

VELIKA JEZERA**Peter Frantar**

UDK: 913(77)
 504.4.054(77)
 COBISS: 1.04

IZVLEČEK**Velika jezera**

Velika jezera v Severni Ameriki so med najbolj znanimi jezeri na našem planetu. V Pojezerju se je razvilo eno najpomembnejših industrijskih in urbanih območij, do katerih vodi znana vodna pot Reka svetega Lovrenca. Hiter razvoj, zlasti po drugi svetovni vojni, je s seboj prinesel tudi okoljske probleme, ki so večinoma že rešeni, tako da je zdaj jezerska voda kemijsko dokaj čista, večji problem pa predstavlja ohranitev avtohtone jezerske favne in flore.

KLJUČNE BESEDE

Severna Amerika, Velika jezera, hidrogeografija, promet, varstvo okolja

ABSTRACT**The Great Lakes**

The Great Lakes in North America rank among the most famous lakes on our planet. One of the most important industrial and urban areas developed precisely around the Great Lakes, to which a famous waterway, the St. Lawrence River, leads. The rapid development, particularly after World War II, was also accompanied by environmental problems; they have mainly been solved now, so that the water in the Lakes is chemically rather clean; however, the preservation of the autochthonous fauna and flora in the Lakes still remains a major problem yet unsolved.

KEY WORDS

North America, Great Lakes, hydrogeography, traffic, environmental protection

AVTOR**Peter Frantar**

Naziv: univ. dipl. geograf
 Naslov: Agencija Republike Slovenije za okolje,
 Vojkova 1 b, SI - 1000 Ljubljana
 Telefon: +386 (0)1 478 4086
 E-pošta: peter.frantar@gov.si

Velika jezera so svetovno znana. Ležijo v centralno-vzhodnem delu Severne Amerike. Njihova geološka podlaga je nastala pred tremi milijardami let v predkambriju, ko so nastala stara nagubana gorstva. V paleozoiku je bila večina Severne Amerike pod morjem, kjer so se odloženi delci sprijemali v apnenice. Večina apnencev je bila odstranjena v času ledenih dob, ko je pokrajino skoraj v celoti prekrival polarni, Arktični ledenik, ki je poglobil tektonsko nastale kotanje v starih neprepustnih kamninah. Danes je površje v severnem delu Pojezerja erodirano vse do stare neprepustne podlage, južne predele pa prekrivajo ledeniški nanosi. Pokrajina je z geomorfnimi procesi sčasoma dobila mehke poteze, tako da je značilno rahlo valovito gričevnato površje, ki se zaradi odsotnosti teže nekaj kilometrov debele ledeniške gmote še vedno dviga.

Nastanek jezer je torej pogojeval umik ledenika, zato so vsa ledeniškega izvora. Vode s talečega ledenika so zapolnile vdolbine pred ledenikom, ki je sprva še zapiral pot snežnici proti Zalivu sv. Lovrenca, tako da je jezersnica odtekala po porečju Misisipija v Mehški zaliv. Jezera ob umikanju ledenika so bila precej večja kot zdajšnja Velika jezera. Ko se je ledenik umikal, si je voda iz jezer pred približno 10.000 leti utrla pot v severni del Atlantika, kamor še vedno odteka. Vse jezerske kotanje so kriptodepresije, razen Erijske, kar pomeni, da so dna jezer pod gladino svetovnega morja, gladina jezer pa je nad njo.

Jezera so praviloma mlada in kratkotrajna geološka oblika, saj, gledano geološko, obstajajo dokaj kratek čas, tisoč, deset tisoč, morda sto tisoč let. Nastanku sledi obdobje umiranja, saj se njihove kotanje stalno zasipavajo, nekatere hitreje, druge počasneje. Jezera so tipična območja nasipavanja in tudi Velika jezera niso izjema.

