

ODREĐIVANJE VIŠEKRITERIJUMSKI OPTIMALNOG REŠENJA ZA POBOLJŠANJE VODNOG REŽIMA STAROG BEGEJA (SPECIJALNI REZERVAT PRIRODE „CARSKA BARA“)

Laslo GALAMBOŠ¹, Zorica SRĐEVIĆ², Bojan SRĐEVIĆ²

¹Pokrajinski zavod za zaštitu prirode, Novi Sad

²Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Departman za uređenje voda, Novi Sad

REZIME

U radu je prikazano kako se metodom analitički hijerarhijski proces (AHP) može podržati proces višekriterijumskog odlučivanja u oblasti zaštite prirode sa fokusom na određivanje najpogodnijeg rešenja kojim se može poboljšati vodni režim Starog Begeja. Za zaštićeno područje Specijalni rezervat prirode „Carska bara“ vrednovano je nekoliko alternativa rešenja pošto je prethodno problem odlučivanja struktuiran kao hijerarhija sa četiri nivoa. Rešenje sa sistemom kanala Sifon je identifikovano kao optimalno, a dobro dopunsko rešenje je i dotur vode iz kanala Begej. Rešenje sa doturom vode iz reke Tise može biti od interesa, a snabdevanje iz bunara je inferiorno.

Ključne reči: vodni režim, zaštita prirode, višekriterijumsko odlučivanje, Analitički hijerarhijski proces (AHP)

1. UVOD

1.1 O području analize

Begej je najznačajnija leva pritoka reke Tise u Srbiji. Etapnim radovima izvedenim u sklopu hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav (1946-1971) korito Begeja je rekonstruisano duž celog toka i povećani su protočni profili, promenjeni su padovi, izgrađene su nove ustave i rešavano je ušće [20]. Stari Begej je nastao posle radova sprovedenih u periodu od 1971-1974. godine kada je tok reke Begej pregrađen na 15-tom kilometru (kod upravne zgrade ribnjaka "Ečka") i usmereno kroz novo prokopano korito, odnosno kanal. Staro korito Begeja dužine 10 km je odvojeno od glavnog toka i okruženo nasipima i ustavama kojima se kontroliše vodni režim [11].

Glavni izvor snabdevanja vodom Starog Begeja, posle presecanja toka Begeja, jeste voda koja se prilikom izlova upumpavala iz ribnjaka Ečka. Područje Starog Begeja sa Carskom barom i okolnim vlažnim staništima ima dugu istoriju zaštite. Posle revizije prirodnih vrednosti, mera i režima zaštite, kao i utvrđivanja granica postojećeg zaštićenog područja, godine 2011. doneta je Uredba o proglašenju Specijalnog rezervata prirode „Carska bara“.

Vodni režim rezervata je najvećim delom bio uslovljen dinamikom poslova koji su se obavljali na ribnjacima i manjim delom atmosferskim padavinama i uticajem podzemnih voda. Izmenjeni ekološki i hidrološki uslovi usled odsecanja meandra doveli su do postepenog zamuljivanja korita. Kako je voda upumpavana iz ribnjaka sadržavala suspendovane čestice i rastvorene organske materije, tokom 2009. godine u rad je puštena novoizgrađena taložnica koja vrši primarni mehanički tretman ovih voda.

U direktnoj vezi sa tehnologijom proizvodnje na ribnjacima, poboljšanje vodnog režima u Starom Begeju postizano je upumpavanjem vode uglavnom samo jednom godišnje, u jesen prilikom izlova ribe. Počev od 2013. godine prestalo se sa ovim vidom snabdevanja vodom Starog Begeja tako da je u prethodne dve godine vršeno samo sporadično, kao interventna mera.

Uprkos mehaničkom prečišćavanju, voda koja je u prošlosti dovođena u rezervat Carska bara sadržavala je rastvorene organske materije (jedinjenja azota i fosfora) koje su dodatno doprinosile procesima eutrofizacije i zamuljivanja. Da bi se sprečili ili barem usporili ovi procesi, preporučivano je da se radi na promeni postojećeg vodnog režima, odnosno da se utvrdi optimalno rešenje kojim bi se obezbedio vodni režim najslabiji prirodnom, odnosno dinamika plavljenja koja

je najbližnja prirodnom sezonskim variranjima vode u nizijskim rekama kada tokom proleća dolazi do porasta vodostaja u rekama i postepenog razlivanja vode na okolnim plavnim područjima [2].

Izbor rešenja kojim bi se poboljšavao vodni režim Starog Begeja ovde je tretiran kao višekriterijumski optimizacioni zadatak. Postavljen je okvir za individualno odlučivanje o četiri moguća rešenja u odnosu na više merodavnih kriterijuma sa podkriterijumima. Za podršku procesa odlučivanja odabran je naučno relevantan metod, Analitički hijerarhijski proces [13]. Po standardnoj proceduri kojom se ovaj metod primenjuje vrednovani su svi elementi odlučivanja (kriterijumi u odnosu na cilj da se nađe najbolje rešenje; podkriterijumi u odnosu na kriterijume; alternativna rešenja u odnosu na podkriterijume) i sintetizovane sračunate lokalne težine elemenata. Konačni rezultat su težine i rang lista alternativnih rešenja za popravljavanje vodnog režima Starog Begeja. U toku proračuna predviđenih metodom AHP proveravana je konzistentnost donosioca odluka i utvrđeno da je postupak vrednovanja bio dovoljno kvalitetan da se konačni rezultat može tretirati kao optimum u višekriterijumskom smislu, dakle kao najbolje (kompromisno) rešenje u prisustvu delimično ili potpuno konfliktnih kriterijuma i podkriterijuma.

