

UNIVERZITET U BEOGRADU

Rudarsko-geološki fakultet

Jelena R. Malenović Nikolić

MODELIRANJE SISTEMA UPRAVLJANJA  
ZAŠTITOM ŽIVOTNE SREDINE U  
RUDARSKO-ENERGETSKIM  
KOMPLEKSIMA

Doktorska disertacija

Beograd, 2016.

UNIVERSITY OF BELGRADE  
Faculty of Mining and Geology

Jelena R. Malenović Nikolić

**ENVIRONMENTAL MANAGEMENT  
SYSTEM MODELLING IN MINING  
AND ENERGY COMPLEXES**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2016.

## **M E N T O R :**

Prof. dr Ivica Ristović, vanredni profesor

Transportni i izvozni sistemi

Univerzitet u Beogradu Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

## **Članovi komisije:**

Prof. dr Aleksandar Cvjetić, vanredni profesor

Zaštita na radu i zaštita životne sredine

Univerzitet u Beogradu Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

Prof. dr Ljiljana Živković, redovni profesor

Energetski procesi i zaštita

Univerzitet u Nišu Fakultet zaštite na radu u Nišu, Niš

Prof. dr Suzana Savić, redovni profesor

Bezbednost i rizik sistema

Univerzitet u Nišu Fakultet zaštite na radu u Nišu, Niš

## **Izjava zahvalnosti**

*Zahvaljujem se mentoru, profesorima i kolegama na nesebičnoj pomoći, a članovima porodice i prijateljima na razumevanju i toleranciji.*

## **Modeliranje sistema upravljanja zaštitom životne sredine u rudarsko-energetskim kompleksima**

### **Rezime**

Efikasnost funkcionisanja sistema upravljanja zaštitom životne sredine u rudarsko-energetskim kompleksima zavisi od stepena sprovođenja usvojene politike zaštite životne sredine i primene preventivnih mera zaštite životne sredine. Nedostatak finansijskih sredstava za unapređivanje tehnologije eksploatacije, transporta, pripreme i prerade energetskih mineralnih sirovina u našim rudarsko-energetskim kompleksima, negativno utiče na ostvarivanje ciljeva zaštite životne sredine, a posledice radnih aktivnosti rudarsko-energetskih kompleksa dovode do smanjenja nivoa kvaliteta vazduha, vode i zemljišta.

Upravljanje sistemom zaštite životne sredine bazirano na subjektivnim stavovima pojedinaca ukazuje na nepoštovanje principa održivog razvoja i narušavanja kvaliteta životne sredine. Primena standard ISO 14000 i savremenih metoda upravljanja zaštitom životne sredine predstavlja osnovu za unapređivanje procesa upravljanja zaštitom životne sredine. Višekriterijumsko odlučivanje zasnovano na analizi posledica radnih aktivnosti transformacije energije uglja i značajnosti aspekata životne sredine stvara osnovu za izbor prioriternih preventivnih i korektivnih mera zaštite životne sredine.

Cilj istraživanja je da se dokažu prednosti primene savremenih metoda upravljanja i energetskih indikatora u procesu odlučivanja, u odnosu na sisteme upravljanja bazirane na subjektivnim stavovima pojedinaca. U istraživanju predstavljenom u ovom radu, analizira se primena metoda AHP, BSC i energetskih indikatora.

Cilj disertacije je da se modeliranjem sistema upravljanja zaštitom životne sredine u rudarsko-energetskim kompleksima stvori teoretska osnova za promenu načina organizacije sistema zaštite životne sredine, omogućiti smanjenje nivoa negativnog uticaja transformacije primarne energije uglja u sekundarnu, unapredi stanje životne sredine i predstavi jedan od mogućih načina rešavanja brojnih ekoloških problema. Praktičan doprinos istraživanja predstavlja razvijen model sistema upravljanja zaštitom životne sredine, koji se zasniva na savremenim metodama upravljanja.

Ključne reči: rudarsko-energetski kompleks, životna sredina, sistem upravljanja, višekriterijumsko odlučivanje, modeliranje

**Naučna oblast:**

Rudarsko inženjerstvo

**Uža naučna oblast:**

Zaštita na radu i zaštita životne sredine

**UDK:**

502/504:622:620.9(043.3)

519.876:502/504(043.3)

502.175:622:620.9(043.3)

# **Environmental Management System Modelling in Mining and Energy Complexes**

## **Summary**

Efficient functioning of an environmental management system (EMS) in mining and energy complexes depends on the degree of implementation of adopted environmental policy and preventive measures of environmental protection. Lack of finances to upgrade the technology of exploitation, transport, preparation, and processing of energy mineral raw materials in our mining and energy complexes negatively impacts the realization of environmental goals, and the effects of mining and energy complexes' operational activities are detrimental to the quality of air, water, and soil.

Environmental system management based on subjective opinions of individuals suggests a disregard of the principles of sustainable development and reduction of environmental quality. Implementation of the ISO 14000 standards and modern methods of environmental management represents a cornerstone for improving the environmental management process. Multiple-criteria decision analysis based on an analysis of the effects of coal energy transformation and of the importance of environmental aspects creates a good foundation for selecting priority preventive and corrective environmental protection measures.

The aim of this research is to prove the benefits of using contemporary management methods and energy indicators for decision making, as opposed to management systems based on subjective opinions of individuals. The research analyses the use of the following methods: the Analytic Hierarchy Process, the Balanced Scorecard for performance, and energy indicators.

The aim of this dissertation is to use EMS modelling in mining and energy complexes to create a theoretical foundation for changing how the environmental protection system is organized, to reduce the negative impact of the transformation of the primary energy of coal into secondary, to improve the state of the environment, and to propose one of the possible ways of resolving a variety of environmental issues. The practical contribution of this research involves a developed EMS model based on modern management methods.

Key words: mining and energy complex, environment, management system, multiple-criteria decision analysis, modelling

**Scientific field:**

Mining Engineering

**Special scientific field:**

Occupational Safety and Environmental Protection

**UDC:**

502/504:622:620.9(043.3)

519.876:502/504(043.3)

502.175:622:620.9(043.3)



# S A D R Ź A J

---

|   |           |
|---|-----------|
| <b><u>1. UVOD</u></b> .....   | <b>1</b>  |
| 1.1 PREDMET I CILJ ISTRAŽIVANJA .....   | 2         |
| 1.2 ZADATAK ISTRAŽIVANJA .....  | 4         |
| 1.3 HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA .....   | 5         |
| 1.4 METODE ISTRAŽIVANJA .....   | 6         |
| 1.5 NAUČNI DOPRINOS .....   | 7         |
| 1.6 PLAN ISTRAŽIVANJA I STRUKTURA RADA .....  | 8         |
| <b><u>2. LITERATURNI ELABORAT</u></b> .....   | <b>12</b> |
| 2.1 PREGLED OBJAVLJENIH REZULTATA I SVETSKA ISKUSTVA .....  | 12        |
| 2.2 ANALIZA ISTRAŽIVANJA UTICAJA RUDARSKO-ENERGETSKIH KOMPLEKSA NA KVALITET ŽIVOTNE SREDINE<br>I ZDRAVLJE LJUDI .....                           | 31        |
| 2.3 ISTRAŽIVANJA POGODNA ZA UNAPREĐIVANJE SISTEMA UPRAVLJANJA ZAŠTITOM ŽIVOTNE SREDINE<br>RUDARSKO-ENERGETSKIH KOMPLEKSA REPUBLIKE SRBIJE ..... | 34        |
| <b><u>3. PRIKAZ OBJEKTA ISTRAŽIVANJA</u></b> .....  | <b>37</b> |
| <b><u>4. METODE ISTRAŽIVANJA</u></b> .....  | <b>51</b> |
| 4.1 VIŠEKRITERIJUMSKO ODLUČIVANJE BAZIRANO NA METODI ANALITIČKOG HIJERARHIJSKOG PROCESA .....   | 52        |
| 4.2 IZBOR STRATEGIJA UPRAVLJANJA BAZIRAN NA METODI BALANCED SCORECARD .....   | 57        |
| 4.3 OCENA UTICAJA RUDARSKO-ENERGETSKOG KOMPLEKSA NA KVALITET ŽIVOTNE SREDINE PRIMENOM<br>ENERGETSKIH INDIKATORA .....                           | 59        |
| 4.4 SAVREMENE METODE UPRAVLJANJA KAO OSNOVA MODELIRANJA SISTEMA UPRAVLJANJA ZAŠTITE<br>ŽIVOTNE SREDINE .....                                    | 62        |
| <b><u>5. MODELIRANJE SISTEMA UPRAVLJANJA ZAŠTITOM ŽIVOTNE SREDINE RUDARSKO-<br/>ENERGETSKIH KOMPLEKSA</u></b> .....                             | <b>71</b> |
| 5.1 REZULTATI ISTRAŽIVANJA USKLAĐENOSTI RADA RUDARSKO-ENERGETSKOG<br>KOMPLEKSA SA OSNOVNIM PRINCIPIMA ODRŽIVOG RAZVOJA .....                    | 71        |
| 5.1.1 ANALITIČKI HIJERARHIJSKI PROCES U MODELIRANJU SISTEMA ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE<br>RUDARSKO-ENERGETSKIH KOMPLEKSA .....                     | 71        |
| 5.1.2 PRIMENA METODE BALANCED SCORECARD U UPRAVLJANJU SISTEMOM ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE<br>RUDARSKO-ENERGETSKOG KOMPLEKSA .....                  | 87        |
| 5.1.1 SET INDIKATORA TRANSFORMACIJE ENERGIJE UGLJA U RUDARSKO-ENERGETSKOM KOMPLEKSU .....   | 98        |

|  |                   |
|--|-------------------|
| <b>5.2 RAZVOJ MODELA ZA UNAPREĐIVANJE SISTEMA UPRAVLJANJA ZAŠTITOM ŽIVOTNE SREDINE U RUDARASKO-ENERGETSKIM KOMPLEKSIMA .....</b>                                   | <b>106</b>        |
| 5.2.1 RAZVOJ PROGRAMA PODRŠKE VIŠEKRITERIJUMSKOM ODLUČIVANJU U POSTUPKU REŠAVANJA PROBLEMA ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE RUDARSKO-ENERGETSKOG KOMPLEKSA „KOSTOLAC“ ..... | 117               |
| 5.2.2 PROGRAM UPRAVLJANJA ZAŠTITOM ŽIVOTNE SREDINE U RUDARSKO-ENERGETSKOM KOMPLEKSU .....  | 120               |
| 5.2.3 REZULTATI NUMERIČKOG PRORAČUNA ZNAČAJNOSTI ASPEKATA ŽIVOTNE SREDINE I RANGOVA TEŽINE POSLEDICA RUDARSKO-ENERGETSKOG KOMPLEKSA.....                           | 125               |
| 5.2.1 REZULTATI NUMERIČKOG PRORAČUNA VREDNOSTI INDIKATORA UTICAJA RUDARSKO-ENERGETSKOG KOMPLEKSA .....   | 139               |
| 5.2.2 REZULTATI OCENE UNIVERZALNOSTI MODELA SA ANALIZOM DOKAZA .....   | 144               |
| <b><u>6. DISKUSIJA REZULTATA.....</u></b>  | <b><u>151</u></b> |
| 6.1 KLJUČNI ELEMENTI MREŽNOG PLANIRANJA SISTEMA UPRAVLJANJA ZAŠTITOM ŽIVOTNE SREDINE RUDARSKO-ENERGETSKOG KOMPLEKSA .....  | 152               |
| 6.2 DISKUSIJA IZBORA PRIORITETNIH MERA ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE RUDARSKO-ENERGETSKOG KOMPLEKSA BAZIRANOG NA REZULTATIMA VIŠEKRITERIJUMSKOG OCENJIVANJA .....        | 155               |
| 6.3 DISKUSIJA PREDLOGA STRATEGIJA ODRŽIVOG RAZVOJA I UNAPREĐIVANJA SISTEMA UPRAVLJANJA ZAŠTITOM ŽIVOTNE SREDINE RUDARSKO-ENERGETSKOG KOMPLEKSA .....               | 164               |
| <b><u>7 ZAKLJUČAK .....</u></b>  | <b><u>170</u></b> |
| <b><u>LITERATURA .....</u></b>   | <b><u>173</u></b> |
| <b><u>PRILOZI.....</u></b>   | <b><u>198</u></b> |
| <b><u>BIOGRAFIJA .....</u></b>   | <b><u>207</u></b> |

## *UVOD*

**1**

## 1. UVOD

Sve veće potrebe za energijom, a samim tim i za energetskim mineralnim sirovinama, kod nas i u svetu, nametnule su intenzivni razvoj kako rudarstva i energetike, tako i rudarsko-energetskih kompleksa uopšte. Ovakav razvoj rudarsko-energetskih kompleksa uslovio je pojavu kompleksnih problema, koje postojeći sistemi upravljanja zaštitom životne sredine ne mogu efikasno da reše.

