

Originalni naučni rad  
Primljen: 08.03.2016.  
Dorađen: 07.06.2016.  
Odobren: 10.06.2016.

## EVALUACIJA INDIKATORA ODRŽIVOSTI ZA DONOŠNJE ODLUKA U RUDARSKIM KOMPANIJAMA

*Proces evaluacije indikatora održivosti sa aspekta njihove važnosti za donošenje odluka u rudarskim kompanijama (Rudarsko-topioničarski basen Bor, RTB) može značajno uticati na stabilan ekonomski rast i razvoj zemlje.*

*Cilj rada je da se implementacijom višekriterijumskog odlučivanja rangiraju indikatori održivosti sa aspekta njihove važnosti. Suština problema je da se smanji subjektivizam pri donošenju odluka u vezi održivog razvoja u rudarskim kompanijama koje su nosioci privrednog razvoja zemlje. U radu je primenjena PROMETHEE metoda za evaluaciju indikatora održivosti. Rangirane su tri alternative (indikatori održivosti) i šest kriterijuma koji utiču na ukupan rezultat procene. Dobijeni rezultat ukazuje menadžerima značaj pojedinih indikatora održivosti i način njihovog tretiranja prilikom planiranja i upravljanja, a u cilju opstanka rudarskih kompanija.*

***Ključne reči:** evaluacija, indikatori održivosti, PROMETHEE, rudarske kompanije.*

---

\* Slavica Miletić, istraživač saradnik, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor  
E-mail: slavica.miletic@irmbor.co.rs

\*\* Prof. dr Džejn Paunković, redovni profesor, Fakultet za menadžment Zaječar, Univerzitet „Džon Nezbit”, E-mail: jane.paunkovic@fmz.edu.rs

\*\*\* Dr Dejan Bogdanović, vanredni profesor, Tehnički fakultet Bor Univerziteta u Beogradu,  
E-mail: dbogdanovic@tf.bor.ac.rs

## 1. Uvod

Pravilno donošenje odluka koje su u funkciji stalnih poboljšanja na polju rada doprinosi poslovnom uspehu održivog poslovanja rudarskih kompanija (RTB-Bor).

Ovaj rad se bavi evaluacijom indikatora održivosti sa aspekta njihove važnosti u procesu donošenja odluka rudarske kompanije (RTB Bor). Rudarsko-topioničarski basen Bor sve više ima problema u procesu globalnog poslovanja jer svetska kriza se polako a neumoljivo širi. Opstanak RTB Bor od rudarske kompanije zahteva da donosioci odluke ili menadžeri donose optimalne odluke korisne za interno i eksterno poslovanje. Optimalne odluke podižu performanse svih rudnika i utiču na svetski ekonomski razvoj. Analize i procene indikatora održivosti su od krucijalnog značaja za donosioca odluke i menadžera, pogotovo kod rudarskih kompanija. Rudarske kompanije na internom i eksternom tržištu moraju konstantno da unapređuju tehnološke procese primenom naučnih metoda. Prilikom planiranja i upravljanja u svim sferama poslovanja mnogi autori su primenjivali višekriterijumsko odlučivanje (Multi-Criteria-Decision-Making-MCDM) pri donošenju strategijskih odluka. Neki od autora su MCDM metode koristili za procenu održivosti svojih država. Održivost je koncept povezan sa produktivnošću i životnom sredinom, čiji je cilj povećanje životnog standarda i smatra se ispravnim na nivou korišćenja prirodnih resursa<sup>1</sup>. Generalno, povezuje ciljeve ekonomskog razvoja, kvaliteta života i socijalne jednakosti stanovništva<sup>2</sup>, drugim rečima predstavlja „trostruku vrednost”<sup>3</sup>.

Implementacijom MCDM metoda kod održivog razvoja ostvaruje se neophodna multidimenzionalnost kod evaluacije održivosti i one zahtevaju razvoj i primenu odgovarajućih tehnika koje su u mogućnosti da izvrše rangiranje višestrukih pokazatelja<sup>4</sup>. Shmelev i Rodriguez-Labajos<sup>5</sup> koristili su MCDM metode u procesu donošenja odluka za procenu održivog razvoja Austrije. Neumayer<sup>6</sup> je pomoću MCDM metoda razmatrao koncepte slabe i jake održivosti.

---

<sup>1</sup> Ciegis Remigijus, Ramanauskiene Jolita, Startiene Grazina, (2009): „Theoretical Reasoning of the Use of Indicators and Indices for Sustainable Development Assessment”. *Engineering Economics*, 3/2009, 33-40.

<sup>2</sup> Rogers P. Peter, Kazi F. Jalal, Boyd A John (2007): „*An Introduction to Sustainable Development*” Illustrated Edition, Earthscan Publications Ltd.

<sup>3</sup> Global Reporting Initiative (GRI), (2006): *Guía para la elaboración de Memorias de Sostenibilidad*, Global Reporting Initiative. Available at: [www.globalreporting.org](http://www.globalreporting.org).