1.2. O donošenju odluka i implikacijama

Donošenje odluka je složen proces koji najčešće sadrži mnogo povezanih i uzajamno zavisnih faktora. Donošenje odluka samo na osnovu ličnog promišljanja ili intuicije čoveka često je nemoguće ili je otežano zato što postoje subjektivna i objektivna ograničenja kao što su znanje o problemu (npr. ekspertiza), prethodno iskustvo (npr. trening i sposobnost razlučivanja važnih i nevažnih aspekata problema), nedovoljna i/ili nepotpuna informacija (npr. odlučivanje u nedostatku merodavnih podataka), itd. Stvari se dalje komplikuju ako se odlučuje u grupi. Grupa može reprezentovati neki profilisani entitet (npr. vlasnici ili akcionari datog sistema), ali može biti sastavljena i od predstavnika više entiteta (npr. vlasnici, sistema, korisnici sistema i operateri sistema) koji najčešće imaju potpuno ili delimično različite i globalne i partikularne interese. U grupama su moguće koalicije, razna podgrupisanja i sl. Grupno odlučivanje u jednostavnijim slučajevima znači razmenu mišljenja i unapređivanje znanja pojedinih učesnika, eksploataciju različitog iskustva učesnika, a često je povezano i sa trasiranjem puta ka konsenzusu [4, 12]. Pri donošenju odluke o izboru najboljeg rešenja obično ima više kriterijuma po kojim treba vrednovati

rešenja, a kriterijumi su međusobno manje ili više konfliktni, postoje tzv. kontrasti, sivi kriterijumi, kvalitativni i kvantitativni kriterijumi itd. Sistemski prilaz zahteva da se donošenje odluka obavi kao proces u kome se na početku pažljivo identifikuju i detaljno opisuju alternativna rešenja, utvrđuje skup kriterijuma po kojima će se alternative porediti, izabira model po kome će se odlučivati i konačno uspostavlja metodološki postupak da se sve navedene etape realizuju do utvrđivanja najboljeg rešenja, optimalnog u višekriterijumskom smislu.

Sistemski pristup je preduslov da se obezbedi veća konzistentnost pri donošenju odluke, bez obzira da li je kontekst odlučivanja individualan ili grupni. Glavni problem je način upoređivanja različitih faktora, tj. prepoznavanje njihovog značaja i uticaja na uslove koji vladaju na terenu, kao i određivanje odnosa između faktora (dominantnost i podređenost). Poznato je da je hijerarhijski strukturirano donošenje odluka posebno pogodno u oblastima upravljanja i inženjeringa kada treba uključiti višestruke ciljeve i rasuđivanja, u većoj ili manjoj meri suprotstavljene. Da bi se očuvala konzistentnost pri donošenju odluka, odnosno sačuvala verodostojnost konačne odluke, ceo proces mora ostati na razumnom nivou složenosti [16] i najčešće moraju biti zadovoljeni određeni standardni kriterijumi pri korišćenju metoda kojima se proces odlučivanja podržava.

2. ANALITIČKI HIJERARHIJSKI PROCES (AHP)

2.1. O metodu

Analitički hijerarhijski proces (AHP) je poznati metod naučne analize scenarija i podrške procesa donošenja odluka za hijerarhijski strukturirane probleme. Metodološki koherentni koraci u AHP-u prate konzistentnost donosioca odluka u vrednovanju elemenata odlučivanja u odnosu na globalni cilj. Ovi elementi su poznati kao kriterijumi, podkriterijumi i alternative. Idejnu postavku AHP dao je Tomas Sati [13]. Metod podrazumeva kreiranje hijerarhije problema kao pripremu scenarija odlučivanja, a zatim vrednovanje u parovima elemenata hijerarhije (ciljeva, kriterijuma i alternativa) u smeru odozgo na dole. Na osnovu semantičkih vrednovanja međusobne značajnosti (dominantnosti) elemenata u datom hijerarhijskom nivou u odnosu na svaki element na višem nivou, prvo se vrši prevođenje semantičkih ocena u numeričke vrednosti sa usvojene skale. Zatim se matematičkim postupkom izračunavaju lokalne težine elemenata na datom nivou hijerarhije u odnosu na sve

elemente u višem nivou. Zbir težina elemenata na svakom nivou jednak je 1, što omogućava donosiocu odluke da prati lokalne rangove elemenata, a u krajnjoj instanci, kada su poznate sve lokalne težine (a pre konačne sinteze), da rangira sve elemente u horizontalnom i vertikalnom smislu. Kada su određene sve lokalne težine elemenata u hijerarhiji, aditivna sinteza težina u smeru na dole dovodi do konačnog rezultata: težina alternativa na poslednjem nivou u odnosu na cilj na prvom nivou hijerarhije.

Primene AHP publikovane su u hiljadama radova, magistratura i doktorata u svetu. U domaćim uslovima do sada su publikovane primene u brojnim oblastima, od kojih su u spisku referenci dati samo neki radovi iz oblasti vodoprivrede, poljoprivrede i šumarstva u kojima su učestvovali i autori iz Grupe za sistemske analize i donošenje odluka Departmana za uređenje voda Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu [1, 3, 8, 10, 14, 15, 17, 18, 19, 21, 23].

