim brodovima od hrastovine, prevaljuju velike udaljenosti: Od Grenlanda do Crnog mora. Iako ne postoje zapisi iz vikinškog doba o tome kako izgraditi brod, arheološke iskopine pričaju priču o vrsnim brodograditeljima s izuzetnim talentom za navigaciju. Vikinzi su bili stručni tesari, a za izradu brodova nisu se koristili skicama, nego su se oslanjali na znanje preneseno s koljena na koljeno. Unatoč tome što je norveški utjecaj u maritimnim istraživanjima opao u kasnijim stoljećima, upravo ovo slavno doba skandinavske plovidbe udara temelj za kasnija istraživanja polarnih predjela.

Polarna groznica

Krajem 19. i početkom 20. stoljeća, zavladała je groznica polarnih istraživanja, no ovaj put nakane su bile znanstvene naravi. Opsesija mnogih tadašnjih istraživača bila je doseći Sjeverni pol. Mnogi su tvrdili da su to učinili, no kako je vrijeme pro-

lazilo, njihove tvrdnje bile su osporavane. Neki su se približili Sjevernom polu, no nikad nisu bili "sasvim ondje".

Polarna groznica zavladała je krajem 19. i početkom 20. stoljeća, a najvjerodostojniji od svih istraživača je bio norveški istraživač Roald Amundsen koji je prvi preletio Sjeverni pol 1926. godine, no i dalje nema konsenzusa o tome tko je doista bio prvi istraživač koji je stigao do Sjevernog Pola.

Bili su to pothvati koji su, iz perspektive normalnog čovjeka, graničili sa zdravim razumom. Istraživači su se pripremali mjesecima, pa čak i godinama, i sebe dovodili do granica izdržljivosti. Hladnoća, osama, glad, samo su neke od ružnih okolnosti ovih istraživanja.

Što se tiče prehrane, istraživači su se mogli osloniti samo na hranu koju ponesu sa sobom, a ako bi nje ponestalo, lovili su tuljane, morževe, pingvine i morske ptice. Sreća bi bila kad bi susreli Inuite koji su ih učili tehnikama preživljavanja u polarnoj klimi. Skorbut i smrt od gladi nisu bili rijetkost. Iako se u tadašnje vrijeme vjerovalo da skorbut izaziva konzervirana hrana, kasnije se ispostavilo da je uzrok bio nedostatak svježe hrane. Stranice dnevnika istraživača bile su ispunjene maštarijama o hrani. Kuharice koje bi se zatekle na brodu ne bi bile od pretjerane pomoći jer nije bilo sastojaka od kojih bi se ta hrana mogla skuhati. Istraživači su često, po uzoru na američke Indijance, konzumirali *pemikan*, osušeno kosano meso konzervirano sušenjem, i tako preživljavali.

Najotporniji brod za polarna istraživanja

Muzej Fram, kako se sam diči, najvažniji je komunikator norveške polarne povijesti više od 85 godina. Godišnje ga posjeti rekordnih 360.000 posjetitelja. Doista, autobus koji vozi do poluotoka s muzejima vikendom je stubokom pun. Ovaj 39 m dugačak brod, na koji se posjetitelji mogu popeti i razgledati mu palubu i potpalublje, izgrađen je u svrhe arktičke ekipe-



Postav muzeja Fram u Oslu

Muzej Fram, nazvan po istoimenom istraživačkom brodu koji je izložen u središnjem holu muzeja, priča priču o istraživačima koji su predvodili ekspedicije po polarnim regijama, a godišnje ga posjeti 360.000 posjetitelja.

dicije 1893. godine. Široke i plitke konstrukcije, izgrađen je s idejom da izdrži pritisak leda, tako što će se izdići iznad i klizati po njemu. Njegova posebnost među brodovima svoje generacije je zaobljen trup, koji je omogućavao da ga led podigne, a ne slomi. Unatoč tome što se brod među zidovima muzeja doima glomaznim, za tadašnje pojmove smatran je izuzetno malim i kompaktnim. Izgrađen je da nosi dvanaestoricu muškaraca i sve što im je potrebno za pet do šest godina života u polarnoj klimi. Ranije, kad bi se brod uputio prema sjeveru, nailazio bi na slojeve plutajućeg leda koji bi mu se brzo zaljepili za bok. S vremenom bi sve više ledenih ploča udaralo u brod, smrzavajući se oko njega i stvarajući veliki pritisak na trup. Taj pritisak bi na kraju uzrokovao pucanje broda.

Prije izgradnje Frama koji je trebao biti otporan na sve na što drugi brodovi nisu bili, arktička istraživanja bila su ograničena i izuzetno opasna.

Stalni postav ove izložbe tematizira putovanje moreplovca i istraživača Fridtjofa Nansena i njegovih ljudi Arktičkim oceanom između 1893. i 1896. godine, kao i putovanje na južni pol Roalda Amundsena 1911. godine. Izložba se bazira na fotografijama snimljenim tijekom ekspedicije i na dnevničkim zapisima Nansena i njegovih suputnika. Sam Nansen je tijekom ove tri godine napisao 8.000 pisama, što njegovu ekspediciju čini izuzetno dokumentiranom. Osim tekstovnih materijala koji posjetitelju pojašnjavaju kontekst maritimnih ekspedicija na Sjeverni i Južni pol, izloženi su i artefakti s broda, poput kuhinjskih predmeta, ali i Nansenove fotografije i akvareli. No zvijezda izložbe ipak je brod Fram.

U potrazi za Sjevernim polom

Nansenova ekspedicija pokazala je da nema solidne zemljane mase sjeverno od Euroazijskog kontinenta te da je Arktički ocean dublji od 3.000 m. Na temelju njegovih istraživanja Golfske struje, bilo je moguće odrediti principe kretanja leda u moru. Kad je Nansen najavio svoje putovanje na Sjeverni pol, zavlдалo je veliko ushićenje u tadašnjoj javnosti. Za potrebe ekspedicije, skupljeno je pola milijuna kruna, a norveški kralj osobno je donirao 20 tisuća kruna. Nansen je objavio oglas za 12 istraživača koji će ga pratiti na ekspediciji, no primio je odgovor od stotina ljudi i mogao je ljude pomno birati. Na njegovom prvom putovanju s Framom 1893. godine, brod je ostao zarobljen u ledu tri godine. Za to vrijeme posada nije

Na svom prvom putovanju s istraživačem Sjevernog pola Fridtjofom Nansenom 1893. godine, brod Fram je ostao zarobljen u ledu tri godine.

očajavala, nego je provodila znanstvena istraživanja. Muškarci su preživljavali na mesu morževa i polarnih medvjeda. Kući su se vratili neobavljena posla, unatoč nekim saznanjima o arktičkom terenu, ali Fram je ipak dosegnuo dotad najsjeverniju točku od 86 stupnjeva i 14 minuta. Nansen je napisao knjigu *"Farthest North: The Incredible Three-Year Voyage to the Frozen Latitudes of the North"* koja živopisnim i vještim stilom opisuje to iskustvo. S obzirom na to da je bio i darovit slikar, iskustvo je iznjedrilo i brojne slikovite akvarele.

