

KRITERIJUMI ZA VREDNOVANJE I IZBOR VARIJANTI REGIONALNIH VODOVODNIH SISTEMA

Mr Predrag DRAŽIĆ, dipl. građ. inž.,
JKP «Vodokanal», Sombor

Ideja da se život, a voda je život, upakuje u plastičnu ambalažu i prodaje (u zemljama u kojima postoji vodovod), predstavlja novu kolonizaciju, spektakularno ropstvo kojem je teško odupreti se. Od pakovanja vode do pakovanja vazduha, simbolički, samo je jedan korak, a iza svega stoji mega zarada.

(Mirjana Bobić-Mojsilović, «Blic», 10. 08. 2007.)

REZIME

Regionalni vodovodni sistemi predviđeni su Prostornim planom Republike Srbije i Strategijom vodoprivredne osnove Republike. U radu su razmatrani kriterijumi za vrednovanje varijanti regionalnih vodovodnih sistema. Istaknuto je da odabrani kriterijumi moraju biti u saglasnosti sa ciljevima koji treba da dostigne vodoprivredni sistem, i suočeni sa realnošću, a kriterijumi egzaktno formalizovani. Kod višekriterijumskog ocenjivanja potrebno je primeniti metriku za izbor dopustivog rešenja koje je «najbliže» idealnom rešenju. Takođe je potrebno primeniti «balansirajući faktor» između ukupne koristi i maksimalnog odstupanja od idealne vrednosti po nekom kriterijumu.

Ključne reči: regionalni vodovodni sistemi, varijante, kriterijumi, jednokriterijumska optimizacija, višekriterijumska optimizacija

1. UVOD

Skoro sva naseljena mesta kod nas danas se snabdevaju vodom iz mesnih vodovoda koji nisu međusobno povezani. Ovakvo vodosnabdevanje odlikuje se u mnogim naseljima u izvesnom stepenu ili nedostatkom dovoljnih količina vode ili neodgovajućim kvalitetom vode za piće ili i jedno i drugo. Zašto? Snabdevanje se vrši iz podzemnih ili iz površinskih voda.

Hidrogeološki i hidrološki uslovi su takvi da, ili nema na lokalnom izvoru dovoljnih količina vode, i/ili voda

nema odgovarajući kvalitet, a popravka kvaliteta vode tehnološkim postupcima, ili je nemoguća na zadovoljavajući način, ili je izuzetno skupa.

Ovakvo stanje se ne menja brzo, verovatno iz razloga što je izgradnja mesnih vodovoda jedna faza u razvoju vodovodnih sistema, a do njihovog povezivanja i izgradnje regionalnih vodovodnih sistema nije masovnije dolazilo iz ekonomskih razloga ili otpora prema regionalnim vodovodnim sistemima koji su se javljali. Javni sistemi za vodosnabdevanje vodom za piće imaju prednost u Zakonu o vodama, pri čemu njihov razvoj teži kompatibilnom povezivanju na regionalne sisteme, saglasno Zakonu o prostornom planu Republike Srbije i Strategiji vodoprivredne osnove Republike. Izgradnja Regionalnih sistemi vodosnabdevanja predviđena je u oba dokumenta, dok se lokalna izvorišta zadržavaju tamo gde je to moguće i koriste do racionalnih granica.

2. BAZNI POSTULATI PLANIRANJA REGIONALNIH VODOVODNIH SISTEMA

Bazni postulati planiranja regionalnih vodovodnih sistema (i onih koji se snabdevaju iz površinskih voda i onih koji se snabdevaju iz podzemnih voda) prema [6] su:

- kvalitetna lokalna izvorišta koja su do sada korišćena i dalje se koriste i unapređuju na ekološki valjan način; iz Regionalnog vodovoda se dodaju samo nedostajuće količine vode,
- ne treba koristiti one vode i vodotokove na čiji se kvalitet može delovati izvan granica zemlje, zbog

bezbednosti tih najvitalnijih infrastrukturnih sistema,

- mora se naći rešenje koje omogućava elastično fazni razvoj sistema, bez preinvestiranja koji bi opteretili sistem,
- moraju se ostvariti zahtevi obezbeđenosti izvorišta u pogledu kapaciteta reda 97%,
- regionalni sistem mora da zadovolji kriterijume mehaničke i hidrauličke pouzdanosti,
- regionalni sistem mora da zadovolji uslove pogodnosti za održavanje (investicionog i tekućeg), kao i u slučaju ispada iz pogona,
- sistem mora da bude u saglasnosti sa integralnim korišćenjem i zaštitom voda i sa svim ostalim korisnicima prostora,
- sistem mora dabude usaglašen sa osnovnom strategijom definisanom Vodoprivrednom osnovom Republike Srbije

Razmatrajući projektну dokumentaciju za regionalne sisteme za vodosnabdevanja, u pojedinim slučajevima se uočavaju i varijante regionalnog vodosnabdevanja koje imaju krupne nedostatke. Na primer, nije razmatrana i nije uzeta u obzir mogućnost zaštite regionalnog ili lokalnih izvorišta od zagađenja. Ovo se odnosi, kako na podzemne vode, tako isto i na površinske vode, akumulacije. Takođe se projektovanje vodovodnog sistema vrši i ako je poznato da je kvalitet prirodne vode takav da ni naknadni tretman takve vode nije dovoljan. Često se ovi krupni nedostaci pojedinih varijanti kasnije svrstavaju u kriterijume za ocenu varijanti, sa idejom da će se prilikom rangiranja varijanta lošije oceniti po tom nedostatku. Formirana varijantna rešenja se posle upoređuju po izabranim kriterijumima i vrši se njihovo rangiranje i odabir optimalne varijante za dalje projektovanje ili izgradnju.

Da bi se izbegle ovakve situacije i pristupilo rangiranju varijanti i izboru optimalne, potrebno je da svaka varijanta regionalnog sistema za vodosnabdevanje, kao sistema važnih za život ljudi, bude:

- ispravna, bez suštinskih nedostataka, tj. da može da ispuni postavljene ciljeve,
- istorodna - isti polazni elementi u varijantama (naprimer, ista norma potrošnje za domaćinstva u svim varijantama)
- uporediva – naprimer, efektivnost neke varijante se mora svesti na isti nivo sa drugim varijantama da bi se ocenjivala po nekim specifičnim kriterijumima (efektivnost isporučene količine vode i slično).

Može se desiti da, ako se pažljivo radi u postupku planiranja i projektovanja, a uzimajući u obzir postojeća ograničenja po stanjima i upravljanjima, ostane samo jedna ispravna varijanta, što i nije nemoguće u područjima bez vodnog izobilja, pa se u tom slučaju nema suštinski šta sa čime upoređivati. Ipak, verovatnije je da će se u postupku planiranja i projektovanja uvek formirati više varijanti regionalnih sistema za vodosnabdevanje. Alternativna rešenja mogu biti određena na različite načine. Broj formiranih varijanti nije unapred ograničen ali svaka alternativa treba da se vrednuje po svim usvojenim kriterijumima. Posle formiranja varijanti predstoji složen posao izbora kriterijuma za rangiranje i odabir optimalne varijante.

