

SOCIJALNI I DEMOGRAFSKI ASPEKTI PROCENE RANJIVOSTI NA SUŠU RAMSARSKIH PODRUČJA

Senka ŽDERO, Zorica SRĐEVIĆ

Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Departman za uređenje voda, Novi Sad

REZIME

Efekti klimatskih promena zajedno sa posledicama antropogenih aktivnosti značajno utiču na otpornost zaštićenih vlažnih, ramsarskih područja, koja predstavljaju migratorne stanice zaštićenih ptica. Osim svojih ekoloških prednosti, vlažna područja predstavljaju značajnu podršku lokalnom stanovništvu zbog vrednih prirodnih resursa i mogućnosti za stvaranje prihoda. Predviđanja vezana za klimatske promene, posebno za intenzitet i frekvenciju suše, stavljaju u fokus najnovijih istraživanja u svetu ugroženost ramsarskih područja i društvene kapacitete da povećaju otpornost neželjenim hidrometeorološkim efektima. Da bi se dobila jasna slika i što bolje razumeo višedimenzioni fenomen suše, prvi korak je da se identifikuju ključni socijalni i demografski pokazatelji ranjivosti na sušu na primer primenom metodologije pokretač-pritisak-stanje-uticaj-odgovor (DPSIR). Za područje Specijalnog rezervata prirode Koviljsko-petrovaradinski rit kao najvažniji socijalno-demografski (SD) pokazatelji identifikovani su: udeo ženske populacije i udeo nacionalnih manjina u ukupnom broju lokalnog stanovništva, prosečna starost lokalnog stanovništva, udeo ljudi preko 65 godina u ukupnom broju lokalnog stanovništva i prosečan broj članova domaćinstva, a zatim je izračunat SD sub-indeks na osnovu statistički obrađenih podataka preuzetih iz Popisa stanovništva Republike Srbije za period od 1991.godine do 2022. godine. Rezultati istraživanja ukazuju da su prirodni sistemi koji se nalaze u bolje razvijenim opštinama na istraživanom području (npr. Novi Sad i Sremski Karlovci) manje ranjivi na

sušu. Naime, vrednosti indikatora koji u predloženom sub-indeksu imaju negativan predznak (smanjuju ranjivost na sušu) su više, a niže vrednosti indikatora koji povećavaju ranjivost (imaju pozitivan predznak). To znači da teritorije ovih opština imaju bolji društveni kapacitet da tokom suše zaštite životnu sredinu.

Ključne reči: DPSIR, ramsarska područja, ranjivost, suša, Koviljsko-petrovaradinski rit

1. UVOD

Vlažna područja predstavljaju jedinstvene ekosisteme čija se definicija vezuje za različite tipove staništa i nalaze se u prelaznim zonama između kopnenih i vodenih sistema. Najčešće se nalaze u plavnim zonama duž rečnih tokova, pored jezera i bara, u depresijama i odlikuju ih prilagođenost biljnog i životinjskog sveta na dinamiku promena lokalnog vodnog režima. Vlažna područja mogu periodično biti plavljena, ali i suva, u zavisnosti od klimatskih uslova i sezona. Sa stanovišta biodiverziteta, značaj ovih područja je veliki jer predstavljaju dinamični kompleks interakcije biljaka, životinja, mikroorganizama i prirodnog okruženja čime se formiraju skladne ekološke celine. Sa druge strane, vlažna područja pružaju brojne mogućnosti za ljudske aktivnosti i ekonomski razvoj oblasti u kojima se nalaze. Vlažna područja smatraju se ključnim za održavanje raznovrsnosti biodiverziteta i kvaliteta života ljudi tako što služe i kao izvori vode, hrane, robe i ekosistemskih usluga [4]. Ova područja pružaju ekosistemske usluge kao što su, na primer, bezbednost snabdevanja hranom, smanjenje siromaštva, negovanje kulturne tradicije i egzistencije lokalnog stanovništva. Akvatični ekosistemi vlažnih područja predstavljaju osnovne prirodne resurse za zadovoljavanje elementarnih potreba ljudi i prirode i pružaju mnoge mogućnosti za turizam i rekreaciju na osnovu kojih lokalno stanovništvo može da živi i stvara prihode.

Podaci o prihvatanju članka

Primljen: 15.3.2023.

Ispravljen: 31.5.2023.

Prihvaćen: 10.6.2023.

Kontakt: senka.zdero@polj.uns.ac.rs

Navedene činjenice ukazuju na značaj vlažnog područja kao jednog od najproduktivnijih ekosistema kada osnovna funkcija nije ugrožena spoljašnjim pritiscima. Ključni faktor za opstanak, razvoj, ali i degradaciju vlažnih staništa je dostupnost vode koja može biti sezonska i/ili stalna. Zbog toga, mnoga vlažna područja su zaštićena na globalnom nivou zbog svog izuzetnog biološkog, kulturnog, socijalno-ekonomskog i ekološkog značaja. Pa su tako, npr., ramsarska područja uređena Ramsarskom konvencijom, među najvažnijim zaštićenim područjima u svetu [2] koja pružaju najbolje ekološke uslove za opstanak zaštićenih biljnih i životinjskih vrsta.

Složena multifunkcionalnost vlažnih područja danas je pod uticajem dinamičnog dejstva prirodnih i antropogenih pritisaka koje im dodatno menjaju otpornost na takve promene. Proučavanje i razumevanje procesa koji direktno ili indirektno utiču na dinamiku odvijanja takvih procesa predstavljaju bitan faktor za održivo upravljanje i očuvanje vodnih resursa. Najčešći nepovoljni uticaji (tzv. pritisci) na ova područja i dostupnost vodnih resursa jesu urbanizacija, intenzivna poljoprivredna proizvodnja i širenje poljoprivrednih površina, prekomerna eksploatacija prirodnih resursa i neodgovarajući strateški i operativni planovi upravljanja [14]. Ovi i drugi spoljašnji pritisci doveli su do toga da se vlažna područja smatraju najugroženijim ekosistemima [16], dok autori Fluet-Chouinard i sar. [8] ukazuju da je gubitak koncentrisan u Evropi, SAD i Kini od sredine 20. veka. Tako je, na primer, na teritoriji Evrope 60-90% vlažnih područja nestalo ili im je kvalitet nepovratno degradiran [17], a procenjuje se da će se sa intenziviranjem efekata klimatskih promena taj procenat povećavati [36].

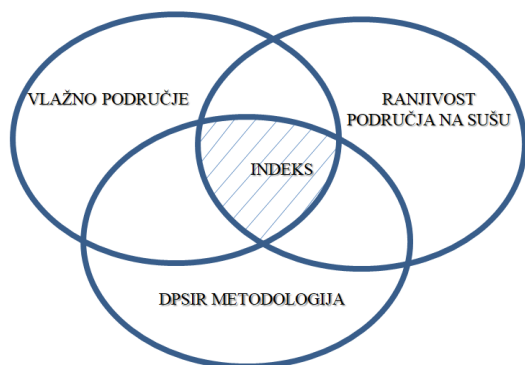
Klimatske promene, kao rezultat antropogenih aktivnosti, identifikovane su kao jedan od najčešćih pokretača degradacije vlažnih područja [26]. Nepovoljnim uslovima na vlažnim područjima mogu se smatrati svi hidrološki i meteorološki uslovi koji otežavaju opstanak biljnih i životinjskih vrsta područja, pa samim tim i opstanak područja. Tako, na primer, suše ugrožavaju biljni i životinjski svet jer se promenom klimatskih uslova menjaju i mehanizmi bio-geo-hidro-hemijskih procesa u ovim područjima, kao i način funkcionisanja i njihova funkcionalnost. Suše dovode do brojnih, često nepovratnih promena, kao što su, npr., odumiranje akvatičnih vrsta ili zamena drugim, invazivnim vrstama, pojava nepovoljnih stanja (eutrofikacija, acidifikacija, salinizacija) usled razgradnje nutrijenata, ubrzanje proizvodnje metana i ugljen-dioksida, itd. [12].