Kapetan Otto Sverdrup, drugi čovjek Nansenove ekspedicije, otplovio je s Framom na ekspediciju u godinama 1898.-1902. kako bi mapirao neistražena područja sjeverozapadne od Grenlanda. To su dvije slavne ekspedicije Frama, koji će zablistati još jednom u dosad najvećoj avanturi, onoj do Antarktike.

Napeta utrka za osvajanjem Južnog pola

Brod Fram uputit će se pod ekspedicijskom palicom Roalda Amundsen na Južni pol 1911. godine. Za tu priliku, Fram je dubinski renoviran, a stari parni motor zamijenjen je švedskim dizelovim motorom.

Postojanje Južnog pola 1911. godine bila je utvrđena činjenica, no zbog negostoljubivih ledenih prostranstava koja je trebalo prevaliti, njegovo osvajanje bilo je izazov. U regiji Antarktika u to vrijeme nalazile su se čak četiri ekspedicije: japanska, njemačka, britanska i australska. Norveška ekspedicija, predvođena Amundsenom, pokazala se najsretnijom, pogodili su je dobri vremenski uvjeti, ruta koju su odabrali pokazala se lagodnom, i prvi su stigli na Južni pol. Britanska ekspedicija predvođena Robertom Falconom Scottom na brodu *Terra Nova* stigla je do Južnog pola mjesec dana nakon norveške. Do takvog ishoda je došlo jer Amundsen nije otkrivao planove kamo ide. Planirao se uputiti sjeverno, no nakon što su do njega stigle vijesti da je Sjeverni pol u međuvremenu otkriven, krenuo je južno. Cijela misija je bila toliko tajnovita da su i njegovi suputnici neko vrijeme vjerovali da idu na Sjeverni pol. Jednom kad su pristigli na Antarktiku, dnevno su prevaljivali 24 km, po temperaturama koje su se kretale između minus 35 i minus 55 stupnjeva. No više od teških i ekstremnih fizičkih uvjeta, bila je to psihički napeta utrka o kojoj su odlučivali dani. Psi su bili najvažniji faktor Amundsenove ekspedicije. Saonice koje su vukli težile su oko 30 kg, a teret na njima 300. Za razliku od cijele posade koja se vratila kući, od 97 pasa koji su krenuli iz Norveške, vratila su se samo tri. Psi nisu bili samo vučna snaga, nego i kompanjoni istraživača u dugim i samotnim danima, o čemu svjedoče i njihovi osobni



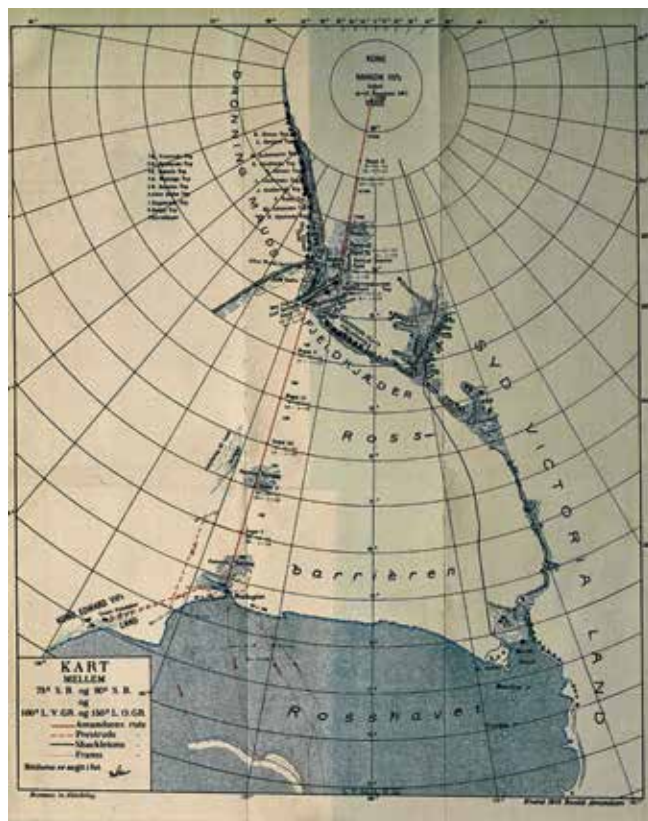
Brod Fram



Roald Amundsen



Fridtjof Nansen



Južni pol s ucrtanim rutama istraživača (Mapa iz arhiva Nacionalne knjižnice Norveške)

Fram isplovjava iz
Bergena 1893. godine



Nansen, drugi s lijeva, i
posada broda Fram na
Sjevernom polu 1895. godine



Fram u ledu na Sjevernom polu 1894. godine

dnevnicu. No Fram je na sebi imao sve što je jednom poštenom skandinavskom istraživaču moglo biti potrebno, poput saune, šivaonice i knjižnice.

Kad je osvojio Južni pol, Amundsen je, znajući da će prvi koji će doći na to mjesto biti Britanac Scott, za njega ostavio dva pisma, jedno za njega, a drugo za norveškog kralja: *"Dragi kapetane Scott, s obzirom na to da ćete vjerojatno biti prva osoba u ovom području nakon nas, ljubazno vas molim da ovo pismo prosljedite kralju Haakon VII. S lijepim pozdravima, želim vam siguran povratak. Vaš, Roald Amundsen."* No povratak se za Britanca i njegove suputnike pokazao tragičnim. Obeshrabreni i razočarani, suočeni s ekstremnom iscrpljenošću i gladi, okončali su u šatoru oko dva mjeseca kasnije. Amundsen je s druge strane slavio, primajući čestitke od

slavnih osoba svoga vremena, među kojima su bili i američki predsjednik Theodore Roosevelt i engleski kralj George V.