3. FORMIRANJE KRITERIJUMA ZA VREDNOVANJE VARIJANTI

Kriterijum definiše kvalitet upravljanja i predstavlja meru za poređenje prilikom odabira najbolje varijante. Kriterijum se izražava kriterijumskom funkcijom koja za najbolju varijantu treba da dostigne globalni ekstremum. Poznato je iz literature [2] da se kriterijumi za ocenu vodoprivrednih sistema mogu razvrstati u šest grupa:

- E - ekonomski pokazatelji efektivnosti vodoprivrednih sistema (VS)
- Q - kvantitativni pokazatelji VS - efektivnost (maksimalne količine isporučene vode korisnicima l/s ili m³/s, kvalitet vode i dr.)
- P - pokazatelji probabilističke efektivnosti VS-dopustivi rizik, verovatnoća ostvarenja neke funkcije (sigurnost isporuke vode, stepen ostvarene zaštite od štetnog delovanja vode na izvorište, i dr.)
- T - pokazatelji vremenske efektivnosti VS (brzina izgradnje pojedinih varijanti sistema i sl.),
- V - ocene nemerljivih svojstava VS (pogodnosti etapne izgradnje, svojstva bezbednosti u posebnim uslovima, svojstva vitalnosti sistema)
- I - ocene interakcija VS sa drugim sistemom i sistemskom okolinom (međunarodne implikacije i dr.)

Najčešće se do sada za optimizaciju sistema vršila formalizacija kriterijuma na sledeći način [5]:

Kriterijumi opšteg karaktera

- maksimizacija odnosa dobit B/koštanje C (vrlo čest kriterijum), $B/C \rightarrow \max$
- kriterijum za najveću akumulaciju kapitala, $(B-C) \rightarrow \max$,

- maksimizacija stope efektivnosti SE (povraćaj kapitala)-najveća kamatna stopa koju može da izdrži objekat, $SE \rightarrow \max$,
- minimizacija ukupnih stalnih i pogonskih troškova, $T \rightarrow \min$, uz zahtevanu efektivnost $EF \geq EF^{\text{zaht}}$,
- grupa kriterijuma

(fizički efekti VS : utroš. resursi \rightarrow ekstremum),

upućuje na racionalizaciju upotrebe resursa u uslovima njihove oskudnosti.

Posebni kriterijumi za snabdevanje vodom stanovništva

Pored opštih kriterijuma, za snabdevanje vodom stanovništva mogu se dodati i sledeći kriterijumi:

- cena vode $C_v \rightarrow \min$
- minimizacija cene vode u zavisnosti od vremena (radi otplate kredita) $C_v(t) \rightarrow \min$
- minimizacija jedinične cene (T) vode (W) iz alternativnih sistema $T/W \rightarrow \min$.

Posebni kriterijum za snabdevanje vodom industrije

Pored gore nabrojanih kriterijuma za snabdevanje vodom stanovništva za industriju može se dodati:

- maksimizacija dobiti (d-čist prihod) u odnosu na upotrebljeni resurs W-vodu $d/W \rightarrow \max$

Postoje u primeni i drugi kriterijumi u oblasti vodoprivrednih sistema, koji ovde nisu razmatrani, tj. za navodnjavanje, odbranu od poplava, zaštitu voda od zagađenja, energetiku, kriterijumi vezani za privredni razvoj (brže zaposedanje rečnih dolina od strane vodoprivrede, naprimer) i drugi.

Pored navedenih ekonomskih kriterijuma, ostali kriterijumi iz navedene šestorke su manje upotrebljavani, osim kriterijuma iz grupe Q kvantitativni pokazatelji, koji su se još jedino češće koristili u praksi.

Kriterijum opravdanosti ulaganja radi dobiti - maksimalna profitna stopa, gde je d-čist prihod, I-uložena sredstva (investicije), $d/I \rightarrow \max$, primenjen samostalno kod izgrađenih vodovodnih sistema pokazao se kao loš jer su pojedini vodovodni sistemi u svetu privatizovani, a upravljanje njima (sistemska analiza) vršilo se samo na osnovu ovog kriterijuma. Rezultati su bili porazni, došlo je do pogoršanj kvaliteta isporučene vode, čak dotle da su se pojavili značajni problemi (hidrične bolesti, prekidi u snabdevanju), a cena usluge

vodosnabdevanja bila je dvostruko veća. Radi se o primeni samo jednog kriterijuma uz zanemarivanje ciljeva koje treba da dostigne sistem za snabdevanje vodom.

