

HRVATSKO HIDROLOŠKO DRUŠTVO – STRUČNO PUTOVANJE U NJEMAČKU, ŠVICARSKU I FRANCUSKU 23. - 27.08. 2025.

doc. dr. sc. Dijana Oskoruš

Hrvatsko hidrološko društvo ove je godine organiziralo stručno putovanje u južnu Njemačku, sjevernu Švicarsku i pokrajinu Alzas u Francuskoj, kako bi sudionici iz prve ruke bolje upoznali gornji tok dviju najvećih europskih rijeka: Rajne i Dunava.

Ovo uzbudljivo putovanje trajalo je četiri i pol dana, a tematski je bilo podijeljeno na nekoliko cjelina: revitalizaciju vodotoka, povijesne hidrotehničke objekte, hidroenergetiku, plovidbu, turistički potencijal i zaštitu prirode.

Nakon slijetanja u Zürich, smještaj je bio organiziran u gradiću Rheinfeldenu, u hotelu Schiff am Rhein, smještenom na samoj lijevoj (švicarskoj) obali Rajne, s predivnim pogledom na stari kameni most i rijeku koja u tom dijelu svog toka tvori prirodnu granicu između Njemačke i Švicarske.

Prvi dan bio je rezerviran za posjet gradiću Donaueschingenu, smještenom na jugozapadu savezne države Baden-Württemberg, u okrugu Schwarzwald-Baar. Grad leži na ušću dviju rijeka Breg i Brigach, koje spajanjem tvore početak toka Dunava.

Iako na ovom području postoji više od 20 različitih krških izvora, postoje dokazi da se upravo jedan od njih, još od rimskog doba, smatra službenim izvorom

Dunava. Fontana „Donauquelle“ smještena je u parku dvorca Donaueschingen, iza crkve Svetog Ivana. Bazen i okolni ukrasi projektirani su krajem 19. stoljeća. Njezine skulpture simbolički predstavljaju „Majku Baar“ (vapnenačku regiju) koja pokazuje mladom Dunavu put do mora.

Budući da Dunav službeno počinje upravo spajanjem rječica Breg i Brigach, prošetali smo nekoliko stotina metara do samog ušća. Na ovoj posebnoj lokaciji nedavno je završen jedan od najvećih projekata renaturalizacije u pokrajini Baden-Württemberg kojim je izvor Dunava preuređen kako bi ekološki i krajobrazno bio vraćen u prirodno stanje. Pješačke staze i mostovi, u kombinaciji s nekoliko vidikovaca, nude otvoren pogled na ušće i okolni poplavni krajolik. Upravo ovdje započinje Donaunadweg, najpoznatija i najduža biciklistička staza u Europi koja se od izvora do ušća Dunava u duljinu od 2 850 km proteže kroz osam država.

Nakon ručka uputili smo se prema Freiburgu, udaljeom svega sat vremena vožnje kroz krajolike koji oduzimaju dah (Schwarzwald). Tijekom šetnje povijesnom jezgrom posjetili smo freiburšku katedralu, Martinova vrata, Muzej Augustinaca i staru vijećnicu. Posebnu su nam pozornost privukli povijesni



Slika 1a: Izvor Dunava „Donauquelle“, Slika 1b: Renaturalizirano ušće Brega i Brigacha, 1c: Početak toka Dunava

hidrotehnički objekti vrlo lijepo uklopljeni u okoliš. Izdvaja se hvatač nanosa/ pjeskolov (Sandfang) na samom spoju Gospodarskog kanala (*Gewerbekanal*) i rijeke Dreisam koja ga opskrbljuje vodom. Uz rijeku smo razgledali hidroelektranu na Arhimedov vijak te zanimljive riblje staze, koje građani Freiburga tijekom vrućih ljetnih dana koriste ujedno i kao omiljeno kupalište.

Freiburški gospodarski kanal (povijesno poznat kao *Runz*) počinje kod pješčanog mosta i hvatača pijeska. Stoljećima se voda za opskrbu grada zahvaćala iz rijeke Dreisam i transportirala putem ovog kanala koji je opsluživao brojne male obrtničke tvrtke izvan nekadašnjih gradskih zidina u četvrti Schneckenvorstadt.