Spašavanje istrošenog broda

S povratkom Fram s Antarktike 1912. godine, brod je usidren u Buenos Airesu, a nakon kraćih putešestvija po tropskim vodama, vraća se u Norvešku. Kako se već nazirala opasnost od Prvog svjetskog rata, nije bilo prostora za još jednu polarnu ekspediciju. A s obzirom na to da je Fram ostao u prilično lošem stanju nakon epizode u toplim vodama, Amundsen je za sebe dao izgraditi novi polarni brod, Maud, a Otto Sverdrup, Nansenov kompanjon po polarnim prostranstvima, uzeo je na sebe zadatak spašavanja i restauracije Fram.

Nansenov akvarel,
Polarna svjetlost



Postav muzeja
Fram u Oslu



1930. godine, Fram je obnovljen, a pet godina kasnije stiže na poluotok Bygdøy u Oslo. Izvučen je na obalu i oko njega je izgrađena zgrada današnjeg muzeja, u piramidalnom obliku. U ovako obnovljenom i sačuvanom stanju, Fram postoji gotovo 90 godina.

Zgrada muzeja Fram
piramidalnog oblika u Oslu





Tekst i fotografije: Branka Beović, dipl. ing. građ.

SELCE - *štirne, polače,* **drveno kupalište i tunera**



Stari kameni toč u
Crikvenici

ŠTIRNE, POLAČE, DRVENO KUPALIŠTE I TUNERE, OSTACI SU TO STARIH OBJEKATA U SELCU I VINODOLSKOM KRAJU, OKO KOJIH SU SE OKUPLJALI STANOVNICI KAKO BI ZADOVOLJILI SVOJE SVAKODNEVNE POTREBE ZA VODOM ZA PIĆE ILI ODRŽAVANJE HIGIJENE, POTREBE ZA HRANOM ILI ZABAVOM, KOJOJ DANAS PRIPISUJEMO I HODOMET, HODAJUĆI NOGOMET ODRŽAN PO PRVI PUTA U HRVATSKOJ U SELCU 2022. GODINE.

Tridesetak kilometara jugoistočno od Rijeke, na obali Vinodolskoga kanala, dva kilometra udaljeno od Crikvenice, a sedam od Novog Vinodolskog, smjestilo se Selce. Razvilo se oko uvala koja je u prošlosti nazivana "lukom spasa", jer je brodovima pružala zaklon od bure. Bura je toliko česta i jaka na tome području da su krajnji i najuži sjeverozapadni dio Vinodolskog kanala, na mletačkim kartama iz 17. stoljeća, zvali *Canal di Maltempo*, Olujni kanal (Lončarić, 2009.).

Selce se u povijesnim izvorima prvi put spominje 1366. godine. Prema posljednjem Popisu stanovništva iz 2021. godine, ima 1.298. stanovnika. Nastalo je spajanjem tri zaselka, *seoca*: Metline, Brda i Selca, koja su se tijekom 19. stoljeća postupno spojila u jedinstveno naselje. Izvorni naziv mjesta bio je Selca, ali mu je ime početkom 20. stoljeća promijenjeno da bi se izbjegli problemi u poštanskom prometu zbog miješanja sa Selcima na otoku Braču (Antić, 1975).

Vodoopskrba Vinodola kroz povijest

Žitelji vinodolskog kraja su se u prošlosti vodom opskrbljivali najčešće iz izvora, bunara i cisterni.

Najstariji vodoopskrbni objekti u Selcu su dva izvora slatke vode uz samo more. Na njima su Selčani uredili *polache*, mjesta gdje se pralo rublje. Na predjelu Podolčić, u sklopu uređenja kupališnog parka 1987. godine, izvor je ograđen i postavljena je fontana. Druga polača se nalazi ispod crkve sv. Katarine. Na zidu pored izvora nalazi se mozaik, rad akademskog slikara Hajrudina Kujundžića, koji prikazuje Selčanku u narodnoj nošnji koja dolazi na vodu s *brentom*. Treća je polača bila u Slanoj,

U blizini štirne na Jami su dvije memorijalne ploče, na kojima se navode podatci o gradnji, na latinskom i prijevodom na hrvatskom jeziku:

Ovaj bunar je sagrađen zbog izvora koje je more uništilo za vrijeme vladanja Franje II. Austrijskog pobožnog blagog i darežljivog uz sudjelovanje naroda Selaca kraljevskim troškom a djelo je pomogao Aleksandar Pastory prefekt ugarske obale (primorja) i za stvar se sretno pobrinuo te u korist stanovnika otvorio ljeta gospodnjeg 1796. bio ti tko mu drago crpi veseo pij zahvalan i odlazi sa sjećanjem prevedeno 1791.



Lijevo Turistička zajednica
Selca s freskom H. Kujundžića



Staro kupalište (izvor:
*Kvarnerska kupališna
baština*, M. Kos, 2009.)



Kip sv. Ante na *štirni* i javna špina





Grlo/kruna štirne u Jami

a žene su prale robu na samoj stijeni.

Na Garavinu, brežuljku ponad Selca, se nalazila lokva iz koje su Selčani uzimali vodu kada bi presahnuli izvori i bunari. Tri su selačka poduzetnika tu napravili svoje cisterne, obzidavši ih ilovačom koju su dopremili iz Krka.

Početkom prošlog stoljeća su u Selcu bile 102 nakapnice uz kuće. (Antić, 1998.)

Prije izgradnje vodovoda, dvije su selačke pučke **štirne**, Štirna na Jami i Štirna na Brdu, bile iznimno važne za opskrbu stanovništva vodom.



Tragovi kalanja vode iz štirne

Selačke pučke štirne

Štirna na Jami se nalazi unutar povijesne jezgre mjesta, na predjelu koji se zove Jama. Izgrađena je 1796. godine. Ima zapremine 300 m³. To je samostalna građevina s visokim ogradnim zidom sa sve četiri strane. Na vrhu je plato. Prilazi mu se preko kamenih stuba i ulaznim kamenim portalom s vratnicom od kovanog željeza. Plato štirne izvorno je imao kameno opločenje s morskim oblucima u funkciji filtera za kišnicu. Kišnica se u **štirnu** sakupljala slijevajući se i s krovova okolnih kuća. Na platou se nalazi kameno grlo sa željeznim poklopcem, iznad kojeg je koloturnik. Na južnom zidu ugrađena je mjera za žito, **kvarta**, s uklesanom 1815. godinom.

U jugozapadnom kutnom zidnom plaštu nalazi se niša s kipom sv. Ante, postavljena u novije vrijeme, a naknadno je dodana i špina javnog vodovoda. Ova je štirna zaštićena kao kulturno dobro i upisana u Registar kulturnih dobara Republike Hrvatske.