<sup>4</sup> Munda Giuseppe (2005): „ Measuring sustainability: a multi-criterion framework”, *Environment, Development and Sustainability*, 7(1)/2005, pp. 117-134.

<sup>5</sup> Shmelev E. Stanislav, Rodríguez-Labajos Beatriz (2009): „ Dynamic multidimensional assessment of sustainability at the macro level: The case of Austria”. *Ecological Economics*, 68(10)/2009, 2560-2573.

<sup>6</sup> Neumayer Eric (2003): *Weak versus Strong Sustainability: Exploring the Limits of Two Opposing Paradigms*, Cheltenham, UK and Northampton, MA, USA: Edward Elgar.

Višekriterijumske metode su postale veoma popularne za evaluaciju održivosti energetskog sistema jer imaju više-dimenzionalnu primenu u pogledu održivosti<sup>7</sup>.

Veliki broj autora predložilo je definicije višekriterijumskog odlučivanja (MCDM). Na primer, Beltonova i Stewartova<sup>8</sup> definišu MCDM kao „Termin koji se koristi za deskripciju skupa formalnih pristupa koji se oslanjaju na primenu više kriterijuma koji pomažu donosiocu ili donosiocima odluka da iznađu prava rešenja”.

Održivi razvoj je proces u kojem postoji harmonizacija između eksploatacije resursa, pravilnog usmeravanja investicija, orijentacije institucionalnih promena i tehnološkog razvoja u cilju poboljšanja potencijala za zadovoljenje ljudskih potreba i u sadašnjosti i u budućnosti<sup>9</sup>.

Održivi razvoj je moguće meriti pomoću indikatora održivosti<sup>10, 11, 12, 13</sup>. Indikatori su mere uticaja ili efekata koje postavlja organizacija<sup>14</sup> i oni se izražavaju kvantitativno, kvalitativno ili opisno, a takođe i kvantifikacijom glavnih funkcija, koje su izražene na jednostavan način ili pomoću komunikacije<sup>15</sup>. Indikatori imaju veliki uticaj na ekonomski, socijalni i ekološki aspekt rada organizacije.

U Agendi 21, koja je strateški dokument održivog razvoja, ustanovljeno je da su indikatori održivog razvoja neophodni za podršku donosiocima odluka (menadžerima) i onima koji donose zakone<sup>16</sup>.

---

<sup>7</sup> Wang Jiang-Jiang et. al. (2009): „Review on multi-criteria decision analysis aid in sustainable energy decision-making”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(9)/2009, 2263-2278.

<sup>8</sup> Belton Valerie, Stewart Theodor (2002): „*Multiple criteria decision analysis, an integrated approach*”, Kluwer Academic Publishers Massachusetts, US.

<sup>9</sup> Report of The United Nation Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro June (1992).

<sup>10</sup> Rogers P Peter, Kazi F. Jalal, Boyd A Johan, ibid.

<sup>11</sup> McLellan Ben et. al. (2009): „Incorporating sustainable development in the design of mineral processing operations-Review and analysis of current approaches”, *Journal of Cleaner Production*, 17(16)/2009, 1414-1425.

<sup>12</sup> Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2001): „Informe del Seminario Indicadores de Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe”. Available at: [http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/eclac2001sp\\_indicators.pdf](http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/eclac2001sp_indicators.pdf).

<sup>13</sup> Bastante M.J. Cejudo (2006): „Propuesta metodológica para la cuantificación de la ecoeficiencia de los productos industriales a partir de la evaluación del valor funcional y de los impactos económico y ambiental” Tesis Doctoral. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.

<sup>14</sup> Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) (2008): „Norma UNE 22470, Indicadores de gestión minera sostenible”.

<sup>15</sup> Međunarodna organizacija za standard ISO 2006, ISO/TS 21929-1:2006 „Sustainability in building construction – Sustainability indicators -- Part 1: Framework for development of indicators for buildings,,.

<sup>16</sup> Du Plessis Chrisna (2004): „Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries:a discussion document”, *CSIR Building and Construction Technology*.

Indikatori održivosti predstavljaju važan izvor informacija za onoga koji donosi odluku<sup>17, 18</sup>.

Indikatori održivosti precizno operacionalizuju koncept održivog razvoja, tako da oni predstavljaju „precizno izabrane, ciljne i sažete promenljive koje su odraz društvene zainteresovanosti i sredstvo u procesu odlučivanja”<sup>19</sup>.

Za evaluaciju važnosti indikatora održivosti koristi se PROMETHEE metoda. Analizom osetljivosti određuju se kriterijumi koji imaju najveći uticaj na evaluaciju indikatora održivosti.

MCDM metode su razvijene da pomognu u proceni indikatora održivosti sa aspekta njihove važnosti. Evaluacija indikatora održivosti ima za cilj da integriše tri stuba održivosti: socijalni, ekološki i ekonomski i da pokaže krucijalni stub održivosti u procesu planiranja i upravljanja rudarskim kompanijama.