Kriterijumi se mogu jasno definisati **tek na osnovu određenih ciljeva koje treba da dostigne vodoprivredni sistem**, a izražavaju se dimenzionalno raznorodnim jedinicama: novčane jedinice, verovatnoća, bezdimenzionalne ocene.

U slučaju da se kod regionalnih vodovodnih sistema unapred definiše ista **efektivnost** svih varijanti (isti kvalitet isporučene vode, iste količine isporučene vode iste obezbeđenosti) onda se kriterijumima koji ocenjuju efektivnost ne mora dati značajna uloga, osim kada se varijante jako razlikuju po efektivnosti isporučene vode za industriju, a što onda predstavlja komponentu privrednog razvoja nekog područja, tj povećanje društvenog proizvoda. Različita efektivnost može da proistekne i po različitom obuhvatu prostora i/ili broju korisnika kod varijanti. Onda se varijante mogu ocenjivati po parametrima efektivnosti, ali neki ekonomski kriterijumi se ne mogu primenjivati jer varijante nisu uporedive po tim kriterijumima.

Kako su regionalni sistemi za vodosnabdevanje specifičniji od drugih vodoprivrednih sistema, jer su to sistemi vitalno važni za život ljudi (potrebno je postići visoku obezbeđenost sistema po pitanju dostizanja postavljenih ciljeva kao i po pitanju obazbeđenosti na kvarove i otkaze) moraju se upotrebljavati i kriterijumi koji to vrednuju, a spadaju u grupu **probabilističkih** kriterijuma. Ovi zahtevi se mogu formalizovati kao maksimizacija pouzdanosti P^0 u pogledu ispunjenja ciljne efektivnosti EF^C

$P^0(EF \geq EF^C) \rightarrow \max$ ili $P^0 \geq P_{\min}^0$ u ograničenjima,

kao i maksimizacija pouzdanosti P u pogledu kvarova i otkaza

$P \rightarrow \max$ ili $P \geq P_{\min}$ u ograničenjima.

Socijalni i politički problemi mogu nastati usled **vremenskog** zaostajanja razvoja vodosnabdevanja, pa ovim kriterijumima u savremenom svetu pluralističkog društva mogu imati važnu ulogu pri rangiranju varijanti. Ako se samostalno primenjuje, neke političke partije mogu iz ovoga izvlačiti politički profit.

Nemerljivi kriterijumi mogu biti:

- tehnološke mogućnosti fazne izgradnje,

- vitalnosti sistema (da obavi svoje određene funkcije i pri krupnim poremećajima ključnih elemenata i veza u sistemu)
- pogodnost za dalji nesmetani razvoj posle intervala vremena obuhvaćenog planiranjem,
- osetljivost sistema na moguće antropogene uticaje,
- uticaj sistema na okolinu (čuvanje drugih resursa kao što su prirodne vrednosti-ambijentalne vrednosti prostora, kulturne vrednosti i dr.),
- uticaj sistema na ekološke činioce (flora, fauna i dr.),
- uticaj sistema na sociološke činioce (pozitivni i negativni uticaji),
- kriterijumi vezani za širi društveni interes,
- specifični kriterijumi (izvodljivost projekta po pitanjima topografije i vlasničkih odnosa, naprimer) i drugi.

Svi kriterijumi moraju biti egzaktno formalizovani, a isti moraju biti sučeljeni sa realnošću, tj. potrebno je izabrati one kriterijume koji su realno značajni za konkretne regionalne vodovodne sisteme čija se svojstva ocenjuju. Ukoliko se ne izaberu kriterijumi koji su suočeni sa realnošću neće doći do realnog ocenjivanja niti do izbora regionalnog sistema za vodosnabdevanje suočenog sa realnošću bez obzira na jednostavnost ili složenost primenjenog matematičkog postupka ocenjivanja.

