

Uzroci i posljedice nestajanja Aralskog jezera

Hojski, Sven

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:704999>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-15**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Geografski odsjek

Sven Hojski

UZROCI I POSLJEDICE NESTAJANJA ARALSKOG JEZERA

Prvostupnički rad

Mentor: izv. prof. dr. sc. Nenad Buzjak

Ocjena: _____

Potpis: _____

Zagreb, 2019.

Sveučilište u Zagrebu

Prvostupnički rad

Prirodoslovno-matematički fakultet

Geografski odsjek

Uzroci i posljedice nestajanja Aralskog jezera

Sven Hojski

Izvadak: Nestajanje Aralskog jezera već je dugi niz godina jedan od većih svjetskih ekoloških problema. Mnogi stručnjaci upozoravaju na taj problem koji je štetan kako za prirodno-geografske čimbenike tako i za samo stanovništvo. U ovom radu će se kroz analizu literature, geografskih faktora i kartografskih priloga objasniti postupci koji su doveli do današnjeg stanja Aralskog jezera, kako se to odrazilo na karakteristike jezera te na stanovništvo, ali i kojim se načinima jezero pokušava spasiti i obnoviti te postoji li mogućnosti za njegovim očuvanjem.

20 stranica, 9 grafičkih priloga, 0 tablica, 11 bibliografskih referenci; izvornik na hrvatskom jeziku

Ključne riječi: Aralsko jezero, uzroci, posljedice, nestajanje, vodostaj

Voditelj: izv. prof. dr. sc. Nenad Buzjak

Tema prihvaćena: 7. 2. 2019.

Datum obrane: 20. 9. 2019.

Rad je pohranjen u Središnjoj geografskoj knjižnici Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Marulićev trg 19, Zagreb, Hrvatska.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb

Undergraduate Thesis

Faculty of Science

Department of Geography

Causes and the aftermath of vanishing of the Aral Sea

Sven Hojski

Abstract: The vanishing of the Aral Sea has been one of the world's major environmental problems for many years. Many experts point to this problem, which is detrimental to both natural-geographical factors and the population itself. This paper, through the analysis of the literature, geographical factors and cartographic contribution, will explain the processes that have led to the present state of the Aral Sea, as it has affected the characteristics of the sea and its population. Also, in what ways is the Aral Sea trying to save and rebuild, and whether is there any possibility of its preservation.

20 pages, 9 figures, 0 tables, 11 references; original in Croatian

Keywords: Aral Sea, causes, aftermath, vanishing, water level

Supervisor: Nenad Buzjak, PhD, Associate Professor

UndergraduateThesis title accepted: 07/02/2019

Undergraduate Thesis defense: 20/09/2019

Thesis deposited in Central Geographic Library, Faculty of Science, University of Zagreb, Marulićev trg 19, Zagreb, Croatia

SADRŽAJ:

1. UVOD	1
2. GEOGRAFSKI SMJEŠTAJ I POLOŽAJ ARALSKOG JEZERA	2
3. UZROCI SMANJENJA ARALSKOG JEZERA	3
4. PROMJENE SALINITETA I VODOSTAJA ARALSKOG JEZERA	6
5. OČUVANJE I OBNOVA ARALSKOG JEZERA I NJегоVIH EKOSUSTAVA.....	9
5.1. Očuvanje i obnova Malog i Velikog Arala	10
5.2. Očuvanje i obnova delte i toka Syr Darje	12
5.3. Očuvanje i obnova delte i toka Amu Darje	13
6. POSLJEDICE NA LJUDSKO ZDRAVLJE	13
7. BUDUĆNOST ARALSKOG JEZERA I STANOVNIŠTVA	16
8. ZAKLJUČAK	17
9. POPIS LITERATURE I IZVORA	19
9.1. Literatura.....	19
9.2. Izvori.....	20

1. UVOD

Jezeru i njihove obale su jedinstvene i izuzetno važne karike u ekosustavu prirode i ljudi. Mnoge zajednice ljudi koje žive uz jezera uvelike ovise o njihovoj bioraznolikosti i prirodnim procesima vezanima uz vodu, hranu i općenito način života, pozitivno utječu na nadoknađivanje podzemnih voda, djeluju na vodotoke rijeka kojima je izvor ili ušće u navedenim jezerima. Mnoge zemlje vode posebnu brigu o svojim jezerima, načinu njihove opskrbe, promjenama, fluktuacijama jer jezera utječu na život ljudi kao izvor pitke vode ili opskrba za industriju (primjer u Hrvatskoj je Cresko-lošinjaska otočna skupina s Vranskim jezerom kao jedino otočno područje na hrvatskoj obali Jadrana koje ima riješenu vodoopskrbu iz vlastitih izvora).

Jezeru miruju jer razina vode postaje stabilna kada se uspostavi ravnoteža između količine vode koja pritječe u jezera i one koja se gubi isparavanjem. Cjelokupna površina svih prirodnih jezera procjenjuje se na 2.682.000 četvornih kilometara ili oko 1,8 posto kopnene površine. Nekadašnji SSSR mogao se pohvaliti s čak 250.000 jezera. "Zemlja Tisuću Jezera", kako nazivaju Finsku, ima ih više od 60.000, a obuhvaćaju oko 9 posto njezine površine (Stanin, 2016).

No pored pozitivnih jezerskih karakteristika koje nam priroda daje i koju bi trebali iskoristavati za sveopće dobro nerijetko se stvaraju problemi koji su posljedica ljudske ruke i uništavanja bioraznolikosti. Događaju se nezakonite gradnje blizu jezerskih površina, problemi kanalizacije, jezera gube svoje porječje koje ih „prehranjuje“, jezera se smanjuju i vodostaji trpe.

Ukoliko se na vrijeme shvati važnost jezera za životinjski, biljni i dakako ljudski svijet, sva zagađena jezera ne moraju biti nepovratno uništena: zagađena jezera mogu se obnoviti te nastaviti obogaćivati područja oko sebe.