Evaluacijom održivosti rudarskih kompanija u procesu odlučivanja se postiže napredak ka održivom poslovanju kompanije.

## 2. Indikatori održivog razvoja - alternative

Vizija održivog razvoja rudarskih kompanija može se meriti usklađivanjem glavnih indikatora (pokazatelja) održivog razvoja.

Indikatori održivog razvoja su: ekološki, socijalni i ekonomski. Njihov značaj dolazi do izražaja kada se oni harmonizovano uzimaju u obzir prilikom upravljanja održivim razvojem kompanije. Shodno tome, evaluacija indikatora održivosti je važan zadatak za rudarske kompanije. Shmelev<sup>20</sup> je napravio kompozitne indikatore za procenu dinamike održivog razvoja Rusije dok su Floridi i dr.<sup>21</sup> pratili najvažnije kompozitne indikatore za procenu italijanske regije. U cilju poboljšanja razvoja rudarskih kompanija i održivog razvoja potrebno je analizirati indikatore održivosti iz: ekonomske, ekološke i sociološke sfere. Nakon analize tih pokazatelja možemo da utvrdimo da li je razvoj rudarske kompanije izbalansiran i kom pokazatelju nedostaje pažnja. Evaluacijom indikatora odr-

---

<sup>17</sup> The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), (1999): „*Los indicadores ambientales para la agricultura: Volumen 1 conceptos y marcos de la*”, Organización para la Cooperación y el Desarrollo.

<sup>18</sup> Peter P. Rogers, Kazi F. Jalal, John A. Boyd (2007): „Decision support frameworks and metrics for sustainable development of minerals and metals”, *Clean Techn Environ Policy*, 9/2007, 133–145.

<sup>19</sup> Bojković Nataša, Pejčić Tarle Snežana, (2009): „Koncept održivog razvoja: indikatori za operacionalizaciju”, *Tehnika – Saobraćaj*, 56(4), 17-22.

<sup>20</sup> Shmelev E Stanislav (2011): „Dynamic sustainability assessment: The case of Russia in the period of transition (1985–2008)”. *Ecological Economics*, 70(11)/2011, 2039-2049.

<sup>21</sup> Floridi Matteo et.al. (2011): „TAN exercise in composite indicators construction: Assessing the sustainability of Italian regions”. *Ecological Economics*, 70(8)/2011, 1440-1447.

živosti MCDM alatima dobijamo ključni indikator održivog razvoja u procesu planiranja i upravljanja rudarskim kompanijama.

*Ekonomski indikatori (Alternativa 1):* Ekonomski indikatori obuhvataju nove modele obrazovanja i održivog poslovanja savremenih kompanija, radi postizanja konkurentske prednosti kroz optimalno korišćenje i povećanje produktivnosti raspoloživih resursa. Ovo je veoma važno za rudarske kompanije, kako u svetu, tako i u našoj zemlji. Sve to zahteva fundamentalne i stalne promene koje bi u okviru održivog poslovanja donele veliku korist savremenim kompanijama, kao što su: održivo poslovanje, sigurnost i motivacija zaposlenih, zapošljavanje po potrebi, nova održiva obrazovanja, inovativnost na svim nivoima uz stalno poboljšanje životne sredine.

*Ekološki indikatori (Alternativa 2):* Ekološki indikatori se odnose na definisanje stanja životne sredine i to sa aspekta zagađenosti vode i vazduha, kvaliteta vode i vazduha, zaštite zemljišta i okeana, mora i jezera i ugroženosti ekosistema. Rudarske kompanije predstavljaju značajan izvor zagađenja, tako da ovi indikatori imaju veliku ulogu kao izvori informacija prilikom donošenja odluka. Njihov zadatak je da utiču na donošenje odluke na takav način da omoguće smanjenje zagađenosti i uravnoteženost ekosistema. Oni uključuju brigu za očuvanje kvaliteta vode, vazduha i zemljišta, efikasnije korišćenje i ponovnu upotrebu obnovljivih resursa. Na taj način menja se odnos sa životnom sredinom i celokupno poslovanje rudarske kompanije vodi ka održivom razvoju.

*Socijalni indikatori (Alternativa 3):* Socijalni pokazitelji održivog razvoja podrazumevaju pravedno i podjednako zadovoljenje potreba sveobuhvatnog stanovništva.

Optimalne odluke donete uz pomoć socijalnih indikatora u rudarskim kompanijama smanjuju svakodnevne probleme u društvu. Kompanije i društvo su jedan integracioni sistem. Pošto kompanije ne mogu funkcionisati izolovano od okruženja, onda donošenje optimalnih odluka doprinosi celoj društvenoj zajednici. Integrisani sistem menadžmenta zahteva: borbu protiv siromaštva, podjednaku i produktivnu zaposlenost radnog stanovništva, svima dostupne zdravstvene i obrazovne usluge, promenu stečenih potrošačkih navika i socijalnu odgovornost.