2.2 AHP u oblasti zaštite prirode i vodnih resursa

Brojni radovi prikazuju primenu metoda AHP u oblasti zaštite prirode. Dobri primeri su odlučivanje više zainteresovanih strana o nameni vlažnih staništa [22], uključivanja većeg broja korisnika prostora prilikom prioritiziranja problema u životnoj sredini [5], ugrađivanja ciljeva lokalne zajednice prilikom izrade plana upravljanja vlažnim područjima [6] i primene višekriterijumskog odlučivanja pri izradi projekata iz oblasti zaštite životne sredine [9].

Kao posledica razvoja oblasti zaštite prirode, na međunarodnom nivou prepoznatljiv je trend postepenog prelaska sa suštinski pasivnog načina očuvanja prirodnih vrednosti na aktivnu zaštitu prirode [7], što znači da se primenjuju aktivne mere u cilju poboljšanja i očuvanja prirodnih vrednosti. Ovakav stručni pristup je primenjivan i u Srbiji tokom poslednjih 15-ak godina, međutim usvajanjem odgovarajućih zakonskih i podzakonskih akata 2009. godine, ovaj pravac zaštite prirode je u Srbiji dobio i zakonsko utemeljenje.

Navedene promene su uzrokovale da je oblast zaštite prirode u većem stepenu postala multidisciplinarna. Pored biologa i ekologa, u razvoj oblasti i rešavanje problema koje razvoj nosi uključuju se i stručnjaci iz

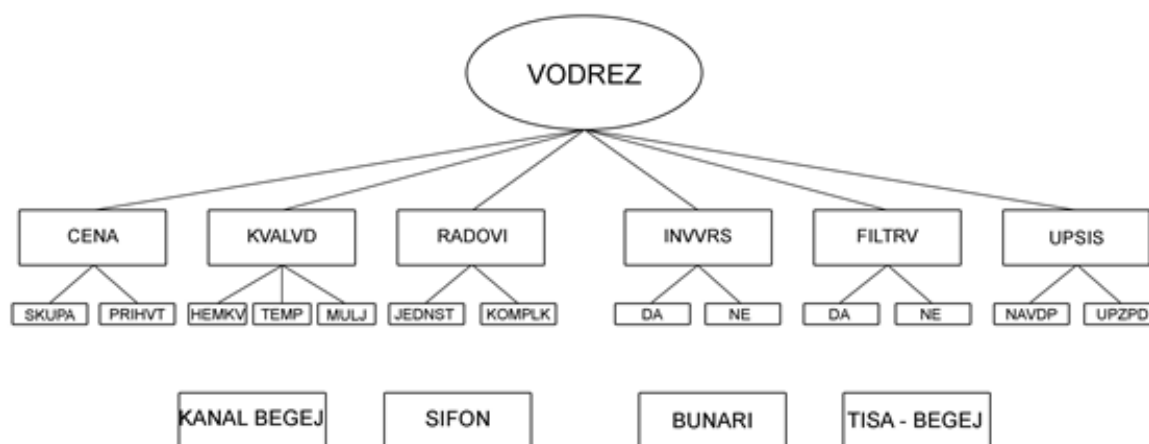
drugih oblasti, kao što su vodoprivreda, poljoprivreda, šumarstvo, prostorno planiranje i dr. Ovakav razvoj je doveo do toga da je često potrebno ostvariti tesnu međusektorsku saradnju, pri čemu je potrebno usaglasiti interese i prioritete ostalih sektora sa interesima zaštite prirode. U slučajevima kada je potrebno doneti individualnu ili grupnu odluku, odrediti prioritete zadatke, napraviti izbor između više rešenja, izvršiti analizu korisnika prostora i zainteresovanih strana, rešenja se sve više traže uz pomoć naučno verifikovanih višekriterijumskih metodologija i metoda za individualnu i grupnu primenu. AHP je u oba domena primene dominantan u odnosu na druge postojeće metode i metodologije o čemu svedoče brojne primene prikazane u naučnoj i stručnoj literaturi. Primena ovog metoda opisana u daljem tekstu ukazuje kako se metod može efikasno upotrebiti u oblasti zaštite prirode sa stanovišta mogućnosti poboljšanja vodnog režima unutar granica jednog zaštićenog područja.

3. VIŠEKRITERIJUMSKA ANALIZA ALTERNATIVA ZA POBOLJŠANJE VODNOG REŽIMA STAROG BEGEJA (SPECIJALNI REZERVAT PRIRODE „CARSKA BARA“)

3.1 Postavka problema

Očuvanje i unapređenje stanja prirodnih vrednosti zaštićenog područja Specijalni rezervat prirode „Carska bara“ postavljeno je kao primarni cilj plana kojim bi se poboljšao vodni režim područja, a posebno režima voda Starog Begeja. Pretpostavka je da su alternativna rešenja ranije definisana i da je pri tome vođeno računa o tome da identifikovana rešenja mogu imati i negativan uticaj na zaštićeno područje, odnosno da ista mogu dovesti do određenog gubitka prirodnih vrednosti zbog kojih je područje i stavljeno pod zaštitu. Ovo je važno jer su za analize i vrednovanje rešenja odabrani kriterijumi i pripadajući podkriterijumi kao primarni faktori koje treba respektovati sa stanovišta uticaja rešenja na zaštićeno prirodno dobro.

Kriterijumi i podkriterijumi, kao i moguća rešenja su postavljani u hijerarhiju kao na slici 1. Na prvom nivou (vrhu) nalazi se cilj: rangirati moguća rešenja za poboljšanje režima voda Starog Begeja sa stanovišta što boljeg očuvanja Specijalnog rezervata prirode „Carska bara“.