Nažalost, najveće jezero koje je ujedno i „sinonim“ za uništena jezera prouzrokovano čovjekovim djelovanjem je Aralsko jezero, čija je površina drastično smanjena u posljednjih 50-ak godina. Danas postoje određene indicije o njegovoj obnovi i vraćanju u prvotno stanje, ako će to biti provedivo, uz pomoć čovjeka.

2. GEOGRAFSKI SMJEŠTAJ I POLOŽAJ ARALSKOG JEZERA

Aralsko jezero nalazi se između 44. i 46. stupnja sjeverne geografske širine te 58. i 61. stupnja istočne geografske dužine (Sl.1.). S površinom koja je 2004. godine iznosila 17.000 km², a danas je još i manja, nalazi se dijelom u Kazahstanu, a dijelom u Uzbekistanu. Aralsko jezero 60-ih je godina 20. stoljeća imalo površinski vrhunac koji je iznosio 68.000 km² i bilo je 4. najveće jezero na svijetu. Nalazi se oko 400 kilometara istočno od najvećeg jezera na svijetu, Kaspijskog jezera.



Sl.1. Položaj Aralskog jezera

Izvor:Pinterest, n.d.

3. UZROCI SMANJENJA ARALSKOG JEZERA

Prije nekoliko milijuna godina sjeverozapadni dio sadašnjeg Uzbekistana i južni dio Kazahstana je bio prekriven prostranim unutrašnjim morem. Nakon postupnog povlačenja vode postaje široka ravnica s vrlo slanim tлом s nekoliko preostalih isprekidanih vodenih površina. Jedan ostatak ovoga drevnog mora je i Aralsko jezero. Druga teorija govori da je Aralsko more nastalo prije otprilike 5.5 milijuna godina kada je geološko uzdizanje spriječilo dvije rijeke da otječu prema moru. Dokazi dalje pokazuju da je u posljednjih 10.000 godina njegova površina u potpunosti ili djelomično potopljena i isušena barem osam puta. Međutim, druga pretpostavka je da su svi prethodni događaji sušenja uzrokovani klimatskim promjenama, tj. nedovoljnom opskrbom rijeka u njihovim izvorišnim područjima daleko od Aralskog jezera.

Velike pustinje koje se prostiru Središnjom Azijom (Kara kum i Kizil kum) u svome središtu „skrivaju“ Aralsko jezero što u doslovnom prijevodu znači *More otoka*. Glavne vodoopskrbne rijeke Aralskog jezera su Amu Darja i Syr Darja koje se ulijevaju u jezero te uz svoje pritoke porječje Aralskog jezera (Sl.2.) čine jako velikim, oko 1.500.000 km² (Shukla, 2015).



Sl. 2. Porječje Aralskog jezera

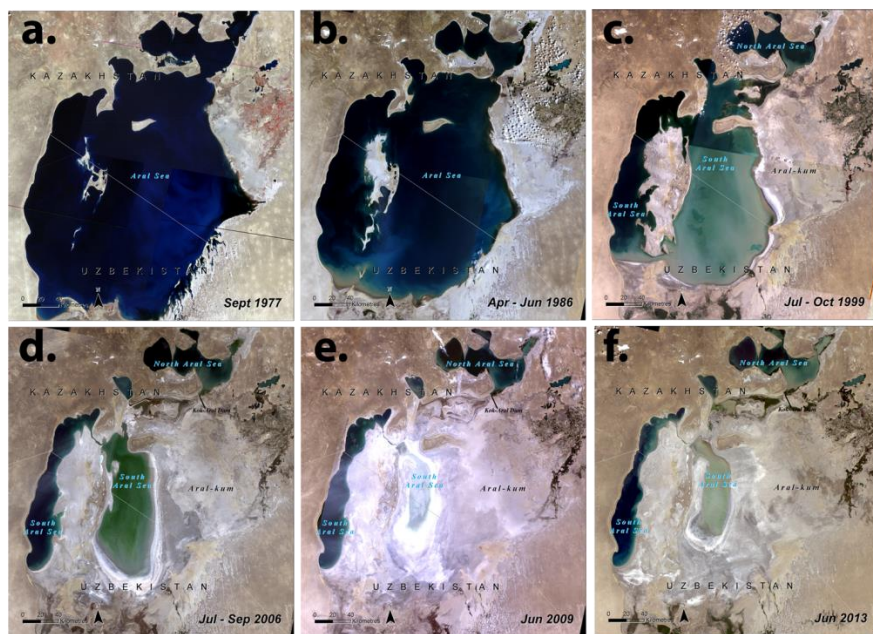
Izvor: Bao i dr., 2019

S obzirom na gustu mrežu rijeka koje ulaze u jezero preko dviju glavnih rijeka, može se reći kako su Amu Darja i Syr Darja glavni razlog postojanja Aralskog jezera čiji vodostaj ovisi o odnosu između dotoka vode i isparavanja.

Međutim, neizbježni tehnološki napredak prouzrokuje obilno povlačenje vode iz rijeka Amu i Syr Darje koje, kao što je već navedeno, opskrbljuju Aralsko jezero vodom. Aralsko jezero ovisi o pritocima rijeka, podzemnih voda i padalina kako bi se održala razina vodostaja. Voda se iz navedenih rijeka sve više povlači, opskrba jezera vodom je smanjena te je nastala situacija neravnoteže jer je nastao višak isparavanja vode što je rezultiralo drastičnim smanjenjem površine i volumena vode u jezeru (Shukla, 2015).