Freiburški gradski potoci poznati kao *Bächle* čine razgranatu mrežu umjetnih kanala koji se napajaju vodom iz Gospodarskog kanala. Zahvaljujući razlici u nadmorskoj visini između istočnog i zapadnog dijela starog grada Freiburga, voda u kanalima teče gravitacijski prema sjeverozapadu uz prirodni nagib dna od 1° do 2°. Glavna distribucija nalazi se u Oberlindenu, a nakon što prođe kroz grad, voda se vraća u kanale kod Predigertora i preusmjerava se u rijeku Dreisam kod Höllentalbahnbrücke (željeznički most) i blizu naselja Lehen. Međutim, dio vode također teče iz sjevernog toka putem različitih potoka u rijeku Glotter. Ovi kanali prvi put dokumentirani u 13. stoljeću, nekoć su bili ključni za opskrbu grada vodom i korišteni su za gašenje požara. Tijekom 19. stoljeća ovi su kanali smatrani zastarjelima i većina ih je bila prekrivena željeznim pločama. Mnogi su ih smatrali prometnom opasnošću zbog njihovog izvornog položaja na sredini ceste te su stoga premješteni uz rub. Modernizacija vodovodne i kanalizacijske mreže nakon 1850. i proizvodnja hidranata krajem 19. stoljeća, smanjili su važnost *Bächlea*, kao izvora vode za gašenje požara. No, njihova važnost je ponovno postala presudna tijekom zračnog napada za vrijeme 2. svjetskog rata (Operacija Tigerfish - 27. studenoga 1944.), kada su centralni dijelovi grada bili potpuno uništeni. Budući da su industrijski kanali bili zatrpani, vodovodne cijevi uništene, a hidranti beskorisni, upravo je voda iz *Bächlea* omogućila

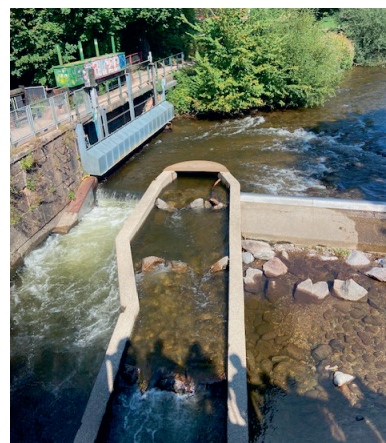
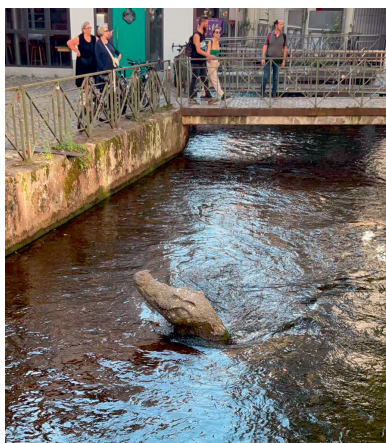
spašavanje od požara područja Oberlindena, povijesne robne kuće, kuće Wentzinger i druge povijesne zgrade. Danas su ovi otvoreni kanali u središtu grada dio turističke atrakcije jer doprinose lijepoj atmosferi i imaju značajnu ulogu u ublažavanju efekta toplinskih otoka u gradu.

Drugi dan putovanja posjetili smo povijesni pogranični gradić Bad Saeckingen, poznat po bogatim izvorima termalne vode i mnogobrojnim lječilištima.

Stručni dio posjeta bio je obilazak reverzibilne HE koja se nalazi u kaverni (Kaverne Kraftwerk Bad Saeckingen), koja je dio HE sustava *Schluchsee - gruppe* i *Hotzenwald - gruppe*. Posjet je bio organiziran pod stručnim vodstvom njihovih djelatnika koji su nas zanimljivom prezentacijom upoznali s cijelim sustavom i načinom rada, a potom i proveli kroz sve objekte i strojarnicu.