Slika 1: Hijerarhija problema odlučivanja

Kriterijumi su oni faktori koji imaju odlučujući uticaj na ostvarivanje cilja i oni se nalaze na drugom nivou hijerarhije. Na trećem nivou su podkriterijumi (podfaktori koji bliže opisuju faktore na gornjem nivou), a na poslednjem, četvrtom nivou su alternativna rešenja problema. Hijerarhija ima ukupno šest kriterijuma sa ukupno 13 podkriterijuma i četiri alternative. Vrednovanja svih elemenata hijerarhije izvršio je jedan donosilac odluka - ekspert u oblasti zaštite prirode sa dobrim poznavanjem vodoprivredne problematike područja.

3.2. Elementi odlučivanja

Alternative

Moguća rešenja za poboljšanje kvaliteta vode u Starom Begeju identifikovana su kao (videti nazive na Slici 1):

KANAL BEGEJ. Snabdevanje bi se vršilo iz vodotoka, od kojeg je predmetno područje nastalo regulacijom prvobitnog toka. Postojeća veza je preko upusne glave na 15-om kilometru Starog Begeja. Prednosti ove alternative su: nisu potrebni obimni radovi na dovođenju vode, osim manje rekonstrukcije postojećeg cevovoda; proces je jednostavan. Nedostaci rešenja su: voda u kanalu Begej je izuzetno lošeg kvaliteta (IV kategorija), sa velikom količinom zagađenja; upuštanje vode mora da bude usklađeno sa vodostajem, da se ne bi ugrozila plovidba na Kanalu Begej; na osnovu dostupnih podataka, postoji veliki rizik od dospevanja alohtonih invazivnih biljnih i životinjskih vrsta, a prvenstveno riba iz Kanala Begej.

SIFON. Voda bi se dovođila iz Tise putem sistema kanala Sifon, koji služi za snabdevanje ribnjaka vodom. Ono predstavlja prsten kanala oko svih ribnjačkih jezera, u koji se voda preko crpne stanice upumpava iz reke Tisa u blizini 16-og rečnog kilometra. Voda zatim teče glavnim kanalom za snabdevanje vodom, sve do crpne stanice, preko koje se u blizini 15-og rečnog kilometra Starog Begeja, upumpava u isti. Prednosti ovog rešenja su: koristi se postojeća infrastruktura; iz vode se istaloži veći deo suspendovanih čestica; organsko opterećenje je malo (obale kanala su obrasle vegetacijom koja ima ulogu biofiltera; hemijski i biološki kvalitet vode se redovno prati (pošto se voda iz istog sistema koristi i za snabdevanje ribnjaka); voda se upumpava na najuzvodnijem delu Starog Begeja simulirajući prirodni rečni tok; snabdevanje vodom je moguće vršiti po potrebi. Nedostaci su: potrebna su finansijska sredstva za korišćenje vode reke Tise; troškovi rada dve crpne stanice; pri veoma niskim vodostajima Tise ne postoji mogućnost zahvatanja vode.

BUNARI. Kopanjem bunara dobile bi se dovoljne količine vode za vodosnabdevanje. Prednosti ovog rešenja su velike količine dostupne vode, jer je područje bogato podzemnim vodama. Prednosti su takođe što je voda mikrobiološki ispravna i što ne postoji opasnost od prodiranja invazivnih vrsta. Nedostaci su: temperatura vode je niska; kvalitet vode se razlikuje od vode u Starom Begeju; radovi su komplikovani i skupi.

TISA-BEGEJ. Voda bi se dovođila preko ustave na četvrtom rečnom kilometru Kanala Begej. Prednosti ovog rešenja su: voda na ovoj deonici Kanala Begej je

zadovoljavajućeg kvaliteta, pošto se stvara uspor toka Kanala Begej i voda Tise nadolazi uzvodno u Kanal; dostupna je veća količina vode. Nedostaci rešenja su: nizvodni ulaz vode uzrokuje uzvodno tečenje i ne postoji protočnost Starog Begeja; ustava na četvrtom kilometru je predviđena samo za ispuštanje vode, a ne i za upuštanje; mogućnost ovog vida snabdevanja zavisi od vodostaja Tise.

Kriterijumi

Imajući u vidu navedene karakteristike alternativa za poboljšanje kvaliteta vode u Starom Begeju, utvrđen je sledeći skup kriterijuma za njihovo vrednovanje (videti nazive na Slici 1):

CENA. Izbor optimalnog rešenja za snabdevanje vodom zavisi od dostupnih finansijskih sredstava. Neophodno je uzeti u obzir količinu sredstava koja su dostupna sektoru zaštite prirode, kao i aktuelno finansijsko stanje u državi koja, kao osnivač zaštićenog područja, može predstavljati izvor celog ili dela finansiranja radova. Potrebno je izabrati rešenje koje će finansijski biti izvodljivo.

KVALITET VODE. Svaka alternativa obezbeđuje vodu različitog biološkog, fizičkog i hemijskog kvaliteta. Pri vrednovanju alternativa potrebno je uzeti u obzir prirodne odlike prostora i u skladu sa tim izabrati rešenje koje će obezbediti vodu odgovarajućeg kvaliteta za dovođenje u Stari Begej.

RADOVI. Za pojedina rešenja već postoje objekti i instalacije preko kojih je moguće snabdevanje vodom. Međutim, za ostala je neophodno izvesti radove na izgradnji objekata koji, u zavisnosti od rešenja, mogu biti jednostavni ali i veoma komplikovani.