Početak 60-ih godina prošlog stoljeća počinje intenzivnije isušivanje Aralskog jezera, no početak problema seže u 40-e godine 20. stoljeća. Tih godina SSSR (područje današnjih Kazahstana i Uzbekistana) je pokrenuo proizvodnju pamuka, biljke koja traži jako puno vode. Ručno iskopani kanali za navodnjavanje premještali su vodu s rijeka Amu Darje i Syr Darje. Izgradnjom mreže za navodnjavanje stvoreni su milijuni hektara poljoprivredne zemlje u ovoj sušnoj regiji. To je dovelo do ogromnog manjka slatke vode u rijekama. Do šezdesetih godina 20. stoljeća sustav kanala, rijeka i Aralskog jezera bio je prilično stabilan, nivo vode u jezeru nije se drastično smanjivao. Sovjetski lideri smatrali su da je Aralsko jezero nepotrebno jer je voda iz jezera isparavala i nije imalo „bitniju“ funkciju. Kako se proizvodnja pamuka povećavala, moralo se preusmjeriti više vode prema poljima na kojima se uzgajao pamuk. Loše izgrađeni kanali za navodnjavanje povlačili su između 20 i 60 km³ vode iz rijeka godišnje, a paralelno s tim koristilo se više herbicida i pesticida. Te su kemikalije završile u maloj količini vode koja je uspjela doći do Aralskog jezera da bi se naposljetku osušile na krajnjem rubu jezera. (Dunn, 2010).

Uz sve navedene poteškoće rijeka Amu Darja zbog natapanja kanala Karakum zna i do tri mjeseca presušiti u području oko ušća. Aralsko jezero jednostavno nije moglo podnijeti gubitak tolike količine vode, stoga je razina Aralskog jezera počela opadati, a Aralsko se jezero počelo lagano isušivati.



Sl.3. Postupno nestajanje Aralskog jezera od 1977. do 2013. godine
 Izvor: NASA observatory, 2013

Iz godine u godinu nivo vode u jezeru se smanjivao, a salinitet je nezaustavljivo rastao. Nakon raspada Sovjetskog Saveza, usprkos ekološkoj katastrofi, Kazahstan, a posebno Uzbekistan, nisu se željeli odreći proizvodnje pamuka. Svake godine u Uzbekistanu građani su prisiljeni „volontirati“ tijekom sezone berbe pamuka.

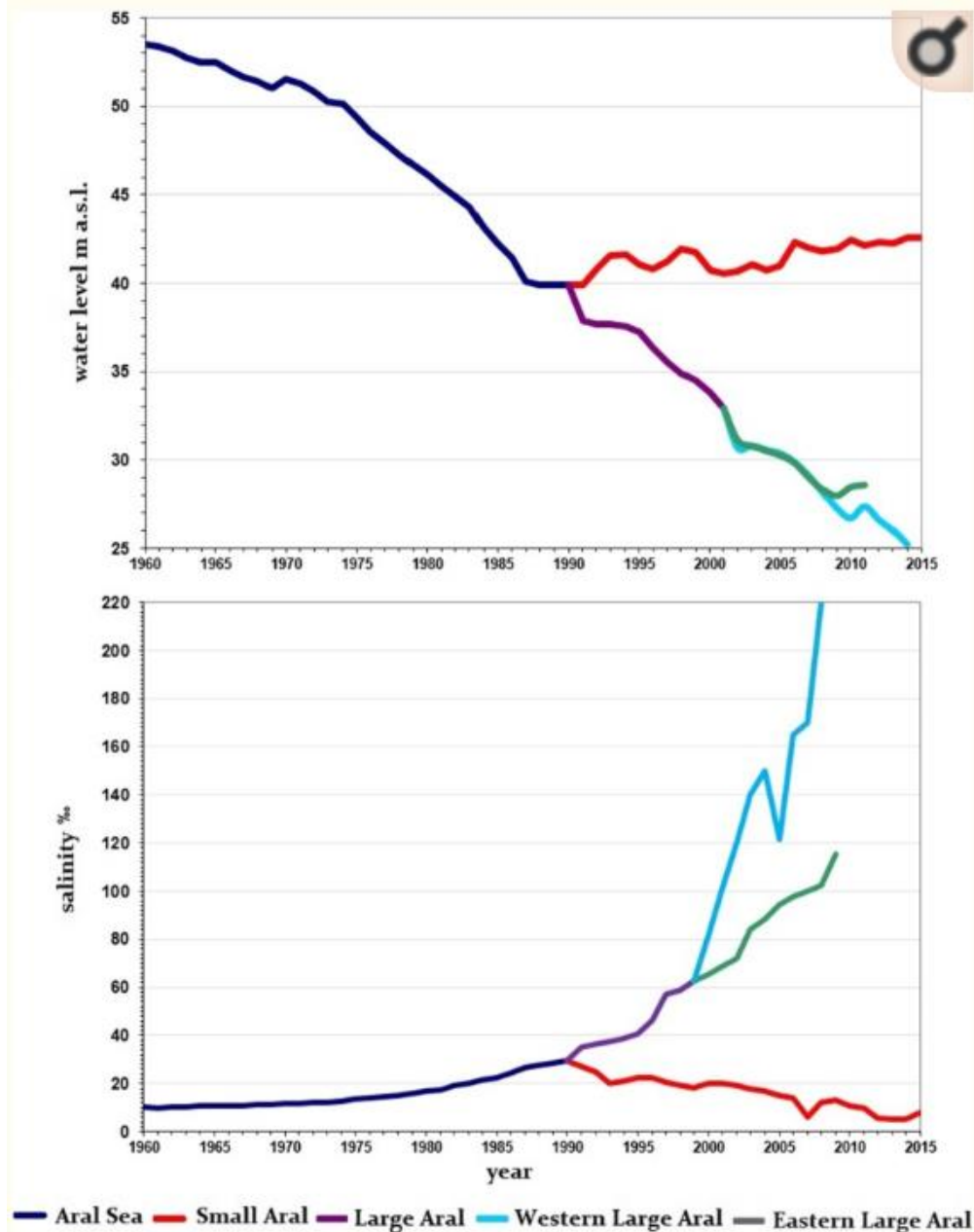
Volumen vode smanjen je za 80% dok se koncentracija soli povećala pet puta. To je dovelo do uništavanja flore i faune jezera, a do 2008. godine Aralsko jezero smanjilo se na 10% svoje izvorne veličine. U tom razdoblju, Aralsko jezero razdvojeno je na nekoliko manjih vodenih površina, tj. „Mali“ ili Sjeverni Aral u Kazahstanu i „Veliki“ Aral u Uzbekistanu koji je kasnije postao „Zapadni“ i „Istočni“ Aral (Bao i dr., 2019). Zbog presušivanja Aralskog jezera stvorena je još jedna pustinja poznata kao - „pustinja Aralkum“.