Velika jezera so del porečja Reke sv. Lovrenca. Sestavlja jih sistem z rekami in prekopi povezanih petih jezer, ki si sledijo v naslednjem zaporedju: Gornje jezero (Lake Superior), Michigansko jezero (Lake Michigan), Huronsko jezero (Lake Huron), Erijsko jezero (Lake Erie) in Ontarijsko jezero (Lake Ontario). Sem lah-



Slika 1: Pregledna karta območja Velikih jezer.

ko štejemo še Jezero sv. Klare (St. Clair Lake), ki pa je po velikosti precej manjše od ostalih jezer. Skupaj imajo skoraj 16.000 km dolgo obalo in zavzemajo površino 245.000 km² (4), medtem ko je površina Pojezerja 522.000 km² (4). Skupaj zadržujejo okoli 23.000 km³ (4) vode, kar je skoraj petina (18 %) od vseh zalog pitne vode na svetu (3). Odtok jezernice iz Veli-

kih jezer je v primerjavi s količino vode v jezerih sorazmerno majhen, le 1 % (4).

Gladine jezerske vode so stabilne, z nižki pozimi, ko dotok zmanjša snežni zadržek, in z viški poleti, po pomladanskem deževju. V zadnjih sto letih je opazna težnja naraščanja gladine vseh jezer, in to kljub temu, da se danes njihova gladina umetno uravnava s prekopi in vmesnimi zapornicami.

Kot za vsa jezera v zmernem pasu so zaradi specifičnih lastnosti vode (največjo gostoto ima pri 4°C) tudi za Velika jezera značilna štiri letna obdobja stanja jezerske vode, za katera so značilna štiri različna stanja napredne temperaturne plastovitosti. Spomladi se zgornja plast pozimi mrzle vode segreje in pri 4°C začne toniti, na njeno mesto pa prihaja voda iz nižjih plasti. Tako postane vsa voda v jezerih za nekaj časa enako topla, kar omogoča vetrovom, da vodo popolnoma premešajo. S kisikom bogata voda s površine jezera zamenja vodo na dnu jezer. Takšno stanje imenujemo pomladanska homotermija, za katero je značilna dokaj enaka temperatura vode povsod v jezeru. Proti poletju se površinske in



Slika 2: Severovzhodni del Huronskega jezera predstavlja Jurijev zaliv, ki ga imenujejo tudi šesto jezero. Georgian Bay je v celoti kanadski in je s svojimi tisočimi otoki priljubljeno »vikendaško« območje (foto: Peter Frantar).



Preglednica 1: Glavni podatki o Velikih jezerih (1, 3, 4).

	Gornje jezero	Michigansko jezero	Huronsko jezero	Eriejsko jezero	Ontarijsko jezero
nadmorska višina v m	183	176	176	173	74
dolžina obale v km	4385	2633	6157	1402	1146
vodna površina v km ²	82.100	57.800	59.600	25.700	18.960
površina razvodja v km ²	127.700	118.000	134.100	78.000	64.030
minimalna prostornina v km ³	12.100	4920	3540	484	1640
povprečna globina v m	147	85	59	19	86
največja globina v m	406	282	229	64	244
vodni zadržek v letih	191	99	22	2,6	6

obalne vode močno segrejejo in ker zaradi manjše specifične teže ostajajo na površju, je onemogočeno mešanje z nižjimi vodnimi plastmi. Nastane poletna stratifikacija ali plastovitost. Topla in s kisikom bogata zgornja plast se imenuje epilimnij. Pod njo je mezolimnij ali termoklina, plast z izrazitim padcem temperature, ki preprečuje mešanje epilimnija s hladnejšo spodnjo plastjo vode, imenovano hipolimnij. Plast epilimnija se skozi poletje debeli, dokler ne doseže največje debeline. Te plasti zaradi velike temperaturne razlike med toplo in mrz-

lo plastjo vode vetrovi ne morejo premešati. Poleti tako mešajo samo epilimnij, ki je edini bogat s kisikom in življenjem. Jeseni se epilimnij ohladi in ohlajena voda potone, na njeno mesto pa prihaja voda iz globin. Pojavi se jesenska homotermija, ki je izrazitejša kot pomladna, ker se voda premešča tako zaradi vetrov, kot zaradi težnosti oziroma tonjenja.