Suša, kao klimatski ekstrem, predstavlja period bez kiše koji je suštinski vezan za nedostatak vode, a u vremenu i prostoru može da ugrozi različite medijume životne sredine bez obzira na fizičke granice. Šesti izveštaj Međuvladinog panela o klimatskim promenama [28] ističe da klimatske promene povećavaju verovatnoću pojave suše na svim kontinentima, što rezultira redukcijom količinama vodnih resursa koji utiču na smanjenu poljoprivrednu proizvodnju uz ekonomske gubitke. Kapacitet vlažnog područja da skladišti i zadrži velike količine vode omogućava prirodnu regulaciju vode tokom beskišnih perioda čime se vlažna područja smatraju prirodnim sistemima koje mogu smanjiti ranjivost i povećati otpornost područja i okoline na sušu. Ono što sušu razlikuje od ostalih klimatskih ekstrema je da se ona postepeno razvija pa nekad ostane i neprimećena (dok se ne razvije toliko da značajno utiče na kvalitet života ljudi i životne sredine), i da ne postoji vremensko ograničenje koliko može da traje. Takođe, za razliku od ostalih vremenskih ekstrema, sušu je teško eksplicitno identifikovati i teško je izmeriti direktne uticaje koji degradiraju kvalitet okoline [34].

U skladu sa promenama izazvanim izmenjenim klimatskim obrascima, upravljači (zaštićenih) područja i donosioci odluka tragaju za načinima kako odgovoriti na izazove koji sa sobom nose značajne ekološke promene i transformacije čitavih ekosistema. Efekti klimatskih promena na opstanak ramsarskih područja još uvek nisu dovoljno istraženi s obzirom da postoji ograničenje u smislu univerzalnosti svakog od područja i nemogućnosti da se jednoznačna rešenja primene na sve lokacije [6]. Teško je proceniti i veličinu i trajanje ekstremnog događaja u vremenu i prostoru tako da je i prag ranjivosti prirodnog sistema, u ovom slučaju ramsarskog područja, teško utvrditi [33].

Degradacija kvaliteta vlažnih područja ne dovodi samo do, npr., nestanka staništa, već utiče i na društvene i ekonomske koristi zainteresovanih strana koje direktno zavise od ekosistemskih usluga ramsarskih područja. Pojave ekstremnih vremenskih prilika danas prevazilaze otpornost ekoloških i ljudskih sistema čime dovode u pitanje i kapacitet adaptacija. Prema Izveštaju iz 2022. [28] danas su najviše ugrožene biljne i životinjske vrste koje su osjetljive na promene klimatskih parametara, prirodni ekosistemi i lokalno stanovništvo koje zavisi od prirodnih resursa područja.

Dinamika odvijanja prirodnih procesa u uslovima vlažnih područja zahteva razvoj indeksa ranjivosti koji će definisati funkcionisanje indikatora životne sredine ugroženih sušom (Slika 1).



Slika 1. Koncept integracije komponenti u indeks za procenu ranjivosti ramsarskog područja na sušu

Ova ranjivost je izazvana izmenjenim obrascima hidroloških i meteoroloških parametara pa je potrebno izraditi indeks koji će omogućavati fleksibilan pristup prilagođen karakteristikama područja i stepenu ugroženosti [1].

Pored toga, socijalne i ekonomske indikatore je takođe neophodno identifikovati jer je lokalno stanovništvo u velikoj meri ugroženo zbog uslova života koje nameću izmenjeni obrasci klimatskih elemenata [7]. U radovima koji se bave ekonomskom procenom vlažnih područja [19] i uopšteno ekosistemima najčešće se koristi HDI (Human Development Index) koji na univerzalan način izračunava indikator društvenog standarda na osnovu socijalnih i ekonomskih pokazatelja.

Sa druge strane, lokalno stanovništvo sa svojim demografskim i socijalnim karakteristikama bitno utiče na ranjivost vlažnih područja na sušu.

U ovom radu će na primeru Specijalnog rezervata prirode "Koviljsko-petrovaradinski rit" biti prikazan postupak izračunavanja sub-indeksa na osnovu seta socijalno-demografskih pokazatelja odabranog primenom pokretač-pritisak-stanje-uticaj-odgovor (DPSIR) metodologije na dato područje. Postupak izračunavanja sub-indikatora ranjivosti na sušu zasniva se na metodologiji prikazanoj u [7], koja je zatim adaptirana i modifikovana za izabrani primer.

2. MATERIJAL I METODE

2.1 DPSIR metodologija

U fazi identifikacije ekoloških problema neophodno je utvrditi ključne indikatore koji čine uzročno-posledične

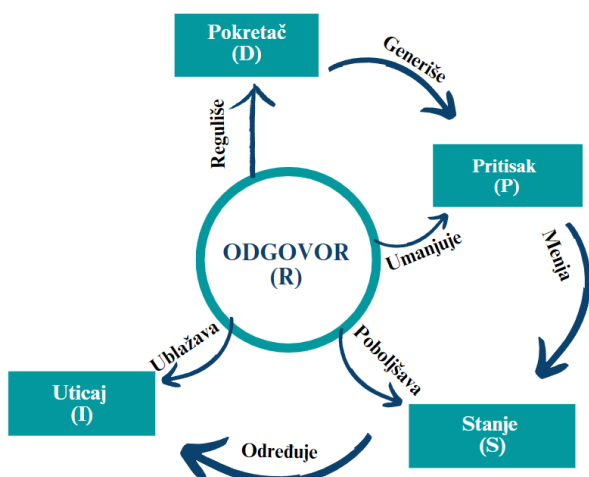
odnose između faktora u društvu i životnoj sredini. Indikatori služe boljem razumevanju složenih interakcija koji na jednostavan i jasan način agregiraju različite tipove podataka i informacija [25]. Procena i identifikacija indikatora je od suštinskog značaja za razvoj razumevanja stanja ekosistema vlažnih područja i za razvoj odgovarajućih strategija upravljanja. Uopšteno, metodologija čiji su osnovni elementi pokretač, pritisak, stanje, uticaj i odgovor (*engl.* driver-pressure-state-impact-response, DPSIR) omogućava da se identifikuju interakcije između prirodnih i socio-ekonomskih komponenti koja imaju uticaj na kvalitet životne sredine [30]. Ovaj rad razmatra ranjivost vlažnih područja u smislu analize preplitanja ljudskih i ekoloških sistema pomoću metodologije DPSIR prikazane na Slici 2. Ova metodologija procenjuje rizike na sigurnost regionalnih vodnih resursa nastale usled ljudskih aktivnosti i ekonomskih promena i identifikuje moguće akcije reagovanja [21].

DPSIR metodologija, između ostalog, identifikuje kauzalne odnose svih indikatora koji čine formiran DPSIR model, obezbeđujući na taj način doslednu strukturu za dalju analizu [20]. Ideja formiranja kauzalnih mreža primenom DPSIR metodologije je klasterizovati indikatore u pet grupa i identifikovati veze između njih koji pojedinačno ukazuju na izvor problema, njegove štetne efekte i moguće načine za njihovo ublažavanje.

Pod pojmom „Pokretač” (D) smatraju se osnovni pokretački mehanizmi, antropogena aktivnost ili prirodni fenomen, koji mogu imati negativan uticaj na kvalitet životne sredine i koji dodatno stvaraju pritisak na prirodne resurse. Pregled naučne i stručne literature ukazuje da se kao pokretači promena na ramsarskim područjima mogu smatrati indikatori u vidu povećanja ukupnog broj stanovništva na globalnom nivou, klimatske promene, antropogene aktivnosti, turizam i rekreacija, urbanizacija, razvoj u oblasti industrije i poljoprivredne proizvodnje, siromaštvo, itd. Navedeni „pokretači” promena se mogu i grubo podeliti u dve grupe gde prirodni, odnosno biofizički pripadaju jednoj grupi, dok ljudski indukovani (društveno-ekonomski) pokretači koji direktno ili indirektno dovode do promene ekosistema područja pripadaju drugoj grupi.