Česta greška koja se pravi jeste bezličnost izabranog kriterijuma u kome se sadrži čak više različito dimenzionalnih kriterijuma, a svrstani su u jedan kriteriju. Primer: definisan je kriterijum «kvalitet i sigurnost sistema snabdevanja vodom», sa definicijom da se pod tim podrazumeva «obezbeđenje dovoljnih količina vode odgovarajućeg propisanog kvaliteta i to sa propisanom obezbeđenošću», a u obrazloženju se kaže da isti kriterijum karakterišu i: «sigurnost sistema u eksploataciji», «elastičnost rešenja», «zavisnost i ugroženost rešenja od nepredviđenih i iznenadnih okolnosti», «razvojne mogućnosti sistema». Ocenjivanje je izvršeno ocenama od 0 (najlošije) do 10 (najbolje). Očigledno je da se radi o više dimenzionalno različitih kriterijuma koji su svrstani u jedan jedinstveni kriterijum koji se ne može jedinstveno ocenjivati. Sama definicija primenjenog kriterijuma predstavlja praktično efektivnost sistema (količinu i kvalitet vode koju treba isporučiti). Inače, radilo se o istoj efektivnosti za sve varijante. Drugi primer: Definisan je kriterijum «prioriteti snabdevanja vodom» sledećim elementima: stepen ugroženosti (naselja po količinama i kvalitetu trenutno raspoložive vode), broj korisnika koji obuhvata

varijanta regionalnog vodosnabdevanja, ekonomska opravdanost varijante, tehnička opravdanost varijante. Ovaj «jedinствeni» kriterijum ocenjivan je ocenama od 0 do 5.

Posle definisanja kriterijuma greške koje se prave su greške pri **ocenjivanju** kod nemerljivih kriterijuma. Iako su nemerljivi, pa se ocenjuju ocenama, ocenjivanje mora biti logično. Da bi se to postiglo potrebno je da svaka ocena bude definisana. Primer: 1 za veliku ekološku pretnju, 2 za umerenu, 3 za malu, 4 ne postoji nikakva ekološka pretnja, 5 pozitivno delovanje sistema na životnu sredinu. Negativan primer: varijanta regionalnog vodosnabdevanja svih naselja iz jednog regionalnog izvorišta i varijanta snabdevanja istih naselja svakog sa svog lokalnog izvorišta, ocenjuje se isto po kriterijumu mogućnosti fazne izgradnje, najvišom ocenom 5.

Pored toga i za kriterijume koji su merljivi primenjuje se ocenjivanje kao i za kriterijume koji nisu merljivi. Primer: sigurnost sistema (na kvarove i otkaze) ocenjuje se ocenama na gore navedeni način iako se radi o verovatnoći, koja se može izračunati.

4. VIŠEKRITERIJUMSKO OCENJIVANJE

Posle odabira realnih i formalizovanih kriterijuma vrši se ocena varijanti. Najčešće su upravljački zadaci u prošlosti, a često i danas, rešavani skalarnom optimizacijom, tj. primenom samo jednog kriterijuma, pri čemu je postojala dilema za koji se kriterijum odlučiti od mnogobrojno dimenzionalno raznorodnih. Po pravilu, to su najčešće bile aditivne kriterijumske funkcije sastavljene od nekoliko funkcija ekonomskog karaktera.

Nakon formiranja kriterijuma može se primeniti postupak jednokriterijumskog ocenjivanja dobijenih varijanti da bi se dobila matrica vrednosti svakog kriterijuma za svaku varijantu (i-tog kriterijuma za j-tu varijantu vodoprivrednog sistema; $i = 1, 2, 3, \dots, n$; $j = 1, 2, 3, \dots, J$) i time izvršila priprema za višekriterijumsku optimizaciju, tj. izbor kompromisnog rešenja. Najbolje je da se vrednovanje po nemerljivim kriterijumima prepusti stručnim licima (naprimer, vrednovanje kriterijuma u vezi sa ekologijom potrebno je da urade eksperti za očuvanje životne sredine i sl.).