Reverzibilna kavernska HE Säckingen (građena 1961. - 1967.) prva je njemačka pumpno-akumulacijska elektrana izgrađena korištenjem kavernske konstrukcije duboko unutar umjetne kaverne. Četiri kompleta turbina (Francis) smještene su u kaverni golemih proporcija, 1,5 km duboko u planini. Kaverna elektrane Säckingen duga je 160 metara, široka 23 metra i visoka 33 metra. Otprilike 400 metara iznad, nalazi se umjetno jezero Eggberg, iz kojeg voda okomito pada kroz tlačni cjevovod. Akumulacijsko jezero Eggberg ima kapacitet od 2,2 milijuna m³ vode, dovoljno za šest sati rada turbine pod punim opterećenjem. Strojevi reverzibilne elektrane Säckingen imaju snagu generatora od 360 MW i snagu pumpanja od 296 MW. Maksimalni protok je 96 m³/s u generatorskom režimu i 67 m³/s u pumpnom režimu. Elektrana u prosjeku godišnje proizvede 400 milijuna kWh električne energije. Na samoj Rajni izgrađena je protočna HE Säckingen, čija akumulacija služi kao donji bazen za reverzibilnu HE Säckingen. Podvodni tunel s vodnim spremnikom dugačak je 2 kilometra i promjera 5,8 m.

Poslijepodne je bilo rezervirano za razgled stare jezgre grada Bad Säckingena. Obišli smo drveni most preko Rajne koji spaja Njemačku i Švicarsku, Dvorac



Slika 2a: Gospodarski kanal u Freiburgu, 2b: Hvatač nanosa na spoju Gospodarskog kanala i rijeke Dreisam, 2c: Riblja staza na rijeci Dreisam



Slika 3: U tunelu Kaverne Kraftwerk Bad Säckingen



Slika 3a: Stari drveni most u Bad Säckingenu,

Schoenau i Muzej trubljača (zaštitni znak grada), rokokoko kuću i šetnicu uz Rajnu koja se proteže kilometrima.

Grad Bad Säckingen se posebno ponosi svojim nacionalnim spomenikom kulture - starim natkrivenim drvenim mostom koji spaja Njemačku i Švicarsku. S ukupnom duljinom od 203,7 m (206,5 m s nadstrešnicama) to je najduži natkriveni drveni most u Europi. Star je preko 450 godina i vrlo popularna destinacija za fotografiranje posjetitelja. Ovaj je povijesni objekt temeljito obnovljen 1990-ih godina te ponovno 2015. godine. U sklopu radova na održavanju, konstrukcija je očišćena, dotrajali dijelovi su zamijenjeni, a kipovi svetaca pažljivo su restaurirani. Grad Bad Säckingen svake godine organizira inspekciju kako bi pravovremeno i kontinuirano pratio stanje ovog povijesnog drvenog mosta.

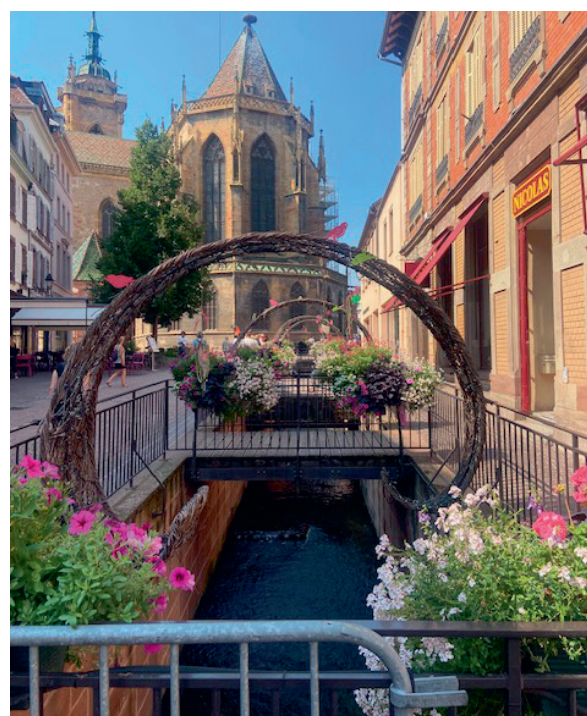
Treći dan putovanja proveli smo u Colmaru, često nazivanom najsunčanijim gradom Francuske. Uživali smo u razgledu povijesnog centra grada, četvrti „Mala Venecija“ (*La Petite Venise*), Muzeju umjetnosti, Crkvi sv. Martina de Colmar, te replici Kipa slobode. Poseban doživljaj bila je vožnja kanalima. Na putu za Colmar upoznali smo se s kulturnom i povijesnom važnošću velike europske rijeke Rajne, jedne od najvažnijih arterija industrijskog prometa na svijetu. Ovaj međunarodni plovni put od Bečkog ugovora 1815. godine, plovni je u duljini od oko 870 km, sve do Rheinfeldena na švicarsko-njemačkoj granici, a slivno područje Rajne,