Sličnu cisternu, zapremine 250 m³, općina je 1909. godine izgradila u predjelu Brdo. Godine 1821. godine vladala je velika suša. Presahnuli su svi izvori i cisterne. Voda se skupo prodavala, a **baril** vode koštao je kao dvije litre vina.

Izgradnja vodoopskrbnih sustava

Godine 1884. gradi se prvi kolektivni vodoopskrbni cjevovodni sustav za grad Novi Vinodolski. Sastojao od zahvata na izvoru "Ivanj" podno brda sv. Kuzma, **gusnatog** cjevovoda promjera 60 mm i javnog izljeva na novljanskoj Placi. Crikvenica je svoj mali vodovod, tzv. Tribaljski vodovod, dobila početkom 20. stoljeća. Voda je bila bakteriološki loša i morala se stalno klorirati.

Potrebe za vodom Novog, Selca, Crikvenice i ostalih mjesta u Vinodolu sve su više rasle. I novootvorena kupališta trebala su vodu. Jedan zanimljiv **štiklec** iz Novog: **kada je trebalo produžiti cjevovod s Place do kupališta u uvali Lišanji i do hotela, stanovništvo je negodovalo uz primjebu da ne da gospodi da peru svoje stražnjice dok oni nemaju dovoljno vode ni za piće.**

U najbližjoj okolici Novoga postojalo je raspoloživo izvorište Žrnovnica primjereno potrebama, ali tehnički vrlo zahtijevno. U prisustvu delegata općine Novi, Selce i Crikvenica održana je Skupština 10. studenog 1928. godine. Većina delegata prihvatila je opširan ekspozé inženjera M. Ježića o potrebi opskrbe vodom iz izvorišta Žrnovnica. Nakon osiguranja sredstva za investiciju, pristupilo se izgradnji. Probno crpljenje u strojarnici Žrnovnica obavljeno je od 21. do 22. lipnja 1932. godine, a sustav "Velikog vodovoda" pušten je u rad 3. srpnja 1932. godine (Ježić, 2004.). U početku voda nije bila uvedena u većinu kuća, već su postojale javne slavine odakle su Selčani uzimali vodu noseći je **u siću** ili **brenti**. Kasnije je voda uvedena u sve kuće, a štirna na Jami i štirna na Brdu izgubile su svoju izvornu funkciju.

Kupališta

Godine 1894. otvoreno je prvo javno uređeno kupalište, a Selce prošle godine proslavilo 130 godina turizma. Na izravnanome morskom žalu realizirano je prvo drveno kupalište s deset,



Štirna na Brdu



Polača/perilo i mozaik H. Kujundžića, Selčanka



Podolčić, i ovdje je nekad bilo perilo

a sljedeće godine dograđeno i sedam kabina. Morsko dno je podignuto nasipavanjem, pa za neplivače nije bilo opasnosti od utapanja. Obavijest o otvorenju kupališta, 5. kolovoza 1894. godine, objavljena je u riječkoj *La Bilanci*. Kupanje se plaćalo 10 ili 15 novčića po osobi, a za djecu ispod 10 godina polovica tog iznosa.

Kupalište je bilo maleno i nije imalo odvojeni ženski i muški dio. "Gospoda i dame" kupali su se u različito vrijeme, gospoda od 9 do 10 sati, a dame od 10 do 11 sati. Drvene kabine nisu izdržale nalet orkanskog vjetrova u siječnju 1905. godine, pa je kupalište porušeno. Poslove oko izgradnje novog kupališta preuzela je općina uz potporu Visoke kraljevske vlade u Zagrebu.

Novo je kupalište izgrađeno 1905. godine u uvali Slana. Imalo je 20 kabina, a bilo je od kamena i cigle. Država je pomogla i u uređenju obalnog puta od mjesnog trga do kupališta. Kupalište se zbog povećanja broja turista, 1911. godine po treći puta preoblikuje te zaokružuje hotelom. Kupalište je bilo zatvorenog tipa, opasano visokom ogradom, a ulaz se naplaćivao (Kos, 2009.). Sva su morska kupališta tada bila uređena prema modernim zdravstvenim zahtjevima i redovito pregledavana sa **zdravstvenog gledišta po kr. žup. fiziku**.

Život

Život stanovnika Selca i okolice nekada je bio težak, a obradi-

Mozaik

U središtu Selca postavljen je 2022. godine stakleni mozaik slikara i kipara Marijana Mavrića. Eto, to je simbolična zahvala pretcima:

"Pretki su naši životni svoj mozaik slagali teškin sivin i oštrin kamikon.

Plavo se more previše putih črnun bojun zapisalo.

Na spomen i slavu njimi svoj mozaik slažen veseljih boj i lakših pločic.

Vi sadašnji i budući nemojte nestat i baren jednu kockicu ne dodat."



ve zemlje bilo je malo. Ljetinu je trebalo pobrati prije nego što je unište ljetne žege. Selčani su bili vrsni zidari, klesari, majstori kamena. Mnogi su radili izvan mjesta kao zidari, kamenoresci i kamenoklesari, a njih 105 radilo je na izgradnji Sueskog kanala.

Toč

D. Hirc piše da je kraj od Crikvenice do Selca ovjenčan zimzelenim raslinjem i maslinicima. U Selcu su bila tri **toča**, mlina za masline, u Crikvenici dva i u Sv. Jeleni jedan, a meljava je u dobrim godinama trajala čak 100 dana (Antić, 1998.).

Selačka tunera

U selačkom gospodarstvu važnu je stavku predstavljao ulov tuna. U Selcu su postojale čak 2 **tunere**. Jedna od njih nalazila se na otočiću Školjiću. Otočić je bio umjetno stvoren nasipa-



Mjesto na kojem je odigrana prva *tekma* u hodometu u Hrvatskoj



Tunera, nekad (izvor: info-ploča) i danas



vanjem. Prema Papiću je 18. listopada 1891. godine zabilježen veliki ulov, čak tri tone tune. **Tunera** u Selcu se prvi put spominje 1670. godine prilikom zapljene imanja Zrinskih. Na obali se nalazila ribarska kućica za odmor i spavanje ribara, koja je zbog proširenja kupališta srušena 1930. godine. Nakon Prvog svjetskog rata, tunolov u Selcu zamire. Od dvije navedene tunere prva je napuštena koncem 19. st., jer su tune sve rjeđe u Vinodolskom kanalu, a druga, na Školjiću, se koristila sve do 1919. godine.