Relacije između predstavnika rukovodstva i službe zaštite životne sredine, uglavnom, funkcionišu na osnovu smernica standarda ISO 14000, ali ipak postoji potreba unapređenja sistema upravljanja zaštitom životne sredine, poboljšanja plana i programa preventivnih i korektivnih mera i sprovođenja održive politike zaštite životne sredine, a time i održivog razvoja rudarstva i energetike uopšte.

Neefikasan sistem upravljanja zaštitom životne sredine dovodi do propusta u primeni propisanih procedura i sprovođenju usvojenih opštih i posebnih ciljeva, tako da se smanjuje nivo kvaliteta životne sredine i povećava verovatnoća nastanka vanrednih situacija ili ekoloških udesa. Efikasnost radnih aktivnosti u oblasti zaštite životne sredine zahteva unapređenje procesa upravljanja u toku celokupnog životnog ciklusa proizvoda i usluga, strogu primenu smernica standarda i zakonskih normi, kao i dodatno ljudsko i materijalno angažovanje na otklanjanju neefikasnih i štetnih posledica rada.

Ocena uticaja aktivnosti rudarsko-energetskog kompleksa „Kostolac“ na kvalitet životne sredine i upoređivanje vrednosti koncentracija emitovanih zagađujućih materija u vazдушnu sredinu, iz termoelektrana TE „Kostolac“, TE „Nikola Tesla“, TE „Kolubara“ i TE „Morava“, predstavlja mogućnost da se na osnovu vrednosti indikatora životne sredine i energetske efikasnosti, predvide neželjeni efekti i procene finansijski gubici otklanjanja posledica. Problem nedostatka informacija, neophodnih u postupku donošenja odluka, dovodi do nametanja subjektivnih stavova pojedinaca. Primena višekriterijumske analize problema omogućava realno sagledavanje situacije. Saradnja predstavnika rudarsko-energetskih kompleksa je neophodna, kako bi se došlo do pravih informacija o njihovom uticaju na kvalitet životne sredine.

## 1.1 PREDMET I CILJ ISTRAŽIVANJA

Sektor rudarstva i energetike predstavlja najveći izvor zagađujućih materija u Republici Srbiji. Rudarsko-energetski kompleksi ostavljaju dugoročne posledice na životnu sredinu, usled zagađenja vazduha (emisija prašine koja nastaje u procesu eksploatacije, transporta, pripreme, deponovanja uglja, odlaganja pepela i šljake, emisije dimnih gasova koji nastaju u procesu sagorevanja uglja, i dr.), vode (ispuštanje rudničkih voda u površinske i podzemne tokove, odlaganje uglja i deponovanje produkata sagorevanja uglja, i dr.) i degradacije i zagađenja poljoprivrednog zemljišta (eksploatacija i deponovanje uglja i jalovinskih masa, odlaganje pepela i šljake iz procesa sagorevanja uglja, razvejavanje zagađujućih materija iz deponovanih masa, ispuštanje zagađenih voda, itd.).

Jasno vidljive posledice eksploatacije i sagorevanja uglja su veliki degradirani prostori površinskih kopova i deponije pepela i šljake. Zagađivanje podzemnih i površinskih voda i vazduha predstavlja problem koji nije zanemarljiv, ali je manje uočljiv javnosti. Stepem narušavanja kvaliteta osnovnih elemenata životne sredine radom rudarsko-energetskih kompleksa zavisi od mnogih faktora: metoda eksploatacije uglja, kvaliteta uglja, raspoložive mehanizacije za eksploataciju, transporta i pripreme uglja, stanja i kvaliteta sistema za proces sagorevanja uglja, stanja i kvaliteta sistema za prečišćavanje zagađujućih materija u svim procesima, nivoa i kvaliteta sprovođenja mera remedijacije i rekultivacije degradiranih površina, načina i metodologije odlaganja i deponovanja uglja, jalovine, pepela i šljake.

Otkopani i degradirani prostori površinskih kopova, velike površine odloženih jalovinskih masa na kojima nije izvršena rekultivacija, zemljišta sa povećanim sadržajem teških metala i nedostatak sredstava za njihovu sanaciju ili remedijaciju, i nedostatak finansijskih sredstava za izgradnju sistema za prečišćavanje otpadnih voda predstavljaju ozbiljne ekološke probleme karakteristične za rudarsko-energetske komplekse.

Dominantni izvori zagađivanja osnovnih elemenata životne sredine su, pored degradacije poljoprivrednog zemljišta masovnom eksploatacijom otkrivke i uglja, nepotpuno sagorevanje uglja u procesima njegove konverzije i neadekvatno odlaganje produkata sagorevanja uglja u termoelektranama. Osim ovih dominantnih izvora,

postoji veliki broj drugih izvora zagađivanja koji učestvuju u narušavanju osnovnih elemenata životne sredine: raznošenje čvrstih čestica sa etaža površinskog kopa, jalovišta i deponija kako uglja tako i njegovih produkata sagorevanja, transport jalovine i uglja, priprema uglja za konverziju, direktan uticaj korišćenja mehanizacije za otkopavanje, utovar i transport na vazduh, zemljište, podzemne i površinske vode u svim procesima, itd.

Istraživanja ukazuju da zagađivanje životne sredine predstavlja problem i u razvijenim zemljama, ali i da nedostatak finansijskih sredstava, u velikoj meri, onemogućava sprovođenje propisanih mera zaštite. Problem nedovoljnih ulaganja u osavremenjavanje proizvodnog procesa, od otkopavanja uglja i jalovine, transporta i pripreme, preko sagorevanja uglja, do odlaganja pepela i šljake, doprinosi nepoštovanju smernica održivog razvoja.

Predmet istraživanja u doktorskoj disertaciji je:

- uticaj ukupnih radnih aktivnosti rudarsko-energetskih kompleksa na životnu sredinu;
- funkcionisanje procesa upravljanja zaštitom životne sredine;
- uspostavljanje, primena, održavanje i poboljšanje performansi sistema zaštite životne sredine na osnovu preporuka i smernica koje daju standardi grupe ISO 1400 i
- mogućnosti za stvaranje osnove za modeliranje sistema upravljanja zaštitom životne sredine.

Osnovni cilj doktorske disertacije je da se modeliranjem efikasnog i praktično primenljivog sistema upravljanja zaštitom životne sredine u rudarsko-energetskim kompleksima, omogući smanjenje negativnih uticaja transformacije primarne energije uglja u sekundarnu. Razvoj i praktična primena modela sistema upravljanja zaštitom životne sredine u rudarsko-energetskim kompleksima, kao osnovni cilj ove doktorske disertacije, predstavlja način da se unapredi stanje životne sredine, kako na lokalnom tako i na globalnom nivou.

Razvoj, izrada i implementacija modela sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskih kompleksa, kao osnovni cilj doktorske disertacije, nije moguć bez

ostvarivanja posebnih ciljeva disertacije. Posebni ciljevi disertacije ogledaju se kroz postavljanje teoretskih osnova za određene promene u oblicima i načinima organizacije rada rudarsko-energetskih kompleksa, odnosno za sistematsku analizu potreba angažovanja rukovodstva na primeni savremenih metoda upravljanja, kojima bi se omogućilo rešavanje nagomilanih problema uz ekonomsku korist.

Unapređenje sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskih kompleksa, bazirano na primeni efikasnih metoda upravljanja sistemom zaštite životne sredine i analizi uticaja i posledica rada rudarsko-energetskih kompleksa, obuhvata formiranje osnove za razvoj kvalitetnijeg procesa odlučivanja i predstavljanja rezultata rada, primenom energetskih indikatora i indikatora kvaliteta životne sredine. U radu se realizuju nove ideje vezane za sagledavanje uticaja i posledica rada velikih rudarsko-energetskih kompleksa i izbor prioriternih mera zaštite životne sredine u ovoj oblasti, ali i predstavljaju mogućnosti za primenu metoda višekriterijumskog odlučivanja i principa održivog razvoja. Efikasnije istraživanje uticaja radnih aktivnosti, provera funkcionisanja procesa upravljanja zaštitom životne sredine, uspostavljanje, primena, održavanje i poboljšanje performansi sistema zaštite životne sredine, kao i ukupno ispunjavanje politike i usvojenih ciljeva zaštite životne sredine, kao predmet istraživanja, zasnovano je na teorijskoj razradi modela unapređenja sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskih kompleksa i odgovarajućoj softverskoj podršci.

Programska podrška višekriterijumskom odlučivanju povećava efikasnost integracije modela sistema upravljanja i stvara osnovu za donošenje odluka, na osnovu analize i razmatranja definisanih kriterijuma.

## **1.2 ZADATAK ISTRAŽIVANJA**

Uticaj rudarsko-energetskih kompleksa na kvalitet životne sredine, ni u kom slučaju nije zanemarljiv, kako u razvijenim zemljama, tako i kod nas. Zadatak koji treba ispuniti kroz istraživanje uticaja rada na kvalitet životne sredine je iznalaženje mogućnosti za smanjenje ili ublažavanje posledica radnih aktivnosti koje se odvijaju u rudarsko-energetskim kompleksima. Model unapređenja sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskih kompleksa, baziran na primeni savremenih metoda istraživanja, može da doprinese unapređenju procesa odlučivanja. Program podrške

višekriterijumskom odlučivanju sadrži osnovu za jednostavnije funkcionisanje sistema upravljanja zaštitom životne sredine i smanjenje negativnih posledica koje mogu nastati usled subjektivnih stavova i odluka predstavnika rukovodstva zaduženih za organizaciju poslova zaštite životne sredine.

Uspostavljanje teoretske osnove za smanjenje ili ublažavanje posledica rada rudarsko-energetskih kompleksa i uspostavljanje principa održivog razvoja u sektoru rudarstva i energetike, kao zadatak istraživanja, od velikog je značaja za praktičnu primenu i rešavanje realnih problema funkcionisanja postojećih sistema upravljanja zaštitom životne sredine u rudarsko-energetskim kompleksima Republike Srbije.

### **1.3 HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA**

Hipoteze postavljene u ovoj disertaciji bazirane su na teoretskim istraživanjima, kojima su obuhvaćeni: identifikacija aspekata životne sredine, predlog indikatora životne sredine rudarsko-energetskih kompleksa, izbor prioriternih preventivnih mera za očuvanje kvaliteta životne sredine i usklađivanje radnih aktivnosti sa principima održivog razvoja.

Opšta hipoteza u osnovi sadrži pretpostavku da se razvoj energetskog rudarstva može odvijati u skladu s principima održivog razvoja, odnosno da procesi vezani za eksploataciju i sagorevanje uglja, mogu u značajno manjoj meri da narušavaju kvalitet životne sredine uz: unapređenje sistema upravljanja zaštitom životne sredine, indentifikaciju aspekata životne sredine, predlog indikatora životne sredine, povećanje energetske efikasnosti, itd. Osnovu za istraživanje i potvrdu postavljenih hipoteza čine: analiza podataka o uticaju procesa rada u rudarsko-energetskim kompleksima na kvalitet životne sredine, identifikacija aspekata životne sredine i izrada seta indikatora životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa.

Osim opšte hipoteze istraživanja, disertacija sadrži i posebne hipoteze istraživanja. Prvu hipotezu predstavlja pretpostavka da se uspostavljanjem veze između održivog razvoja i procesa transformacije energije uglja u električnu energiju omogućava održivo korišćenja energetskih resursa, dok se drugom ukazuje da poštovanje principa održivog razvoja stvara osnovu za ublažavanje negativnih posledica i prevazilaženje ekoloških problema.



## 1.4 METODE ISTRAŽIVANJA

Metodologijom teorijske analize obuhvaćeno je proučavanje, analiza i sinteza rezultata dosadašnjih istraživanja, u oblasti planiranja, projektovanja, primene i upravljanja sistemom zaštite životne sredine u rudarstvu i energetici. Sagledana su saznanja i rezultati vezani za problematiku zaštite životne sredine kako kod nas tako i u svetu. Osim toga, sagledana su i istraživanja i rezultati vezani za poboljšanje performansi sistema upravljanja zaštitom životne sredine kako u oblasti rudarstva tako i u oblasti energetike.