Također, nekadašnji otok usred Aralskog jezera, Vozrozhdeniya, a danas tek mjesto unutar pustinje, smatra se jednim od najsmrtonosnijih mjesta na Zemlji. Područje je danas prekriveno slojem slanog pijeska te prepuno kancerogenih pesticida, a temperatura redovno prelazi 60 °C. Na otoku se u vrijeme SSSR-a testiralo biološko oružje, točnije antraks koji se upio u tlo, a proizvodio se u blizini današnjeg Ekaterinburga. Sovjetski projekt je bio tajan, mjesto nije bilo označeno na kartama, kodno ime bilo mu je Aralsk-7. Na tom mjestu nataložene su najveće zalihe antraksa na Zemlji. Pokušaji čišćenja su postojali, no antraks nikada do kraja nije uklonjen (Gorvett, 2017).

4. PROMJENE SALINITETA I VODOSTAJA ARALSKOG JEZERA

Salinitet i vodostaj Aralskog jezera bili su podložni promjenama i prije moderne regresije. I tada su se zapažale oscilacije, no ne tako drastične kao u posljednjih 60-ak godina. Tada su promjene iznosile desetak metara dok je najviši zabilježen vodostaj 54 metra. U prošlosti, tj. prije moderne regresije Aralsko jezero bilo je bočato s prosječnim salinitetom od 10.3 ‰.

Promjene razine vode uvijek su se odražavale na povećanje ili smanjenje saliniteta (Sl.4.). Treba imati na umu da faktori koji utječu na sastav soli u Aralskom jezeru (općenito u jezerima) su različiti od faktora koji utječu na sastav soli u oceanima. Salinitet pojedinih područja povezan je s njihovim geografskim položajem, morfometrijskim značajkama, udaljenošću od ušća rijeka, cirkulacijom vode i intenzitetom razmjene vode.



Sl.4. Promjene vodostaja i slanosti Aralskog jezera od 1960. do 2015. Godine
Izvor: Aladin i dr. 2018

Kao rezultat intenzivnog isparavanja vode u uvjetima pustinjske klime i otežane razmjene vode salinitet je u ljetnom dijelu godine dosegao čak 47-50 promila (Aladin i dr., 2018).

Pad razine Malog Arala prestao je 1988. godine, kada se ukupna količina dotoka vode uravnotežila s isparavanjem vode s njegove površine. U proljeće 1990. godine, za vrijeme sezonskog porasta protoka Syr Darje, vode Malog Arala tekle su do Velikog Arala preko prirodne barijere - presušenog Bergova tjesnaca (Aladin i dr., 1995). Tijekom 2005. godine izgrađena je brana Kok-Aral (Sl.5) koja je uspješno održavala razinu Malog Arala na + 42 m (Aladin i dr. 2008) i dovela do smanjenja saliniteta. Mali Aral postupno je iz jako slanog postao bočato jezero. Trenutno je njegova srednja stopa saliniteta niža nego što je bila u šezdesetim godinama prošlog stoljeća. Od travnja do svibnja 2013. godine njegov srednji salinitet dosegao je 5.3 ‰, s najvišom stopom saliniteta od 9.9 ‰ izmjerenom u Butakovskom zaljevu, dok je u zoni ušća Syr Darje salinitet bio na razini od 1.2-2.0 ‰ (Plotnikov i dr. 2016).



Sl.5. Mjesto izgradnje Kok-Aral brane 2005. godine

Izvor: Wordpress, 2018

Desikacija (smanjenje razine vodostaja) Velikog Arala i povećanje njegove slanosti nastavljeno je nakon odvajanja od Malog Arala. Krajem 1990-ih, salinitet Velikog Arala premašio je 60 ‰, a do 2004. dosegao je 100 ‰. U jesen 2009. godine Veliki Aral razdijeljen je na tri zaostale vodene površine - Zapadno i Istočno Aralsko jezero i nekadašnji zaljev Tuschebas (Aladin i dr. 2018).

Velike promjene koje su zahvatile Aralsko jezero dovele su do stvaranja novih uvjeta u jezeru. Od 1960-ih promjenjiva slanost vode postala je glavni faktor koji utječe na biljni i životinjski svijet Aralskog jezera, posebice na njegovu zajednicu riba. Ribolov je prestao početkom 1980-ih kada je slatkovodna riba gotovo nestala iz jezera, što je imalo negativan učinak na regionalno gospodarstvo.

Većina predstavnika morske faune je izumrla, a preživjele su samo one vrste beskralježnjaka najotpornije na visok salinitet. Kao posljedica ispuštanja vode iz Malog Arala kroz nasip Kok-Aral prema jugu, pojavilo se još jedno jezero, Centralni Aral (Micklin, 2016), plitko, vrlo nestabilno jezero. Povećanjem vodostaja Centralnog Arala (dotok vode iz Malog Arala) došlo je do povećanja ribljeg fonda, ali salinitet (~ 70 ‰) ovog jezera previsok je za opstanak riblje zajednice.