U višekriterijumskom ocenjivanju ili kompromisnom programiranju traži se dopustivo rešenje koje je

«najbliže» idealnom rešenju u prostoru kriterijumskih funkcija. Rešenje koje je najbliže idealnom, na osnovu usvojene mere rastojanja, naziva se kompromisno rešenje. Najčešće se kao mera rastojanja od idealne tačke koristi sledeća L_p metrika [9]:

$$L_p(F^*, F) = \left\{ \sum_{i=1}^n (f_i^* - f_i(x))^p \right\}^{1/p}, \quad 1 \leq p \leq \infty$$

Ova metrika predstavlja rastojanje između idealne tačke F^* i tačke $F(x)$ u prostoru kriterijumskih funkcija. Ovde f_i^* predstavlja idealnu vrednost i -te kriterijumske funkcije, n -broj kriterijumskih funkcija, $f_i(x)$ vrednost kriterijumske funkcije za konkretnu varijantu.

Parametar „ p “ ima ulogu „balansirajućeg faktora“ između ukupne koristi, uzimajući u obzir sve izabrane kriterijume, i maksimalnog individualnog odstupanja od idealne vrednosti po nekom kriterijumu. Sa povećanjem vrednosti parametra „ p “ smanjuje se ukupna korist, ali se smanjuje i maksimalno pojedinačno odstupanje od najbolje vrednosti po nekom kriterijumu. Male vrednosti parametra „ p “ koristi se kada grupna korist ima prednost nad pojedinačnim individualnim odstupanjem. Za $p = \infty$ maksimalna pojedinačna odstupanja od najboljih vrednosti su najmanja, uz istovremeno najmanju grupnu korist.

Pored kompromisnog programiranja postoje i druge metode rešavanja zadataka višekriterijumskog rangiranja, kao i iterativno kompromisno rangiranje. One najčešće uključuju i težinske koeficijente w_i kojim se daje različit stepen značajnosti pojedinim kriterijumima, a mogu se uvesti i drugi parametri - v težina strategije zadovoljenja većine kriterijuma, što ovde nije predmet razmatranja. Isključenje subjektivnog faktora u postupku višekriterijumskog rangiranja moguće je samo do izvesne mere pa se zato koriste druge metode koje omogućavaju da se ustanovi uticaj pojedinih parametara. Kompromisno rešenje je predlog, a konačnu odluku donosi donosilac odluke.

5. ZAKLJUČAK

Pri planiranju regionalnih vodovodnih sistema, sistema značajnih za život ljudi, potrebno je držati se **baznih postulata** da bi se dobile ispravne i uporedive varijante. Bez ovoga postoji velika mogućnost promašaja i nema se šta kasnije ocenjivati.

Nakon toga važno je da izabrani kriterijumi budu u skladu sa **ciljevima** sistema za snabdevanje vodom.

Kriterijumi, kao i ceo regionalni sistem za snabdevanje vodom mora biti suočen sa **realnošću**. Neophodno je izabrati one kriterijume, a u zavisnosti od postavljenih ciljeva, koje treba da ostvari regionalni vodovodni sistem koji suočavaju sistem sa realnošću. Takođe kriterijumi moraju biti **jasno definisani i egzaktno formalizovani**. Greške koje se prave su da se kriterijumi izražavaju bezlično, više dimenzionalno raznorodnih kriterijuma svrstava se u jedan, a egzaktna formalizacija kriterijuma izostane (ne zna se šta se pod kriterijumom podrazumeva). Nikakva kasnija matematička formalizacija rangiranja nije u stanju da to ispravi, iako je uložen zanačajan trud, vreme i sredstava u formiranje varijanti regionalnih vodovodnih sistema.