Prema Kotleru i Lee<sup>22</sup> socijalna odgovornost kompanije predstavlja opredeljenje kompanija za unapređenje dobrobiti zajednice kroz diskrecionu (dobrovoljnu) poslovnu praksu. Koncept korporativne socijalne odgovornosti predstavlja jedan od ključnih etičkih i moralnih problema kojima je okruženo korporativno odlučivanje i ponašanje. Kao takva, korporativna, socijalna odgovornost može poslužiti kao uspešno marketing-sredstvo za postizanje održive konkurentske prednosti u sadašnjem brzo promenljivom, hiperkonkurentskom okruženju<sup>23</sup>.

<sup>22</sup> Kotler Philip, Lee Nancy (2009): „Društveno odgovorno poslovanje-Suvremena teorija i najbolja praksa” M.E.P. CINSULT d.o.o., Zagreb, 15.

<sup>23</sup> Ljubojević Čedomir, Ljubojević Gordana (2010): „Competitive advantage and social responsibility of a company” *Škola biznisa*, 1/2010, Beograd, 63-72.

U procesu odlučivanja svaki od navedenih indikatora ima određenu ulogu koja se razlikuje od ostalih indikatora održivosti. To znači da oni nemaju jednak uticaj kao izvori informacija prilikom donošenja odluka. Iz tog razloga je neophodno da se izvrši njihovo rangiranje kako bi se dobio njihov redosled ili rang od najvažnijeg indikatora do najmanje važnog sa aspekta donošenja odluka u rudarskim kompanijama. U ovom radu se za rangiranje ovih indikatora koristi PROMETHEE metoda višekriterijumskog odlučivanja. U tom cilju, prvo se definišu kriterijumi za rangiranje indikatora.

### 3. Definisanje kriterijuma za rangiranje indikatora održivosti

Kriterijumi su mere za ocenu alternative sa iste tačke gledišta. Njihov uticaj na donošenje odluke se definiše preko njihovih težinskih koeficijenata. Težinski koeficijent kriterijuma predstavlja meru njegovog uticaja na donošenje odluke, odnosno na rangiranje alternativa. Težinski koeficijenti se određuju na osnovu ekspertskog znanja donosilaca odluke. U daljem tekstu su prikazani kriterijumi i njihovi težinski koeficijenti.

*Kriterijum 1 (C1): Povećanje iskorišćavanja resursa:* Ovaj kriterijum se odnosi na činjenicu da se kod rudarskih kompanija resursi koriste u ogromnim količinama, kao i na održiv prinos resursa prilikom prevelike eksploatacije. Težinski koeficijent ovog kriterijuma iznosi 0,25.

*Kriterijum 2 (C2): Smanjenje i promene potrošačkih navika:* Trošenjem prirodnih resursa postoji mogućnost da oni budu iscrpljeni. Ovaj kriterijum ukazuje upravo na umanjenje zaliha pojedinih prirodnih resursa od kojih zavise rudarske kompanije, kao i na neophodnost promene potrošačkih navika. Shodno tome, težinski koeficijent ovog kriterijuma iznosi 0,10.

*Kriterijum 3 (C3): Očuvanje životne sredine:* Ovaj kriterijum održivosti je veoma bitan da čovečanstvo ostane očuvano. Imajući u vidu da se danas mnogo ne razmišlja o tome kako će očuvanje životne sredine koristiti budućoj generaciji, ovaj kriterijum održivosti je vrlo značajan. S obzirom na to da su rudarske kompanije značajan faktor očuvanja životne sredine, težinski koeficijent ovog kriterijuma iznosi 0,25.

*Kriterijum 4 (C4): Smanjenje problema u društvu:* Kriterijum koji daje stabilnost sveobuhvatnoj društvenoj zajednici. Dakle, ovaj kriterijum ima za cilj da se posle poremećaja nekog sistema ne dogode katastrofalne diskontinualne promene stanja, već da se zadrži stari oblik stanja kompanije koji je održiv i gde postoji uravnoteženost, a sa time se smanjuju i problemi društva. Zbog toga težinski koeficijent ovog kriterijuma iznosi 0,10.

*Kriterijum 5 (C5): Zadovoljenje ljudskih potreba:* Ovaj kriterijum se odnosi na zadovoljenje potreba sadašnje generacije, pri čemu se ne ugrožava zadovoljenje potreba budućoj generaciji. Ovaj kriterijum nam omogućavat zadovoljenje potreba

na optimalni način. On predstavlja značajan faktor za sadašnje generacije koje obavljaju proces odlučivanja. Težinski koeficijent ovog kriterijuma iznosi 0,15.

*Kriterijum 6 (C6): Ekonomski rast i razvoj:* Kriterijum ekonomski rast i razvoj u svojoj koncepciji donosi revolucionarne promene. Rudarske kompanije danas zavise od ekonomskog rasta i razvoja. Sa ekonomskim rastom i razvojem sve više se razvijaju i kvalitativne i kvantitativne metode koje služe za donošenje kvalitetnih odluka upravljačkog sistema. Shodno tome, težinski koeficijent ovog kriterijuma iznosi 0,15.