Metodologije prikupljanja, analize i sinteze rezultata merenja pojedinih parametara zagađenja životne sredine primenjene su u onolikoj meri koliko su autoru ove disertacije bili dostupni podaci i izveštaji o rezultatima merenja zagađujućih materija, kako u samom objektu istraživanja „TE-KO Kostolac“ u Kostolcu, tako i u zvaničnim izveštajima lokalnih, regionalnih i republičkih organizacija i službi koje se bave monitoringom, praćenjem i izveštavanjem o rezultatima monitoringa zagađenja životne sredine.

Osim navedenih metodologija, korišćene su i normativne metode, studija slučaja, metoda Analytical hierarchy Process-AHP i Balanced scorecard-BSC. Rezultati primenjenih metoda istraživanja u doktorskoj disertaciji, počev od normativne metode i studije slučaja, do metoda AHP i BSC, predstavljaju osnovu za razvoj modela upravljanja zaštitom životne sredine u rudarsko-energetskim kompleksima.

U okviru normativne metode, korišćene su još i metoda pregleda za analizu izveštaja o stanju životne sredine i metoda kompilacije za analizu postojećih modela upravljanja životnom sredinom. Metoda studije slučaja ima primenu u praktičnom istraživanju i opisivanju uticaja rada rudarsko-energetskog kompleksa na kvalitet životne sredine, za određeni vremenski period, kad su donošene odluke u uslovima koji nisu precizno definisani.

Sinergistički pristup je zastupljen u delu koji se odnosi na primenu teorije verovatnoće za određivanje značajnosti aspekata životne sredine i analitičkog hijerarhijskog procesa, kao osnove za donošenje odluka kod primene metoda višekriterijumskog odlučivanja, vezanih za izbor prioritetnih mera zaštite životne sredine.

## 1.5 NAUČNI DOPRINOS

Očekivani naučni doprinos ovog rada je podrška primeni sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskih kompleksa, uz planiranje preventivnih mera zaštite životne sredine, u skladu sa društvenim potrebama i ekonomskim mogućnostima, a na osnovu primene i modifikacija savremenih metoda upravljanja uslovima rudarsko-energetskih kompleksa Republike Srbije. Očekivani naučni doprinos predstavlja i razvoj i primena modela upravljanja sistemom zaštite životne sredine, za određeni rudarsko-energetski kompleks iz sastava Javnog preduzeća „Elektroprivrede Srbije“ (JP EPS). Razvoj i primena modela upravljanja zaštitom životne sredine u rudarsko-energetskim kompleksima, zasnovana je na korišćenju rezultata monitoringa životne sredine, izradi seta indikatora životne sredine u rudarsko-energetskim kompleksima, povećanju energetske efikasnosti procesa transformacije energije, predlogu preventivnih i korektivnih mera zaštite životne sredine.

Naučni doprinos u ovoj tezi je i podsticaj očuvanja životne sredine i definisanje zahteva za primenu principa održivog razvoja po principima postojećih preporuka i standarda, pri čemu je:

- analizirana mogućnost primene opštih zahteva standarda ISO 14001 u rudarsko-energetskim kompleksima,
- ukazano na propuste u primeni usvojene politike zaštite životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa i zakonskih zahteva za sprovođenje opštih i posebnih ciljeva i programa zaštite životne sredine,
- stvorena osnova za unapređivanje sistema upravljanja zaštitom životne sredine u rudarsko-energetskim kompleksima,
- analizirano sprovođenje preventivnih mera zaštite i funkcionisanje sistema upravljanja zaštitom životne sredine i
- razmatrana primena smernica standarda u upravljanju zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa.

Očekivani naučni doprinos je moguće sagledati i kroz rezultate istraživanja koji se ogledaju u:

- sagledavanju i proceni nepovoljnih efekta eksploatacije i prerade uglja na životnu sredinu, u cilju stvaranja osnove za smanjenje neracionalnog trošenja

prirodnih resursa, očuvanje biodiverziteta i kontrolu unošenja zagađujućih materija u životnu sredinu,

- stvaranju osnove za pravovremeno i efikasno predviđanje ekoloških rizika transformacije primarne energije uglja u sekundarnu i predlog aktivnosti za sprečavanje rizika,
- predlogu adekvatnih tehničko-tehnoloških mera zaštite životne sredine,
- efektivnom upravljanju pitanjima zaštite životne sredine,
- prevenciji rizika i smanjenju udesa koji povlače odgovornost,
- efikasnijem korišćenju sirovina i energije,
- boljoj pripremi za primenu propisa i direktiva Evropske unije u oblasti zaštite životne sredine i
- razvoju modela unapređivanja sistema upravljanja zaštitom životne sredine u rudarsko-energetskim kompleksima.

## 1.6 PLAN ISTRAŽIVANJA I STRUKTURA RADA

Plan istraživanja obuhvata sistemski pristup razmatranja nepovoljnih efekata eksploatacije i prerade uglja na kvalitet životne sredine, gde spada:

- prikupljanje podataka o uticaju procesa transformacije energije uglja,
- određivanje ključnih aspekata i indikatora životne sredine,
- izrada seta indikatora životne sredine rudarsko-energetskih kompleksa,
- primena modela za utvrđivanje nivoa ugrožavanja životne sredine,
- stvaranje osnove za racionalnije korišćenje prirodnih resursa i uspostavljanje etičkog odnosa prema životnoj sredini i
- razvoj modela sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa.

Strukturu rada čine sedam poglavlja, u kojima se razmatra predmet istraživanja, ostvaruju ciljevi disertacije i dokazuju iznete hipoteze.

Prvo poglavlje predstavlja uvod u problematiku zaštite životne sredine u rudarsko-energetskim kompleksima. Istaknut je značaj potrebe da se rešavaju problemi zaštite životne sredine i implementiraju savremeni sistemi zaštite životne sredine. Sadrži opis problema, uzroka, posledica i pravaca rešavanja. Istaknuti su i problem, predmet, značaj, ciljevi i metode istraživanja, kao i hipoteze i očekivani naučni doprinos rada.

U drugom poglavlju metodologijom teorijske analize je predstavljen pregled objavljenih rezultata kako kod nas tako i u svetu, sa analizom istraživanja koja se mogu primeniti u uslovima rudarsko-energetskih kompleksa u Republici Srbiji.

Treće poglavlje sadrži prikaz objekta istraživanja. Za analizu uticaja rudarsko-energetskih kompleksa na kvalitet životne sredine primenjena je normativna metoda, kako bi se na osnovu izveštaja o kvalitetu životne sredine i internih dokumenata stvorila predstava o prekoračenju graničnih vrednosti emisije i imisije zagađujućih materija, s ciljem da se predstavi objekat istraživanja. Analizirana su istraživanja Agencije za zaštitu životne sredine, o uticaju energetskog sektora Republike Srbije i izveštaji Rudarskog instituta iz Beograda, o uticaju termoelektrane TE „Kostolac“ na kvalitet životne sredine.

Četvrto poglavlje obuhvata razmatranje savremenih metoda upravljanja zaštitom životne sredine, koje su bazirane na rezultatima statističke obrade podataka, teorijske analize, sinteze dosadašnjih iskustava, normativne metode, studije slučaja, metode pregleda i komplilacije i sinergističkog pristupa. Integralne metode AHP i BSC su prilagođene konkretnim uslovima, kako bi se stvorila osnova za izradu modela upravljanja. Kombinovanom primenom višekriterijumskog odlučivanja, zasnovanog na teoriji verovatnoće i analitičkog hijerarhijskog procesa, stvorena je osnova za jednostavnije donošenje odluka, ali i prevazilaženje problema formiranja nekonzistentnih matrica odlučivanja, čime su se stvorili uslovi za ostvarivanje ličnog doprinosa olakšavanju procesa donošenja odluka, u uslovima kad je neophodno razmatrati više uslova.

Peto poglavlje obuhvata modeliranje sistema upravljanja zaštitom životne sredine u rudarsko-energetskim kompleksima, na osnovu rezultata istraživanja usklađenosti rada rudarsko-energetskog kompleksa sa osnovnim principima održivog razvoja. Razvijen je teoretski model unapređivanja sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa, za konkretan primer iz strukture JP EPS-a. Kreiran je i program podrške višekriterijumskom odlučivanju, zasnovan na proračunu značajnosti aspekata životne sredine i izboru prioriternih mera zaštite životne sredine, određivanju vrednosti energetskih indikatora i konkretnoj proverbi modela unapređivanja sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa.

Šesto poglavlje sadrži diskusiju rezultata istraživanja, gde spadaju rezultati proračuna imisionih koncentracija, višekriterijumskog odlučivanja i primene indikatora rudarsko-energetskog kompleksa. Provera je izvršena za više različitih uslova promenom parametara programa podrške odlučivanju, na osnovu čega je moguće izvršiti utvrđivanje zakonitosti i ocenu univerzalnosti primene modela u rudarsko-energetskim kompleksima. Izračunavanje vrednosti indikatora je izvršeno za uticaj termoelektrana TE „Kostolac“, TE „Kolubara“, „TENT“-Obrenovac i TE „Morava“.

Zaključak sadrži argumente, kojima se potvrđuju hipoteze, predstavlja realizacija doprinosa disertacije i stvara mogućnost daljih istraživanja.

***LITERATURNI ELABORAT***

## 2. LITERATURNI ELABORAT

Predstavljena istraživanja, rađena u svetu i kod nas, značajna za predmet doktorske disertacije, obuhvataju rezultate analize modela iz oblasti upravljanja zaštitom životne sredine, radova iz časopisa i zbornika radova i knjiga objavljenih u zemlji i inostranstvu. Pretraživanjem Interneta, na osnovu ključnih reči iz naziva disertacije, kao što su „životna sredina, površinski kopovi, termoelektrane i rudarstvo“ dobijeno je 3540 rezultata. Priključivanjem reči „modeli i upravljanje“ broj odrednica je smanjen i iznosi 1290 rezultata. Dobijeni podaci predstavljaju okvirne pokazatelje, koji ukazuju na aktuelnost i značaj teme doktorske disertacije. Rezultati pretraživanja Interneta pokazuju da se, naročito zadnjih godina, radovi u stranim časopisima baziraju na upravljanju i višekriterijumskom odlučivanju, u oblasti rudarstva i energetike, dok su ključne reči „površinski kopovi, termoelektrane, rudarstvo, višekriterijumsko odlučivanje i životna sredina“ ukazale na 222 rezultata, na srpskom jeziku. Analizirana literatura ukazuje na veoma rasprostranjenu primenu modela u proceni stanja životne sredine. Modeli imaju ključnu ulogu u obezbeđivanju podataka, indikatora uticaja, trendova i procena posledica antropogenog dejstva na životnu sredinu.

### 2.1 PREGLED OBJAVLJENIH REZULTATA I SVETSKA ISKUSTVA

Dosadašnja istraživanja energetike i sistema upravljanja zaštitom životne sredine bazirana su na matematičkim i teoretskim modelima. Poznavanje vrste, uloge i nastanka modela omogućava formiranje modela sistema upravljanja, tako da je neophodno upoznavanje njihove strukture i mogućnosti primene poznatih modela životne sredine. Simulacija promena u životnoj sredini predstavlja polaznu osnovu za procenu stanja i kvaliteta životne sredine, izabranog područja, u određenom vremenskom periodu. Najčešće analizirane promene su vezane za klimatske promene i zagađivanje vazduha, vode i zemljišta. Evropska agencija za energetiku ( *European Environment agency - EEA*) koristi tematske modele za procenu stanja životne sredine, na osnovu indikatora životne sredine.

Modeli upravljanja sistemom zaštite životne sredine su razvijani kao potreba integracije postojećih modela upravljanja QMS/EMS (*Quality management system/Environmental*

*management system*), HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Points*) i OHSAS (*Occupational Health and Safety Assessment Series*) i formiranja Integriranih sistema menadžmenta (*Integrated Management System-IMS*) [1], s ciljem da se omogući sistemski pristup upravljanju i primena standarda Međunarodne organizacije za standardizaciju ISO (*International Organization for Standardization*). Upravljanje životnom sredinom, zasnovano na modelima PAS 99:2006 (*Publicly Available Specification*), EFQM (*European Foundation for Quality Management*), WILKINSON-DALE (*Wilkinson Dale*), BREWER NASH (*Brewer and Nash model*), DANSK STANDARDI (*Danish model*), AS/NZS 4581 (*Australian and New Zealand risk management standard*), sinergijskom pristupu i modelu Karapetrovića [2], omogućava racionalnije sagledavanje problema i definisanje konkretnih rešenja.