Pozimi nastane zimska plastovitost, saj je vrhna plast vode s temperaturo pod 4° C lažja od globlje, manj hladne vode. Zaradi dolge in mrzle zime je voda Velikih jezer večino hladne polo-



Slika 3: Midland je pristaniško mesto v tipičnem severnoameriškem slogu. S svojo marino in privezi je v zadnjem času priljubljeno izhodišče za izlete. Midland je poleg Colingooda, Cheboygana, Alpe in Bay Cityja eno glavnih pristanišč ob Huronskem jezeru (foto: Peter Frantar).



Slika 4: Velik del zaledja Erijskega jezera zajemajo kmetijske površine. Farme so glavni vir razpršenega onesnaževanja. Poleg živinoreje sta koruza in tobak tipični kulturi na severni obali jezera (foto: Peter Frantar).

vice leta nepremešana, medtem ko kratka in vroča poletja zlasti v severnejših jezerih preprečujejo dolgo poletno »mrtvilo«. Vse povedano pomeni, da je potrebno ves proces letnega življenja jezer gledati skozi glavne podnebne poteze.

Podnebje Pojezerja ter posledično prsti in rastlinstvo zaradi njegove velike površine niso povsod enaki. Po Köppenu (9) ima Pojezerje v severnem delu subpolarno podnebje (Dfc) z vegetacijsko dobo, krajšo od štirih mesecev. Proti jugu se vegetacijska doba daljša in povprečne temperature naraščajo (podnebji Dfb in Dfa), vendar ima zmerno toplo podnebje samo južna obala Erijskega jezera. Rastlinstvo je podrejeno podnebnemu tipu. Borealni iglasti gozd na skrajnem severu Pojezerja, imenovan tudi južna tajga (7), proti jugu prehaja v hladen mešani in listnat gozd. Med vsemi gospodarskimi panogami je od podnebja najbolj odvisno kmetijstvo, ki ima na razpolago največ kmetijskih zemljišč v južnem delu Pojezerja (preglednica 2). Tu se raztezajo tako imenovani kmetijski pasovi za pšenico, oves, koruzo in mleko (wheat belt, oat belt, corn belt in dairy belt).

Pri obravnavi podnebja pa ne smemo spregledati prepletanja medsebojnih vplivov med jezeri in podnebjem, saj jezera kot velikanski sprejemniki oziroma zadrževalniki energije blažijo temperaturne ekstreme. Ta učinek pa ni tako izrazit zaradi reliefne odprtosti.

Kot že omenjeno, sestavlja Velika jezera pet hidrografske povezanih jezer. Največje in najvišje ležeče je Gornje jezero. Njegovo ime je dobeseden prevod iz francoščine izvirajočega imena. S prostornino 12.100 km³ je takoj za Bajkalskim jezerom (23.600 km³) drugi največji svetovni sladkovodni rezervoar (5). Njegova prostornina je večja od skupne prostornine vseh ostalih jezer, zaradi majhnega odtoka po Reki sv. Marije (St. Mary River) pa je zadržek jezerske vode skoraj 200 let. To pomeni, da vsako onesnaženje jezera povzroči časovno daljše posledice. Na srečo je v zaledju jezera samo 3 % zemljišč namenjenih kmetijstvu, pritisk prebivalstva pa je minimalen, saj živi tam skupaj le 607.000 prebivalcev. Večino zaledja še vedno zavzema gozd (91 % površine). Gornje jezero ima povprečno vodno gladino na nadmorski višini 183 m (2).

Preglednica 2: Namembnost zemljišč v zaledju posameznih jezer (v %) (4).