#### 4. PROMETHEE metoda

Za rangiranje indikatora održivosti sa aspekta njihove važnosti pri donošenju odluka i upravljanja održivim kompanijama primenjena je metoda multikriterijumskog odlučivanja i to PROMETHEE metoda<sup>24</sup>. Kod ove metode je način strukturiranja problema kvalitetniji u odnosu na ostale metode, pri čemu ona omogućava obradu velikog broja podataka i vrši kvantifikovanje kvalitativnih veličina<sup>25</sup>. Takođe, postoji odgovarajući softver (Decision Lab) koji podržava ovu metodu.

Nakon određivanja alternativa koje se rangiraju i kriterijuma za rangiranje vrši se definisanje odgovarajuće funkcije preferencije koja određuje način rangiranja određene alternative u odnosu na drugu. Takođe, PROMETHEE metod prevodi devijaciju između dve uporedne alternative u jedinstven parametar koji se vezuje za stepen preferentnosti. Pri tome, koristi se šest oblika funkcija preferencije (Usual, U – shape; V- shape; Level, Linear, Gaussian). Ove funkcije zavise od praga indiferentnosti (Q) i praga preferentnosti (P). Prag indiferentnosti (Q) je najveća devijacija koja nije važna za donošenje odluke, dok prag preferentnosti (P) predstavlja najmanju devijaciju koja je odlučujuća za donošenje odluke. Gausov prag (s) predstavlja srednju vrednost pragova P i Q<sup>26, 27, 28</sup>.

PROMETHEE metod vrši rangiranje alternativa na bazi vrednosti pozitivnog–ulaznog toka ( $\Phi^+$ ) i negativnog – izlaznog toka ( $\Phi^-$ ) za svaku alternativu prema outranking relacijama i u skladu sa dodeljenim težinskim koeficijentima za svaki kriterijum. Pozitivan tok preferencije pokazuje koliko određena alter-

<sup>24</sup> Visual Decision Inc. (2009): „*Getting Started Guide*”, Decision Lab 2000- Executive Edition, Montreal, Quebec, Canada.

<sup>25</sup> Macharis Cathy et. al. (2004): „PROMETHEE and AHP: The design of operational synergies in multicriteria analysis. Strengthening PROMETHEE with ideas of AHP”, *European Journal of Operational Research*, 153/2004, 307–317.

<sup>26</sup> Brans Jean-Pierre (1982): „*L'ingénierie de la décision; Elaboration d'instruments d'aide à la décision. La méthode PROMETHEE*”. Presses de l'Université Laval, Québec, Canada, 183–213.

<sup>27</sup> Jean-Pierre, Mareschal Bertrand, Vincke Philippe (1984): „PROMETHEE: A new family of outranking methods in multi-criteria analysis”, *Operational Research, IFORS 84*, 477-490.

<sup>28</sup> Brans Jean-Pierre, Vincke Philippe (1985): „PROMETHEE, a new family of outranking methods in MCDM”, *Management Science*, 31, 647–656.

nativa dominira u odnosu na ostale alternative. Što je veća vrednost pozitivnog toka određene alternative, ona je značajnija. Negativan tok preferencije pokazuje koliko je određena alternativa preferirana od strane ostalih alternativa. Što je manja vrednost negativnog toka određene alternative, ona je značajnija. Konačno rangiranje alternativa vrši se na bazi vrednosti NetFlow ( $\Phi$ ), koja predstavlja razliku između pozitivnog i negativnog toka preferencije. Alternativa koja ima najveću vrednost NetFlow-a je najbolja alternativa i tako redom<sup>29, 30, 31</sup>.

## 5. Rezultati rangiranja indikatora održivosti

Kao što je rečeno, u ovom radu su rangirane tri alternative, odnosno tri vrste indikatora održivosti na bazi šest kriterijuma. Oni imaju odgovarajuće težinske koeficijente koji određuju stepen njihovog uticaja na rezultat rangiranja. Pošto svi kriterijumi imaju kvalitativnu ili neizvesnu strukturu koja se ne može precizno odrediti i izmeriti, formira se kvalitativna skala koja ima pet nivoa. U tabeli 1. je navedena kvalitativna skala, kao i odgovarajuće numeričke vrednosti za svaku kvalitativnu ocenu. Koristeći kvalitativnu skalu u rasponu od 1 do 5, dobija se kvantifikovana matrica odlučivanja (tabela 2.).

**Tabela 1.** Kvalitativna skala

Kvalitativne vrednosti	Vrlo slabo	Slabo	Srednje	Visoko	Vrlo visoko
Numeričke vrednosti	1	2	3	4	5

S obzirom na to da su podaci u tabeli 2. kvalitativnog karaktera, za funkciju preferencije odabrana je level funkcija, za sve definisane kriterijume.