Komponenta „Pritisak” (P) predstavlja rezultat delovanja antropogenih ili prirodnih faktora, odnosno indukovane neželjene promene životne sredine (opterećenje ili degradacija) čime je umanjena korist koju ljudi dobijaju od prirode. Oni se ostvaruju direktno na lokalno okruženje i neposredno odražavaju pokretače

ovih pritisaka. Najčešći pritisci koji se javljaju na ramsarska područja usled delovanja pokretača su: izmenjeni obrasci padavina, promena namene zemljišta, pogoršanje kvaliteta vode, otpadne vode, intenzifikacija šumarstva, upotreba pesticida i herbicida, ilegalan lov i ribolov, prekomerna eksploatacija prirodnih resursa, suše i poplave, itd.



Slika 2. DPSIR metodologija (prilagođeno iz [18])

Promene u kvalitetu i kvantitetu različitih elemenata životne sredine područja (zemljište, voda, biljni i životinjski svet, itd.) iskazane su komponentom „Stanje (S)“. Izmenjene fizičke, hemijske ali i društvene karakteristike se mogu kvantifikovati na način da se izračunaju promene koje su se desile i da se utvrdi trenutno stanje na lokalnom nivou. Takođe, ova komponenta odražava postojeće uslove i otpornost prirodnog sistema na promene koje se dešavaju u njemu i oko njega. Stanje ramsarskog područja u vidu smanjenja broja staništa, pojava invazivnih vrsta, snižavanje nivoa vodenih tela, kvalitet vode, itd., su identifikovani pregledom naučne i stručne literature iz oblasti kao posledica pokretača poput porasta broja stanovništva, klimatskih promena, uticaja turizma, itd.

Komponenta „Uticaj“ (I) se odnosi na posledično stanje životne sredine koje je uzrokovano efektom uklanjanja ili intenziviranja pritisaka na prirodne resurse. Ove promene se kvantifikuju kroz funkcije životne sredine npr. ekosistemske usluge, dostupnost prirodnih resursa, broj staništa i raznovrsnost biljnih i životinjskih vrsta, kvalitet površinskih i podzemnih voda, itd.

Društvena zajednica ili odgovarajući politički organi reaguju kroz različite inicijative (aktivnosti ili sprovođenje planova upravljanja) kako bi se smanjili negativni uticaji ili podstakli pozitivni uticaji na kvalitet

životne sredine. U zavisnosti od vrste reagovanja, „Odgovori“ (R) mogu da podrazumevaju tehničke mere u smislu specifičnih praksi upravljanja i/ili institucionalna reagovanja u smislu razvoja kapaciteta lokalnih zajednica za upravljanje ramsarskim područjima ili procesima donošenja odluka i pravnih okvira. Intervencije su aktivnosti koje uključuju upravljanje, obnovu ili zaštitu biodiverziteta, ekosistema ili usluga ekosistema, ili koje uključuju stvaranje ili upravljanje veštačkim, odnosno novim ekosistemima. Ove aktivnosti fizički menjaju izgled pejzaža kroz intervencije restauracije, upravljanja, zaštite ili stvaranjem novih ekosistema i imaju direktan uticaj na prirodne funkcije i procese. Ne zahtevaju sva staništa iste akcije, stoga ne postoje univerzalna rešenja i potrebno je uskladiti odgovarajuće tipove aktivnosti na osnovu lokalnih uslova.

2.2 Ranjivost

Prema izveštaju [28] utvrđivanje ranjivosti predstavlja moćno analitičko sredstvo za procenu ugroženosti lokalnih zajednica od trenutnih i predviđenih klimatskih promena. Generalno, pojam ranjivosti odražava meru sposobnosti sistema da se adaptira na hazardna stanja [11] što rezultira povredom sistema i gubicima resursa. Nasuprot tome, ranjivost može da se posmatra i kroz kapacitet sistema da se odupre spoljašnjim, negativnim pritiscima i oporavi nakon izloženosti stresu. Takođe, u literaturi se mogu pronaći različita shvatanja ranjivosti, a uglavnom se posmatra kroz obim štete nanete sistemu čija se pojava može očekivati pod određenim uslovima izloženosti rizicima [15, 27, 29]. Pa se tako, na primer, ranjivost sistema u sistemskoj analizi tumači kao mera sposobnosti sistema da se adaptira na hazardna stanja i procenjuje se koliko su značajne posledice dospevanja sistema u neželjeno stanje [32].

S druge strane, u najširem ekološkom smislu, ranjivost se definiše kao funkcija uticaja klimatskih promena na prirodne ekosisteme i mera sposobnosti prilagođavanja ugroženih ekosistema. Autor Brooks [3] predlaže da se pojam ranjivosti nekog područja tumači kroz fizičke manifestacije efekata klimatskih promena na tom području. U tom slučaju, ranjivost područja određuje u kojoj meri je područje izloženo određenom hazardnom stanju ili događaju, biofizičke uticaje konkretnog događaja na samo područje i sposobnost područja da izdrži nepovoljno stanje pod hazardnim uticajem [13]. Stoga, analiza i procena ranjivosti predstavlja proces identifikacije, merenja i određivanja nivoa ranjivosti posmatranog prirodnog sistema. Indikatori ranjivosti obezbeđuju potencijalno sredstvo za merenje ranjivosti

na različitim vremenskim i prostornim intervalima, mogu identifikovati faktore koji doprinose povećanju ranjivosti sistema, kao i identifikovati strategije i akcije koje mogu doprineti smanjenju ranjivosti. Rezultati ovakvih istraživanja najčešću primenu pronalaze u procesima donošenja odluka kako bi se podstaklo kreiranje politika sa ciljem da se unapredi sposobnost sistema da se odupre štetnim posledicama klimatskih promena u različitim ekološkim i društvenim okruženjima.

Ispitivanja u oblasti ranjivosti ramsarskih područja na sušu u radu [5] ukazano je da su takva područja pokazala otpornost na pojavu suše zbog velikog kapaciteta zadržavanja vode. Stepenn ranjivosti područja na sušu zavisi, između ostalog, od izloženosti nedostatku vodnih resursa ali i postojećih planova upravljanja. Uz projekcije pojave ekstremnih suša i takva područja će se suočiti sa rizikom od degradacije i smanjenja kvaliteta pružanja ekosistemskih usluga [29]. Zbog toga je neophodno prepoznati i proceniti faktore pomoću kojih će biti moguće kontrolisati opstanak ramsarskih područja i njihovih ekosistema.

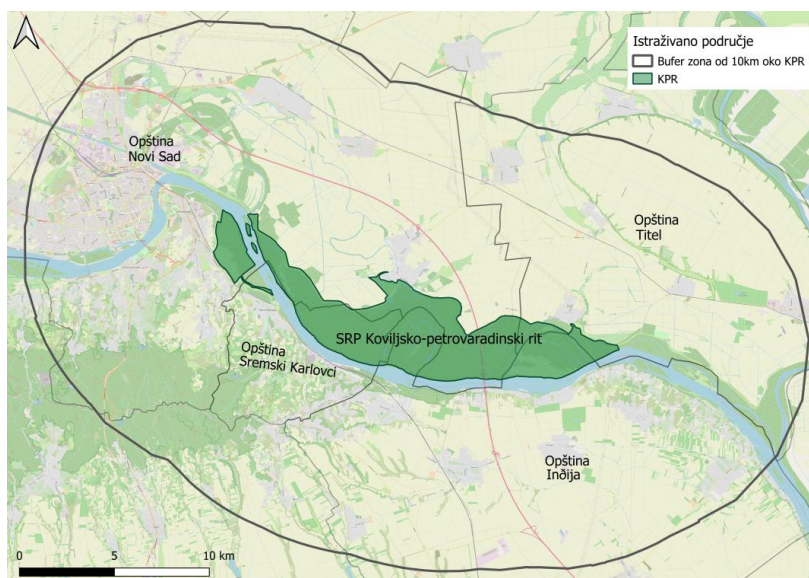
Efektii suše često su geografski heterogeno raspoređeni i zavise ne samo od klimatskih parametara već i od brojnih ekonomskih i socijalnih faktora. Kada je prirodni ciklus kruženja vode narušen, sposobnost vlažnog područja da obezbedi vodu za staništa, lokalno stanovništvo, domaćinstva, osnovne ekosistemske

usluge područja se dovodi u pitanje, a položaj stanovništva se pogoršava [24]. Nesigurna dostupnost vodnim resursima u najvećoj meri utiče na lokalno stanovništvo vlažnih područja, konkretno na siromašne (socijalno marginalizovane), žene, decu i starije ljude što je posebno izraženo u područjima sa niskim prihodima stanovništva gde ovakav način svakodnevnice može doprineti društvenim nemirima i nezadovoljstvu stanovništva.