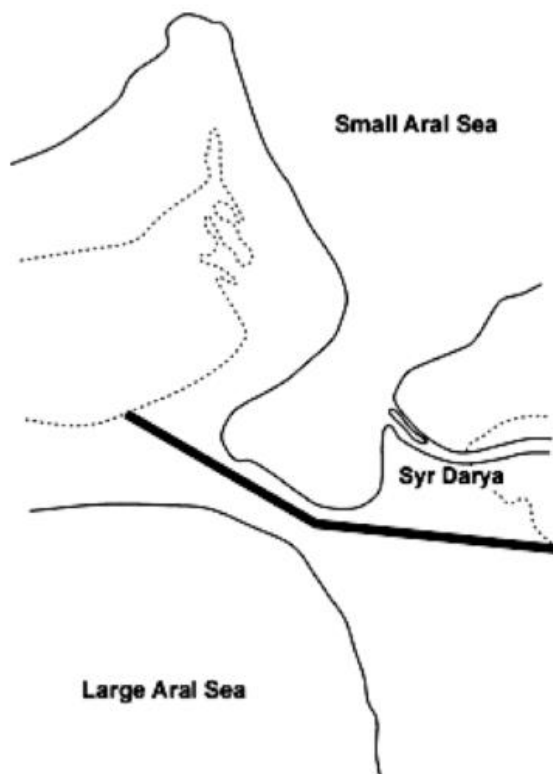
5. OČUVANJE I OBNOVA ARALSKOG JEZERA I NJEGOVIH EKOSUSTAVA

Isušivanje i zaslanjivanje Aralskog jezera imalo je negativan utjecaj ne samo na vodene ekosustave, već i na okoliš okolnih područja i život lokalnog stanovništva. Kako bi se poboljšala ova situacija, postoje tri glavna načina očuvanja i rehabilitacije Aralskog jezera i njegovih ekosustava, o kojima je prvi put razgovarano na sastanku UN-ovog Programa za okoliš (UNEP) održanom u rujnu 1992. u Ženevi:

1. Očuvanje i obnova Malog i Velikog Arala
2. Očuvanje i obnova delte i toka Syr Darje
3. Očuvanje i obnova delte i toka Amu Darje

5.1. Očuvanje i obnova Malog i Velikog Arala

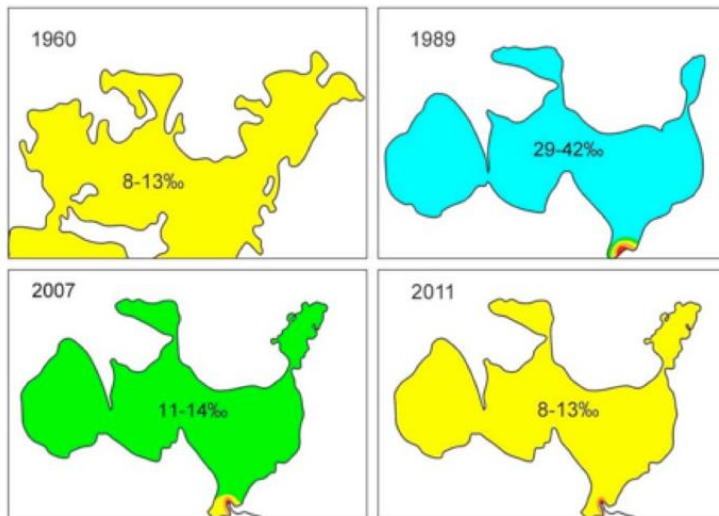
Povećanje vodostaja Malog Arala javlja se prvenstveno u proljeće i rano ljeto u razdoblju kada je količina vode Syr Darje na vrhuncu. Od kolovoza 2005. godine razinu vode kontrolira konstrukcija u nasipu Bergovog tjesnaca koja pridonosi obnovi biološke raznolikosti Malog (sjevernog) Arala. Stara brana (Sl.5.) izgrađena je u kolovozu 1992. (Aladin i dr. 1995) te je postojala sve do travnja 1999. godine kada je nakon što je vodostaj porastao na +43.5 m došlo do katastrofalnog razaranja, koje je uništilo branu. Dok je brana postojala broj organizama se povećavao, pokazujući da je čak i tako kratko razdoblje omogućilo djelomičnu obnovu biološke raznolikosti Malog Arala.



Sl.6. Brana u Bergovom tjesnacu

Izvor: Aladin, 2009

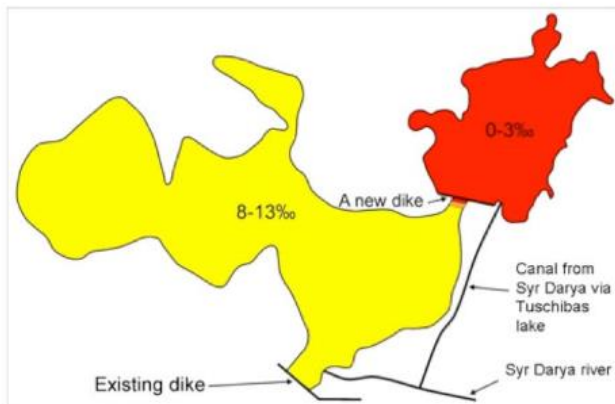
Ruska tvrtka "Zarubezhvodstroy" izgradila je najnoviju branu u Bergovom tjesnacu. Dovršena je u jesen 2005. godine, a u proljeće 2006. godine razina Malog Arala dosegla je razinu od 42 m. Područje Malog Arala u 2007. godini iznosilo je oko 3.258 km², s volumenom vode od 27 km³. Brana u Bergovom tjesnacu (Sl.6.) poboljšala je bočatost vode Malog Arala, što se može primijetiti na slici 7.



Sl.7. Salinitet Malog Arala

Izvor: Aladin, 2009

Druga varijanta faze projekta obnove Malog Arala prikazana je na slici 8. Ona bi uključivala izgradnju nove brane na ušću Saryshaganakovog zaljeva, kako bi se njegova razina podigla na razinu iz 60-ih godina prošlog stoljeća (+53 m). Dio toka Syr Darje bio bi preusmjeren prema sjeveru kako bi se sjeverni dio jezera opskrbljivao direktno iz rijeke. Drugom fazom projekta omogućilo bi se smanjenje nezaposlenosti i povećanje životnog i zdravstvenog standarda. Napokon, lokalna mikroklima oko Malog (sjevernog) Aralskog jezera postat će mnogo ugodnija (Aladin i dr., 2008).