INVAZIVNE VRSTE. Na osnovu dostupnih literaturnih podataka, dovođenjem vode u Stari Begej postoji velika verovatnoća prodiranja alohtonih invazivnih vrsta biljaka i životinja koje mogu naneti ozbiljnu štetu prirodnim vrednostima zaštićenog područja „Carska bara“. Izabrano rešenje bi trebalo da maksimalno smanji mogućnost dospevanja ovih vrsta.

FILTRACIJA VODE. Različita rešenja obezbeđuju vodu različitog kvaliteta. Da li će biti potrebno prečišćavanje (fizičko, hemijsko, biološko) vode zavisi od izabranog rešenja. Potrebna je merodavna ocena kvaliteta vode koja bi se dovodila u Stari Begej da bi se odabralo ono rešenje koje neće zahtevati obimne aktivnosti na prečišćavanju, odnosno ono koje bi obezbedilo brzo i jednostavno snabdevanje vodom.

UPRAVLJANJE SISTEMOM. Neophodno je odrediti ko će vršiti kontrolu i upravljanje nad sistemom za snabdevanje vodom. Sa aspekta zaštite prirode, dobro bi bilo da te poslove vrši onaj ko upravlja zaštićenim područjem, ali ukoliko su objekti za vodosnabdevanje u nadležnosti vodoprivrede, kontrolu može preuzeti nadležno vodoprivredno preduzeće, a u saradnji sa upravljačem.

Podkriterijumi

Navedeni kriterijumi sadrže podkriterijume koji treba da olakšaju vrednovanje alternativa. Sledi njihov kratak opis, a grupisanje po kriterijumima dato je na Slici 1.

SKUPA cena. Visoki troškovi predstavljaju jednu od glavnih limitirajućih faktora.

PRIHVATLJIVA cena. Pri izboru prednost dati rešenju čija je cena niža.

HEMIJSKI KVALITET vode. Neophodno je da voda kojom će se vršiti snabdevanje bude dobrog kvaliteta. Pri analizi se ne smeju detektovati teški metali, pesticidi i druge zagađujuće materije.

TEMPERATURA vode. Temperatura vode kojom će se vršiti vodosnabdevanje mora biti slična temperaturi u Starom Begeju. Niža ili viša temperatura dopremljene vode može negativno uticati na živi svet zaštićenog područja.

MULJ. Zamuljivanje korita je najznačajniji ugrožavajući faktor Starog Begeja. Rešenje za dovođenje vode treba da obezbedi vodu koja ne sadrži rastvoreni mulj i čestice peska.

JEDNOSTAVNI radovi. Radovi koje će biti neophodno izvesti treba da budu što jednostavniji da bi se skratilo vreme za realizaciju rešenja za snabdevanje vodom.

KOMPLIKOVANI radovi. Izvođenje komplikovanih radova na sistemu za snabdevanje vodom će otežati i odložiti potrebno snabdevanje vodom.

Invazivne vrste (DA). Dovođenjem vode postoji velika verovatnoća prodiranja alohtonih invazivnih vrsta biljaka i životinja. Potrebno je izabrati rešenje koje će ovu opasnost svesti na minimum ili primeniti mere i aktivnosti koje će eliminisati eventualno prodiranje ovih vrsta.

Invazivne vrste (NE). Izborom pojedinih alternativnih rešenja se potpuno eliminiše opasnost od prodiranja alohtonih invazivnih vrsta što je sa aspekta zaštite prirode najvažnije.

Potrebno je prečišćavanje vode (DA). Pojedina alternativna rešenja nude brzu i dovoljnu količinu dostupne vode. Međutim kvalitet te vode nije obavezno zadovoljavajući, te je pre upuštanja potrebno njeno prečišćavanje. Ovo, međutim, zahteva izgradnju postrojenja za prečišćavanje vode, što utiče i na cenu, obim i izvodljivost potrebnih radova.

Nije potrebno prečišćavanje vode (NE). Određena alternativna rešenja obezbeđuju vodu odgovarajućeg kvaliteta, tako da prečišćavanje (taloženje peska i mulja, odstranjivanje mikroorganizama, itd.) nije potrebno.

Sistem kontroliše NADLEŽNO VDP. Upravljanje sistemom može biti povereno nadležnom vodoprivrednom preduzeću ako su objekti za vodosnabdevanje u nadležnosti preduzeća. Za potrebe rada i kontrole sistema neophodno je pribaviti uslove zaštite prirode, koje propisuje nadležni Zavod za zaštitu prirode.

Sistem kontroliše UPRAVLJAČ ZPD. Sa aspekta zaštite prirode optimalno rešenje bi bilo da upravljanje i kontrolu nad sistemom sprovodi Upravljač zaštićenog područja, uz pribavljene uslove zaštite prirode. U tom slučaju se u najvećoj mogućoj meri pojednostavljuje procedura snabdevanja vodom.

4. REZULTATI

Metodom AHP izvršeno je vrednovanje alternativa opisanih u prethodnom poglavlju sa ciljem da se one rangiraju po kvalitetu u odnosu na potrebu poboljšanja vodnog režima Starog Begeja i kvalitetno upravljanje Specijalnim rezervatom prirode „Carska bara“. Korišćena je standardna skala vrednovanja prikazana u Tabeli 1 [13], a prioritizacija na svim nivoima hijerarhije vršena je poznatim metodom sopstvenih vrednosti. Na svakom nivou hijerarhije praćena je konzistentnost donosioca odluka, a ukupni koeficijent konzistentnosti (za celu hijerarhiju) bio je zadovoljavajući i iznosio je 0,074 što je u granicama tolerancije (preporučeno max 0,100).