2.3 Područje istraživanja

Specijalni rezervat prirode Koviljsko-petrovaradinski rit (KPR)

Područje Specijalnog rezervata prirode “Koviljsko-petrovaradinski rit” (KPR) je pod zaštitom države kao Specijalni rezervat prirode, što znači da su u granicama područja striktno zabranjene aktivnosti koje mogu da dovedu do degradacije kvaliteta životne sredine i prirodnog ekosistema. Temeljne vrednosti ovog područja su očuvanost i brojnost zaštićenih i retkih biljnih i životinjskih vrsta. Pored toga, jedinstvene formacije barsko-močvarnih i šumskih ekosistema predstavljaju izuzetne prirodne vrednosti zbog kojih je područje KPR proglašeno za međunarodno značajno stanište za ptice i biljke, nalazi se na spisku zaštićenih područja zavisnih od vode i značajnih za basen reke Dunav, i jedno je od 11 ramsarskih područja Srbije.



Slika 3. Istraživano područje Specijalnog rezervata prirode “Koviljsko-petrovaradinski rit”

Istraživano područje (Slika 3) obuhvata površinu koja se nalazi pod upravom četiri opštine (Novi Sad, Sremski Karlovci, Inđija i Titel), a u okolnim naseljima živi blizu 56 000 ljudi. Zbog indikretnog uticaja okoline kreirana je bufer zona od 10 km oko granica zaštićenog područja koje nije izolovano od antropogenih aktivnosti lokalnog stanovništva.

Na granicama područja, stanovništvo se uglavnom bavi poljoprivredom što predstavlja indirektan pokretač nepovoljnih promena u kvalitetu vode i zemljišta. Takođe, veliki pritisak na kvalitet vodnih resursa područja predstavljaju otpadne vode s obzirom da se neprečišćene otpadne vode grada Novog Sada ispuštaju uzvodno nekoliko kilometara od zaštićenog područja. Na upotrebljivost i kvalitet vodnih resursa područja utiču i otpadne vode iz septičkih jama koje se takođe ispuštaju u drenažne kanale koji se nalaze u blizini granica zaštićenog područja [31].

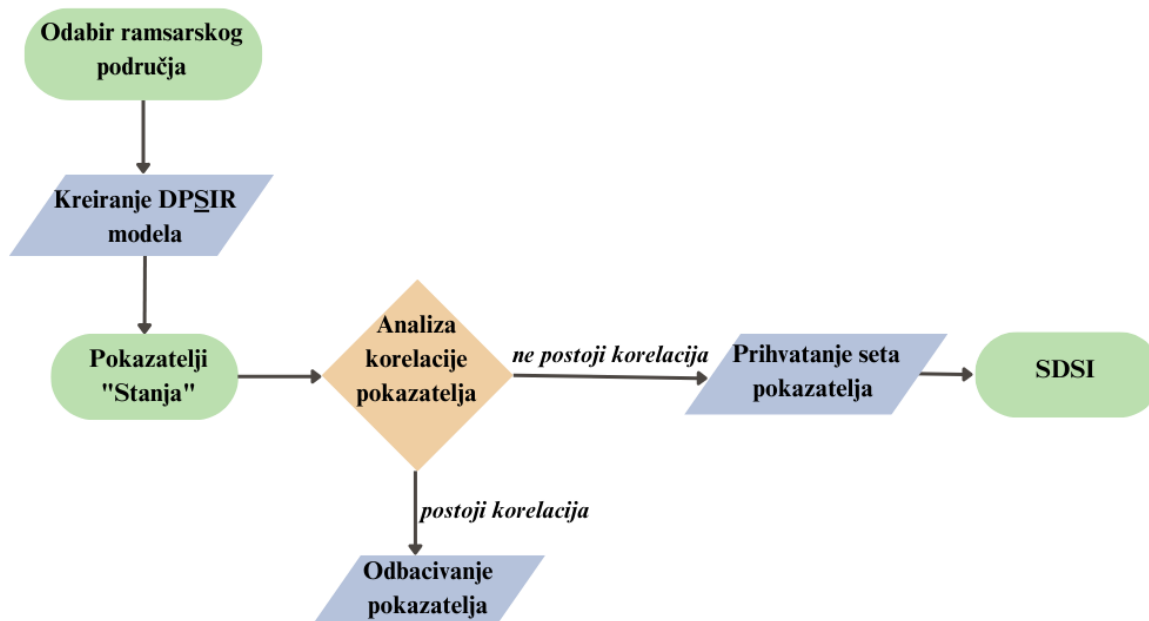
2.4 Prikaz metodologije izračunavanja socijalno-demografskog sub-indeksa ranjivosti na sušu u ramsarskim područjima

Metodologija izračunavanja socijalno-demografskog sub-indeksa ranjivosti na sušu u ramsarskim područjima (SDSI) zasnovana je na radu i metodologiji prikazanoj u [7] gde su autori identifikovali socijalne i ekonomske

indikatore ranjivosti kroz pregled literature i radionice sa zainteresovanim stranama i pomoću statističke formulacije izračunali stepen ranjivosti za svaki set odabranih pokazatelja. U ovom radu izvršena je adaptacija metodologije u delu koji se odnosi na izračunavanje sub-indeksa koji se sastoji od socijalnih i demografskih determinanti (SDSI) (Slika 4) nakon normalizacije podataka i korelacione analize.

Nakon odabira ramsarskog područja koje će biti područje istraživanja, sledi odabir indikatora, odnosno ključnih ekoloških, socijalnih i ekonomskih pokazatelja ranjivosti na sušu primenom DPSIR metodologije. Odabir setova pokazatelja ranjivosti područja na sušu predstavlja iterativni postupak pregleda dostupne naučne literature pri čemu se lista identifikovanih indikatora smanjuje do broja koji na optimalan način predstavlja sve elemente posmatranog prirodnog sistema, odnosno, u ovom slučaju, ramsarskog područja. Indikatori treba da budu odabrani tako da:

- na relevantan način opisuju promene u prirodnom, posmatranom, sistemu pod uticajem suše,
- olakšaju razumevanje, pristup i ublažavanje ranjivosti prirodnih sistema na klimatske promene na praktičan i naučno utemeljen metodološki pristup,
- imaju jednoznačno obeležje, tj. na precizan način su opisani u kontekstu procene ranjivosti ramsarskog područja,



Slika 4. Metodologija primenjena prilikom razvoja SDSI

- povećanje, odnosno smanjenje vrednosti indikatora direktno utiče pozitivno ili negativno na nivo ranjivosti ramsarskog područja,
- je moguće obezbediti podatke visoke prostorne i vremenske rezolucije,
- je moguće izračunati vrednosti svakog od indikatora na osnovu dostupnih podataka (npr. internet besplatne baze podataka, baze podataka nacionalnih i međunarodnih servisa, itd.).

Nakon kreiranja DPSIR modela utvrđuje se set socijalno-demografskih pokazatelja ranjivosti područja na sušu koji pripadaju elementu "Stanja" iz kreiranog modela koji će biti korišćeni za izračunavanje SDSI. Nakon toga, izvršava se statistička analiza korelacije između njih. Izračunavaju se Pirsonovi koeficijenti korelacije koji opisuju meru povezanosti između varijabli gde vrednosti koeficijenta se kreće od +1 (savršena pozitivna korelacija) do -1 (savršena negativna korelacija).