Sl.8. Druga varijanta obnove Malog Arala

Izvor: Aladin, 2009

Razina Velikog Aralskog jezera neprestano opada. Početkom 2003. godine, razina vode pala je za 23 m i dosegla nadmorsku visinu od oko 30 m. Salinitet Zapadnog Arala u rujnu 2007. iznosio je 100 ‰, a znatno je veći u Istočnom Aralu gdje doseže i do 150-160 ‰ . (Aladin i dr., 2018). Ipak, postoji vjerojatnost da bi na mjestima Zapadnog Arala, gdje je salinitet manji zbog dotoka podzemnih voda, neke vrste riba otporne na salinitet još uvijek mogle preživjeti.

Postojala je mogućnost dotoka više količine vode iz Malog Arala Velikom Aralu radi njegove što brže obnove. To se i ostvarilo 2005. godine kada je izgrađeno posebno postrojenje za opskrbu Istočnog Arala vodom iz Amu Darje (akumulacija Mezhdurechensky). Zapadno Aralsko jezero moglo bi održavati svoju razinu koristeći podzemne vode iz delte Amu Darje.

5.2. Očuvanje i obnova delte i toka Syr Darje

Nakon izgradnje prvog nasipa u Bergovu tjesnacu u ljeto 1992. pokrenuti su dodatni sanacijski projekti. Delta Syr Darja pomaknula se malo prema sjeveru i izgrađeni su brojni rezervoari za slatku vodu. Duž donjeg toka Syr Darje, blizu Malog Arala, sanirano je nekoliko slatkovodnih jezera: Tuschebas, Kamyslybas, Zhalanashkol, Karasholan i drugi. Ovi mali projekti omogućuju obnovu slatkovodnog ribolova, a obnovljena su i ribogojilišta. Planirana su i posebna ribogojilišta koja će ponovno uvesti jesetru u Mali Aral.

5.3. Očuvanje i obnova delte i toka Amu Darje

Uzbekistanski ogranak Međunarodnog fonda za spas Aralskog jezera (IFAS) u suradnji s drugim nacionalnim institucijama pripremio je plan za obnovu delte Amu Darje. U donjem toku Amu Darje uspostavljeno je nekoliko slatkovodnih i bočatih rezervoara i jezera. Jedan od najuspješnijih projekata je jezero Sudochie, koje je sada potpuno ispunjeno i dovodi vodu u tok Zapadnog Aralskog jezera. Biljne i životinjske zajednice gotovo su se oporavile u jezeru Sudochie. Ostale uvale Aralskog jezera također bi mogle biti sanirane, uključujući Sarbas, Muynak, Adjibay i Zhiltyrbas.

6. POSLJEDICE NA LJUDSKO ZDRAVLJE

Provedena su mnoga istraživanja na Aralskom jezeru s ciljem dobivanja rezultata u kojoj mjeri ova ekološka katastrofa utječe na ljude te biljni i životinjski svijet. Postoji i izreka koja kaže: „Da je svaki znanstvenik sa sobom donio kantu vode, jezero bi se ponovno napunilo“, što dovoljno govori o tome koliko je stručnjaka bilo u tome području. Ali dosadašnji rezultati istraživanja ne objašnjavaju u dovoljnoj mjeri kako nestanak Aralskog jezera utječe na zdravlje lokalnog stanovništva. Direktni utjecaj Aral ima na oko 5 milijuna ljudi koji žive u degradiranom i sve neprihvatljivijem okruženju. Kako se nastavlja isušivanje jezera, soli i kemikalije nakupljene na suhom jezerskom dnu raspršuje vjetar, što se može vidjeti i osjetiti u zraku, a i korov se nekontrolirano širi. Svakodnevica su nažalost postale pješčane oluje koje nose i do 50-ak milijuna tona prašine na godišnjoj razini. Gradovi poput Muynaka, koji su prije bili na obalama Arala, sada su udaljeni više od 100 km od jezera koje se povlači te su među zdravstveno najugroženijim mjestima na Zemlji (Small i dr., 2001).

Najveća opasnost za stanovništvo je širenje bolesti dišnog sustava te hepatitis. Navedene bolesti su i vodeći uzroci mortaliteta u regiji. Ograničavajući je faktor i nedostatak osnovnih lijekova i medicinske opreme u bolnicama i zdravstvenim centrima na području Aralskog jezera, zbog čega medicinsko osoblje nema mogućnost efikasnog liječenja navedenih bolesti.

Istraživanje koje je provedeno među stanovništvom koje je živjelo uz rub Aralskog jezera pokazalo je kako 48.8 % ispitanika želi napustiti svoje domove zbog nezdravog okoliša. Dio stanovništva napustio je ovo područje zbog jake suše 2000. godine. Suša je rezultirala smanjenim urodom i posljedično ugrozila sigurnost hrane na tom području te pogoršala kvalitetu vode. U budućnosti, dugotrajna suša mogla bi učiniti područje nenastanjivim, osobito blizu nekadašnjih obala Aralskog jezera.

Ljudi koji iseljavaju iz područja Aralskog jezera prozvani su „izbjeglicama zbog okoliša“, a procijenjeni broj prisilnih prognanika iznosio je oko 100.000 ljudi samo iz regije Arala. Procjenjuje se da je oko 50.000 ribara izgubilo mogućnost ribarenja, a samim time i sredstva za život. Ekološka katastrofa nastavlja se i vodi do daljnjih negativnih društvenih implikacija. Suša dodatno pogoršava situaciju. *Medecins Sans Frontieres (Liječnici bez granica)* jedina međunarodna humanitarna, medicinska, nevladina organizacija sa sjedištem na području Aralskog jezera, financira izradu demografske studije o migracijama.

Također „*Liječnici bez granica*“ obavljaju procjenu uvjeta za zdraviji život stanovništva. Stanovništvo na području Aralskog jezera postaje sve više frustrirano zbog nedostatka izravne pomoći. Stanovništvo koje pati od ekološke katastrofe zahtijeva izravne intervencije za poboljšanje zdravlja, a razna istraživanja ne daju brza rješenja (Small i dr., 2001).