Matrica poređenja kriterijuma prikazana je u Tabeli 2, a posle izvršene prioritizacije dobijene su težine kriterijuma date u Tabeli 3.

Prema očekivanju, najveću težinu ima kvalitet voda koje bi se dovodile u Stari Begej, na drugom mestu je potreba sprečavanja prodora invazivnih vrsta, a na trećem potreba za filtracijom vode. Cene rešenja i potrebni radovi su niže rangirani, a na poslednjem mestu je kriterijum upravljanja sistemom. Prva tri rangirana kriterijuma nose težinu od oko 85% što je takođe očekivan rezultat obzirom da je ocenjivanje vršio ekspert za zaštitu prirode.

Tabela 1. Satijeva skala relativnog značaja

Značaj	Definicija	Objašnjenje
1	Isti značaj	Jedan element ima isti značaj kao i drugi.
3	Slaba dominantnost	Jedan element je neznatno favorizovan u odnosu na drugi.
5	Jaka dominantnost	Jedan element je znatno favorizovan u odnosu na drugi.
7	Vrlo jaka dominantnost	Jedan element je izrazito dominantan u odnosu na drugi.
9	Apsolutna dominantnost	Jedan element je apsolutno dominantan u odnosu na drugi.
2,4,6,8	Međuvrednosti	

Tabela 2. Matrica poređenja kriterijuma u odnosu na cilj

	CENA	KVALVD	RADOVI	INVVRS	FILTRV	UPSIS
CENA	1	1/4	2	1/7	1/5	2
KVALVD	4	1	4	1	4	3
RADOVI	1/2	1/4	1	1/7	1/3	2
INVVRS	7	1	7	1	1/2	7
FILTRV	5	1/4	3	2	1	3
UPSIS	1/2	1/3	1/2	1/7	1/3	1

Tabela 3. Težinski koeficijenti kriterijuma u odnosu na cilj

Kriterijum	Oznaka	Težinski koeficijent	Rang
Cena	CENA	0,066	4
Kvalitet vode	KVALVD	0,318	1
Radovi	RADOVI	0,057	5
Invazivne vrste	INVVRS	0,285	2
Filtracija vode	FILTRV	0,226	3
Upravljanje sistemom	UPSIS	0,049	6

Posle svih ostalih vrednovanja u parovima i generisanja matrica analognih matrici iz Tabele 2 (ove matrice su zbog konciznosti izostavljene), izvršene su sve prioritizacije i dobijene lokalne težine podkriterijuma u odnosu na kriterijume i alternativa u odnosu na podkriterijume. Konačnom aditivnom (otežanom) sintezom, kako to definiše AHP, izračunati su, kao finalni rezultat, težinski koeficijenti alternativa u odnosu na cilj.

Rezultat prikazan u Tabeli 4 pokazuje da je najviše rangirana alternativa Sifon, na drugom mestu je Kanal Begej, sledi alternativa Tisa-Begej i najniže rangirana je alternativa Bunari.

Tabela 4. Konačne težine i rangovi alternativa

Alternativa	Težinski koeficijent	Rang
KANAL BEGEJ	0,300	2
SIFON	0,313	1
BUNARI	0,138	4
TISA- BEGEJ	0,250	3

Potencijalnom primenom alternative snabdevanja vodom kroz sistem kanala Sifon moguće je obezbediti simuliranje uslova jednog prirodnog vodotoka u ovom odsečenom meandru. Postojala bi mogućnost upuštanja vode na najuzvodnijoj tački u rano-prolećnom periodu i obezbedio bi se proticaj u koritu, cirkulacija vode i dinamika plavljenja koja je najsličnija prirodnoj. Pošto bi voda prolazila kroz sistem kanala koji služi i za snabdevanje ribnjaka koji proizvodi konzumnju ribu, obezbedila bi se i kontrola hemijskog i biološkog kvaliteta vode.

Upoređivanjem dobijenih težinskih koeficijenata alternativa, primećuje se da alternative koje su rangirane na prva tri mesta u značajnom procentu dominiraju nad poslednje rangiranom koja bi se u daljoj obradi mogla i isključiti kao opcija. Takođe, razlika težina prve dve rangirane alternative je gotovo zanemarljiva (0,013) tako da bi se u realnim uslovima realizacije ova dva

rešenja mogla i kombinovati, pod uslovom da se time ne naruše prirodne vrednosti. Na primer, prilikom povoljnih hidroloških uslova, za izvor snabdevanja vodom koristiti alternativu koja nudi jeftinije rešenje, sa ciljem preraspodele sredstava na drugu alternativu u kasnijem periodu, koja, iako predstavlja skuplje rešenje, ipak obezbeđuje poboljšanje vodnog režima istovremeno sprečavajući narušavanje stanja prirodnih vrednosti.

5. ZAKLJUČAK

Kao doprinos metodologiji odlučivanja u poslovima planiranja upravljanja i opšte brige o zaštićenim područjima, u radu je definisan višekriterijumski problem snabdevanja vodom i isti rešen poznatim metodom višekriterijumske analize i optimizacije, Analitičkim hijerarhijskim procesom (AHP). Pokazano je kako bi se metod mogao primeniti na realan problem odlučivanja o varijantama poboljšanja vodnog režima Starog Begeja u Vojvodini. Imajući u vidu da je sva vrednovanja vršio stručnjak za zaštitu prirode, da su razmatrana tehnička rešenja iz domena vodoprivrede, a da je metod odlučivanja predložen od strane sistem analitičara, koncept multidisciplinarnosti je uspešno primenjen.