Kako bi se rešio problem podataka koji su izraženi u različitim mernim jedinicama potrebno je izvršiti transformaciju parametara u jedinstvenu bezdimenzionalnu zajedničku mernu skalu normalizacijom podataka koja omogućava da se izvrši smisljena komparacija između odvojenih skupova podataka. Prikazan je metod min-max normalizacije (1) koji transformiše sve vrednosti odabranih setova socijalno-demografskih pokazatelja (x_i) u rasponu od 0 do 1 oduzimanjem minimalne zabeležene vrednosti (x_{min}) i deljenjem opsegom vrednosti pokazatelja (x_{max} i x_{min}).

$$X_{i[0, \dots, 1]} = \frac{x_i - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \quad (1)$$

Prema smernicama [10] niže vrednosti normalizovanih podataka bi trebalo da odražavaju pozitivne uslove u smislu ranjivosti, dok veće vrednosti ukazuju na negativne uslove životne sredine. Shodno tome, veća vrednost SDSI znači veću ranjivost područja, tj., pokazatelji iz grupe socijalnih i demografskih elemenata sa direktnim uticajem imaju jači efekat na ranjivost ramsarskog područja na sušu.

Konačna matematička formulacija za izračunavanje socio-demografskog sub-indeksa izražena je u (2), gde

su sa pozitivnim predznakom označeni pokazatelji koji imaju direktan uticaj na ranjivost područja, a za pokazatelje sa obrnutim efektom pretpostavljeni su negativnim u SDSI. Shodno tome, veća vrednost SDSI ukazuje na veću ranjivost područja.

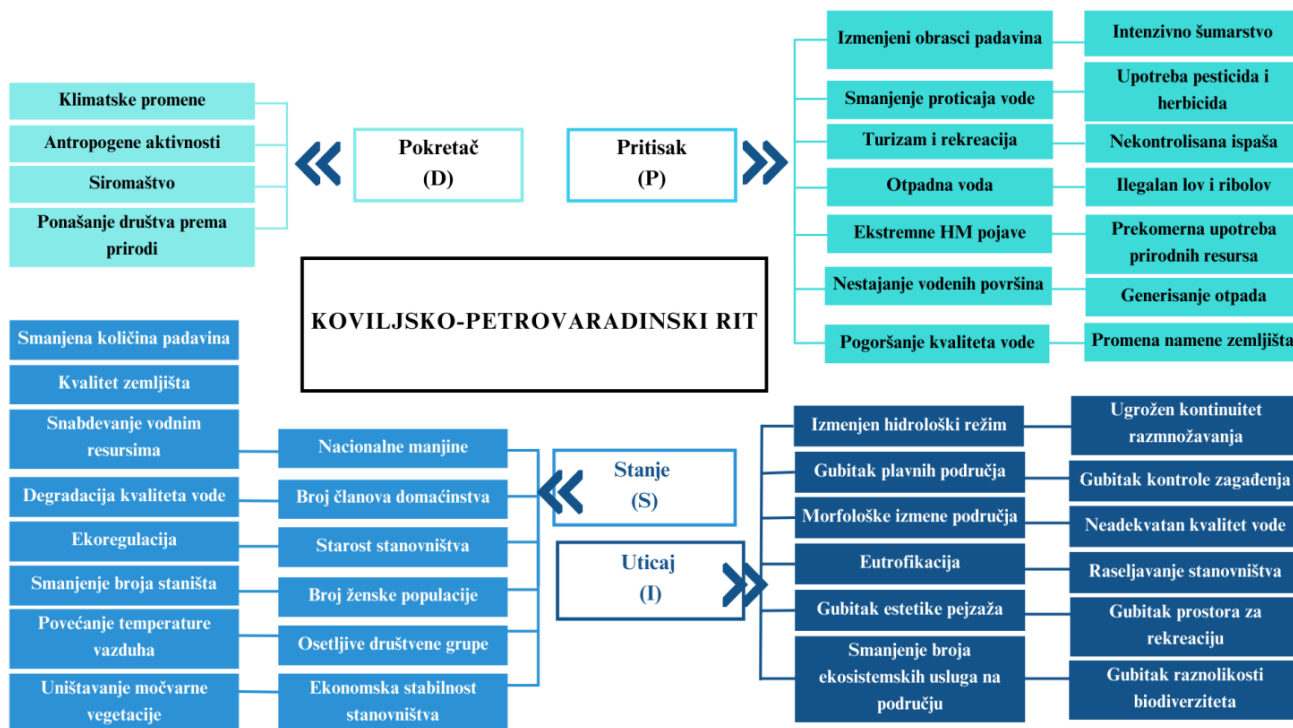
$$SDSI = 50 + 14 * (-ETH - FEM + AGE + AVE + HOM)/5 \quad (2)$$

3. REZULTATI I DISKUSIJA

U radu [36] predstavljen je DPSIR model koji je formiran za istraživano područje KPR i sadrži skup od 39 socijalnih i ekoloških indikatora koji mogu biti korisni pri analizi efekata suše na ranjivost ramsarskog područja. U ovom radu, postojeći DPSIR model proširen je za još nekoliko socijalnih i ekonomskih indikatora, što znači da konačni model (sa indikatorima „Odgovora“) sadrži ukupno 50 indikatora (Slika 5), od toga četiri su pokretači, 14 pritisci, 12 stanja i 12 uticaja.

DPSIR model istraživanog područja objedinjuje i 8 indikatora „Odgovora“ (R). Među prepoznatim akcijama za ublažavanje efekata suše na području KPR su (1) kampanje podizanja svesti lokalnog stanovništva o značaju vlažnih područja, (2) naučna podrška u dugoročnim istraživanjima područja i uspostavljanju monitoring sistema, (3) obnavljanje vlažnih područja i njihovih funkcija, (4) učešće svih zainteresovanih strana u procesima donošenja odluka, (5) promena politike upravljanja područjem kreiranjem strategija očuvanja prirodnih resursa, (6) primena prirodi bliskih rešenja (engl. *Nature-based solutions*), (7) prevencija i kontrola štetnih uticaja invazivnih biljnih i životinjskih vrsta, i (8) poštovanje principa dobre poljoprivredne prakse.

Odabranim Odgovorima moguće je poboljšanje Stanja sistema što u ovom slučaju znači primena relevantnih akcija na različite ekonomske, socijalne i ekološke parametre u cilju smanjenja ranjivosti ramsarskog područja na sušu. Nivo uspešnosti odabranih Odgovora na Stanje sistema može se kvantifikovati (1) direktnim merenjem, npr. klimatskih parametara ili parametara kvaliteta vode, (2) obradom satelitskih snimaka ili rezultata daljinske detekcije, ili (3) statističkom analizom sprovedenih ispitivanja/anketiranja zainteresovanih strana.



Slika 5. DPSIR model za Specijalni rezervat prirode „Koviljsko-petrovaradinski rit“

3.1 Primer izračunavanja socijalno-demografskog sub-indeksa ranjivosti na sušu u KPR

Razumevanje socijalnih pokazatelja je način razumevanja dinamičkih sistema interakcije između ljudi i okoline [9]. Grupi identifikovanih socijalnih indikatora za odabrano ramsarsko područje KPR pripadaju pokazatelji procentualne zastupljenosti nacionalnih manjina (ETH) i ženske populacije (FEM) na lokalnom nivou. Demografski pokazatelj u sub-indeksu se odnose na ljude koji imaju preko 65 godina

(AGE), prosečna starost lokalnog stanovništva (AVE) i broj članova domaćinstva (HOM).

Kao izvor podataka za identifikovane socijalne i demografske pokazatelje (Tabela 1) korišćene su publikacije popisa Republičkog zavoda za statistiku. Analizirani su podaci koji se odnose na period 1991-2022, odnosno, obuhvaćeno je četiri uzastopna popisa 1991., 2002., 2011. i 2022. godine. SDSI izračunati su za navedene godine korišćenjem normalizovanih vrednosti.