Česta greška koja se pravi je da se ne primenjuju ni najjednostavniji postupci višekriterijumskog rangiranja, već se konačan izbor vrši prostim sabiranjem vrednosti u dobijenoj matrici ocena za razmatrane varijante.

Razmatrajući definisanje i primenu kriterijuma za rangiranje i izbor varijanti regionalnih vodovodnih sistema (i vodoprivrednih sistema uopšte) uočljivo je da je primena ekonomskih kriterijuma do sada bila dominantna. Pored ekonomskih, primenjivali su se i kriterijumi iz oblasti efektivnosti. Ostale grupe kriterijuma manje su se primenjivale. Generalno se može primetiti da u formulisanju i primeni kriterijuma, a naročito kriterijuma sa nemerljivim svojstvima, ima još mnogo mogućnosti za istraživanje.

LITERATURA

- [1] Vodoprivredna osnova Republike Srbije, Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi", Beograd, 2002.
- [2] Đorđević Branislav, *Upravljanje vodama i uređenje voda*, plenarni referat, Drugi kongres o vodama Jugoslavije, knjiga I, Ljubljana 1986.
- [3] Đorđević Branislav, Miloš Baošić, *Neki elementi modela za upravljanje višenamenskim sistemom složene strukture*, referat, Drugi kongres o vodama Jugoslavije, knjiga II, Ljubljana 1986.
- [4] Đorđević Branislav, Boreli Mladen, *Dali su vodoprivredni sistemi i životna sredina zaista u oponenciji?*, referat, Drugi kongres o vodama Jugoslavije, knjiga III, Ljubljana 1986.
- [5] Đorđević Branislav, *Vodoprivredni sistemi*, Naučna knjiga, Beograd, 1991.

- [6] Đorđević Branislav, *Kako ostvariti visoku pouzdanost regionalnog sistema vodosnabdevanja Crnogorskog primorja?*, Vodoprivreda, br. 213-215, st. 129-134, Beograd, 2005.
- [7] Milojević Miloje: *Snabdevanje vodom i kanalisanje naselja*, Građevinski fakultet, Beograd, 1976. god.
- [8] Milojević Miloje: *Zaštita javnih tokova, zemljišta i atmosfere od zagađivanja i sanitarno zakonodavstvo*, Građevinski fakultet, Beograd, 1973.
- [9] Opricović Serafim, *Višekriterijumska optimizacija*, Naučna knjiga, Beograd, 1986.
- [10] Opricović Serafim, *Višekriterijumska rangiranje alternativnih vodoprivrednih rešenja*, referat, II kongres o vodama Jugoslavije, knjiga II, Ljubljana 1986.
- [11] Srđević Bojan, *Nepriistrasna ocena značaja kriterijuma u višekriterijumskoj optimizaciji* Vodoprivreda, br. 213-215, st. 53-58, Beograd, 2005.
- [12] Tomović Sreten, *Višekriterijumska optimizacija lokacija marina na Crnogorskom primorju*, Vodoprivreda, br. 225-227, st. 65-72, Beograd, 2007.

CRITERIA FOR RANKING AND DECISION MAKING ON REGIONAL WATER SUPPLY SYSTEMS

by

Mr Predrag DRAŽIĆ, dipl. građ. inž.
Public Utility Company "Vodokanal", Sombor

Summary

Schemes for regional water supply systems have been outlined in the Urban Space Plan and General Strategy for Water Resources for the Republic of Serbia. This Paper focuses on the criteria for the ranking regional water supply systems, with special attention to the criteria that have to be realistic and precisely formulated. In multi-criteria ranking, it is necessary to apply the correct approach for choosing the acceptable

solutions that come "closest" to the ideal target. Then, it is also necessary to apply a "balancing factor" between the total benefit in accordance with certain criteria and the maximum deviation from the ideal target.

Key words: regional water supply systems, variants, criteria, single criteria analysis, multi criteria analysis

Redigovano 03.12.2007.