Procesni model upravljanja, zasnovan na procesnom pristupu standarda ISO 9000, podrazumeva korišćenje resursa u skladu sa propisanim procedurama i ocenjivanje rezultata na izlazu [2], kako bi se izvršila analiza i unapređivanje upravljačkih aktivnosti. Model omogućava integraciju standarda ISO 9000, ISO 14000, OHSAS 18000 i ISO 22000. Pogodan je za ostvarivanje specifičnih zahteva upravljačkih procesa [3], u cilju ostvarivanja rezultata i očekivanja zainteresovanih strana. Povezivanje i izvršavanje niza interaktivnih procesa utiče na kvalitet organizacionih procesa i stepen ispunjavanja planiranih ciljeva. Primena procesnog modela podrazumeva poznavanje procesa, identifikovanje zahteva zainteresovanih strana, definisanje neophodnih resursa [3], formiranje metodologije upravljanja [4] u skladu sa poslovnikom IMS i zahtevima zainteresovanih strana.

Model integracije prema PAS 99:2006 (*Specification of common management system, 2006*) specifikaciji zajedničkih zahteva sistema menadžmenta [5] podrazumeva implementaciju standarda sistema menadžmenta. Primenjuje se sistemski prilaz u definisanju procesa, dokumenata sistema upravljanja i proceni rizika. Model je zasnovan na primeni Demingovog kruga [1], pri čemu faza planiranja obuhvata politiku sistema menadžmenta i sam proces planiranja [1], druga faza (*Do*) podrazumeva primenu donešenih odluka i operacije sistema upravljanja, treća faza (*Chek*) je vezana za ocenu performansi [1], dok se u okviru četvrte faze (*Act*) vrši unapređivanje procesa upravljanja i preispitivanje od strane rukovodstva.



Model integracije sistema menadžmenta kvalitetom i sistema menadžmenta životnom sredinom EFQM model (*European Foundation For Quality Management*), formiran je 1998. godine [6]. Kontinualno poboljšanje procesa upravljanja zasniva se na racionalnom korišćenju energije, organizaciji bezbednog rada i očuvanju kvaliteta životne sredine. Elementi sistema upravljanja su: politika i njeni ciljevi, organizacija, aktivnosti i procedure, primena i usaglašenost, preispitivanje od strane rukovodstva i verifikacija i ocena [7]. Principi modela su svrstani u pokretače ili realizatore (liderstvo, menadžment, politika i strategija, resursi i procesi) [6] i rezultate (zadovoljstvo kupaca, zaposlenih i društva). Strukturu modela čine liderstvo, zaposleni, strategija, resursi i procesi [7], dok struktura sistema menadžmenta [7] obuhvata politiku i ciljeve, organizaciju, aktivnosti i procedure, primenu i usaglašenost i preispitivanje.

Model WILKINSON-DALE, zasnovan na integrisanoj primeni elemenata modela TQM (Total Quality management) i standarda ISO 9000 [8], kreiran je za potrebe planiranja postupaka upravljanja kvalitetom, životnom sredinom, zdravljem i bezbednošću. Predstavlja kombinovani sistem primene QMS, EMS i OHSAS standarda [9], u izvršavanju aktivnosti planiranja, upravljanja, implementacije, praćenja i analize stanja. Zasnovan je na empirijskim istraživanjima integrisanih sistema. Primenjuje se u Velikoj Britaniji za upoređivanje izlaznih elemenata i usvojenih principa politike organizacije. Značajan je za utvrđivanje potrebe korekcije ciljeva, usklađivanja planova sa postojećim resursima [9] i obezbeđivanja kontinualnog poboljšanja upravljačkih procesa.

Lugarić [2] analizira integraciju standarda ISO 9000, ISO 14000 i ISO/IEC 27001, u okviru modela BREWER NASH, baziranog na primeni Demingovog kruga. Model podrazumeva primenu usvojenih planova, sprovođenje usvojenih ciljeva, postupke interne kontrole i uspostavljanje sistema primene preventivnih i korektivnih mera [2]. Prva faza podrazumeva definisanje misije, poslovnih ciljeva, politike i rizika poslovanja, druga faza primenu operativnih procedura, kontrolu upravljanja resursima i osposobljavanje radnika za reagovanje u slučaju incidenata, treća faza preispitivanje i kontrolu, a četvrta faza obuhvata izvršenje usvojenih mera i postupaka unapređivanja procesa upravljanja.

Model DANSK STANDARDI ima primenu u Danskoj za razvoj sistema integrisanog upravljanja, na osnovu Dansk standarda (Sistem menadžmenta-vodič za integraciju

sistema menadžmenta) [10]. Posebno se razmatra sistem menadžmenta, a kao sledeći nivo izdvajaju se zajednički elementi integrisanih sistema upravljanja [2]. Poslednji nivo sadrži elemente odvojenih oblasti menadžmenta, kao što su kvalitet, životna sredina, bezbednost i zdravlje, bezbednost hrane, ekonomija, društvena odgovornost, rizik i energija [10]. Primenom modela se naglašava značaj procesa u integrisanju sistema upravljanja [10] i usaglašava odnos između elemenata sistema i procesa.

Model integrisanih sistema menadžmenta, baziran na standardu AS/NZS 4581:1999 (Australian/New Zealand Standard, Management system integration), podrazumeva paralelnu primenu komponenti više sistema upravljanja [11], kako bi se pojednostavio proces upravljanja i olakšalo razumevanje problema. Zahtevi kvaliteta, bezbednosti i sistema upravljanja zaštitom životne sredine su implementirani u jedan model. Sinergijski model IMS-a nastao je na osnovu istraživanja implementacije sistema menadžmenta kvaliteta, životne sredine i zdravlja i bezbednosti, na principima Demingovog kruga [11]. Prvi nivo sinergije strategije podrazumeva objedinjavanje ciljeva i planova upravljanja, drugi nivo modela čine strategija resursa, strategija organizacije i strategija kulture [11], dok treći predstavlja objedinjavanje dokumentacije QMS, EMS i OHSAS. Integracija sistema upravljanja omogućava formiranje jedinstvenog procesa upravljanja.

Karapetrović formira model integrisanog sistema, pod nazivom Model Karapetrovića, zasnovan na jedinstvenom sistemu upravljanja, u kom se predstavljaju ciljevi, procesi i resursi upravljanja [12], Demingovim krugom. Primena PDCA (*P-Plan-plan, D-Do-realizacija, C-Check-preispitivanje, A-Act-primena mera*) modela obezbeđuje stalno unapređivanje svakog osnovnog procesa IMS-a (utvrđivanje i preispitivanje ciljeva, planiranje i projektovanje, nabavka i raspoređivanje resursa, sistem implementacije i upravljanja i procena ciljeva) [13], ponavljanjem skupa aktivnosti uz neprekidno poboljšanje.

Standardni okvir primene metode BSC, zasnovan na osnovnim strateškim perspektivama (finansije, korisnici, interni procesi i učenje i razvoj) [14], formiran je s ciljem da se strateške perspektive usklade sa usvojenom politikom zaštite životne sredine, definisanim opštim i posebnim ciljevima zaštite životne sredine i raspoloživim ljudskim i finansijskim mogućnostima.

Metode simulacijskog modeliranja, gde spadaju simulacija diskretnih događaja i kontinuirana simulacija, predstavljaju posebnu podvrstu systemske dinamike. Simulacija diskretnih događaja podrazumeva prikazivanja realnog stanja sistema životne sredine, stohastičkim parametrima [15]. Modeli systemske dinamike najčešće imaju primenu u parcijalnom predstavljanju delova sistema, definisanju brzine prelaza iz jednog stanja u drugo i određivanju verovatnoće pojavljivanja promena u funkcionisanju sistema [2].

Integrirani modeli promena životne sredine su bazirani na kombinovanoj upotrebi statističkih elemenata i dinamičkog pristupa modeliranju sistema, sa ciljem da se simulacijom emisije zagađujućih materija, tokom vremena definišu pokazatelji kvaliteta životne sredine. Najčešće primenjivani modeli su: model simulacije regionalnog zagađenja vazduha (KIŠE), modeli za praćenje klimatskih promena (ECHAM i HADCM), model za ocenu kvaliteta i dostupnosti vodnih resursa (VATERGAP), model za ocenu uticaja društveno-ekonomskih kretanja na kvalitet zemljišta (CLUE), model za ocenu uticaja rasta ljudske populacije i razvoja infrastrukture na biodiverzitet (GLOBIO), model za praćenje procesa emisije gasova koji izazivaju klimatske promene (DEMETER), model za proučavanje razvoja transporta i emisije zagađujućih materija (TREMOVE), model za simulaciju uticaja ljudskih aktivnosti na biosferu i klimatske promene (MNP), dinamički model globalnih promena u životnoj sredini (IFS), model energetskog sistema Evropske unije (model prostih brojeva), model analize ulaza i izlaza (Input – output analiza), Azijsko-pacifički integrirani model (AIM), model za analizu primene Kjoto protokola (DNE 21 +), model integrisane procene globalnih klimatskih promena (MERGE), model analize efekata tehničkih promena na smanjenje troškova stabilizacije nivoa ugljen-dioksida i potrošnje energije (IMACLIM-R), model za ocenu tehnološkog razvoja, potencijalnih investicija, energetske efikasnosti i uticaja fosilnih goriva na promenu klime (MIND), model za ocenu politike uštede energije i kontrole emisije gasova staklene bašte (STUBOVI), dinamički integrirani model analize odnosa klime i ekonomije regiona (RAJS), model analize odnosa energije, životne sredine i ekonomije (E3MG), model za ocenu funkcionisanja energetskog tržišta (VEM) i model za istraživanje uticaja energetike na životnu sredinu (PROMETEJ) [2].

Model KIŠE je formiran za simulaciju regionalnog zagađenja vazduha, primenom postupaka linearnog programiranja i analize dinamičkih promena različitih strategija smanjenja zagađivanja vazduha [16]. Primenuje se u svim evropskim zemljama, za praćenje potrošnje energije privrednih sektora [2]. Sastoji se od modula za ocenu: uticaja ekonomskih aktivnosti na emisiju sumpor-dioksida, oksida azota, amonijaka i čvrstih čestica, kontrolu odnosa emisije i troškova, rasprostiranja i uticaja zagađujućih materija na stanje ekosistema i zdravlje ljudi [16].

Modeliranje klimatskih promena, modelima ECHAM i HADCM, ima cilj da predstavi oblast formiranja dinamičkih jednačina za potrebe praćenja promene klimatskih parametara određene teritorije [17], u zavisnosti od energetske transformacije, transporta, poljoprivrednih aktivnosti i korišćenja zemljišta [2].

Modeliranje sistema nadzemnih i podzemnih vodnih resursa, bazirano na modelu VATERGAP, podrazumeva ocenu kvaliteta i dostupnost vodnih resursa pojedinih slivova ili regiona [18], pri čemu se model koristi i za predviđanje potrošnje vode, izračunavanje dostupnosti vode i ocenu mogućnosti korišćenja voda rečnih slivova [2].

Model CLUE, zasnovan je na analitičkom, empirijsko-statističkom i dinamičkom pristupu modeliranju [19], ima primenu za ocenu uticaja društveno-ekonomskih kretanja na kvalitet zemljišta i izgled prostora, ali i za kvantitativan opis korišćenja zemljišta [2], na osnovu podataka o ekonomskom razvoju, nameni prostora i prostornoj politici.

Statistički model GLOBIO, kojim se ocenjuje uticaj rasta ljudske populacije i razvoja infrastrukture na biodiverzitet [20], omogućava procenu uticaja izgradnje infrastrukture na biodiverzitet, u zavisnosti od vrste delatnosti, gustine infrastrukture, regiona, stanja vegetacije, klime i osetljivosti ekosistema [21].

Model DEMETER, formiran s namerom da vrši praćenje procesa emisije gasova koji izazivaju klimatske promene, zasnovan je na makro-ekonomskoj osnovi i podacima o upotrebi energije iz fosilnih goriva i izvora energije u kojima ugljenik nije nusprodukt [2]. Cilj izrade modela je da se ukaže na štetnost fosilnih goriva i potrebu štednje energije, ali i da stimuliše korišćenje novih tehnologija [2].

Model TREMOVE, razvijen je za proučavanje planiranja razvoja transporta i emisije zagađujućih materija iz sektora transportnih sredstava, drumskog putničkog saobraćaja [22]. Primenjuje se za ocenu uticaja transporta na kvalitet životne sredine.