Tabela 1. Glavni socio-demografski indikatori

Pokazatelj	Socijalno-demografski sub-indeks	
	Opis	Uticaј na ranjivost područja na sušu
Nacionalna pripadnost (ETH)	Procentualna zastupljenost svih nacionalnih manjina u ukupnom broju stanovnika opštine	Ako ETH ↑ RANJIVOST ↓
Broj ženske populacije (FEM)	Procentualna zastupljenost ženske populacije u ukupnom broju stanovnika opštine	Ako FEM ↑ RANJIVOST ↓
Starosna grupa (AGE)	Procentualna zastupljenost ugroženih starosnih grupa stanovništva	Ako AGE ↑ RANJIVOST ↑
Prosečna starost stanovništva (AVE)	Prosečna starost stanovništva na lokalnom nivou	Ako AVE ↑ RANJIVOST ↑
Broj članova domaćinstva (HOM)	Prosečan broj članova u jednom domaćinstvu	Ako HOM ↑ RANJIVOST ↑

Načini razumevanja problema zaštite životne sredine su kulturno relativni, a uticaj dinamičnih demografskih promena tokom istorije na području Vojvodine upućuju na negovanje tradicionalnih načina života. Vojvodinu čini odlika multikulturalnosti, odnosno više naroda i kultura koje žive zajedno, dele i brinu o prirodnim resursima. Shodno tome, udeo nacionalnih manjina (ETH) ima značajnu ulogu u smanjenju ranjivosti područja i negativan predznak u SDSI s obzirom na visoki nivo ekološke svesti i ekološki aktivizam postojećih stranaka nacionalnih manjina, npr. *Zelená Strana* (slovačka nacionalna manjina), *Европейская партия зеленых* (ruska nacionalna manjina), *Zajedno za Vojvodinu* (rusinska nacionalna manjina), *Demokratski savez Hrvata u Vojvodini* (hrvatska nacionalna manjina), itd. U Tabeli 2, prikazana je procentualna zastupljenost 21 etničkih zajednica u Republici Srbiji čija brojnost prelazi 2000 pripadnika (Albanci, Bošnjaci, Bugari, Bunjevci, Vlasi, Goranci, Jugosloveni, Mađari, Makedonci, Muslimani, Nemci, Romi, Rumuni, Rusi, Rusini, Slovaci, Slovenci, Ukrajinci, Hrvati, Crnogorci i Ostali) u opštinama čija se naselja nalaze na području KPR i čija je prisutnost relevantna za ovo istraživanje. Procentualna zastupljenost nacionalnih manjina u opštinama na čijim se teritorijama nalazi KPR se od 1991. do 2022. značajno smanjuje tokom godina. Pretpostavljeni razlog tome je migracija u države Evropske Unije čije državljanstvo stanovništvo poseduje.

Tabela 2. Procentualna zastupljenost nacionalnih manjina po opštinama KPR

Opština	1991	2002	2011	2022
Novi Sad	34%	18%	13%	11%
Sremski Karlovci	40%	17%	13%	10%
Titel	31%	11%	10%	9%
Indija	18%	11%	9%	7%

Uloga žena u procesima donošenja odluke ima značajnu ulogu s obzirom da se promovisanjem rodne ravnopravnosti postiče i socijalna pravda. Zbog toga, pokazatelj broja ženske populacije (FEM) ima negativan predznak u SDSI jer se uključivanje žena u procese donošenja odluka i u poslove koji se bave planiranjem i upravljanjem područja utiče indirektno na smanjenje ranjivosti područja na sušu. Veći procentualni udeo ženske populacije pretpostavlja veću društvenu odgovornost pa samim tim i manju ugroženost područja od suše. Prema [28] žene i mlađa populacija su aktivne društvene grupe koje najviše mogu da doprinesu smanjenju efekata klimatskih promena. Procentualni udeo ženske populacije od 1991. do 2022. godine prema

rezultatima Popisa stanovništva nije značajno promenjen (Tabela 3).

Tabela 3. Procentualni udeo ženske populacije u ukupnom broju stanovnika po opštinama KPR po godinama popisa

Opština	1991	2002	2011	2022
Novi Sad	53%	53%	53%	53%
Sremski Karlovci	52%	52%	51%	50%
Titel	51%	50%	50%	49%
Indija	51%	49%	51%	51%

Gerontološka starost definiše se za ljude starije od 65. godine života. U radu je izvršena analiza starosti lokalnog stanovništva (Tabela 4), koji su u Popisu grupisani u 5 starosnih struktura: 65-69 godina; 70-74 godina; 75-79 godina; 80-84 godina; 85 i više od 85 godina. Položaj starih ljudi na lokalnom nivou često se smatra zanemarljivim s obzirom da se takva kategorija društva radije bavi ličnim problemima nego društvenim problemima i često nisu obuhvaćeni u procesima donošenja odluka na lokalnom nivou. Stoga je procentualni udeo ljudi starosti preko 65 godina (AGE) u ukupnom broju stanovništva opštine sa pozitivnim predznakom u SDSI, jer status ove društvene grupe na lokalnom nivou i način i ponašanje prema potencijalnim pretnjama po životnu sredinu direktno doprinosi povećanju ranjivosti područja na sušu. Od 1991. godine u opštinama na području KPR se procentualna zastupljenost ljudi starosti preko 65 godina povećava.

Tabela 4. Procentualni udeo ljudi starosti preko 65 godina po opštinama KPR po godinama popisa

Opština	1991	2002	2011	2022
Novi Sad	10%	14%	14%	18%
Sremski Karlovci	11%	15%	17%	24%
Titel	11%	15%	16%	21%
Indija	8%	16%	17%	22%

Četvrti pokazatelj koji ima značajnu ulogu u demografskom smislu je prosečna starost stanovništva (AVE). Mladi, koji mogu biti najveći pokretači promena često izostaju u ruralnim sredinama [23] jer teže životu u urbanim sredinama. S druge strane, mladi ljudi pokazuju i inicijativu za ekološke promene što se ogleda u brojnim građanskim udruženjima i akcijama na lokalnom nivou. Konkretno na području KPR postoje nevladine organizacije poput Pokret Gorana Vojvodine, udruženje građana „Provalija“ (Gardinovci), udruženje građana „Dunav 1245“ (Sremski Karlovci), itd., koji se, između ostalog, bave i podizanjem ekološke svesti

lokalnog stanovništva. Starenje populacije identifikovano je u svim opštinama na čijoj se teritoriji nalazi KPR. Starenje lokalnog stanovništva (Tabela 5) direktno utiče na ranjivost područja zbog gubitka populacije koja može doprineti smanjenju ranjivosti i ima pozitivan predznak u SDSI.

Tabela 5. Prosečna starost stanovništva

Opština	2002	2011	2022
Novi Sad	39	40	40,8
Sremski Karlovci	39,8	42,2	45,3
Titel	38,8	41,2	43,4
Indija	39,7	42,3	44,1

Peta determinanta koja obeležava prosečan broj članova u jednom domaćinstvu je demografski pokazatelj koji direktno utiče na povećanje ranjivosti područja. Veći broj članova domaćinstva (HOM) znači da je više prirodnih resursa, između ostalog i vodnih resursa, potrebno za opstanak i svakodnevni život ovakvih porodica što stvara veći pritisak na životnu sredinu [22]. Zbog toga je indikator HOM pozitivan u SDSI. On direktno može da izrazi uticaj lokalnog stanovništva koji se bave i žive od, npr., poljoprivrede, stočarstva, ribolova i koji stvaraju direktan pritisak na životnu sredinu i prirodne resurse. Prema dostupnim podacima iz Popisa (Tabela 6), od 2002. godine najmanji broj članova domaćinstva je zastupljen u opštini Novi Sad, a najveći na teritoriji opštine Indija.

Tabela 6. Prosečan broj članova domaćinstva po opštinama KPR

Opština	2002	2011	2022
Novi Sad	2,63	2,46	2,20
Sremski Karlovci	2,98	2,89	2,49
Titel	2,92	2,76	2,45
Indija	3,15	3,01	2,65

Pre konačnog izračunavanja sub-indeksa SDSI izvršen je statistički postupak izračunavanja povezanosti odabranih setova podataka kako bi se potencijalno redukovao broj pokazatelja (u slučaju da postoje visokokorelisani setovi podataka). Teorijski gledano, standardizovane vrednosti pokazatelja predstavljaju relativnu meru odstupanja svakog pokazatelja (ETH, FEM, AGE, AVE i HOM) od aritmetičke sredine i izraženo je u delovima standardne devijacije.

U Tabeli 7 prikazane su vrednosti izračunatih Pirsonovih koeficijenata korelacije. Pregled rezultata dobijenih koeficijenata korelacije ukazuje na relativno

visoku korelaciju između pokazatelja koji opisuju procentualni udeo starog stanovništva i prosečne starosti stanovništva. Razni autori daju različita tumačenja jačine korelacije, gde na značajnost dobijenih vrednosti koeficijenta utiče i veličina seta podataka. Pa je tako za male uzorke ($n \leq 30$) vrednost korelacije koje nisu statistički značajne na uobičajenom nivou značajnosti $p < 0,05$ i $p < 0,01$.