Pri postavljanju problema odlučivanja pošlo se od toga da je upravljanje zaštićenim područjem kompleksan zadatak jer Upravljač, osim osnovne zakonske obaveze zaštite i očuvanja temeljnih vrednosti zaštićenog prirodnog dobra, mora sarađivati sa drugim zainteresovanim stranama (npr. korisnicima prostora, vlasnicima imovine i dr.) i uvažavati i njihove interese. Potreba za usklađivanjem aktivnosti sa drugim korisnicima prostora direktno implicira participativne modele odlučivanja i višenivosko organizovanje procesa izbora reprezentativnih interesnih strana, usaglašavanje kriterijuma, definisanje alternativnih rešenja i konačno, ne manje važno, usvajanje metodologije odlučivanja. Nijedan od navedenih aspekata problema nije jednostavan, a naučne diskusije o prednostima i

nedostacima pristupa i metodologija su u određenoj meri kontroverzne, uključujući i osnovno pitanje da li i kako dovesti proces višekriterijumskog odlučivanja do tačke kada će delegirani donosioci odluka imati pred sobom samo dve alternative i odlučivati o njima glasanjem, nekim od elektivnih metoda iz domena društvene teorije odlučivanja.

U ovom radu je proces u gornjem smislu iniciran tako što je na primeru rešavanja jednog problema iz domena povezivanja zaštite prirode i vodoprivrede pokazano kako se može vrednovati nekoliko vodoprivrednih rešenja (poboljšanje vodnog režima u vodotoku Stari Begej) prema različitim faktorima (kriterijumima i podkriterijumima) koje determiniše sektor zaštite životne sredine, tačnije osnovni interesi u oblasti zaštite prirode.

Tretirani su faktori koji objektivno imaju najveći uticaj na zaštićeno prirodno dobro, od mogućeg delimičnog narušavanja, do potpunog uništavanja prirodnih vrednosti dobra. Ovdje je reč o Specijalnom rezervatu prirode „Carska bara“ u Vojvodini, području pod zaštitom države zbog svog izuzetnog značaja za očuvanje prirodnih staništa i biljnih i životinjskih vrsta. Vrednovanja izvršena od strane eksperta u toj oblasti favorizovala su faktore iz domena zaštite prirode, a konačno rangiranje četiri moguća rešenja ima direktne vodoprivredne implikacije. Rangiranje je moglo biti drugačije da su uzeti u obzir i neki drugi kriterijumi (npr. tehnička izvodljivost), ili da je rangiranje vršio vodoprivredni ekspert. Na tom mestu očigledno se otvara prostor za participativnost u odlučivanju i mogućnost da se izloženi pristup podržan metodom AHP dalje razvije tako da uključi i druge zainteresovane strane.

Jedan od daljih pravaca istraživanja ovog i sličnih problema jeste da se višekriterijumsko odlučivanje, poput opisanog u ovom radu, fokusira na identifikaciju nekoliko favorizovanih (u višekriterijumskom smislu) rešenja, a da se u konačnoj fazi odlučivanja primeni neki od modela konsenzusa među zainteresovanim stranama, ili izvrši glasanje nekim od preferentnih ili nepreferentnih metoda, npr. većinskim modelom ili modelom odobrenog glasanja.

ZAHVALNOST

Autori se zahvaljuju Ministarstvu za prosvetu i nauku Republike Srbije koje finansira istraživanja na projektu OI 174003: Teorija i primena Analitičkog hijerarhijskog procesa (AHP) u uslovima rizika i neizvesnosti

(individualni i grupni kontekst), ciklus 2011-2014 i Pokrajinskom Sekretarijatu za nauku i tehnološki razvoj koji finansira istraživanja na projektu: Mrežno modeliranje i evaluacija funkcionalne adaptibilnosti regionalnih vodoprivrednih sistema u Vojvodini, ciklus 2011-2014.

LITERATURA

- [1] Blagojević B, Srđević B, Srđević Z, Lakićević M. (2012): Allocation of budget funds on agricultural loan programs: group consensus decision making in the Provincial Fund for Agricultural Development of Vojvodina Province in Serbia. *Industrija*, 40(3); 57-70
- [2] Budakov Lj, Banjac M, Branković D, Butorac B, Habijan-Mikeš V, Ham I, Kovačev N, Kovačević N, Kuzmanović J, Mikeš B, Pavkov G, Stojić V, Vider V. (1993): Predlog za zaštitu prirodnog dobra “Stari Begej-Carska bara” kao Specijalnog rezervata prirode. Zavod za zaštitu prirode Srbije, odeljenje u Novom Sadu, Novi Sad
- [3] Draginčić J, Srđević Z, Srđević B. (2011): Višekriterijumsko vrednovanje varijanti oblaganja kanala za navodnjavanje, *Letopis naučnih radova Poljoprivrednog fakulteta*, 35(1); 119-126
- [4] Đorđević B. (1995): Neki sociološki fenomeni bitni za proces odlučivanja u vodoprivredi. *Vodoprivreda*, 156-157; 129-136
- [5] Hajkowicz SA. (2008): Supporting multi-stakeholder environmental decisions. *Environmental Management*, 88; 607–614
- [6] Herath G. (2004): Incorporating community objectives in improved wetland management: the use of the analytic hierarchy process. *Environmental Management*, 70; 263–273
- [7] Jancar-Webster B (ed.) (1993): Environmental action in Eastern Europe: Responses to crisis. Armonk, N.Y: M.E. Sharpe, 117
- [8] Jandrić Z, Srđević B. (2000): Analitički hijerarhijski proces kao podrška donošenju odluka u vodoprivredi. *Vodoprivreda*, 186-188; 327-334
- [9] Kiker GA, Bridges TS, Varghese A, Seager TP, Linkov I. (2005): Application of Multicriteria Decision Analysis in Environmental Decision Making. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 1 (2); 95–108