	Gornje jezero	Michigansko jezero	Huronsko jezero	Eriejsko jezero	Ontarijsko jezero
kmetijstvo	3	44	27	67	39
poselitev	1	9	2	10	7
gozd	91	41	68	21	49
ostalo	5	6	3	1	5

Huronsko jezero je dobilo svoje ime po indijanskem plemenu Huroni. Je drugo največje jezero po površini in tretje po prostornini vodne gmote. Zadržek jezerske vode je 22 let (1). Jezero se členi na glavno kotanjo in Zaliv sv. Jurija, ki bi bil lahko glede na velikost samostojno jezero, zato je drugo ime zanj kar »Šesto veliko jezero« (1). Zaliv sv. Jurija je poln otočkov in zato priljubljeno izletniško območje s številnimi počitniškimi hišicami. Gladina Huronskega jezera je na isti nadmorski višini kot gladina Michiganskega jezera, na 176 m (2). Jezeri namreč razdvaja samo 5 km široka zemeljska ožina, imenovana Mackinacova vrata. Ker se skozi njo voda pretaka, je gladina obeh jezer izenačena. Na južnem koncu Huronskega

jezera se jezernica po Reki svete Klare (St. Clair River) izliva v manjše in plitvejšo istoimensko jezero, nakar po reki Detroit odteka v Eriejsko jezero.

Michigansko jezero je dobilo ime po izrazu michigami, ki v jeziku Indijancev Algonquin pomeni veliko vodno telo. Po prostornini je drugo največje jezero in ima okrog 100 let dolg zadržek jezerske vode (1). Dolg zadržek je posledica zelo majhnega dotoka vode v jezero, velik problem pa predstavlja dejstvo, da je zaledje jezera eno od najbolj urbaniziranih območij na svetu. Michigansko jezero je med vsemi Velikimi jezeri turistično najpomembnejše, zlasti na področju športnega ribolova. Podobno kot v obdobju ledenih dob jezerska



Slika 5: Port Stanley, Ontario, ob Eriejskem jezeru. Poletne temperaturne razmere so ugodne za kopališki turizem. Zaradi zelo tople in sladke vode je kopanje v jezeru izredno doživetje (foto: Peter Frantar).



Slika 6: Kanadski del Niagarskih slapov predstavlja bolj znani, 48 m visoki Horseshoe falls – Podkvini slapovi. So velika turistična atrakcija, ki vsakoletno privablja več kot 15 milijonov turistov (foto: Peter Frantar).

voda skozi umetni prekop odteka tudi proti Misisipiju. Po zaslugi prekopa se je onesnaženost jezera zmanjšala, po njegovi zaslugi pa je prišlo tudi do nezaželenega vdora in širjenja kolonij neavtohtonih zebrastrnih školjk v povodje Velikih jezer.

Eriejsko jezero je četrto največje po površini, a najmanjše po prostornini vodne gmote. Jezerska kotanja je plitva, saj je povprečna globina vode samo 19 m (9). Zahodna kotanja jezera je zelo plitva, globoka povprečno le 7,4 m (9); zaradi pojavljanja nenadnih visokih valov je nevarna za plovbo. Zaradi manjše prostornine se vremenski vplivi hitro odražajo na jezeru, ki edino od vseh Velikih jezer pozimi v celoti zamrzne. Zadržek jezerske vode je zelo kratek, niti 3 leta, zato se posledično voda v jezeru na eni strani hitro onesnaži in na drugi tudi hitro očisti. Onesnaženost jezera kot posledica kmetijstva in urbanizacije je bila problematična pred letom 1970. Bila je tolikšna, da se je junija 1969 vnela gladina reke Cuyahoga, pritoka takrat biološko mrtvega Eriejskega jezera. To je dalo misliti oblastem, ki so z veli-

kimi naložbami kritično onesnaženost postopoma odpravile. V zaledju Eriejskega jezera je kmetijstvu namenjenih kar 67 % zemljišč, kar desetina pa je pozidana, saj tu prebiva skoraj 12 milijonov ljudi.