Tabela 7. Pirsonovi koeficijenti korelacije

FEM	0,43	-0,42	-0,40	-0,39
0,43	ETH	-0,72	-0,61	0,12
-0,42	-0,72	AGE	0,90**	-0,38
-0,40	-0,61	0,90**	AVE	-0,40
-0,39	0,12	-0,38	-0,40	HOM

**ukazuje na statistički značajnu korelaciju na nivou pouzdanosti od 99%

U ovom slučaju, s obzirom na manji broj dostupnih i obrađenih podataka, usvojen je prag statističke značajnosti $p < 0,01$ pa je pokazatelj prosečna starost stanovništva (AVE), koji nije zabeležen u popisu iz 1991. odbačen u izračunavanju SDSI.

$$SDSI = 50 + 14 * (-ETH - FEM + AGE + HOM)/4 \quad (3)$$

Stoga, konačna formulacija SDSI za ovaj primer je prikazana u (3) a vrednosti sub-indeksa su prikazani u Tabeli 8.

Tabela 8. Socio-demografski sub-indeks za referentne godine 1991., 2002., 2011. i 2022. godinu

SDSI	1991	2002	2011	2022
Novi Sad	45,05	43	43	43
Sremski Karlovci	47,67	48,86	50,87	51,80
Titel	51,91	52,78	52,72	51,56
Indija	50	57	54,67	53,27

Pregled dobijenih rezultata ukazuje da najmanje vrednosti SDSI ima opština Novi Sad i koja se od 1991. godine smanjila sa 45,05 na 43. Opština Novi Sad generalno ima najveći procenat nacionalnih manjina i ženske populacije a od 1991. se smanjuje prosečan broj članova domaćinstva što doprinosi i smanjenju vrednosti SDSI tokom godina. Indikatori koji su u SDSI sa negativnim predznakom i imaju veće vrednosti mogu da umanje vrednost sub-indeksa (slučaj opštine Sremski Karlovci). Najveće vrednosti SDSI (57 tokom 2002. godine, 55 tokom 2011. godine i 53 tokom 2022. godine), odnosno najveća ranjivost identifikuje se na

teritoriji opštine Indija. Ovo može biti posledica većih vrednosti pokazatelja HOM i AGE, jer tokom godina ova opština ima najveći prosečni broj članova domaćinstva koji stvaraju veći pritisak na prirodne resurse a prirodni sistemi su tokom suše ranjiviji pod uticajem socijalnih i demografskih determinanti. Kao što je navedeno u prethodnom delu teksta, veće vrednosti SDSI kvantifikuju veći nivo ranjivosti ramsarskog područja.

4. ZAKLJUČAK

Predložena metodologija izračunavanja ranjivosti ramsarskog područja na sušu zasnovana je na pretpostavci da kvalitetna naučna podloga proizvodi dobre tehnike koje dalje utiču na kreiranje političkih okvira kojima se izrađuju planovi upravljanja područjima. Pregledom prethodnih istraživanja iz oblasti utvrđeno je da nedostaje integrisanje konceptualnih i analitičkih metoda ekoloških, socijalnih i ekonomskih perspektiva kako bi se obezbedilo potpuno razumevanje ranjivosti na klimatski složen fenomen suše.

U radu su predstavljeni svi socijalni indikatori koje je potrebno uključiti u izračunavanje predloženog sub-indeksa ranjivosti na sušu i baziran je na upotrebi socijalnih i demografskih determinanti. Četiri indikatora koji su korišćeni za razvoj SDSI su odabrani na osnovu DPSIR metodologije, pregleda dostupne literature iz oblasti i dodatnom statističkom korelacionom analizom. Vrednosti SDSI za sve četiri opštine na čijim se teritorijama nalazi istraživano ramsarsko područje KPR se od 1991. do 2022. godine kreću u rasponu od 43 (opština Novi Sad) do 57 (opština Indija). Ove vrednosti ukazuju da bolje razvijene opštine (npr. Novi Sad i Sremski Karlovci) manje doprinose ranjivosti područja na sušu zbog viših vrednosti indikatora (FEM, ETH) koji u SDSI imaju negativan predznak, a niže vrednosti indikatora (AGE i HOM) koji direktno utiču na ranjivost i imaju pozitivan predznak. Odnosno, manje vrednosti SDSI ukazuju na sposobnost društvene zajednice da tokom suše smanji dodatni pritisak na ekosistem i okolinu.

Razvojem indeksa autori žele da postignu univerzalnost upotrebe na svakom ramsarskom području, bilo gde u svetu. Ograničenje primene ovakvog pristupa je da odabrani indikatori u nekim slučajevima previše pojednostavljaju složenu realnost, i da vrlo često ne postoji jednostavan način da se takvi indikatori validiraju. Predloženi socijalno-demografski indikatori ranjivosti ramsarskog područja KPR mogu biti prošireni

ili umanjeni kako bi bili relevantni i primenljivi na primerima drugih ramsarskih područja. Ovo se posebno odnosi na socijalne i ekonomske faktore zbog njihove dinamične i političko-geografski zavisne prirode koje je potrebno prilagoditi lokalnim uslovima.

Prikazani rezultati predstavljaju opisne karakteristike ranjivosti ramsarskih područja na suše pod uticajem socijalnih i demografskih determinanti. Agenda daljih istraživanja je pronalaženje načina kako bi se utvrdile granične vrednosti SDSI, odnosno, utvrdio prag (*threshold*) kada je ranjivost područja kritična i rizična a kada ju je moguće staviti pod kontrolu izmenjenim planovima upravljanja. Takođe, predloženi način izračunavanja sub-indeksa ranjivosti na sušu može pronaći primenu u mapiranju tzv. *hot spot*-ova, odnosno lokaliteta gde je ugroženost posmatranog područja na sušu veća.

ZAHVALNICA

Sredstva za realizaciju ovih istraživanja obezbeđena su od strane Ministarstva za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije (ugovor 451-03-47/2023-01/200117).

LITERATURA

- [1] Bourke, M., Wilkinson, M. E., Srdjevic, Z. (2022). Nature-based solutions for flow reduction in catchment headwaters. In *Spatial Flood Risk Management*. Edward Elgar Publishing.
- [2] Bridgewater, P., Kim, R. E. (2021). The Ramsar convention on wetlands at 50. *Nature Ecology & Evolution*, 5(3), 268-270.
- [3] Brooks, N. (2003). Vulnerability, risk and adaptation: A conceptual framework. Tyndall Centre for climate change research working paper, 38(38), 1-16.
- [4] Chakraborty, S. K., Sanyal, P., Ray, R. (2023). Sustainable Management and Conservation Strategies of Wetlands with Special Reference to East Kolkata Wetland, India. In *Wetlands Ecology: Eco-biological uniqueness of a Ramsar site (East Kolkata Wetlands, India)* (pp. 649-677). Cham: Springer International Publishing.
- [5] Chen, Q., Timmermans, J., Wen, W., van Bodegom, P. M. (2023). Ecosystems threatened by intensified drought with divergent vulnerability. *Remote Sensing of Environment*, 289, 113512.