Za ovako definisane alternative i kriterijume izvršeno je PROMETHEE rangiranje uz pomoć softverskog paketa Decision Lab 2000. Na osnovu podataka u tabelama 1. i 2. dobijene su vrednosti pozitivnih ( $\Phi^+$ ) i negativnih ( $\Phi^-$ ) tokova, prikazanih u tabeli 3.

PROMETHEE II je izvršio kompletno rangiranje indikatora održivosti od najvažnijeg do najmanje važnog uzimajući u obzir data ograničenja, odnosno kriterijume (Slika 1). Najvažniji indikatori održivosti, kao izvori informacija pri donošenju odluka u rudarskim kompanijama, jesu ekonomski indikatori, zatim slede ekološki i na kraju su socijalni indikatori.

<sup>29</sup> Brans Jean-Pierre, Mareschal Bertrand, (1994): „The PROMCALC and GAIA decision support system for MCD”, Decision Support Syst., 12/1994, 297–310.

<sup>30</sup> Albadvi Amir, Chaharsooghi S Kamal, . Esfahanipour Akbar. (2007): „Decision making in stock trading: An application of PROMETHEE”, *European Journal of Operational Research*, 177(2)/2007, 673-683.

<sup>31</sup> Anand Gurumurthy, Kodali Rambabu (2008): „Selection of lean manufacturing systems using the PROMETHEE”, *Journal of Modelling in Management* 3(1)/2008, 40-70.



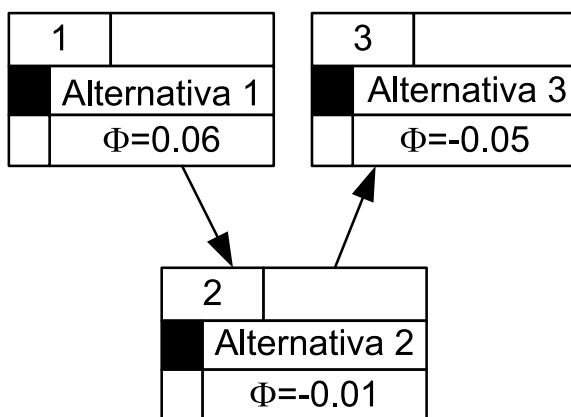
**Tabela 2.** Kvalitativna skala odlučivanja kod RROMETHEE metode

Alternative	Kriterijum 1 (C1)	Kriterijum 2 (C2)	Kriterijum 3 (C3)	Kriterijum 4 (C4)	Kriterijum 5 (C5)	Kriterijum 6 (C6)
Težinski koeficijenti	0,25	0,10	0,25	0,10	0,15	0,15
	Max	Max	Max	Max	Max	Max
Funkcija preferencije	Level	Level	Level	Level	Level	Level
Alternativa A1	5	4	3	3	3	4
Alternativa A2	2	2	5	2	3	4
Alternativa A3	3	4	3	5	4	4

**Tabela 3.** Mrežni tokovi preferencija

Alternative	$\Phi^+$	$\Phi^-$	$\Phi$
Ekonomski indikatori (Alternativa1)	0.1500	0.0875	0.0625
Ekološki indikatori (Alternativa 2)	0.1250	0.1375	-0.0125
Socijalni indikatori ( Alternativa 3)	0.0750	0.1250	-0.0500

**Slika 1.** PROMETHEE II kompletno rangiranje alternativa



## 6. Analiza dobijenih rezultata

Kod analize konačnog ranga alternativa (indikatora održivosti) polazi se od najvažnijih indikatora. To je alternativa A1 (ekonomski indikator). Razlog je u tome što su ovi indikatori od suštinskog značaja ne samo za opstanak rudarskih kompanija, već podrazumevaju i poslovanje na novim, savremenim osnovama. Oni obuhvataju nove modele održivog poslovanja, optimalno korišćenje i povećanje produktivnosti raspoloživih resursa, sprovođenje stalnih promena u cilju uspostavljanja modela održivog poslovanja, sigurnosti i motivaciju zaposlenih, zapošljavanje po potrebi, nova održiva obrazovanja, inovativnost na svim nivoima uz stalno poboljšanje životne sredine i dr. Drugim rečima, ekonomski indikatori su osnova rada kompanije i realizacije ostalih indikatora održivosti. Ukoliko kompanije ne razmatraju ekonomske indikatore kao najvažnije prilikom donošenja odluka, one polako gube korak sa konkurencijom i na kraju propadaju.

Na drugom mestu po rangiranju se nalazi alternativa A2 (ekološki indikator). Ovi indikatori su takođe veoma važni za donošenje odluka u rudarskim kompanijama jer se odnose na važne parametre poslovanja i rada kompanija. Ti parametri podrazumevaju definisanje stanja životne sredine i to sa aspekta zagađenosti vode i vazduha, zaštite zemljišta i ugroženosti ekosistema. Pošto rudarske kompanije predstavljaju veliki izvor zagađenja, ekološki indikatori imaju veliki uticaj na donošenje odluka. Njihovo razmatranje može u velikoj meri da utiče na proces rada rudarskih kompanija, čime se smanjuje zagađenost, uravnotežuje ekosistem i stvaraju uslovi da celokupno poslovanje rudarskih kompanija bude zasnovano na održivom razvoju. Neuvažavanje ekoloških indikatora takođe može u velikoj meri da ugrozi kompanije.

