

# EKSTREMNE POJAVE NA UMJETNIM JEZERIMA NA PRIMJERU JEZERA OROVILLE (SAD)

dr. sc. Tanja Roje-Bonacci, prof. emerit.

## 1. O LOKACIJI

Jezero Oroville (slika 1) je sastavni, ali i ključni dio hidrotehničkog sustava koji se nalazi sjeveroistočno od San Franciska, ispod Sierra Nevade, na sjeveroistočnom rubu doline Sacramento (SAD). Sustav služi za obranu od poplava, navodnjavanje, vodoopskrbu i proizvodnju električne energije.

Građen je šezdesetih godina prošlog stoljeća, kada su se takvi sustavi gradili diljem svijeta. Po najvećoj

mogućoj zapremini to je drugo umjetno jezero u SAD-u. Zauzima površinu od 10,2 km<sup>2</sup>, odnosno ima najveću moguću zapreminu od 4364×10<sup>6</sup>m<sup>3</sup> (Wikipedia). Čelna građevina je nasuta, zonirana brana Oroville izgrađena 1968. godine. Blago je zakrivljena u osi, tako da jezgra trpi pritisak, što sprečava stvaranje vlačnih pukotina. Sustav lučne, zonirane nasute brane izveden je prvi put na brani Peruča kod Sinja deset godina prije, dakle 1958.



Slika 1: Pogled na jezero Oroville (Google map)



Slika 2:  
Rekreativne  
aktivnosti



godine. Brana Oroville je na najvišem mjestu visoka 235 m i najviša je nasuta brana u SAD-u.

Za kontrolu poplava predviđeno je da, tijekom zime i ranog proljeća, jezero ima slobodnu zapreminu od najmanje 1 km<sup>3</sup>. Najviša kota vode u jezeru je predviđena 7 metara ispod razine krune. Kad voda dosegne tu kotu otvara se bočni preliv da bi se izbjeglo prelijevanje same brane. Osim bočnog prelijeva postoji i interventni preliv koji nikad nije bio u funkciji, a upravljači sustava su bili uvjereni da se to nikada neće ni dogoditi.

Zbog zanimljivog oblika jezera, koje zadire u dijelove nedirnete prirode, ono je vrlo omiljeno mjesto za odmor i rekreaciju. U južnom kraku, kanjonu jezera izgrađena je marina (slika 1) za razne vrste sportskih plovila, a nude se i ploveće kuće za odmor. Na slikama 2 i 3 prikazane su neke od rekreativnih aktivnosti na jezeru (<https://www.lakeoroville.net/>)

Sustavom se upravlja temeljem službenog priručnika (ACE *Oroville Dam Reservoir Regulation Manual*) iz 1970. godine. Bitne odrednice Priručnika odnose se na obranu od poplava. Utvrđeni su prostori u jezeru, potrebni za zadržavanje viška vode u vlažnim dijelovima godine (Roje-Bonacci, 2017.).

## 2. PRVI EKSTREMNI DOGAĐAJ

Prvi ekstremni događaj dogodio se početkom veljače 2017. godine. Meteorološki podaci ukazali su na očekivanje kišnog razdoblja značajnih intenziteta. Takvo kišno razdoblje zahtijevalo je, prema uputama iz „Priručnika o upravljanju sustavom“, pražnjenje jezera da bi se osigurao prostor za nadolazeći dotok. Voda je puštena 7. veljače ujutro kroz bočni preliv. Neposredno nakon ispuštanja vode primijećena je čudna pojava na prelijevu. Zrakom su letjeli komadi betona i kamena. Prelijevanje je zaustavljeno jer je bilo jasno da brzotok više nije u funkciji. Uočeno je znatno oštećenje betona



Slika 3: Bidwell Canyon Marina

slapišta. Kako bočni preliv više nije bio u funkciji, preostalo je očekivati da će doći u funkciju preliv za slučaj nužde, ako oborine ne prestanu. Za ovaj preliv je predviđeno da proradi kada voda u jezeru dosegne razinu 3,00 m ispod krune brane. Sam prostor ispod prelivne građevine nije bio pripremljen za prihvatanje vode. Nije imao nikakvo osiguranje od erozije za slučaj prelijevanja. Preko prelivnog polja prolazi pomoćna cesta i visokonaponski dalekovod iz pribranske hidroelektrane Hyatt. Razina vode u jezeru je nesmetano rasla do 11. veljače. Dana 11. veljače u 8 sati ujutro voda je dosegla razinu pri kojoj je automatski aktiviran interventni preliv jer kiša nije prestala padati. Prelijevanja i njegov učinak vidljivi su na slici 4 (<https://scontent.fmuc2-1.fna.fbcdn.net/v/t1.0->).