Ime Erie pomeni »ime plemena« v indijanskem jeziku plemena Panter, plemena, ki je naseljevalo južno jezersko obalo. Eriejsko jezero se z nadmorske višine 173 m (2) preliva po 55 km (1) dolgi reki Niagara v Ontarijsko jezero, ki je na samo 75 m nadmorske višine (2). Višinsko razliko skoraj sto metrov reka premaga tudi v znamenitih Niagarskih slapovih, visokih 52 m.

Zadnje jezero v verigi Velikih jezer je Ontarijsko jezero. Izraz Ontario v jeziku plemena Irokezi pomeni čudovito jezero. Zadržek njegove jezerske vode je 6 let. Izhod iz jezera zapira 7 zapornic, katerih izgradnja je leta 1959 omogočila otvoritev dokončane vodne poti po Velikih jezerih.

Vode Velikih jezer se prek zapornic prelijejo v Reko svetega Lovrenca, ki se šele čez več kot 1500 km izliva v Atlantski ocean, pri čemer premaga zelo skromno višinsko razliko. S tem



Slika 7: Jezerska pokrajina predstavlja hidrološko zaledje Velikih jezer. Iz padavin, padlih na tem območju, voda preko številnih jezer in rek doteka v največja jezera na svetu (foto: Peter Frantar).

se potovanje vode Velikih jezer zaključi, z morse strani pa se začne vodna pot Velikih jezer.

Vodna pot je tako posledica kot eden od vzrokov za nastanek enega od največjih industrijskih in urbaniziranih ter najbolj razvitih območij na svetu. Ugodne življenjske razmere in gospodarska rast so povzročile tudi porast antropogenih pritiskov na Pojezerje. Na začetku 20. stoletja je v njem živelo 10 milijonov ljudi, danes pa ga naseljuje več kot desetina prebivalcev Združenih držav in kar četrtina Kanadčanov, skupaj torej več kot 33 milijonov ljudi. Povečal se je tudi kmetijski pritisk. Na območju Pojezerja sta osredotočena četrtina kanadskega kmetijstva in 7 % kmetijstva ZDA. Seveda pa ne smemo pozabiti na pritisk industrije in storitvenih dejavnosti, med katerimi je prostorsko še najbolj obremenjujoč turizem. Pritisk zaledja na kakovost jezerske vode ni enakomeren. Največji je na spodnja tri jezera (Ontarijsko, Eriejsko, Michigansko), precej manjši pa na Gornje in Huronsko jezero. Pojezerje spodnjih jezer je življenjsko okolje 30 milijonom ljudi, zgornjih dveh pa le trem. Enako velja za

kmetijske, industrijske, turistične in druge pritisk v Pojezerju, ki so v severnem delu majhni, na jugu pa izdatni. Preglednica 3 prikazuje pritisk prebivalstva po posameznih jezerih ter uporabo vode v milijonih kubičnih metrov (MKM) na leto. Dokaz za neenakomeren razvoj in pritisk na jezera so tudi podatki o prostorski rabi zaledja v preglednici 2, ki kažejo na precejšnje razlike med jezeri.

Vodna pot Reka svetega Lovrenca–Velika jezera povezuje Atlantski ocean z mestom Duluth v Minnesoti. Dolga je več kot 3.500 km, kar zahteva od 8 do 9 dni neprekinjene plovbe. Odprta je bila aprila leta 1959 (5). Njeni začetki segajo v čas francoskih kolonialistov, ko pred okrog 400 leti Jacques Cartier ni uspel prepluti brzic pri Montrealu. Francozi so namreč želeli odkriti Severozahodni prehod. Prvi pravi poskusi ureditve poti segajo v leto 1680, ko je francoski častnik Dollier de Casson začel z deli na prekopu v izogib brzicam pri Montrealu. Francozi so ga gradili vse do leta 1733, vendar del niso dokončali. Po padcu Francozov so ga šele leta 1824 dogra-

Preglednica 3: Izbrani družbenogeografski pritiski na jezera leta 1991 (4).