Na trećem i poslednjem mestu je alternativa A3 (socijalni indikator). Ovi indikatori su na poslednjem mestu i zbog toga što predstavljaju nadogradnju prve dve vrste indikatora, odnosno oni mogu da se realizuju tek onda kada su prethodni indikatori postali funkcionalni. Oni obuhvataju širi aspekt poslovanja rudarskih kompanija kao što je uspostavljanje socijalne odgovornosti kompanija, pravedno i podjednako zadovoljenje potreba sveobuhvatnog stanovništva, jer su kompanije i društvo jedan integracioni sistem. Ukoliko rudarske kompanije ne razmatraju ovu komponentu prilikom donošenja odluka, to znači da ne uvažavaju socijalnu odgovornost i okruženje u kome rade, što im dugoročno može naneti veliku štetu.

## **Zaključak**

U ovom radu je primenjena višekriterijumska metoda za rangiranje indikatora održivosti. Indikatori održivosti predstavljaju značajan izvor informacija prilikom donošenja odluka u rudarskim kompanijama i mogu u velikoj meri da pomognu ovim kompanijama kako bi bile uspešnije, savremenije i održive. Analizirana su tri indikatora održivosti – ekonomski indikatori (alternativa A1), ekološki indikatori (alternativa A2) i socijalni indikatori (alternativa A3). Takođe, razmatrano je šest kriterijuma za rangiranje – povećanje iskorišćavanja resursa (kriterijum C1), smanjenje i promene potrošačkih navika (kriterijum C2), očuvanje životne sredine (kriterijum C3), smanjenje problema u društvu (kriterijum C4), zadovoljenje ljudskih potreba (kriterijum C5) i ekonomski rast i razvoj (kriterijum C6).

Indikatori održivosti rudarskih kompanija rangorani su pomoću PROMETHEE metode za višekriterijumsko odlučivanje. Pri tome, prvo su određeni težinski koeficijenti kriterijuma za rangiranje, a onda ocenjeni indikatori održivosti i njihovo kompletno rangiranje.

Na osnovu rezultata dobijenih PROMETHEE metodom, određeni su najvažniji indikatori održivosti za donošenje odluka, a to je alternativa A1 (ekonomski indikatori). Najuticajniji kriterijumi za kompletno rangiranje indikatora održivosti su kriterijumi C1 (povećanje iskorišćavanja resursa) i C3 (očuvanje životne sredine).

### Literatura

- Asociación Española de Normalización y Certificación AENOR (2008): Norma UNE 22470. „Indicadores de gestión minera sostenible”.
- Anand Gurumurthy, Kodali Rambabu (2008): „Selection of lean manufacturing systems using the PROMETHEE”, *Journal of Modelling in Management* 3(1)/2008, 40-70.
- Albadvi Amir, Chaharsooghi S Kamal, Esfahanipour Akbar (2007): „Decision making in stock trading: An application of PROMETHEE”, *European Journal of Operational Research*, 177(2)/2007, 673-683.
- Bastante M.J. Cejudo (2006): „Propuesta metodológica para la cuantificación de la ecoeficiencia de los productos industriales a partir de la evaluación del valor funcional y de los impactos económico y ambiental”. Tesis Doctoral. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Belton Valerie, Stewart Theodor (2002): „Multiple criteria decision analysis, an integrated approach”, Kluwer Academic Publishers Massachusetts, US.
- Bojković Nataša, Pejčić Tarle Snežana (2009): „Koncept održivog razvoja: indikatori za operacionalizaciju”, *Tehnika – Saobraćaj*, 56(4)/2009, 17-22.
- Brans Jean-Pierre (1982): „L'ingénierie de la décision; Elaboration d'instruments d'aide à la décision. La méthode PROMETHEE”. Presses de l'Université Laval, Québec, Canada, 183–213.
- Brans Jean-Pierre, Mareschal Bertrand, Vincke Philippe (1984): „PROMETHEE: A new family of outranking methods in multi-criteria analysis”, *Operational Research, IFORS* 84, 477-490.
- Brans Jean-Pierre, Vincke Philippe (1985): „PROMETHEE, a new family of outranking methods in MCDM”, *Management Science*, 31(16)/1985, 647–656.
- Brans Jean-Pierre, Mareschal Bertrand (1994): „The PROMCALC and GAIA decision support system for MCDA”, *Decision Support Syst.*, 12/1994, 297–310.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2001): „Informe del Seminario Indicadores de Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe”. Available at: [http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/eclac2001sp\\_indicators.pdf](http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/eclac2001sp_indicators.pdf)
- Ciegis Remigijus, Ramanauskiene Jolita, Startiene Grazina, (2009): „Theoretical Reasoning of the Use of Indicators and Indices for Sustainable Development Assessment”. *Engineering Economics*, 3/2009, 33-40.
- Du Plessis Chrisna (2004): „Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries: a discussion document”, *CSIR Building and Construction Technology*.
- Floridi Matteo et.al.(2011): „TAAn exercise in composite indicators construction: Assessing the sustainability of Italian regions”. *Ecological Economics*, 70(8)/2011, 1440-1447.