- [10] Lakicevic M, Srdjevic B, Srdjevic Z, Dragincic J. (2012): AHP-Group Decision-making in Distributing Plant species for Landscaping the Riverbanks in Urban Areas. Proceedings of the Fifth International Scientific Conference on Water, Climate and Environment – (BALWOIS) 2012, 28.05-02.06.2012., Ohrid, Republic of Macedonia, Full paper No. 811 in conf. proceedings on CD (Morell M., Ed.)
- [11] Nježić Z, Rosić Z. (2008): Mulj kao efluent iz voda ribnjaka Ečka, izmuljivanje kao mera zaštite Specijalnog rezervata prirode Stari Begej-Carska bara. [članak objavljen na internet stranici], 3. Konferencija o kvalitetu života, Kragujevac, [citirano 25.02.2015.]. Dostupno na: <http://www.cqm.rs/2008/pdf/3/12.pdf>
- [12] Regan HM, Colyvan M, Markovchick-Nicholls L. (2006): A formal model for consensus and negotiation in environmental management. *Journal of Environmental Management*, 80(2); 167–176
- [13] Saaty T L. (2008): *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill
- [14] Srđević B, Jandrić Z, Potkonjak S. (2000): Vrednovanje alternativa korišćenja akumulacije pomoću analitičkog hijerarhijskog procesa. *Vodoprivreda*, 183-185; 237-242
- [15] Srđević B, Medeiros YDP, Srđević Z, Schaer M. (2002): Evaluating management strategies in Paraguacu river basin by analytic hierarchy process. Proc. of IEMSS - Biennial meeting of the International Environmental Modeling and Software Society, Lugano, Switzerland, 1; 42-47
- [16] Srđević Z, Srđević B, Potkonjak S, Zoranović T. (2002): Alokacija zemljišta na biljne kulture u uslovima navodnjavanja i odvodnjavanja: višekriterijumski prilaz pomoću analitičkog hijerarhijskog procesa (AHP). *Tematski zbornik radova Melioracije i poljoprivreda*, 12; 222-239
- [17] Srđević B. (2003): Metodi i rešenja višekriterijumske analize u poljoprivredi. *Agroeconomica*, 32; 307-312
- [18] Srdjevic Z, Bajcetic R, Srdjevic B. (2012): Identifying the criteria set for multicriteria decision making based on SWOT/PESTLE analysis: a case study of reconstructing a water intake structure. *Water Resources Management*, 26(12); 3379-3393
- [19] Srdjevic Z, Srdjevic B. (2014): Modelling Multicriteria Decision Making Process for Sharing Benefits from the Reservoir at Serbia-Romania Border. *Water Resources Management*, 28(12); 4001-4018
- [20] Stojšić V, Galamboš L, Pil N, Kicošev V, Kiš A, Bošnjak T, Stanišić J, Perić R, Banjac M, Kovačev N, Majkić B, Cvijić D, Dobretić V, Delić J, Timotić D, Stojnić N. (2010): Revizija i proširenje granica SRP „Carska bara“ – studija. Pokrajinski zavod za zaštitu prirode, Novi Sad
- [21] Suvočarev K, Srđević Z, Srđević B. (2008): Kombinovanje metoda AHP i TOPSIS u višekriterijumskoj optimizaciji segmentacije mokrih polja. *Tematski zbornik radova Melioracije*, 08; 50-55
- [22] Wattage P, Mardle S. (2005): Stakeholder preferences towards conservation versus development for a wetland in Sri Lanka. *Environmental Management*, 77; 122–132
- [23] Zelenovic-Vasiljevic T, Srdjevic Z, Bajcetic R, Vojinovic-Miloradov M. (2012): GIS and the Analytic Hierarchy Process for regional landfill site selection in transitional countries: a case study from Serbia. *Environmental Management*, 49; 445–458

IDENTIFYING THE OPTIMAL SOLUTION FOR IMPROVING THE WATER REGIME OF STARI BEGEJ (CARSKA BARA SPECIAL NATURE RESERVE) IN MULTICRITERIA SENSE

by

Laslo GALAMBOŠ¹, Zorica SRĐEVIĆ², Bojan SRĐEVIĆ²

¹Institute for Nature Conservation of Vojvodina Province, Novi Sad

²University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Department of Water Management, Novi Sad

E-mails: laslo.galambos@gmail.com; {bojans, srdjevicz}@polj.uns.ac.rs;

Summary

Paper presents results of the application of analytic hierarchy process in solving nature conservation problems related to multiple criteria. We focus here on identifying optimal solution for improving the water regime of Stari Begej River in Vojvodina Province, Serbia. After structuring the decision problem as a four level hierarchy, several alternative solutions within the Special Nature Reserve "Stari Begej-Carska bara" were assessed according to given criteria and sub-criteria. Technical solution that assumes use of the canals system

Sifon is identified as optimal in multicriteria sense. This solution could be combined with water transfer from Begej canal, as well as with a less preferred water transfer from Tisza River. Water supply from wells could be discarded as inferior to other solutions.

Keywords: water regime, nature conservation, multicriteria decision making, Analytic hierarchy process (AHP)

Redigovano 19.11.2015.