Godine 2015. je podignuta nova **tunera** na Školjiću. Znatno je manja. Visoka je oko 16 metara i samo je turistička atrakcija. I česta "meta" fotoaparata, pa tako i mog! Danas se izraz tunera koristi za promatračnicu, visoke drvene ljestve, s koje su ribari promatrali kretanje tuna. Međutim, **tunera** je zapravo naziv za stajaću mrežu namijenjenu za lov tuna.

Za kraj evo jedna zanimljivost.

Hodomet ili hodajući nogomet, novi je sport sličan nogometu. Međutim, u hodometu se ne smije trčati, već brzo hodati. Ova je igra osmišljena u Ujedinjenom Kraljevstvu 2011. godine. Ciljanu skupinu čine muškarci stariji od 60 godina i žene starije od 40 godine. Zanimljivo je da je prva utakmica u hodometu u Hrvatskoj odigrana u Selcu. Bilo je to 1. ožujka 2022. godine, a protivnici su bile ekipe Metline i Brda.

Tekst i fotografije: Ivo Aščić

OČUVANJE LEDENJAKA

O globalnom zatopljenju i topljenju ledenjaka u zadnje vrijeme puno se govori, no ne čini se gotovo ništa da se ono zaustavi. Ujedinjeni narodi proglasili su 2025. godinu Međunarodnom godinom očuvanja ledenjaka (engl. *International Year of Glaciers' Preservation*, IYGP), s prvim Svjetskim danom ledenjaka (engl. *World Day for Glaciers*) koji će se obilježiti 21. ožujka. Prema podacima Svjetske meteorološke organizacije (engl. *World Meteorological Organization*, WMO), u 2023. godini ledenjaci su izgubili više od 600 gigatona vode, što predstavlja najveći gubitak zabilježen u posljednjih 50 godina. Potaknuti poražavajućim podacima o onečišćenju okoliša i klimatskim promjenama, cilj je podignuti globalnu svijest o kritičnim vezama između kriosfere (dio Zemljine površine koji je prekriven ledom i snijegom), klimatskih promjena, vodnog ciklusa, ekonomije, okoliša i društva. Kako bi postigli željeni cilj moramo zajednički raditi na tome kako bi očuvanje ledenjaka bilo u središtu naših planova za borbu protiv klimatskih promjena i globalne vodne krize.

Alpski i kontinentalni ledenjaci

Ledenjaci su velike nakupine leda koji se pod utjecajem gravitacije kreću s viših snježnih polja u niže predjele. Iako izgledaju kao čvrsti blokovi leda, oni se polako kreću te se većinom pomiču nekoliko centimetara do nekoliko metara na dan. Drugi naziv za ledenjake su glečeri (od lat. *glacies*=led). Nastaju kada se sav snijeg ne otopi, već na stari sloj snijega padne novi te se takvi tanki slojevi snijega postepeno pretvaraju u led. Kako bi se ledena nakupina svrstala među ledenjake, njezina površina trebala bi iznositi najmanje oko 0,1 km². Ledenjaci se mogu kategorizirati u dvije glavne skupine: alpski i kontinentalni ledenjaci. **Alpski ledenjaci** nastaju visoko u planinama u cirkovima (udubljenja na planini). Kako ledenjak raste i postaje teži, led polagano klizi iz cirka u dolinu, često noseći materijal pod i sa sobom, pri čemu zaravnava tlo i kreira različite oblike ledenjačkog reljefa. Njih možemo pronaći na svakom kontinentu osim u Australiji (iako su prisutni na Novom Zelandu). Suprotno, **kontinentalni ledenjaci** nisu samo ograničeni na planine, već pokrivaju ogromna područja, uključujući većinu Antarktike i otoka Grenlanda. Antarktika je najhladnije područje na svijetu koje je zaleđeno već 30 milijuna godina. Njezine nakupine leda dosežu čak debljinu preko četiri kilometara. Gotovo su sve planine prekrivene sni-

jegom i ledom te se samo najviši planinski vrhovi probijaju kroz led. Takvi se vrhovi nazivaju *nunatak*.

Globalno zatopljenje i posljedice

Povećanje koncentracije stakleničkih plinova u atmosferi uzrokuju globalno zatopljenje. Više temperature uzrokuju ubrzano otapanje glečera i ledenih ploča, a samim time se povećava razina mora te se mijenja sastav oceana. Između 1993. do 2022. globalna srednja razina mora porasla je za 9,57 cm. Ova promjena uzrokuje poplave na niskim obalama, a čak i prijeti potapanjem nekih otoka u cijelosti. Vođena ovim problemom, državna civilna uprava SAD-a za zrakoplovna i svemirska istraživanja i razvoj (engl. *National Aeronautics and Space Administration*, NASA), razvila je alat pod nazivom "*Sea Level Projection Tool*" koji omogućuje predviđanje porasta razine mora i identificiranje područja koja bi mogla biti pogođena poplavama u budućnosti. U scenarijima umjerenih emisija, predviđa se porast razine mora od oko 0,5 do 1 metra do 2100. godine, dok ekstremniji scenariji ukazuju na mogućnost većeg porasta. Hrvatska ima razgranatu obalu i veliki broj otoka, pa je posebno osjetljiva na učinke porasta razine mora. Jedno od najugroženijih područja Hrvatske je delta Neretve gdje bi porast razine mora doveo do salinizacije tla, čime bi poljoprivredna proizvodnja bila ugrožena. Riziku od poplava bili bi izloženi brojni obalni gradovi, poput Zadra, Dubrovnika, Splita i drugih.

Resursi

Ledenjaci, možda naizgled beskorisni, pridonose ljudima brojne korisne resurse. Osiguravaju plodno tlo pogodno za usjeve, dok se ostale naslage pijeska i šljunka koriste za izradu betona i asfalta. Topljenjem ledenjaka rijeke se obogaćuju vodom. Najvažniji i ključni resurs danas je pitka voda. Smanjenjem količine ledenjaka smanjuje se i količina pitke vode za životinje i biljke na kopnu. Zanimljivo je da se gotovo dvije milijarde ljudi oslanja na vodu iz ledenjaka, snježnog otapanja i planinskih izvora za piće, poljoprivredu i proizvodnju energije. Budući da se sastav ledenjaka razlikuje od sastava morske vode, oslobođena slatka voda mijenja sastav oceana i narušava njegov ekosustav. Također, smanjenje saliniteta, može poremetiti važne golfske struje (tople struje) te tako utjecati i na vrijeme na kopnu.