- Global Reporting Initiative (GRI) (2006): „Guía para la elaboración de Memorias de Sostenibilidad”, Available at: [www.globalreporting.org](http://www.globalreporting.org).
- Kotler Philip, Lee Nancy (2009): „Društveno odgovorno poslovanje-Suvremena teorija i najbolja praksa” M.E.P. CINSULT d.o.o., Zagreb, 15.
- Ljubojević Čedomir, Ljubojević Gordana (2010): „Competitive advantage and social responsibility of a company”, *Škola biznisa*, 1/2010, Beograd, 63-72.
- Macharis Cathy et. al. (2004): „PROMETHEE and AHP: The design of operational synergies in multicriteria analysis. Strengthening PROMETHEE with ideas of AHP”, *European Journal of Operational Research*, 153/2004, 307–317.
- Međunarodna organizacija za standard ISO 2006. ISO/TS 21929-1:2006, (2006): „Sustainability in building construction–Sustainability indicators-Part 1”: Framework for development of indicators for buildings.
- McLellan Ben et. al. (2009): „Incorporating sustainable development in the design of mineral processing operations-Review and analysis of current approaches”, *Journal of Cleaner Production*, 17(16)/2009, 1414-1425.
- Munda Giuseppe (2005): „Measuring sustainability: a multi-criterion framework, Environment” *Development and Sustainability*, 7(1)/2005, 117–134.
- Neumayer Eric (2003): *Weak versus Strong Sustainability: Exploring the Limits of Two Opposing Paradigms*, Cheltenham, UK and Northampton, MA, USA: Edward Elgar.
- Rogers P. Peter, Kazi F. Jalal, Boyd A. John (2007): „Decision support frameworks and metrics for sustainable development of minerals and metals”, *Clean Techn Environ Policy*, 9/2007, 133–145.
- Report of The United Nation Conference on Environment and Development, (1992): Rio de Janeiro June .
- Rogers P. Peter, Kazi F. Jalal, Boyd A. John. (2007): „An Introduction to Sustainable Development” Illustrated Edition, Earthscan Publications Ltd.
- Shmelev E Stanislav, Rodríguez-Labajos Beatriz (2009): „Dynamic multidimensional assessment of sustainability at the macro level: The case of Austria”. *Ecological Economics*, 68(10)/2009, 2560-2573.
- Shmelev E Stanislav (2011): „Dynamic sustainability assessment: The case of Russia in the period of transition (1985–2008)”. *Ecological Economics*, 70(11)/2011, 2039-2049.
- The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (1999): „Los indicadores ambientales para la agricultura: Volumen 1 conceptos y marcos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo”.
- Visual Decision Inc. (2007): „Getting Started Guide”, Decision Lab 2000-Executive Edition, Montreal, Quebec, Canada.
- Wang Jiang-Jiang et. al. (2009): „Review on multi-criteria decision analysis aid in sustainable energy decision-making”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(9)/2009, 2263-2278.

**SLAVICA MILETIĆ, RESEARCH ASSOCIATE**

*The Mining and Metallurgy Institute Bor*

**PROFESSOR DŽEJN PAUNKOVIĆ, PHD**

*Faculty of Management in Zaječar, John Naisbitt University*

**PROFESSOR DEJAN BOGDANOVIC, PHD**

*Technical Faculty in Bor, Belgrade University*

## **EVALUATION OF SUSTAINABILITY INDICATORS FOR DECISION-MAKING IN MINING COMPANIES**

*Evaluation of sustainability indicators in terms of their importance for decision making in mining companies (RTB Bor, RTB) can significantly affect the steady economic growth and development of the country.*

*In the paper are ranked sustainability indicators in terms of their importance by illustration of implementation of multicriteria decision making. The essence of the problem is to reduce the subjectivity in the mining companies (RTB Bor) who are carriers of the economic development of the country. Evaluation of sustainability indicators of mining companies was carried out using the PROMETHEE methods for multi-criteria decision making. In this method the determination of criteria weights for ranking is done firstly, then the assessment of sustainability indicators and their complete ranking is performed.*

*Based on the obtained results by PROMETHEE method, it is determined the most important sustainability indicators for decision-making, and that is an alternative A1 (economic indicators). The most influential criteria for a complete ranking of sustainability indicators is criteria C1 (increase the utilization of resources) and C3 (environmental protection).*

*The obtained result indicates to managers how the implementation of MCDM method should treat the indicators of sustainability during the planning and management process, all with aim to sustain mining companies (RTB Bor).*

**Keywords:** *Evaluation, Sustainability indicators, PROMETHEE, mining company*