Međunarodni stručnjaci potvrđuju da je većina izvora u Karakalpakstanu (regija u Uzbekistanu) zagađena. Posljednjih 40-45 godina stanovništvo u Karakalpakstanu koristi visoko mineraliziranu i zagađenu pitku vodu. Zdravlje ljudi i dalje je izloženo visokoj razini minerala i višestrukih toksina u vodi za piće. Prosječni životni vijek u kazahstanskoj regiji Kzyl-Orda smanjio se sa 64 godine na 51 godinu, a žene i djeca su najugroženiji. Mortalitet općenito, a posebno majki i novorođenčadi, značajno su veći u Karakalpakstanu i Kzyl-Ordi nego u ostalim dijelovima Uzbekistana i Kazahstana. Ova otkrića dovela su do zaključka da je, zbog jakog onečišćenja svih prirodnih resursa u Karakalpakstanu, cijelo stanovništvo već duže vrijeme izloženo kemikalijama.

Negativni čimbenici utjecaja na okoliš (pesticidi, velika mineralizacija vode, nedostatak joda) neki su od faktora koji direktno utječu na zdravlje, posebno žena i djece u regiji Aralskog jezera.

Centar Perzent, centar za reproduktivno zdravlje i okoliš Karakalpaka, osnovan je 1992. kao organizacija za poboljšanje statusa i zdravlja žena i djece u regiji Aralskog jezera. Razvio je istraživačke i uslužne programe o povezanosti između negativnih okolišnih faktora i zdravlja. Također je pokrenuo obrazovne programe o okolišu, zdravlju, organskom uzgoju, zdravoj prehrani, vodi i higijeni. Njegove aktivnosti i programi obuhvaćaju više od 200.000 ljudi u 7 okruga Karakalpakstana (Ataniyazova, 2003).

Program je posvećen pomaganju ljudi kako se lakše prilagoditi nedostatku vode i slanom tlu. Centar Perzent također je pokrenuo Program sigurne vode za piće, koji prati kvalitetu pitke vode i osigurava telefonske linije za dojavljivanje problema u ruralnim područjima. Ovaj program također omogućava edukativnu kampanju o vodi, higijeni i tehnologiji uštede vode.



Sl.9. Presušeno Aralsko jezero

Izvor: International Center for Biosaline Agriculture, 2018

7. BUDUĆNOST ARALSKOG JEZERA I STANOVNIŠTVA

Unatoč aktivnostima međunarodnih i lokalnih organizacija, malo je pozitivnih promjena koje utječu na lokalno stanovništvo. Situacija se i dalje pogoršava, iako su međunarodne agencije i institucije desetljećima uključene u krizu oko Aralskog jezera. Održano je mnoštvo konferencija, utrošeni milijuni dolara i usvojeno mnogo deklaracija za spas Aralskog jezera, ali iz tih aktivnosti ne proizlaze konkretniji rezultati.

Jednogodišnja suša (2000. – 2001. godine) ozbiljno je utjecala na zdravstveno stanje i ekonomiju u Karakalpakstanu, produbljujući krizu Aralskog jezera i rezultirajući daljnjim gubicima u poljoprivrednom sektoru. Gotovo sve plantaže riže i pamuka ozbiljno su pogođene sušom, s posljedicama po cijeli ekosustav, gospodarstvo i socijalno stanje ljudi, što je rezultiralo povećanom nezaposlenošću i migracijama (Ataniyazova, 2003).

Postoji izreka u Srednjoj Aziji da "tamo gdje nema vode, nema života" koja danas postaje stvarnost za milijune ljudi u regiji. Prognoza za naredno desetljeće je neizvjesna. Budućnost 1.5 milijuna stanovnika Karakalpakstana ugrožena je ako se problem regulacije i distribucije vode hitno ne riješi. Kriza u Aralskom jezeru nije dovela samo do degradacije okoliša širokih razmjera već i do ekonomskih, socijalnih i medicinskih problema. Potrebno je hitno pružiti praktičnu pomoć ljudima u ovoj regiji, prije svega u rješavanju problema s vodom, te stvoriti međunarodno koordinacijsko tijelo na razini UN-a. Generalno, pravo na pitku vodu treba biti zaštićeno na međunarodnoj razini.

Trenutno je predložen projekt izgradnje brane u zaljevu Bolshoy Sarycheganak s izljevom u glavni vodeni prostor Malog Arala. Ako se ovo djelo realizira, brana bi trebala postati prijelazno područje između dva jezera koja se razlikuju u salinitetu. Područje zaljeva Tschebas bit će gotovo slatkovodno (salinitet manji od 2 ‰) dok će morski i bočati organizmi nestati, a glavni dio Malog jezera bit će bočat. Postoji i alternativni projekt obnove brane Kok-Aral. U tom će se slučaju povećati razina i površina cijelog Malog Arala, a ostat će bočata voda samo u blizini delte Syr Darje (Plotnikov i dr., 2016).

Prognoza biološke raznolikosti hiperhalinskog područja Zapadnog i Istočnog Arala je različita, jer njihova vodna bilanca ostaje negativna. Ako se ne poduzmu mjere za sprečavanje rasta slanosti u Zapadnom jezeru, nastavit će se i smanjivanje biološke raznolikosti u Zapadnom Aralu i Tschebasu. U svakom slučaju, promjene biološke raznolikosti ovisit će o stupnju povećanja saliniteta Zapadnog Aralskog jezera i uvale Tschebas (Plotnikov i dr., 2016).

8. ZAKLJUČAK

Uzroci nestajanja Aralskog jezera sežu u 40-e godine 20. stoljeća kada su izgrađeni prvi kanali za navodnjavanje polja pamuka. Tada, s obzirom na količinu vode, Aralsko jezero nije osjetilo drastične promjene. Kada su planeri ustanovili kako im taj način navodnjavanja uspijeva, gradili su se novi kanali, a za Aralsko jezero i rijeke nije se vodila dovoljna briga. Loši sustavi za navodnjavanje još su pogoršavali situaciju, jer prema nekim izračunima 30 do 50% vode koja je bila namjenjena sustavima za navodnjavanje nestajala je prije nego bi i stigla do plantaža. Zabrinjavajuća je činjenica da je Aralsko jezero presušilo strateški i promišljeno djelovanjem sovjetskih znanstvenika, a ne greškom ili nemarom.