- [6] Colloff, M. J., Lavorel, S., van Kerkhoff, L. E., Wyborn, C. A., Fazey, I., Gorddard, R., ... Degeorges, P. (2017). Transforming conservation science and practice for a postnormal world. *Conservation Biology*, 31(5), 1008-1017.
- [7] Damian, N., Mitrică, B., Mocanu, I., Grigorescu, I., Dumitrașcu, M. (2023). An index-based approach to assess the vulnerability of socio-ecological systems to aridity and drought in the Danube Delta, Romania. *Environmental Development*, 45, 100799.
- [8] Fluet-Chouinard, E., Stocker, B. D., Zhang, Z., Malhotra, A., Melton, J. R., Poulter, B., ... McIntyre, P. B. (2023). Extensive global wetland loss over the past three centuries. *Nature*, 614(7947), 281-286.
- [9] Folke, C. (2006). Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses. *Global environmental change*, 16(3), 253-267.
- [10] Fritzsche, K., Schneiderbauer, S., Bubeck, P., Kienberger, S., Buth, M., Zebisch, M., Kahlenborn, W. (2014). *The Vulnerability Sourcebook: Concept and guidelines for standardised vulnerability assessments*.
- [11] Füssel, H. M. (2007). Vulnerability: A generally applicable conceptual framework for climate change research. *Global environmental change*, 17(2), 155-167.
- [12] Gaget, E., Le Viol, I., Pavón-Jordán, D., Cazalis, V., Kerbirou, C., Jiguet, F., ... Galewski, T. (2020). Assessing the effectiveness of the Ramsar Convention in preserving wintering waterbirds in the Mediterranean. *Biological Conservation*, 243, 108485.
- [13] Gitay, H., Finlayson, C.M., Davidson, N.C. 2011. A Framework for assessing the vulnerability of wetlands to climate change. Ramsar Technical Report No. 5/CBD Technical Series No. 57. Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland & Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, Canada.
- [14] Hatamkhani, A., Moridi, A., Asadzadeh, M. (2022). Water allocation using ecological and agricultural value of water. *Sustainable Production and Consumption*, 33, 49-62.
- [15] Hufschmidt, G. (2011). A comparative analysis of several vulnerability concepts. *Natural hazards*, 58(2), 621-643.
- [16] Jackson, M. C., Loewen, C. J., Vinebrooke, R. D., Chimimba, C. T. (2016). Net effects of multiple stressors in freshwater ecosystems: a meta-analysis. *Global change biology*, 22(1), 180-189.
- [17] Junk, W. J., An, S., Finlayson, C. M., Gopal, B., Květ, J., Mitchell, S. A., ... Robarts, R. D. (2013). Current state of knowledge regarding the world's wetlands and their future under global climate change: a synthesis. *Aquatic sciences*, 75(1), 151-167.
- [18] Laforteza, R., Sanesi, G. (2019). Nature-based solutions: Settling the issue of sustainable urbanization. *Environmental research*, 172, 394-398.
- [19] Let, M., Pal, S. (2023). Socio-ecological well-being perspectives of wetland loss scenario: A review. *Journal of Environmental Management*, 326, 116692.
- [20] Linkov, I., Loney, D., Cormier, S., Satterstrom, F. K., Bridges, T. (2009). Weight-of-evidence evaluation in environmental assessment: Review of qualitative and quantitative approaches. *Science of the Total Environment*, 407(19), 5199-5205.
- [21] Lu, M., Wang, S., Wang, X., Liao, W., Wang, C., Lei, X., Wang, H. (2022). An assessment of temporal and spatial dynamics of regional water resources security in the DPSIR framework in Jiangxi Province, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(6), 3650.
- [22] Marambanyika, T., Mupfiga, U. N., Musasa, T., Ngwenya, K. (2021). Local perceptions on the impact of drought on wetland ecosystem services and associated household livelihood benefits: the case of the Driefontein Ramsar site in Zimbabwe. *Land*, 10(6), 587.
- [23] Milenković, M., Marčetić, A., Jovanović, T. (2022). Stavovi mladih o kvalitetu života u ruralnim sredinama Republike Srbije-poređenje „severjug“. *Akademski pregled*, 1(1), 57-70.
- [24] Mukherjee, S., Sikdar, P. K., Pal, S., & Schütt, B. (2021). Assessment of environmental water security of an Asian deltaic megacity and its peri-urban wetland areas. *Sustainability*, 13(5), 2772.
- [25] Niemeijer, D., de Groot, R. S. (2008). A conceptual framework for selecting environmental indicator sets. *Ecological indicators*, 8(1), 14-25.

- [26] Obubu, J. P., Odong, R., Alamerew, T., Fetahi, T., Mengistou, S. (2022). Application of DPSIR model to identify the drivers and impacts of land use and land cover changes and climate change on land, water, and livelihoods in the L. Kyoga basin: implications for sustainable management. *Environmental Systems Research*, 11(1), 1-21.
- [27] Papathoma-Köhle, M., Schlögl, M., Fuchs, S. (2019). Vulnerability indicators for natural hazards: An innovative selection and weighting approach. *Scientific Reports*, 9(1), 1-14.
- [28] Pörtner, H. O., Roberts, D. C., Adams, H., Adler, C., Aldunce, P., Ali, E., ... Ibrahim, Z. Z. (2022). *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability* (p. 3056). Geneva, Switzerland: IPCC.
- [29] Sandi, S. G., Rodriguez, J. F., Saintilan, N., Wen, L., Kuczera, G., Riccardi, G., & Saco, P. M. (2020). Resilience to drought of dryland wetlands threatened by climate change. *Scientific Reports*, 10(1), 13232.
- [30] Smeets, E., Weterings, R. (1999). *Environmental indicators: Typology and overview*.
- [31] Srdjević Z., Grabić J., Srdjević B., Benka P., Ždero S., Ilić M., Antonić N.: New approach to improve water quality in the Danube region based on the ecosystem services in floodplains: IDES project. *Proceedings of the 3rd International and 15th National Congress Soils for Future under Global Challenges Congress*, 21-24 September 2021, Sokobanja, Serbia, 376-382.
- [32] Srdjevic, Z., Srdjevic, B. (2017). An extension of the sustainability index definition in water resources planning and management. *Water Resources Management*, 31(5), 1695-1712.
- [33] Vargas, J., Paneque, P. (2017). Methodology for the analysis of causes of drought vulnerability on the River Basin scale. *Natural Hazards*, 89(2), 609-621.
- [34] Wilhite, D. A., Svoboda, M. D., Hayes, M. J. (2007). Understanding the complex impacts of drought: A key to enhancing drought mitigation and preparedness. *Water resources management*, 21, 763-774.
- [35] Xi, Y., Peng, S., Ciais, P., Chen, Y. (2021). Future impacts of climate change on inland Ramsar wetlands. *Nature Climate Change*, 11(1), 45-51.
- [36] Ždero, S., Srđević, Z., Srđević, B. (2023). Selecting socio-environmental indicators to understand the effects of drought on Ramsar sites. *Book of Abstract of The 12th International Symposium of Agricultural Sciences*, Trebinje, BiH. 222.

DROUGHT VULNERABILITY ASSESSMENT OF RAMSAR SITES BASED ON SOCIAL AND DEMOGRAPHIC ASPECTS

by

Senka ŽDERO, Zorica SRĐEVIĆ

University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Department of Water Management, Novi Sad

Summary

The effects of climate change as well as anthropogenic activities significantly affect the resilience of protected wetlands - Ramsar sites which represent migratory stations of protected birds. In addition to their ecological benefits, wetlands provide significant support to local populations due to valuable natural resources and income-earning opportunities. Predictions related to climate change, especially for the intensity and frequency of drought, put the focus of the latest research in the world on the vulnerability of Ramsar sites and social capacities to increase resistance to undesirable hydrometeorological effects. To perceive facts properly and better understand the multidimensional phenomenon of drought, the first step is to identify the key social and demographic (SD) indicators of vulnerability to drought, for example, by applying the DPSIR (driver – pressure – state – impact - response) methodology. The following SD indicators were identified to be the most important in the research area of Special Nature Reserve "Koviljsko-petrovaradinski rit": the share of the female population and the share of

national minorities in the total number of the local population, the average age of the local population, the share of people over 65 in the total number of the local population and the average number of household members. The SD sub-index was calculated based on statistically processed data taken from the Census of Population of the Republic of Serbia for the period from 1991 to 2022. The results of the research indicate that the natural systems located in better-developed municipalities in the research area (e.g. Novi Sad and Sremski Karlovci) are less vulnerable to drought. Namely, the values of indicators that in the proposed sub-index have a negative sign (reduce vulnerability to drought) are higher, and the values of indicators that increase vulnerability (have a positive sign) are lower. This means that the territories of these municipalities have a better social capacity to protect the environment during the drought.

Key words: DPSIR methodology, Ramsar site, vulnerability, drought, Koviljsko-petrovaradinski rit