Model multidisciplinarnog dinamičkog sistema (MNP), formiran za simulaciju uticaja ljudskih aktivnosti na biosferu i klimatske promene [23], koristi se za procenu održivog razvoja, na osnovu ulaznih podataka o društvenom razvoju, stanju biosfere i klimatskim uslovima [2], primenom indikatora klimatskih promena, biodiverziteta i ljudskog blagostanja. Sastoji se iz podmodela, kao što su modeli energije, stanovništva, korišćenja zemljišta, poljoprivrede, ugljenikovog i azotnog ciklusa i sistema atmosfera-ocean [2]. Procene se vrše na osnovu indikatora životne sredine, kao što su temperatura vazduha i emisije gasova sa efektom staklene bašte [23].

Dinamički model globalnih promena u životnoj sredini (INTERNATIONAL FUTURES - IFS), kreiran je za potrebe istraživanja uticaja ljudskih delatnosti [2]. Pogodan je za analizu održivog razvoja i istraživanja globalnih promena, na osnovu podataka o domaćinstvima, organizacijama, vladama, ali i demografskim, ekonomskim i ekološkim parametrima [2].

Model prostih brojeva predstavlja model energetskog sistema Evropske unije, zasnovan na korišćenju energije i ceni energenata, u određenom vremenskom periodu, u okviru kog se razmatraju podaci o rezervama enrgenata i raspoloživosti tehnologija za transformaciju energije i vrši ocena energetskog sistema na osnovu vrednosti energetskih indikatora (finalna potrošnja energije, ukupan energetski intenzitet, ukupna potrošnja energije, potrošnja električne energije, potrošnja energije iz obnovljivih izvora i potrošnja goriva za potrebe putničkog i teretnog saobraćaja) [2].

Metoda analize ulaza i izlaza (Input – output analiza), za praćenje posledica korišćenja prirodnih resursa i uticaja potrošnje energije na ekonomski sektor. Bazira se na primeni analize životnog ciklusa i proceni ekoloških troškova, uticaja ljudske aktivnosti na globalno zagrevanje i ekoloških procesa na donošenje ekonomskih odluka [25].

Azijsko-pacifički integrisani model (AIM), formiran 1991. god., od strane Nacionalnog instituta za studije zaštite životne sredine, Univerziteta Kjoto, uz finansijsku pomoć Agencije za životnu sredinu Japana i Globalnog fonda za istraživanje životne sredine, predstavlja skup simulacionih modela za procenu političke opcije u sprovođenju

principa održivog razvoja i obaveza Kjoto protokola [2]. Prvobitno je zamišljen kao osnova za utvrđivanje uticaja na klimatske promene, a kasnije je korišćen za ocenu zagađivanja vazduha, voda i zemljišta, kao i upravljanja zaštitom životne sredine i primene tehnologija u skladu s održivim razvojem [2].

Dinamički model Zemlje DNE 21 +, razvijen za analizu post-Kjoto režima, proširen je za proučavanje efekata emisije ugljen-dioksida i ublažavanje klimatskih promena [2]. Metodom linearanog programiranja prate se karakteristike izvora energije i sektori snabdevanja energijom, s ciljem da se ukaže na potrebu smanjenja upotrebe fosilnih goriva i neophodnost primene nuklearne energije i obnovljivih izvora energije. Linearnim funkcijama definiše se odnos troškova energetskog sistema, primene obnovljivih izvora energije i uštede energije u sektorima finalne potrošnje [26].

Model integrisane procene globalnih klimatskih promena MERGE, predviđen je za procenu regionalnih i globalnih efekata staklene bašte, analizu privrede, energetike i globalnih klimatskih promena, kao i analizu troškova nastalih klimatskim promenama [2]. Koristi se za ocenu uticaja na globalne srednje temperaturne promene, a izlazni parametri zavise od kapitala, radne snage i energije. U okviru ovog modela razvijen je i podmodel ETA, u kom se analiza zasniva na podacima o proizvodnji električne energije i faktoru opterećenja životne sredine [27] i definiše zbir godišnjih ulaganja u nove kapacitete u regionu.

Model MAKRO, kojim se predstavlja veza između makroekonomske politike i politike snabdevanja energijom, bazira se na analizi uticaja troškova snabdevanja energijom u zavisnosti od proizvodnih faktora [28]. Procena se vrši na osnovu podataka o emisiji ugljen-dioksida i referentne vrednosti ekonomskog rasta i energetskog intenziteta [2], u uslovima korišćenja obnovljivih izvora energije, energije uglja, nafte i gasa.

Model IMACLIM-R, formiran za analizu efekata tehničkih promena na smanjenje troškova stabilizacije nivoa ugljen-dioksida i potrošnje energije u domaćinstvima [29], obuhvata uticaj ekonomske politike do 2100. god., na 10 privrednih sektora. Koristi se za predviđanje koncentracije ugljen-dioksida u različitim uslovima rasta bruto društvenog proizvoda regiona, na osnovu podataka o broju stanovnika, rezervama fosilnih goriva, produktivnosti rada, uticaju investicionih odluka i budžetskih ograničenja [2].

Model MIND koristi se za ocenu tehnološkog razvoja, potencijalnih investicija, energetske efikasnosti i uticaja fosilnih goriva i obnovljivih izvora energije na promenu klime [30]. Cilj je da se izvrši procena nivoa emisije gasova staklene bašte i promena globalne srednje temperature, na osnovu procenjene emisije ugljen-dioksida, sulfatnih aerosola, ekonomskih investicija u energetskom sektoru, investicija u poboljšanje produktivnosti rada i ulaganja u obnovljive izvore energije i eksploataciju fosilnih goriva [2]. Rezultatima modeliranja ukazuje se na korelaciju tehnološkog razvoja troškova ublažavanja klimatskih promena.

Simulacioni model STUBOVI, predstavlja osnovu za ocenu politike uštede energije i kontrole emisije gasova staklene bašte, analizu međunarodnog energetskog tržišta, definisanje regionalnih energetskih bilansa i procenu energetske potražnje [16], pri čemu se razmatra konverzija energije na nacionalnom nivou i uticaj cene na ponudu i potražnju energije, stanje nacionalnog energetskog sistema [2]. Ciljevi modela su predviđanje emisije ugljen-dioksida, analiza isplativosti vođenja politike kontrole emisije i razmatranje stanja na međunarodnom energetskom tržištu [16], čije ostvarivanje zavisi od demografske prognoze, očekivanog ekonomskog rasta, troškova novih energetskih tehnologija i nivoa primene neobnovljivih energetskih resursa [2].

Dinamički integrisani model analize odnosa klime i ekonomije regiona (RAJS), formiran za analizu globalnih klimatskih promena klime, rasta stanovništva, ocenu nivoa tehnologije, procenu efekata staklene bašte, određivanje stope amortizacije [31] i definisanje stope smanjenja emisije [2], koristi se s ciljem da se integrišu ekonomske aktivnosti vezane za emisiju zagađujućih materija i uklanjanje posledica emisije gasova staklene bašte i klimatskih promena [31].

Model analize odnosa energije, životne sredine i ekonomije E3MG, baziran je na prognoziranju ekonomskih ulaganja na lokalnom, regionalnom, multisektorskom i nacionalnom nivou, u oblasti energije, životne sredine i ekonomije [32]. Primjenjuje se za razmatranje energetske ekonomije [2], na osnovu: odnosa ekonomskih i energetskih sistema, uticaja na emisiju gasova staklene bašte i globalnog zagrevanja [32]. Predstavlja mogućnost procena: politike održivog korišćenja energije, izbora mera ublažavanja klimatskih promena i razvoja održive tehnologije [2], na osnovu paralelne analize stanja privrede, energetike i politike zaštite životne sredine, odnosno

modeliranja parametara emisija zagađujućih materija u životnoj sredini i energetske ponude i potražnje [32].

Statički model VEM, formiran za ocenu funkcionisanja energetskog tržišta, od strane Međunarodne agencije za energiju, primenjuje se za analizu globalnih rezervi energije, efekata političke aktivnosti i tehnoloških promena, uticaja transformacije energije na životnu sredinu i efekata ulaganja u energetski sektor [33]. Ocene se donose na osnovu indikatora finalne potražnje i proizvodnje energenata, raspoloživosti fosilnih goriva, emisije ugljen-dioksida i investicija u oblasti energenata [16]. Izlazni podaci zavise od vrednosti korišćenih energetskih indikatora [2], kao što su potrošnja energije, ukupan energetski intenzitet, ukupna potrošnja energije, potrošnja električne energije, potrošnja energije obnovljivih izvora, cene goriva i emisije zagađujućih materija [33].

Model PROMETEJ formiran je za istraživanje uticaja energetike na životnu sredinu, analizu energetskih sistema i drumskog saobraćaja, na osnovu podataka o dinamici temperaturnih promena, raspoloživosti tehnologija i indikatora demografskih i ekonomskih aktivnosti (potrošnja energenata po vrstama, raspoloživost resursa, cena goriva, emisija ugljen-dioksida i koncentracija gasova staklene bašte) [16].

Procesi upravljanja životnom sredinom, modeliranje i integracije sistema upravljanja, projektovanje sistema upravljanja, donošenje odluka u uslovima kad nisu raspoloživi svi potrebni podaci i primena principa održivog razvoja, razmatrani su i u okviru domaćih istraživanja.

Stoiljković, Vojislav i dr. [34] ističu značaj integracije sistema upravljanja, predstavljaju alate kvaliteta za podršku integraciji sistema i formulišu principe uspostavljanja integrisanih sistema menadžmenta u JP "EPS". Prikazali su detaljno zahteve standarda, dali neophodna objašnjenja za prihvatanje odgovornosti i predstavili primere dokumenata.

Savić, S. i Stanković, M. [35] daju osnovu za razvoj sistemskog pristupa u analizi i rešavanju multidisciplinarnih problema upravljanja rizikom radne i životne sredine. Oni definišu tipove, elemente i karakteristike sistema upravljanja, ali i osnovne elemente odlučivanja, kao najvažnije faze upravljačkog procesa.



Avlijaš, R. [36] predstavlja procese upravljanja projektom, upravljanja integracijom projekta, upravljanje ljudskim resursima i osnovu za rad u programu *MS project* (Microsoft Project). Predstavljena analiza istraživanja projekta upravljanja, bazirana na životnom ciklusu projekta, pruža mogućnost da se pravovremeno uoče nedostaci organizacionih struktura.

Vujić, D. [37] opisuje savremeno upravljanje ljudskim resursima, bazirano na planiranju, obrazovanju, obučavanju, motivaciji, organizaciji i proceni uspešnosti zaposlenih. Posebna pažnja je posvećena praktičnoj primeni znanja i prilagođavanju domaćih organizacija integrisanom pristupu upravljanja.

Barjaktarović L. [38] analizira problematiku upravljanja rizikom u finansijskom i trgovinskom poslovanju, na primeru politike upravljanja rizicima, a na osnovu samoprocene, mape i indikatora operativnog rizika.

Mišković D. [39] razmatra razloge narušavanja kvaliteta okoline i potrebu sistematskog pristupa rešavanju problema. Analizira upravljanje životnom sredinom po principima održivog razvoja, ekonomske aspekte ispunjavanja obaveza propisa iz oblasti zaštite životne sredine i donošenje odluka na bazi određivanja rizika i cene koštanja. Analizu problema zasniva na inženjerskom menadžmentu, pri čemu ističe značaj monitoringa, odnosa energije i životne sredine, potrošnje energije, aerozagađenja i narušavanja ozonskog omotača. Elemente energetskog menadžmenta razmatra na osnovu propisa Evropske unije i kvaliteta životne sredine.

Heleta, M. [1] opisuje proces paralelnog projektovanja sistema životne i radne sredine, od definisanja koncepta, kreiranja dokumenata, primene u praksi, sertifikacije i održavanja, do kontinualnog poboljšanja. Sisteme definiše u obliku koji je pogodan za integraciju u sistem upravljanja organizacija, pri čemu vodi računa o primeni standarda ISO 9000 i standardizovanim sistemima upravljanja. Ističe da pojava standarda ISO 14001 i OHSAS 18001 predstavlja osnovu za rešavanje problema zaštite životne sredine i bezbednosti na samom mestu nastanka uzroka problema.

Vujović, R. [40] osnovnu ideju bazira na sveobuhvatnom izučavanju rizika, kako bi se izvršila analiza svih faktora uticaja procesa upravljanja rizicima i obezbedilo donošenje odluka. Razmatra mogućnost konkretne procene rizika, metode za procenu ekoloških i katastrofalnih rizika, ali i primere modelovanja rizika.

Mašić, B. i dr. [41] ističu principe, procese i koncepte upravljanja, na primeru studija slučaja. Razrađuju problematiku organizovanja i upravljanja ljudskim resursima. Opisuju razvoj planskih sistema upravljanja, proces planiranja, modele odlučivanja i elemente planiranja ljudskih resursa.