3b: Vodokaz koji pokazuje protok Rajne



Slika 4a: Prevodnica u Breisachu,



Slika 4b: Colmar



Slika 5a: Podsjetnik na tvornicu aluminija,

od Strasbourga. Kanal je dug 50 km i predstavlja ključnu vezu za riječni promet između Basela u Švicarskoj i Breisacha u Njemačkoj.

Četvrti dan bio je posvećen vožnji do Schaffhausena (kanton u Švicarskoj), obilazak čuvenih slapova Rajne i obilazak grada. Posjetili smo monumentalnu Tvrdavu Munot, Muzej svih svetih, Kuću viteza, no središnji događaj bio je stručni obilazak slapova Rajne.

Na svom gornjem dijelu toka od Bodenskog jezera do Basela, Fornja Rajna (njem. *Hochrhein*) nailazi na nekoliko otpornih kamenih formacija, sužavajući korito i svladavajući ih u brzacima i slapovima. Rajnski slapovi su najveći u Europi, visoki 23 metra i široki 150 metara. Pri prosječnom vodostaju Rajne, 373 m³/s obrušava se preko stijena. Prosječni ljetni protok je približno 600 m³/s, a najveći protok zabilježen je 1965. godine 1250 m³/s, dok je najniži bio 1921. godine 95 m³/s.

Od davnina su na Rajnskim slapovima, posebno na sjevernoj strani, radili mlinovi, koristeći male količine vodene energije. U 17. stoljeću na desnoj obali slapova izgrađena je visoka peć za taljenje rude koja je radila stotinjak godina, a zatim ponovno u prvoj polovici 19. stoljeća. Početkom 19. stoljeća Johann Georg Neher dobio je prava na iskorištavanje vodene energije na Rajnskim slapovima, koja su dugo ostala u vlasništvu njegove obitelji. Elektrana je opskrbljivala električnom energijom švicarsku tvornicu vagona, a od 1889. i prvu europsku tvornicu aluminija, (*Aluminium-Industrie-Aktien-Gesellschaft*) koja je 1947. preimenovana u Rheinkraftwerk Neuhausen AG.



Slika 6a: Snaga vode na slapovima Rajne



Slika 5b: Elektrana Neuhausen

S padom od 23 metra, elektrana Neuhausen koristi protok vode od 25 m³/s, što neznatno utječe na preostali protok vode Rajnskih slapova. Godine 2022. gradsko vijeće Schaffhausena odobrilo je amandman kojim se dopušta planiranje izgradnje nove elektrane na Rajnskim slapovima. Plan predviđa kanaliziranje vode kroz tunel dug 330 metara do turbina u blizini Dachsena, a maksimalna ekstrakcija bi bila 125 m³/s. U srpnju 2024. vlada je željela u plan razvoja kantona uključiti podzemnu elektranu, no, zbog zabrinutosti za turizam i očuvanje prirode, to se nije dogodilo. Rajnski slapovi privuku oko milijun posjetitelja svake godine. Iako elektrana ne bi bila vidljiva izvana, oduzela bi oko 20 % vode iz slapova, što bi smanjilo visinu slapa, narušilo njegovu vizualnu ljepotu i ugrozilo populaciju lipljana, vrstu ribe koju savezna vlada smatra „kritično ugroženom“.

S predivnim slikama snage rijeke i njezine raskoši nastavili smo put prema Zürichu i potom sletjeli u Zagreb. Ovo nezaboravno i uzbudljivo putovanje ćemo dugo pamtit, svjesniji no ikad kako rijeke povezuju nacije, doprinose gospodarskom napretku i ljepoti krajolika. ■



Slika 6b: Vožnja brodom do slapa