Takav nedovoljno dobro izgrađen i razvijen sustav počeo je sve više, a posebno od 60-ih godina, utjecati na stanje Aralskog jezera. Povećavala se slanost jezera, vodostaj je opadao sve većom brzinom, a područja pod vodom počeo je prekrivati pustinjski pijesak. Uspoređujući s jezerskim površinskim maksimumom, svega desetak posto jezera danas je pod vodom. Mikroklima okolice Arala se promijenila, zime postaju sve hladnije, ljeta su sve toplija. Dok je Aralsko jezero bilo četvrto po veličini u svijetu, bilo je glavni klimatski modifikator između vruće pustinje i hladnih sibirskih vjetrova.

Posljednjeg desetljeća počele su ozbiljne promjene izgradnjom brana i nasipa na Aralskom jezeru kako bi se pokušalo vratiti izgubljeno. Na sjevernoj strani nekadašnjeg jezera, gdje se sada nalazi Mali Aral, uočavaju se pozitivne promjene jer rijeka Syr Darja i dalje ima dovoljnu količinu vode te je izgrađena brana koja sprječava da rijeka nestane u pustinji.

Kazahstanska vlada želi omogućiti da se jezero razvije do nekadašnje veličine te se ulaže u razvoj, a prema riječima stručnjaka i prognozama razina vode bi se trebala podići za šest metara u sljedećih 17 godina.

Mnogi znanstvenici obilaze mjesta i gradove koji su bili na obali Aralskog jezera, a danas su to većinom napušteni gradovi usred pustinje, te analiziraju posljedice kako za okoliš tako i za stanovništvo. Druga skupina ljudi koja sve više putuje u te siromašne krajeve Srednje Azije su i turisti koji obilaze nasukane brodove u pijesku koje je nekada bilo dno Aralskog jezera. No, kao što je rekao poznati američki ekolog Barry Commoner: „Prije ili kasnije, svjesno ili nesvjesno, moramo platiti svaki upad u prirodni okoliš.“

9. POPIS LITERATURE I IZVORA

9.1. Literatura

Aladin, N.V., Gontar, V.I., Klimaszyk, P., Plotnikov, I.S., Rzymyski, P., Smurov, A.O., Zhakova, L.V., 2018: The zoocenosis of the Aral Sea: six decades of fast-paced change; *Environ Sci Pollut Res Int.* 26(3), DOI: 10.1007/s11356-018-3807-z

Aladin N.V., Ballatore, T., Micklin, P., Plotnikov, I.S., 2009: Aral Sea: Water level, salinity and long-term changes in biological communities of an endangered ecosystem-past, present and future; *Natural Resources and Environmental Issues* 15 (1), čl. 36

Aladin N.V., Plotnikov I.S., 2008: Modern fauna of residual water bodies formed on the place of the former Aral Sea; *Proc Zool Inst RAS*, 145–154

Aladin N.V., Plotnikov I.S., Potts W.T.W., 1995: The Aral Sea desiccation and possible ways of rehabilitating and conserving its Northern part; *Int J Environ*, 17–29

Ataniyazova, O.A., 2003: Health and ecological consequences of the Aral Sea Basin; The Karakalpak Centre for Reproductive Health and Environment, Uzbekistan

Bao, A., Chen, X., Hao, Y., Wu, M., Yang, D., Yin, J., Wu, M., Zhang, X., 2019: The effects of ecological policy of Kyrgyzstan based on data envelope analysis; *Sustainability*, DOI:10.3390/su11071922

Micklin, P., 2016: The future Aral Sea: hope and despair; *Environ Earth Sci.* 1–15, DOI: 10.1007/s12665-016-5614-5

Plotnikov I.S., Ermakhanov Z.K., Aladin N.V., Micklin P., 2016: Modern state of the Small (Northern) Aral Sea fauna; *Lakes Reserv Res Manag.* 315–328, DOI: 10.1111/lre.12149

Shukla, A., 2015: The shrinking of Aral Sea (A worst environmental disaster); *International Journal of Innovation and Applied Studies* 11 (1), 633-643

Small, I., Meer, J., Upshur, R.E.G., 2001: Acting on an Environmental Health Disaster: The Case of the Aral Sea; *Environ Health Perspect* 109 (6), 547-549

9.2. Izvori

Dunn, C., 2010: The Aral Sea disaster :How did it happen?, Greener ideal, Environment <https://greenerideal.com/news/environment/7059-the-aral-sea-disaster/>, (26.12.2018)

Gorvett, Z., 2017: The deadly germ warfare island abandoned by the Soviets, <http://www.bbc.com/future/story/20170926-the-deadly-germ-warfare-island-abandoned-by-the-soviets>, (15.8.2019)

International Center for Biosaline Agriculture, 2018: <https://www.biosaline.org/sites/default/files/newsimages/aral-sea-shrinking.jpg> (25.8.2019.)

NASA observatory, 2018: <http://na.unep.net/geas/articleimages/Jan-14-figure-2.png> (31.8.2019.)

Pinterest, n.d., <https://i.pinimg.com/originals/d2/11/e5/d211e587b768cf9714e887425123277f.gif> (1.9.2019.)

Stanin, S., 2016: Jezera i sva njihova ljepota., <https://www.skolskiportal.hr/kolumne/za-bistre-i-znatizeljne-glave/jezera-i-sva-njihova-ljepota/> (31.8.2019.)

Wordpress, 2018: <https://glasnikokvir.files.wordpress.com/2018/04/aral-sea-chronology-lg-e1520887877181.jpg> (1.9.2019.)