Mišković, V. [42] predstavlja pregled softverskih tehnologija, sistema i alata koji se koriste u realizaciji modernih sistema za podršku odlučivanju. Opisan je proces donošenja odluka, sa analizom faza procesa odlučivanja. Modeliranje je predstavljeno kao suštinski element svakog procesa odlučivanja. Razmatrao je teoriju verovatnoće i kriterijume odlučivanja u uslovima potpune neizvesnosti.

Erić, D. i Stošić, I. [43] analiziraju korporativno restrukturiranje, kao proces donošenja seta upravljačkih odluka i preduzimanja serija akcija, koje imaju za cilj ostvarivanje korenitih promena strukture, strategije i pozicije preduzeća. Opisali su organizaciono restrukturiranje, kao sastavni deo funkcionisanja svake privredne organizacije i definisali modele sprovođenja korporativnog restrukturiranja.

Micić, R. [44] ukazuje na mogućnost praktične primene stečenih teorijskih znanja o organizacionom strukturiranju i upravljanju ljudskim resursima. Analizira upravljanje konfliktima, komunikaciju u organizaciji i donošenje odluka.

Pećanac, R [45] predstavlja prednosti upravljanja inovacionim procesima. Analizira karakteristike pokazatelja razvoja i strukturne promene u organizovanju i upravljanju. Predstavlja indeks pokazatelja postojećeg stanja i komparativnu analizu modela razvoja.

Krstić, I. [46] definiše model integrisanog menadžment sistema, baziran na politici sistema menadžmenta, planiranju, ocenjivanju performansi, unapređivanju i integraciji menadžment sistema. Analizira kvalitet i rizik tehnoloških sistema, ekološki rizik, profesionalni rizik, ali i daje predlog utvrđivanja mera za smanjenje rizika. Modele za sistemsku analizu rizika tehnoloških sistema, predstavlja kao osnovu za formiranje efikasnog i efektivnog sistema bezbednosti i zaštite radne i životne sredine.

Dorđević, A. [47] analizira razvojne, prostorne i vremenske povezanosti zagađenja vazduha i zdravstvenog rizika. Kauzalnu analizu bazira na obradi statističkih podataka izmerenih koncentracija standardnih zagađujućih supstanci u vazduhu, donošenju ocene

kvaliteta vazduha i utvrđivanju nivoa zdravstvenog rizika kod eksponirane populacije. Predstavlja metodologiju za ocenu kvaliteta vazduha i definiše indeks kvaliteta vazduha, na osnovu srednjih godišnjih imisionih koncentracija.

Palačić, D. [48] predstavlja uticaj primene standarda OHSAS 18001 i ISO 14001 na poboljšanje performansi kvaliteta radne i životne sredine, s ciljem da istakne značaj primene standarda u smanjenju rizika po životnu i radnu sredinu. Analizira mogućnosti smanjenja negativnog uticaja na životnu sredinu, razvoj svesti zaposlenih, značaj dobre organizacije, primenu sistemskog pristupa i značaj primene zakona. Opisuje sisteme upravljanja i primenu PDCA metodologije.

Pored analize modela, u okviru istraživanja, razmatrani su i radovi objavljeni u časopisima, u kojima se analizira uticaj rada termoelektrana, odnos energetike, ekonomije i zaštite životne sredine, energetska politika, energetska stabilnost, snabdevanje električnom energijom, energetske indikatori, indeks energetske sigurnosti, energetska efikasnost, karakteristike energetskog sektora, posledice sagorevanja uglja na životnu sredinu i održivi razvoj u oblasti energetike.

Poboljšanje energetske efikasnosti bazirano na naprednim tehnikama praćenja operativnog sistema opisuje Uson S. [49]. U radu se utvrđuje potrošnja goriva, vrši identifikacija uzroka gubitaka energije i kvantifikacija efekta neracionalne potrošnje energije. Sistem praćenja energetske efikasnosti je predstavljen na primeru termoelektrane na uglj. Praćeni su efekti rada termoelektrane, kvalitet goriva i stanje životne sredine u periodu od 6 godina.

Probleme životne sredine izazvane sagorevanjem fosilnih goriva predstavlja Herrera I. [50]. U radu se ističe da povećanje efikasnosti transformacije energije uglja i distribucije električne energije može da utiče na ublažavanje klimatskih promena. Autor smatra da je neophodno vršiti praćenje uticaja termoelektrana na kvalitet životne sredine, jer su uglavnom locirane blizu naseljenih mesta. U radu su predstavljeni rezultati analize efekata emisije zagađujućih materija u vazdušnu sredinu, pri čemu nije zanemaren uticaj kvaliteta goriva, efikasnost transformacije, mikrolokacija, gustina naseljenosti i pravac duvanja dominantnih vetrova.

Analizu uticaja tehnologije i politike na kreiranje energetskih sektora i ispoljavanje posledica po životnu sredinu predstavlja Monfren M. [51]. Zalaže se za primenu

principa održivog razvoja u oblasti energetike, uz obezbeđivanje adekvatnih standarda usluga transformacije i distribucije energije. Predlaže primenu multidisciplinarnog pristupa, jer postupak modeliranja treba da obuhvati kompleksan energetski sistem. Cilj je da se integrišu analitičke metode i tehnička dostignuća, kako bi se obezbedila energetska efikasnost. Predloženi koncept sadrži osnovu upravljanja energijom i višekriterijumski pristup u donošenju odluka.

Analizu životnog ciklusa procesa transformacije energije i modeliranje procesa distribucije električne energije predstavlja Rubio, R., sa koautorima [52]. Karakteristika izložene metodologije analize životnog ciklusa je u paralelnom predstavljanju uticaja različitih izvora energije i poređenju rezultata sa uticajima korišćenja uglja, kao fosilnog goriva. Zaključak studije je da se smanjenje nivoa emisije zagađujućih materija i količine gasova staklene bašte postiže paralelnim korišćenjem fosilnih i nuklearnih goriva.

Primenu energetskih indikatora za potrebe analize životnog ciklusa analizira Arvidsson R. [53]. Studiju zasniva na korišćenju indikatora: racionalnog korišćenja fosilnih goriva, transformacije sekundarne energije, potreba za energijom, energetskog bilansa i distribucije električne energije. Navodi da je neophodno unapređivanje seta indikatora.

Indikatore energetske stabilnosti predstavlja Augutis J. [54]. Metodologija je zasnovana na analizi tehničkih, ekonomskih i društveno-političkih aspekata, čiji se značaj rangira s aspekta energetske stabilnosti. Ocenjivanje aspekata je vršeno za različite scenarije, pri čemu se na osnovu vrednosti težinskih koeficijenata definiše nivo energetske stabilnosti.

Smanjenje emisije gasova staklene bašte za 20 % do 2020. godine, kao jedan od glavnih ciljeva Evropske unije, opisuje Beccera T. [55]. U radu je predložena primena nelinearnog modela disperzije zagađujućih materija. Težinski koeficijenti su određivani na osnovu vrednosti intenziteta ugljen-dioksida, nivoa emisije gasova staklene bašte i emisije gasova staklene bašte po bruto društvenom proizvodu. Rezultat postavljenog cilja, pred zemljama članicama EU, zavise od energetskih politika zemalja i spremnosti da se uočeni problemi rešavaju na međunarodnom nivou.

Problem intenzivnog korišćenja energije fosilnog goriva, kao glavnog uzročnika klimatskih promena, proučavaju Soner A. i Sogut Z. [56]. Razmatrali su proces donošenja odluka zasnovan na višekriterijumskom odlučivanju i određivanju rangova

matrica, s ciljem da odrede realan odnos primene klasičnih i alternativnih izvora energije, uz održivost industrijske proizvodnje i ostvarljivost ekološke politike. U radu su predstavili predlog donošenja odluka, kojim bi se uskladio odnos konfliktnih stavova i izvršio izbor optimalnih strategija.

Ekološke indikatore i održivi razvoj analizira Zhang X. [57], s namerom da podstakne reformu politike. U radu se procenjuju odnosi između ekonomije, energije i posledica po kvalitet životne sredine. Ističe se da treba smanjiti skrivene troškove zaštite životne sredine i podstaći zagađivače da vode računa o nivou emisije zagađujućih materija.

Radom Grujica N.R. [58] predstavljen je uticaj proizvodnje električne energije, poreklom iz uglja, na kvalitet životne sredine. Analizirani su rezultati praćenja uticaja tehnološkog procesa, karakterističnih za transformaciju energije uglja. Praćenje strukture vazduha, vode i zemljišta, vršeno je s ciljem da se utvrdi negativan uticaj na floru i faunu. Predstavljena su i potencijalna rešenja problema, bazirana na rekonstrukciji i inovacijama, s ciljem da se ublaže posledice po životnu sredinu.

U radu Sharifuddina, S. [59] predstavljena je metodologija kvantitativnog ocenjivanja energetske bezbednosti, u uslovima nepotpunih informacija. Ocena se vrši na osnovu pet ključnih aspekta, vezanih za 13 elementa. Rangirano je 35 indikatora, na primenom skale od 0 do 1, na osnovu kojih su definisani kompozitni indikator i formiran indeks energetske bezbednosti.

Primenu indikatora životne sredine kao sredstva za ocenu ispravnosti odluka i merenje učinka poboljšanja kvaliteta životne sredine predstavlja Mendes C. [60]. Napominje se da je veliki problem obezbediti adekvatne podatke za definisanje energetske pokazatelja. Cilj rada je da se predstavi metodologija koja je pogodna za procenu nesigurnosti indikatora. U radu se predlaže veće ulaganje u ljudske i ekonomske resurse, kako bi se u kritičnim situacijama donosile ispravnije odluke.

Predmet rada Lui, G. [61] je ocena uticaja obnovljivih energenata na životnu sredinu. Cilj predstavljene studije je da se definiše set indikatora životne sredine, na osnovu kojih može da se prate aspekti životne sredine, primenom analize životnog ciklusa i ekoloških indikatora. Prikupljeni podaci o degradaciji zemljišta, klimatskim promenama i fotohemijskim reakcijama su primenjeni kao ulazni podaci fazi skupova. Krajnji rezultat proračuna su konačne vrednosti indikatora životne sredine.

Primenu metode analize životnog ciklusa u postupcima procene potrošnje energije i opterećenja životne sredine analizira Dong J. [62]. Studija analize životnog ciklusa, predstavljena radom, bazirana je na proceni energetske efikasnosti, troškova životne sredine i ekonomskog učinka. Višekriterijumsko odlučivanje omogućava integraciju definisanih faktora procene i određivanje težinskih koeficijenata.

Izazove globalnog zagrevanja atmosfere, nedostatka energenata i promene cene energije, kao faktore koji utiču na energetske sigurnost proučava Chang. M. [63]. Rešenje problema vidi u razvoju strategija i fleksibilnosti energetske politike, kako bi se obezbedilo sigurno snabdevanje električnom energijom.

Koncept energetske sigurnosti baziran na političkoj stabilnosti zemlje izlaže Lockel A. [64]. Iznosi stav da treba dosta raditi na obezbeđivanju stabilnosti u distribuciji energije, jer su primenjivani koncepti prilično nejasni. Zalaže se za primenu raspoloživih tehničkih rešenja, ali i primenu ekonomskih indikatora, kojima bi ukazali na realne probleme.

Predlog indikatora upravljanja elektrifikacijom iznosi Ranaboldo M. [65]. Na primeru izbora lokacije, predstavlja način kako indikatori primenjeni u fazi planiranja doprinose poboljšanju kvaliteta elektrifikacije i zastupljenosti obnovljivih izvora energije.

Primenu bioindikatora u postupcima procene uticaja na kvalitet životne sredine predlaže Benetea B. [66]. Bioindikatori omogućavaju lakše donošenje odluka i potvrđuju značaj za ekotoksikološke studije.

Složene odnose između energetske stabilnosti i klimatskih promena, indikatorima kvaliteta goriva, predstavlja Graccev F. [67]. Teoretskim pristupom predstavlja probleme distribucije energije, analizirajući stabilnost tržišta, fleksibilnost sistema, adekvatnost goriva i održivost.

Mere energetske efikasnosti zasnovane na uštedi energije proučava Reichl J. [68]. U radu razmatra različite načine uštede, pa i promene nivoa energetske usluga. Cilj rada je da se utvrde realne mogućnosti za povećanje energetske efikasnosti.

Aplikaciju za određivanje energetske statusa zemlje i ocenu energetske politike predstavio je Čeng M. Č. [69]. Izloženo rešenje omogućava praćenje usvojene

energetske politike, na osnovu analize vrednosti 25 indikatora društvenog uticaja, ekonomske situacije i stanja životne sredine.