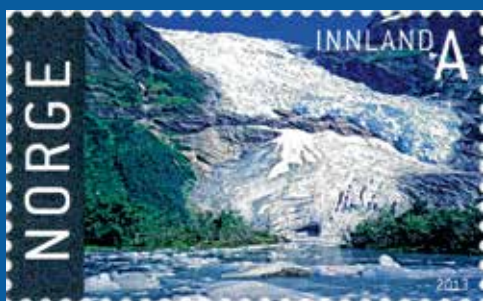
1.



6.



7.



2.



8.



9.



3.



10.

Slika 1. Gotovo dvije milijarde ljudi oslanja se na vodu iz ledenjaka

Slika 2. Oko stotinu godina je potrebno da se snijeg pretvori u ledenjak

Slika 3. Neki ledenjaci klize nekoliko centimetara u godini, dok drugi i po nekoliko metara dnevno čime nastaju znatne promjene u reljefu

Slika 4. Beardmore ledenjak na Antarktiku jedan je od najvećih i najstrmijih na svijetu

Slika 5. Podizanja svijesti o potrebi očuvanja ledenjaka jedan je od glavnih ciljeva Svjetskog dana voda u 2025.

Slika 6. Ledenjak Franjo Josip (Franz Josef) na Novom Zelandu jedan od najpoznatijih ledenjaka na svijetu, dug je 12 kilometara

Slika 7. Samo 2,5 % vode na Zemlji je slatka voda, a od toga se više od pola nalazi u obliku snijega ili leda

Slika 8. Premda su izvrsni plivači, polarni medvjedi na području kojem obitavaju ne mogu preživjeti bez leda

Slika 9. Čak 10 % leda nalazi se na Grenlandu, koji se još naziva i Kalaallit Nunaat jer je veliki dio njegove površine prekriven ledenim pokrivačem

Slika 10. Antarktika je najhladnije područje na svijetu u kojem su gotovo sve planine prekrivene snijegom i ledom, a samo najviši planinski vrhovi se probijaju kroz led



4.



5.

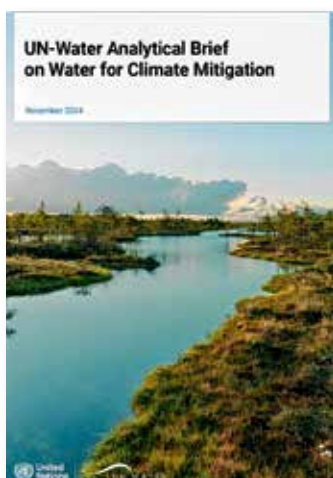
UN-Water

UN-WATER ANALYTICAL BRIEF ON WATER FOR CLIMATE

Stručna skupina za vodu i klimatske promjene u ime UN-Water, izdala je analitički sažetak o vodi i njezinoj ulozi u ublažavanju klimatskih promjena. Dokument je izrađen u suradnji s predstavnicima međunarodnih organizacija i agencija kako bi se istaknule ključne mjere i preporuke za ograničavanje globalnog zagrijavanja na 1,5 ili 2 stupnja Celzija. Voda je neophodna za mnoge ključne mjere, uključujući prijelaz na čistu energiju te prirodno i umjetno uklanjanje ugljičnog dioksida iz atmosfere. Ulaganje u aktivnosti vezane uz vodu i otpadnu vodu (sanitarne uvjete) doprinijeti će se smanjenju emisija stakleničkih plinova, što može rezultirati drugim

visoko vrijednim društvem, ekonomskim i ekološkim koristima, uključujući sigurnost hrane i zdravstvene koristi. Dostupnost vodnih resursa može utjecati na uspjeh klimatskih strategija, stoga je ključno definirati odgovarajuće korake, informirati javnost i osigurati stabilne zalihe vode za budućnost. Identificiranjem ključnih pitanja vezanih za ulogu vodnih resursa, vodnih i sanitarnih usluga te njihov doprinos ublažavanju klimatskih promjena, ovaj sažetak pruža smjernice i podršku vladama

i međunarodnim institucijama u izgradnji klimatski sigurnije budućnosti. Razmjena iskustava između zemalja, kao i suradnja s međunarodnim organizacijama i procesima, ključna je za oblikovanje učinkovitih strategija. Prema danas objavljenom izvješću Europske agencije za okoliš (EEA), klimatske promjene povećavaju rizik od poplava i suša te smanjuju kvalitetu vode, predstavljajući sve veću prijetnju ljudskom zdravlju. Stoga je potrebno hitno ubrzati provedbu i praćenje klimatskih mjera, poboljšati koordinaciju između vlada, tijela nadležnih za vodne resurse i pružatelja zdravstvenih usluga, kako bi se smanjili negativni utjecaji na zdravlje ljudi i okoliš.



UNESCO/UN-Water

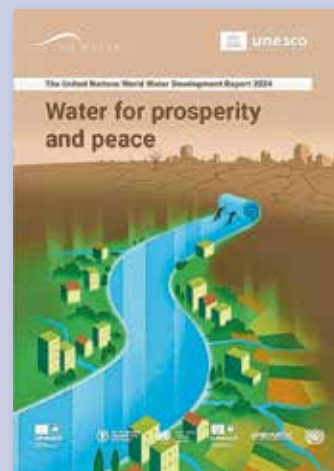
WATER FOR PROSPERITY AND PEACE

Izvješće Ujedinjenih naroda o vodama u svijetu za 2024.

Voda za blagostanje i mir skreće pozornost na složene i međusobno povezane

odnose između održivog upravljanja vodama, blagostanja i mira, opisujući kako napredak može imati pozitivne, često važne, posljedice na druge. Potreba za vodom u svijetu raste gotovo 1 % godišnje, a najveći potrošači su poljoprivreda (70 %), industrija (oko 20 %) i kućanstva (oko 10 %). Voda je prepoznata kao pokretač razvoja, no postoje zemlje smještene u sušnim područjima koje imaju dobro razvijena gospodarstva, dok ima i zemalja s relativno obilnim zalihama vode koje su među najnerazvijenijima. Potpuno razvijena infrastruktura i sustavi za upravljanje vodnim resursima mogu

promicati rast i blagostanje skladištenjem i pouzdanom isporukom vode gospodarstvu, uključujući poljoprivredu, energetiku, industriju i uslužni sektor. Slično tome, sigurno, dostupno i dobro funkcionalni vodoopskrbni i sanitarni sustavi potiču blagostanje kroz kvalitetu života, s doprinosima za pojedinca i zajednicu što se odražava u podizanju stupnja obrazovanja i aktivnom zdravom radnom snagom. U nestabilnom svijetu u kojem su povećane prijetnje za sigurnost, svi moraju prepoznati da je osiguranje dostupnosti i održivog upravljanja vodom i sanitarnim uvjetima za sve, ključno za globalni prosperitet i mir, a za što se zalaže i UN-ov 6. cilj održivog razvoja. Izvještaj istražuje sposobnost vode da ujedini ljude i služi kao alat za mir, održivi razvoj, klimatske akcije i regionalnu integraciju. Sigurna pitka voda i sanitarni uvjeti ljudska su prava. Bez pristupa ovim uslugama dostojanstven, stabilan i zdrav život gotovo je nemoguć.