		Gornje jezero	Michigansko jezero	Huronsko jezero	Eriejsko jezero	Ontarijsko jezero
prebivalci in pritisk	število prebivalcev	607.100	10.057.000	2.694.200	11.682.200	8.150.900
	preb./km ³ vode	50	2044	761	24.137	4970
	preb./km ² zaledja	13	167	36	223	181
	komunala	98	2622	384	2685	927
uporaba vode v MKM na leto	industrija	1133	8608	2158	9820	2935
	proizvodnja energije	740	12.131	4852	12.791	13.282

dili Američani. Prekop je imel 7 zapornic, globino 1,5 m in dolžino nekaj kilometrov. Pred tem in medtem so nekaj manjših prekopov zgradili gorvodno.

Na začetku 19. stoletja je bila zgrajena tudi tako imenovana Ameriška vodna pot, ki je Eriejsko jezero povezala z New Yorkom, kar je resno ogrozilo vlogo Montreala kot vodilnega pristaniškega mesta v Pojezerju. To je po letu 1833 spodbudilo intenzivnejšo gradnjo prekopov na Vodni poti svetega Lovrenca. Do sredine 19. stoletja je bila omogočena plovba do Eriejskega jezera ladjam z ugrezom do 2,4 m. Takrat je gradnjo plovne poti močno pospešila nova konkurenca, železnica. Tako so do leta 1904 posodobili vodno pot do Eriejskega jezera na standardno globino 4,3 m. Delalo se je tudi na prehodu med Gornjim in Huronskim jezerom, kjer je bila že leta 1904 globina prekopa večja. Vse hitrejši gospodarski razvoj in pritiski so zahtevali tudi posodobitev prekopa z višinsko razliko 99,4 m med Eriejskim in Ontarijskim jezerom. 43,5 km dolg prekop Welland z osmimi zapornicami so poglobili na 7,5 m. Za tem je gradnja vse do začetka petdesetih let 20. stoletja zastala, nakar sta ZDA in Kanada sporazumno določili standarde in začeli z novimi deli. Minimalna širina dvonasipnega prekopa je 61 m in enobrežnega 91,4 m, medtem ko je njegova minimalna globina 8,2 m. Vodno pot svetega Lovrenca je 25. aprila 1959 odprl ledolomilec D'Iberville.

Danes vodna pot omogoča plovbo ladjam dolžine 225,2 m, širine 23,8 m in z ugrezom do 8 m. Pot je odprta od konca marca do konca decembra, od leta 1959 pa so jo zaradi novih tehnologij časovno podaljšali za 25 dni na leto.

Pojezerje Velikih jezer še vedno velja za glavno, tradicionalno industrijsko središče Severne Amerike. Kljub novim industrijskim panogam in vse večji terciarizaciji družbe ima še vedno pomemben delež tudi v svetovnem merilu, čeprav ni več v odločilni meri vezano na bližnja naravna bogastva. Ohranitev njegove vloge je omogočila prav dobra prometno-komunikacijska povezava območja, med drugim tudi poceni vodni transport med Pojezerjem in Atlantikom. Tako Pojezerje po večini razvojnih kazalcev še vedno ostaja tudi globalno pomembna regija.

1. *Gifts of the glaciers*. Medmrežje: <http://www.seagrant.wisc.edu/education/>. 4. 10. 2001.
2. GLFS. Medmrežje: <http://superior.eng.ohio-state.edu/>. 15. 10. 2001.
3. GLIN. Medmrežje: <http://www.great-lakes.net>. 4. 10. 2001.
4. *Great Lakes Atlas*. Medmrežje: <http://www.on.ec.gc.ca/great-lakes-atlas/>. 25. 11. 2001.
5. Medmrežje: <http://www.baikal.eastsib.ru/>. 14. 2. 2002.
6. Medmrežje: <http://www.seaway.ca/english/features/facts.html>. 29. 1. 2002.
7. Medmrežje: <http://www.soton.ac.uk/~tjms/namerica.html>. 23. 8. 2002.
8. Plut, D. 2000: *Geografija vodnih virov*. Oddelek za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
9. *Veliki atlas sveta*. Mladinska knjiga. Ljubljana, 1972.