U radu Patlitzianasa K. [70] predstavljen je integrisani pregled metodologije definisanja energetske politike. Cilj autora je da se omogući utvrđivanje energetske politike (na transparentan i razumljiv način). Predlaže operativni okvir indikatora pogodan za korišćenje političarima, analitičarima i građanima.

Analizu posledica rada termoelektrana i sagorevanja uglja predstavlja Kucukvar M. [71] u svom radu. Posledice po životnu sredinu su procenjivane u odnosu na količinu uglja, kvalitet uglja, gubitke energije, efikasnost i uticaj transporta. Rezultati studije mogu da doprinesu procesu donošenja odluka i kreiranju politike životne sredine.

Rad Nian V. [72] je baziran na primeni analize životnog ciklusa, za određivanje faktora emisije ugljen-dioksida. Poređenje je vršeno u odnosu na procese transformacije nuklearne energije u električnu energiju, kako bi se definisao sistem i odredila granica između neizvesnosti i pouzdanosti.

Uzajamnu zavisnost potrošnje energije po glavi stanovnika i blagostanja na društvenom nivou, preko indeksa energije, predstavlja Lambert J. [73]. Cilj rada je da se pokaže kako nedostatak energije utiče na život prosečnih građana, odnosno da je potrošnja energije u korelaciji sa standardom života.

U radu Shau C.V. [74] opisana je prioritetna potreba primene strategije razvoja i zavisnost nedostatka električne energije i siromaštva. Veliki broj ljudi na planeti živi u zemljama u razvoju i suočava se sa velikim problemima. Cilj studija rađenih u okviru organizacije Ujedinjenih nacija je da se obezbedi ispunjenje minimalnih potreba električne energije i ostvari jedan od milenijumskih razvojnih ciljeva održivog razvoja svetske populacije.

Interakciju između energije, klimatskih promena i korišćenja zemljišta proučava Pasimeni M. R. [75], s namerom da izloži probleme, predstavi poznate strategije za ublažavanje odnosa enegije i životne sredine, izvrši izbor najprihvatljivijih rešenja i predloži smernice za efikasno planiranje odnosa između obezbeđivanja energetske potreba i klimatskih promena. Cilj je da se planiranje politike životne sredine koriguje i integrišu savremena rešenja planiranja energetske strategije.

Upravljanje procesom distribucije električne energije i analizu dugoročnog uticaja procesa transformacije energije opisuje Ardakani F. [76]. Cilj studije je da se planiranje u sektoru energetike vrši na osnovu rezultata modeliranja, baziranog na primeni neuronskih mreža i društveno-ekonomskih indikatora. Ulazni podaci modela su vrednost bruto domaćeg proizvoda i uvoz i izvoz električne enegije.

Uticaj distribucije električne energije na ekonomski rast ispituje Sharma S. [77]. Empirijskom analizom obuhvaćeno je 66 zemalja Južne Azije, Pacifika, Evrope, Centralne Azije, Latinske Amerike, Severne Afrike i Bliskog istoka. Uticaj razvoja energetskog sektora je analiziran paralelno s vrednostima inflatornih kretanja, trgovinom i stanjem na tržištu radne snage.

Sigurnost snabdevanja energijom u zemljama koje zavise od uvoza energenata proučava Vu G. [78]. Rezultati rada pokazuju da rešenje ozbiljnih problema treba bazirati na političkim merama i ublažavanju klimatskih promena. Model energetske sigurnosti zasnovan na uštedi energije i smanjenju nivoa emisije zagađujućih materija daje dugoročno dobre rezultate.

Ušteda energije i smanjenje nivoa emisije zagađujućih materija, kao održiv način funkcionisanja energetskog sektora, predstavlja Jang F. [79]. U radu su prikazani rezultati postepenih promena, kao rezultat povećanja efektivnosti i produktivnosti.

Upravljanje zaštitom životne sredine u okviru eko-menadžmenta, na primeru sektora trgovine i rešavanje energetskih problema, proučavao je Martos H. [80]. Istakao je značaj obezbeđivanja potreba za energijom i primene mera štednje energije, kao standardne prakse razvoja evropskog privrednog sektora.

Analizu energetskog tržišta i primenu indikatora performansi sistema proučava Heyne S. [81]. Predlaže uvoz električne energije, primenu biogoriva i postupaka regeneracije, kao meru zaštite životne sredine. Poređenje različitih alternativa zasniva se na primeni indikatora. U radu predlaže primenu opšteg indikatora energetskog učinka i ocene energetskog sistema, uz razmatranje specifičnih prednosti i nedostataka.

Finn P. [82] ističe da je neophodno da se podstakne primena obnovljivih izvora energije i zalaže se za povećanje instalisane snage energije vetra. U radu su prikazani rezultati studije cene i potrošnje električne energije klasičnih i obnovljivih izvora energije.



Studiju upravljanja inovacijama, s namerom da se plasiraju nove ideje i proširi tržište, baziranu na metodi BSC, predstavljaju Axa C., Bjonenk T. [83]. U radu analiziraju definisane perspektive, održivost sistema i organizacione kapacitete organizacije. Koncept održivosti zasnivaju na potencijalnom povećanju efektivnosti i smanjenju negativnih stavova prema promenama u upravljanju i inovativnosti u procesu odlučivanja.

Rudberg M. i koautori [84] analiziraju energetske probleme, s ciljem da se postigne veće interesovanje za upravljanje energetskim tokovima na društvenom nivou. Strateško upravljanje energijom, kao preduslov za povećanje energetskog intenziteta, je cilj studije, zasnovane na analizi upravljanja energetskim sistemom i ostvarenih prihoda. Rezultati studije pokazuju da se često zanemaruje strateški značaj upravljanja energijom.

Integracija procesa odlučivanja i kreiranja politike bazirane na analitičkom pristupu procene energetske kapaciteta, prirodnih resursa i klimatskih uslova, predmet je analize Velsch M. i dr. [85]. Studija sadrži elemente koji se odnose na procenu energetskog sistema, vodenih resursa i degradirane površine zemljišta. Cilj rada je da se predstave dinamičke promene nastale promenom klime, smanjenjem količine padavina i degradacijom zemljišta.

Projekat poboljšanja energetske efikasnosti i uštede energije, baziran na primeni energetske indikatora, predstavlja Vua M. sa koautorima [86]. Strukturnu analizu energetske efikasnosti industrijskog sektora zasnivaju na modelu racionalnog korišćenja energije. U radu ocenjuju efikasnost energije, količinu uštedene energije i gubitke energije.

Modeliranje parametara društveno-ekonomskog i socio-ekonomskog razvoja je predmet rada Ardokana. F. i Ardehala M.M. [87]. Primenom neuronskih mreža analizirali su razvoj ekonomije, uvoz i izvoz energije i bruto društveni proizvod, s ciljem da definišu karakteristike procesa distribucije električne energije.

Metodološki okvir za upoređivanje značajnosti različitih vidova, na osnovu analize životnog ciklusa, energije predstavlja Iribarren D. [88]. Analizira indikatore korišćenja fosilnih goriva, nuklearne energije i obnovljivih izvora energije, u odnosu na zastupljenost vode i zemljišta kao prirodnih resursa.

Planiranje tehničkih, ekonomskih i ekoloških performansi energetskog sektora predstavlja Mancarella P. [89]. U radu analizira odnos utrošene energije za snabdevanje stanovništva (hlađenje, grejanje i transport). Cilj analize je da se poveća efikasnost celokupnog energetskog sistema, ali i definišu gubici energije i uticaj na životnu sredinu.

Upravljanje energetskim sektorom razmatra Bozanic, V. sa koautorom [90] na osnovu analize razvoja društvene svesti o stanju životne sredine i stavovima iskusnih menadžera o ekološkim problemima. Ističu da je rešenje u pomirenju suprotnih stavova, racionalnoj upotrebi energije i primeni standarda ISO 5001. Cilj autora je da ukažu na preporuke standarda i mogućnost paralelnog unapređenja stanja životne sredine i uštede u oblasti energetike. Preduslov za strateško planiranje u oblasti energetike, bez zanemarivanja uticaja na životnu sredinu, je razvoj energetskog upravljanja.

Model upravljanja energetskim razvojem baziran na primeni funkcije kvaliteta i opisivanju dinamičkih sistema, razmatrao je Shin J. sa koautorima [91]. Predložili su primenu modela u oblasti upravljanja ekonomskim razvojem i odredili ključne komponente i indikatore karakteristične za određenu državu. Na osnovu ulaznih komponenti simulirali su dinamičke sisteme i određivali vrednost ključnih indikatora. Primena modela upravljanja energetskim razvojem omogućava efikasnije upravljanje nacionalnim energetskim sektorom i olakšava kreiranje političkih odluka.

## **2.2 ANALIZA ISTRAŽIVANJA UTICAJA RUDARSKO-ENERGETSKIH KOMPLEKSA NA KVALITET ŽIVOTNE SREDINE I ZDRAVLJE LJUDI**

Analizom istraživanja uticaja površinskih kopova i termoelektrana na kvalitet životne sredine uočeno je da postoji problem otežanog provetravanja površinskih kopova, raznošenja prašine za vreme rada mehanizacije za eksploataciju i transport [92] i sagorevanja uglja niskog nivoa kvaliteta. Kvalitet vazduha se narušava emisijom ugljovodonika, oksida sumpora i azota [93], produktima nepotpunog sagorevanja (ugljen-monoksidom, azotom, zasićeni i nezasićeni ugljovodonici) [93, 94], teškim metalima (živa, kobalt, mangan, nikl, selenom, kadmijumom, bakrom, olovom, antimonom i cinkom) [95] i pepelom sa primesama nesagorelog goriva [96]. Merenje koncentracije ukupnih taložnih materija pokazuje da su često izmerene vrednosti veće

od propisanih graničnih vrednosti, zbog eolske erozije pepela sa deponija, povećane emisije pepela u dimnim gasovima i zbog ispada sekcija elektrofiltra [97].

Kvalitet uglja utiče i na proces sagorevanja, pri čemu dolazi do primene uglja male toplotne moći, otežanog mlevenja, habanja, prljanja i zašljakivanja dimnih kanala, hemijskog razaranja grejnih površina i formiranja šljake [92]. Jedna termoelektrana snage 1000 MW, s godišnjim iskorišćenjem od 6000 h, može da stvori od 10200 t do 34200 t pepela [98]. U pepelu ostaje i do 40 % sumpora iz uglja [90], dok sumpor iz gasovitih produkata učestvuje u katalitičkim, fotohemijskim i drugim reakcijama, usled čega se oksiduje i prelazi u sulfate [91]. Vlažnost vazduha od 60 % uslovljava nastajanje 7,8 % sumporne kiseline, dok se 31 % kiseline javlja s porastom vlage u vazduhu (do 81 %) [92].

Azot-dioksid u prisustvu vlage lako stupa u reakciju i obrazuje azotnu kiselinu [93]. Većinu oksida azota emitovanih iz dimnjaka termoelektrana čini azot-dioksid, koji u vazduhu ima aktivnost oko 100 časova, a istraživanja pokazuju da se zadržava u vazduhu i do 4,5 godine [94]. Azot-dioksid čini 10-15 % azotnih oksida (sadržanih u dimnom gasu) i ima 3 do 3,5 puta toksičnije dejstvo od ostalih oksida azota [92].

Dejstvo sunčevih zraka, temperaturne inverzije i brzina vetra utiču na mogućnost obrazovanja fotohemijske magle pri visokim nivoima zagađenja atmosferskog vazduha [92]. Fotohemijske reakcije izazivaju raspadanje materija, tako da složeni molekuli dospevaju ponovo u prizemni sloj i tu se razlažu na ugljenu kiselinu, vodu, kiseonik ili azot [95]. Osnovne fotohemijske reakcije se javljaju i u prizemnom sloju [92].

Rezultati analize istraživanja ukazuju da treba vršiti procenu uticaja sagorevanja fosilnih goriva s visokim procentom sumpora [96], ali i voditi računa o uticaju prašine [97], azot-dioksida i sumpora [98] na kvalitet vazduha. Uočava se često odstupanje od prihvatljivih maksimalnih emisija zagađujućih materija iz termoelektrana [99], pri čemu se vodi računa o ceni uglja u odnosu na ostale vidove energije, a zanemaruje finansijsko ulaganje u zaštitu životne sredine [100] i značaj strategijskog upravljanja [101].