Prelijevanje je izazvalo velika oštećenja padine ispod interventnog prelijeva u vrlo kratkom vremenu. Uočena je velika rupa neposredno ispod betonskog zida prelijeva. Pojavio se strah da bi betonski zid prelijeva mogao biti potkopan, a što bi moglo izazvati njegovo rušenje. Rušenje ovog zida izazvalo bi katastrofu nevidenih razmjera nizvodno u sustavu pa je stoga naredena evakuacija stanovništva. Srećom, katastrofa je izbjegnuta.

## 3. DRUGI EKSTREMNI DOGAĐAJ

Tijekom proljeća i ranog ljeta 2021. godine nastupila je u Kaliforniji suša. Bila je tolikih razmjera da je vodostaj u jezeru Oroville pao za 40 metara. To je bio najniži zabilježeni vodostaj od početka postojanja jezera (slika 5).



Slika 4: Interventni preliv u funkciji (12. veljače 2017.)



Slika 5: Tri razine jezera (<https://www.mercurynews.com/>);  
 a) - 2018. godine;  
 b) - 27. travnja 2021.;  
 c) - 22. srpnja 2021.

Kao posljedica toga je došlo do prestanka proizvodnje električne energije u PHE Hyatt, 19. lipnja 2021. godine.

Suša je imala i katastrofalne posljedice za turizam i rekreaciju. Veliki dio plovila morao je biti izvučen na suho, dok su ona u vodi bila gusto zbijena na malom, preostalom, dovoljno dubokom dijelu jezera u području lučica (slika 6).

#### 4. USPOREDBA DVAJU EKSTREMNIH STANJA NA SLIVU OROVILL JEZERA

Jezero Oroville nalazi se na jugu, u podnožju sjevernog područja planinskog lanca Sierra Nevada. Najviši vrhovi u području sliva jezera dosežu preko 2000 m nadmorske visine. Unutar slivnog područja nalazi se osam hidrometeoroloških postaja: Mount Shasta City (1100 m n.v.), Shasta Dam (305 m n.v.), Mineral (1500 m n.v.), Quiey (?), Brush Creek (1050 m n.v.), Sierraville



Slika 6: Učinak suše na stanje u marini (izvor:<https://www.lakeoroville.net/>, gornja [https://m.facebook.com/zonazanimljivosti/posts/965049777402893?locale2=ps\\_AF](https://m.facebook.com/zonazanimljivosti/posts/965049777402893?locale2=ps_AF), donja)

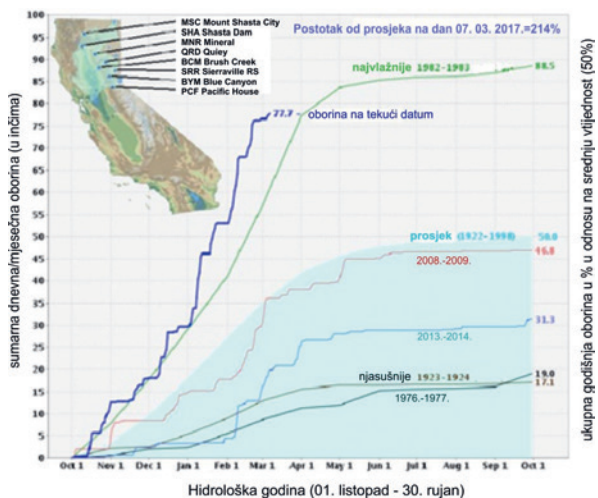


Slika 7: Sliv jezera Oroville (<https://sacriver.org/>)

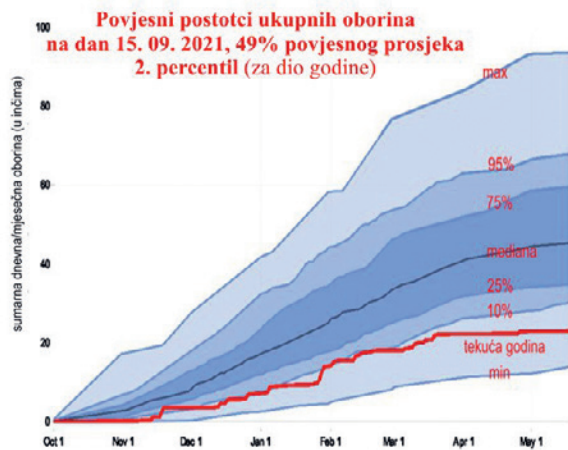
RS (1500 m n.v.), Blu Canyon (1400 m n.v.) i Pacific House (1050 m n.v.). Nadmorske visine su približne za sve postaje osim Mount Shasta City. Sve se postaje nalaze na nadmorskoj visini iznad 1000 m, osim Shasta Dam, koja je smještena u području brane pa se nalazi na znatno nižoj nadmorskoj visini. Sve postaje su smještene u planinskom dijelu sliva istočno od jezera Oroville. Na tim se postajama dugi niz godina neprekidno prate, uz ostale klimatološke podatke, oborine unutar ovog sliva. Obradeni podaci su javno dostupni na WEB stranici: <http://www.water.ca.gov>. Na slici 7 prikazan je sliv jezera Oroville.