WWF/Zoological Society of London

LIVING PLANET REPORT 2024

Izveštaj o stanju planeta 2024. izdan od Svjetske organizacije za zaštitu prirode (WWF) u suradnji s Londonskim zoološkim društvom (ZSL) pokazuje katastrofalan pad od 73 % u prosječnoj veličini populacija divljih vrsta koje se prate tijekom samo 50 godina. Na regionalnoj razini, najbrži padovi zabilježeni su u Latinskoj Americi i na Karibima od 95 %, što je zabrinjavajuće. Slijede Afrika (76 %), Azija i Pacifik (60 %). Manje dramatični pad je zabilježen u Europi i srednjoj Aziji (35 %) te Sjevernoj Americi (39 %), ali to odražava činjenicu da su utjecaji velikih razmjera na prirodu već bili očiti prije 1970. u ovim regijama, pa su se neke populacije stabilizirale ili povećale zahvaljujući naporima za njihovo očuvanje i reintrodukcijama vrsta. Zemlje su se složile oko ambicioznih globalnih ciljeva za zaustavljanje i preokretanje gubitka prirode (Globalni okvir za bioraznolikost), ograničenje porasta globalne temperature na 1,5 °C (Pariški sporazum) i iskorjenjivanje siromaštva (Ciljevi održivog razvoja UN-a). Međutim, Izveštaj o stanju plane-

ta upozorava da nacionalne obveze i akcije na terenu daleko zaostaju za potrebnim za ispunjenje ciljeva do 2030. i izbjegavanje opasnih prijelomnih točaka. Iscrpljivanje vrsta može dovesti do gubitka usluga ekosustava o kojima ovisi ekonomije i smanjiti otpornost na rizike koje uzrokuju prirodne i antropogene pojave poput suša, požara, poplava, bolesti, onečišćenja i drugih. Globalni ciljevi nude viziju bolje budućnosti, gdje stabilna klima i oporavljena

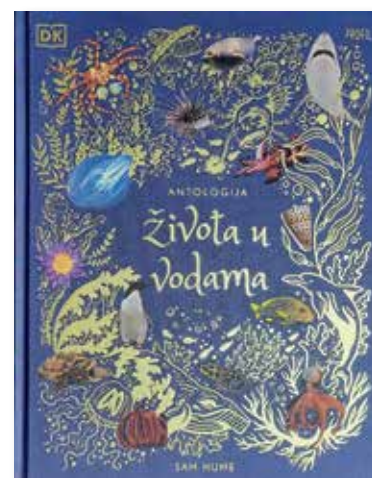
priroda podržavaju pravednija društva u kojima svi ljudi mogu napredovati. Stoga je potrebno da vlade i privatni sektor preuzmu obveze i planove, konkretne akcije i osiguraju financije za postizanje ciljeva do zadanih rokova. Zajedno, moramo uspjeti! Imamo samo jedan planet Zemlju i jednu priliku da to ispravimo!



Sam Hume

ANTOLOGIJA ŽIVOTA U VODAMA

Autor ove prekrasne knjiga na 224 stranice predstavlja više od stotinu životinja i biljaka od onih najvećih do mikroskopski sitnih, razvrstanih po vodenim staništima od dubokih oceana, plitkih mora, vlažnih staništa do rijeka, jezera i bara. Knjiga obiluje zanimljivostima, fotografijama i ilustracijama Angele Rizzo i Daniela Longa. Kad bi se Mount Everest premjestio na najdublju točku u ocenu, njegov bi se vrh i dalje nalazio više od 2.000 m ispod morske površine. Duboko su more zamišljali kao nenaseljeno mjesto – crno, hladno i negostoljubivo. Ipak, ako zavirite ispod površine vode vidjet ćete golemo bogatstvo biljnih i životinjskih vrsta. Upoznat ćete rebraše kojih sve više ima i u našem moru. Upoznat ćete dumbobohobotnicu koja je zbog svojih velikih "ušiju" dobila ime po letećem sloniću iz slavnog Disneyevog animiranog filma. Saznat ćete da legendarne divovske lignje narastu do 18 metara, što je visina peterokatnice s prizemljem. Oči divovske lignje velike su poput košarkaške lopte. Vampirske lignje na krakovima imaju svijetle mrlje koje mogu potencijalnog napadača zaslijepiti u mrklom mraku. Mačke ribarice love ribu ispod površine vode. Zeleni bazilisk može trčati po vodi, a da ne potone! Postoje i zlatne meduze koje žive u Jezeru meduza. Ulješure su bile nadahnuće Hermanu Melville-u za njegov roman Moby Dick. Koraljne grebene zovu kišnim šumama oceana. Saznat ćete kakvi su to oblaci fantomskih mušica iznad Viktorijinog jezera. U knjizi je dan kratki prikaz bića koja su prešla iz vode na kopno te s kopna natrag u vodu, a tu su rječnik i slikovni vodič. Ako ste mali i/ili veliki istraživači, vodeni vas svijet neće razočarati. Zato, zavirite ispod površine. Knjiga je namijenjena djeci osnovnoškolskog uzrasta i svim zaljubljenicima u prirodu, a naša preporuka za sve stanovnike Zemlje!



IN MEMORIAM

dr. sc. Dušan Trninić

(30. kolovoza 1946. – 23. veljače 2025.)