Na slici 8 prikazana je sumarna dnevna odnosno mjesečna količina oborina za hidrološku godinu i ukupna godišnja oborina u postocima u odnosu na srednju vrijednost za razdoblje opažanja na osam prethodno spomenutih hidrometeoroloških postaja (<http://www.water.ca.gov>).

Iz podataka na slici 8 može se pretpostaviti da se mjerenja na predmetnim postajama vrše od 1922. godine. Valja napomenuti da je na razmatranom području izgrađena brana Shasta (183 m n.v.), građena između 1938. i 1945. godine kada je puštena u rad. Za pretpostaviti je da su mjerne postaje postavljene za potrebe projektiranja hidrotehničkih sustava u sjevernoj Kaliforniji.



Slika 8: Obradene vrijednosti oborina s osam hidrometeoroloških postaja u slivu jezera Oroville



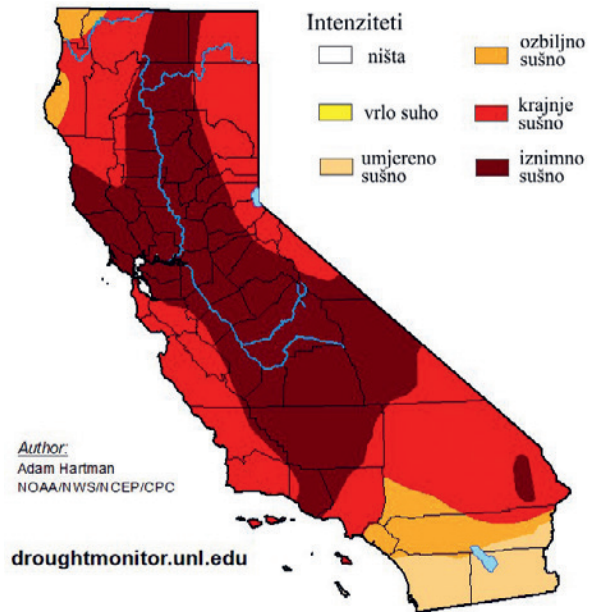
Slika 9: Prikaz oborina u dijelu hidrološke godine 2020/2021 u odnosu na povijesne podatke

Unutar podataka na slici 8 nalaze se i podaci za oborine do 7. ožujka 2017., tj. do pojave katastrofalnog prelijevanja na brani Oroville. Vidi se da je ukupno od početka hidrološke godine do početka ožujka pala neuobičajeno velika količina oborina, veća od one, do tada zabilježene najvlažnije godine. Iako je ovo ekstremna količina oborina, možda se ipak ne bi dogodila katastrofa da su preljevi djelovali kako je bilo predviđeno.

Na slici 9 prikazani su povijesni postotci ukupnih oborina za isto razdoblje kao na slici 8, unutar kojih se nalaze i podaci za tekuću godinu. Može se uočiti da tekuća godina iako vrlo sušna, nije ekstremna.

Sa slike 8 može se zaključiti da su minimalne količine oborina na slivu u osmatranom razdoblju pale 1923. – 1924. i 1976. – 1977. godine s tim da je hidrološka godine

Podaci osmatranja suše u Kaliforniji do 12. listopada 2021.



Slika 10: Karta suše u Kaliforniji

1923. – 1924. bila do tada najsušnija. Tekuća godina će možda do kraja hidrološke godine biti najsušnija, ali do početka lipnja, razdoblja za koje postoje podaci, nije najsušnija u osmatranom razdoblju.

Na slici 10 prikazana je karta suše u Kaliforniji na dan 12. listopada 2021. godine. Prema tim podacima radi se o ekstremnoj suši. ■

## LITERATURA

Roje-Bonacci, T. (2018.): Incident na prelijevima brane Oroville. *Hrvatske Vode*, 26 (105) 211-216  
<https://noaa.maps.arcgis.com/> (posjet 28. listopada 2021.)  
<https://sacriver.org/> (posjet 28. listopada 2021.)

<https://www.mercurynews.com/> (posjet 28. listopada 2021.)  
<https://weather.com/photos/> (posjet 28. listopada 2021.)