Dr. sc. Dušan Trninić rođen je 30. kolovoza 1946. godine. Diplomirao je 1972. godine na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu te postao diplomiranim inženjerom kulturne tehnike. Doktorirao je na Građevinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu 1994. godine doktorskom disertacijom *Metoda proračuna malih voda u otvorenim vodotocima* pod mentorstvom dr. sc. Ognjena Bonaccija. Tijekom svoje profesionalne karijere u Državnom hidrometeorološkom zavodu (DHMZ) radio je u Centru za hidrološka mjerenja i istraživanja, kasnije Sektoru za hidrologiju, u Zagrebu na mjestu višega stručnog savjetnika. Uže područje djelovanja i profesionalnog interesa bila mu je hidrološka prognoza te analiza ekstremnih hidroloških pojava malih i velikih voda. U razdoblju od 1999. do 2011. godine bio je načelnikom Sektora za hidrologiju te pomoćnikom ravnatelja DHMZ-a. Kao predstavnik Republike Hrvatske bio je Savjetnik za hidrologiju stalnog predstavnika Republike Hrvatske pri Svjetskoj meteorološkoj organizaciji.

Od ostalih funkcija bitno je istaknuti članstvo u Inicijativnom odboru za osnivanje Hrvatskoga hidrološkog društva (HHD) te članstvo u njegovu Glavnom odboru od

samoga osnutka. U dva mandata obnašao je i dužnost tajnika (1993. – 1996. i 1997. – 2000.). U tome razdoblju radio je na organizaciji stručnih skupova, konferencija i radionica pod pokroviteljstvom HHD-a.

Objavio je brojne stručne i znanstvene radove iz područja hidrologije pa je stekao zvanje Znanstveni savjetnik u Ministarstvu znanosti. Aktivno je sudjelovao u nacionalnim i međunarodnim komisijama i nesebično je prenosio svoje znanje na mlađe suradnike.

Bio je dugogodišnji suradnik časopisa *Hrvatska vodoprivreda* i *Hrvatske vode* te autor brojnih članaka, kojima je prenosio aktualne teme u kojima je voda predstavljena kroz razne oblike pojavnosti i utjecaja na život. U jubilarnom 250. broju časopisa *Hrvatska vodoprivreda* objavljen je i njegov posljednji članak (posthumno), kojega je napisao sa željom da nastavi daljnju suradnju u području izdavaštva i edukacije mladih, za koje je posebno skrbio i isticao kao važnu kariku u budućnosti Hrvatske.

Vijest o iznenadnoj smrti našega Duška primili smo mi, njegovi kolege, suradnici i prijatelji, s osjećajima tuge i osobitoga poštovanja, koje je svojim radom i načinom života zaslužio.



MEĐUNARODNA KONFERENCIJA O PLANINSKOJ METEOROLOGIJU

International Conference on Alpine Meteorology (ICAM2025)

Poreč, od 29. rujna do 3. listopada 2025.

U godini očuvanja ledenjaka u Poreču će se od 29. rujna do 3. listopada 2025. godine održati Međunarodna konferencija o planinskoj meteorologiji u Hrvatskoj (*International Conference on Alpine Meteorology* - ICAM2025). Konferencija je posvećena istraživanju i prognozi vremena u planinskim područjima, s posebnim naglaskom na alpsku regiju, a okupit će znanstvenike i stručnjake iz meteorologije, klimatologije i hidrologije. Održat će se u hibridnom formatu, uz pozvana predavanja dostupna online i posterske prezentacije uživo. Tematski fokus obuhvaća širok raspon istraživanja, od temeljnih procesa do operativnih izazova, uključujući: *dinamiku suhog i vlažnog orografski uvjetovanog strujanja zraka; procese u graničnom sloju atmosfere iznad kompleksnog terena; orografske oblake i oborine; klimatske promjene i njihov utjecaj na planinska područja; meteorološke procese povezane s kvalitetom zraka, vodnim resursima, obnovljivim izvorima energije, ekosustavima, urbanim okruženjima, infrastrukturom i društvom; interakciju obalnih i kompleksnih terenskih procesa; numeričke vremenske prognoze nad kompleksnim terenom (uključujući razvoj modela, asimilaciju podataka i studije predvidljivosti); izazove u prognoziranju vremena u planinskim područjima; TEAMx i druge nedavne te buduće terenske kampanje.*

Više informacija dostupno je na službenoj mrežnoj stranici konferencije

www.icam2025.hr

11. konferencija o problematici upravljanja i održavanja javnih sustava vodoopskrbe, odvodnje, obrade vode i kontrole vodnih gubitaka

U pripremi posebne radionice za manji broj sudionika 09.04.2025.

10.4.2025. - 1. dan: kontrola gubitaka vode, NUS, digitalizacija, vodoopskrba, mjerenja
11.4.2025. - 2. dan: upravljanje i financije, energija, odvodnja, UPOV, upravljanje rizicima



Posebna opcija:
Mogućnost sudjelovanja samo jedan dan



Gubitci vode + Upravljanje i održavanje '25

Etno Park Zagreb - Gradska ulica 4, Mala Mlaka – 10020 Novi Zagreb, Hrvatska

ZLATNI SPONZOR

+GF+

PTMG
INDUSTRIJSKI INŽENJERING

SREBRNI SPONZORI

GDi

saur

BRONČANI SPONZOR

GUTERMANN



Organizacija
Jurica Kovač

AQUA LIBERA

Podrška



Hrvatsko društvo za zaštitu voda
Croatian Water Pollution Control Society

Upiti i prijave

Telefon: +385(0)99.4555.443
email: jurica.kovac@mail.com
& jurica.kovac13@gmail.com



Slika Mreža, akril na lanu

IVA LATERZA OBULJEN

Iva Laterza Obuljen rođena je u Dubrovniku 1986. godine. Na Sveučilištu Nebraska-Lincoln u SAD-u 2010. godine postaje sveučilišni prvostupnik umjetnosti i arhitekture. Od 2010. do 2013. godine u New York-u dalje se obrazuje u području slikarstva na poznatoj School of Visual Arts-New York na kolegiju Continuing Education/Advanced Painting u sklopu koje ima samostalnu izložbu 2011. godine. Magisterij umjetnosti na Goldsmiths-u, Sveučilišta u Londonu, s fokusom na slikarstvo i fotografiju u trajanju od dvije godine upisuje 2019. godine, gdje uspješno magistrira u rujnu 2021. godine. Članica je HDLU i HDLUDU. Sudjelovala je na nekoliko grupnih izložbi u Londonu, Dubrovniku, USA i UK-u, a samostalne izložbe održala je pod nazivima: "Ostaci dana" (Kustosica Jelena Tamindžija Donnart, Muzej Crvene Povijesti, Dubrovnik, srpanj/rujan 2023.) i "Putanje" (Kustosica Jelena Tamindžija Donnart, Palača Sponza, Dubrovnik, lipanj/srpanj 2022.) te izložbu School of Visual Arts u New York-u (studeni/prosinac 2011.).