Veliki broj radova ukazuje na povezanost zagađenja vazduha i zdravstvenog stanja ljudi, prilikom kratkotrajne i dugotrajne izloženosti toksičnim materijama. Čestice prašine utiču na funkcionisanje kardio-pulmonarnog sistema i mogu da prouzrokuju smrtnost usled dugotrajnog izlaganja [102], a analize se vrše u odnosu na koncentraciju

zagađujućih materija [103, 104]. Studije uticaja zagađenja ambijentalnog vazduha na zdravlje ljudi [105] i mortalitet [106] ukazuju na zabrinjavajuću situaciju. Svetska zdravstvena organizacija ukazuje na potrebu procene uticaja zagađujućih materija, na lokalnom i nacionalnom nivou [107], dok asocijacije za upravljanje otpadom ističu značaj paralelne analize podataka o emisiji zagađujućih materija i broju smrtnih slučajeva [108]. Analize vremenskih serija o zagađenju vazduha i smrtnosti [109], s aspekta uticaja efekata gasovitih produkata i prašine, imaju za cilj da utvrde uzrok smrti i brojnost smrtnih slučajeva po godinama i godišnjim dobima. Analiza rizika od smrtnosti, u uslovima kratkotrajne izloženosti većem nivou koncentracije zagađujućih materija, bazirana je na određivanju indeksa zagađenja vazduha [110], kako bi se utvrdila zavisnost i ukazalo na očekivanu težinu posledica.

Stepen zagađivanja otpadnih voda definiše se u zavisnosti od vrste zagađujućih supstanci, fizičko-geografskih karakteristika sredine, hidrometeoroloških uslova i hidrološke veze površinskih i podzemnih voda. Zagađujuće supstance u vodi utiču na izmenu fizičko-hemijskih osobina vode, sastava, temperature i gasnog režima, truljenje, vrenje organskih sedimenata s obrazovanjem toksičnih supstanci, pojačanje ili slabljenje mineralizacije vode, biohemijske procese, samoprečišćavanje vode, izumiranje vodenih organizama, uništavanje ribljeg fonda [111]. Arsen ostaje na slabo propusnoj peskovitoj glini [112], najčešće bez prečišćavanja [113], iako spada u vrlo toksične elemente. Formiranje „vodenih ogledala“ na deponijama pepela sprečava raznošenje čvrstih čestica, ali dovode do zagađivanja podzemnih voda, usled prodiranja procednih voda u podzemne tokove [114]. Procedne vode deponija pepela i šljake zagađuju površinske i podzemne vode, a rezultati ispitivanja pokazuju da se javlja povećana pH vrednost i koncentracija kalcijuma, magnezijuma, gvožđa i cinka [115].

Analiza rezultata istraživanja ukazuje da neprečišćene rudničke vode i ugljena prašina zagađuju okolno zemljište, naročito u kišnom periodu, kad se povećava koncentracija nikla [116] i olova [117]. Bor prodire u dublje slojeve zemljišta i javlja se u drenažnim vodama [112]. Teški metali akumulirani u biljkama [118] dospevaju direktno ili indirektno u lanac ishrane čoveka. Sumpor-dioksid u atmosferskim uslovima stvara sumporastu kiselinu [119], koja s atmosferskim padavinama dospeva u zemljište i

indirektno ga zagađuje. Najveći deo policikličnih aromatičnih ugljovodonika, nastalih u procesu sagorevanja uglja, akumulira se u zemljištu (90 %) [120].

Pepeo termoelektrana Republike Srbije ima alkalnu reakciju, visok sadržaj kalijuma i teške metale [116]. Na površinu zemljišta talože se čestice letećeg pepela, koje utiču na povećanje nivoa arsena u zemljištu [121]. Koncentracija prirodnih radionukleida u pepelu i šljaci utiče na povećanje nivoa radioaktivnosti uzoraka uglja, elektrofilterskog pepela, šljake, pepela, zemlje u neposrednoj okolini deponije, obradivog zemljišta u krugu prečnika 10 km od elektrane, biljnih kultura i procednih voda deponija [122]. Pepeo, bez radioaktivnih komponenti, ima primenu u pospešivanju rasta biljaka [123], dok rekultivacija uz primenu letećeg pepela obezbeđuje mikroelemente neophodne za razvoj biljaka [122].

Analizom istraživanja, sprovedenih u svetu i kod nas, dolazi se do zaključka da zagađenje životne sredine, poreklom iz rudarsko-energetskih kompleksa, u velikoj meri utiče na kvalitet životne sredine i zdravlje stanovništva. Neophodno je primenjivati modele racionalnog razvoja energetskog sektora i međunarodne ekonomije [123], dugoročno planirati obezbeđenje potreba za energijom [124], voditi računa o ceni uglja i električne energije [100] i zavisnosti stanja energetskog sistema i ljudskog zdravlja [125]. Unapređivanje upravljanja životnom sredinom [126] i analiza životnog ciklusa [127] doprinose kreiranju ostvarljive energetske politike, ublažavanju efekta staklene bašte [128] i usklađivanju nivoa razvoja energetike sa održivim razvojem i javnim zdravljem stanovništva [129].

### **2.3 ISTRAŽIVANJA POGODNA ZA UNAPREĐIVANJE SISTEMA UPRAVLJANJA ZAŠTITOM ŽIVOTNE SREDINE RUDARSKO-ENERGETSKIH KOMPLEKSA REPUBLIKE SRBIJE**

Implementacija savremenih sistema zaštite životne sredine omogućava unapređivanje postupaka otklanjanja negativnih posledica rada rudarsko-energetskog kompleksa i sprovođenja preventivnih mera zaštite. Istraživanja koja se mogu primeniti u uslovima rudarsko-energetskih kompleksa u Republici Srbiji obuhvataju analizu stanja životne sredine, praćenje uticaja površinske eksploatacije i sagorevanja uglja. Analiza proizvoda tokom celog životnog ciklusa nalazi primenu u praćenju obezbeđivanja sirovina i energije, emisije zagađujućih materija i odlaganja otpada proizvodnog procesa. Primena

analize životnog ciklusa (*Life Cycle Analysis - LCA*) za analizu uticaja rudarsko-energetskih kompleksa, može da omogući uslove za uočavanje ozbiljnosti ekoloških problema i sveobuhvatno praćenje stanja i kvaliteta životne sredine. Prednost primene metode je u stvaranju realne osnove za donošenje odluka, na osnovu relevantnih informacija.

Modeliranje sistema upravljanja zaštitom životne sredine i implementacija savremenih metoda upravljanja zaštitom životne sredine vodi ostvarivanju ciljeva održivog razvoja i funkcionisanju rudarsko-energetskih kompleksa u skladu sa zakonskom regulativom Republike Srbije i zahtevima Evropske unije [130, 131]. Metoda analize strategija upravljanja, primenom BSC, često se koristi i u kombinaciji sa metodom analitičkog hijerarhijskog procesa donošenja odluka. Kombinovana primena metoda analizirana je na primeru evropske firme koja se bavi uslužnom delatnošću [132], ali i za rešavanje dinamičkih problema izbora radnika [133], sprovođenje ciljeva održivog razvoja i upravljanje životnom sredinom [134], olakšavanje procesa donošenja odluka u prerađivačkoj industriji [135], procenu performansi lanca snabdevanja naftne industrije [136], izbor značajnosti indikatora dostizanja usvojenih ciljeva organizacije [137], izbor indikatora performansi i strategija [138], strateško planiranje [139] i predstavljanje informacionih procesa [140].

Ostvarivanje ekonomske koristi, uz očuvanje životne sredine, ima poseban značaj. Stoga implementacija savremenih metoda AHP i BSC pruža osnovu za modeliranje sistema upravljanja zaštitom životne sredine, ostvarivanje ciljeva održivog razvoja i funkcionisanje rudarsko-energetskih kompleksa u skladu sa zakonskom regulativom Republike Srbije i zahtevima Evropske unije. Analiza životnog ciklusa otvara prostor za odlučivanje na osnovu relevantnih informacija, neophodnih za upravljanje organizacijom i praćenje stanja sistema zaštite životne sredine.

## ***PRIKAZ OBJEKTA ISTRAŽIVANJA***

### 3. PRIKAZ OBJEKTA ISTRAŽIVANJA

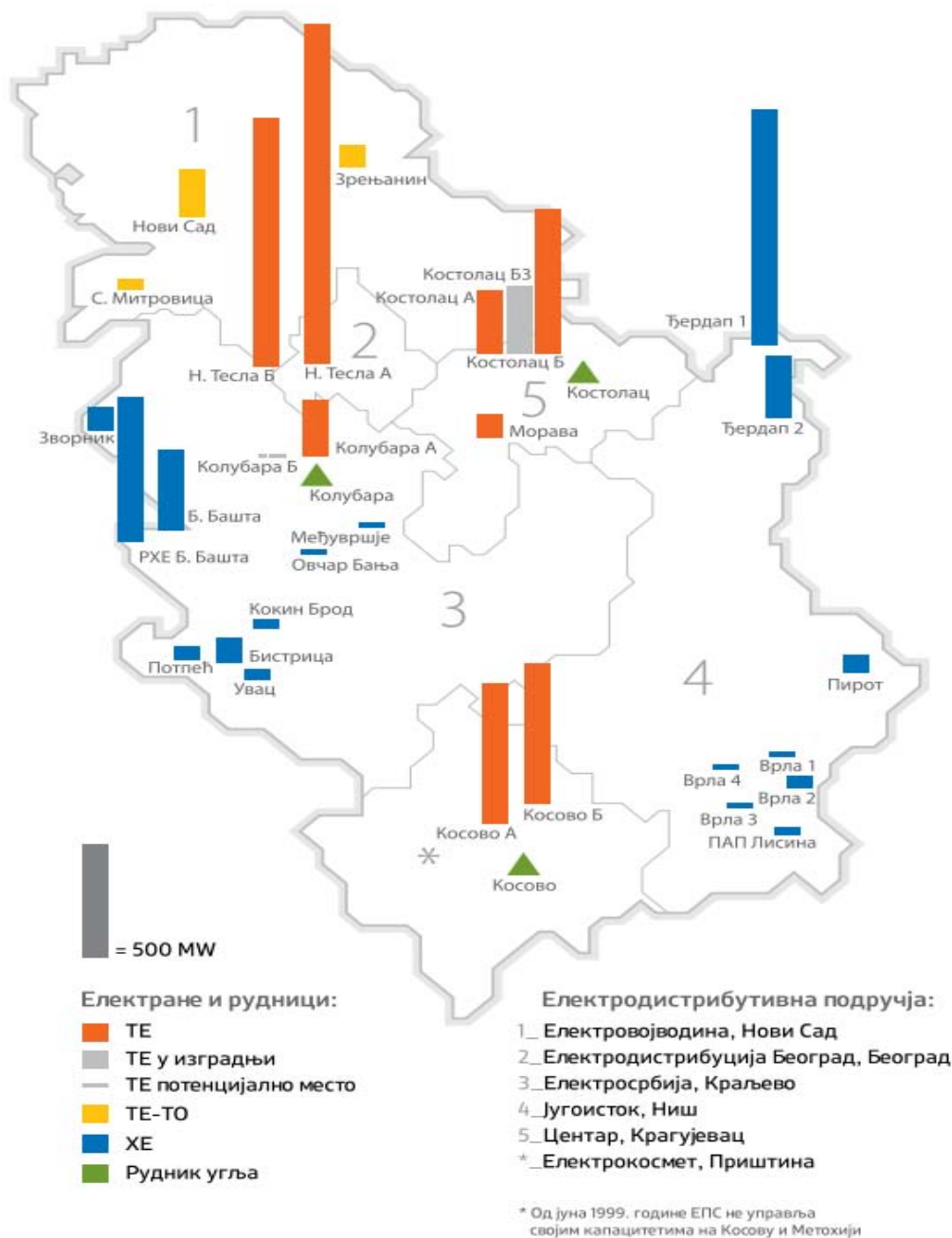
Osnovna energetska sirovina za proizvodnju električne energije, u svetu pa i kod nas, je ugalj. Na osnovu podataka koje prati Međunarodna agencija za energetiku (International Energy Agency) i statističkih podataka o potrošnji energije na globalnom nivou (BP Statistical Review of World Energy) proizvodnja uglja zadovoljava 30,1 % svetskih potreba proizvodnje primarne energije, a iz uglja se dobija preko 40 % električne energije u svetu i koristi se u proizvodnji preko 70 % čelika u svetu [141]. Ukupna svetska proizvodnja uglja dostigla je rekordni nivo od 7822.8 Mt u 2013. god. ili 0,4 % više nego u 2012. godini [141].

Ukupna proizvodnja uglja u svetu (uključujući mrki ugalj i lignit) ima trend porasta i iznosila je 4677 Mt (1990. god.), 7794 Mt (2012. god.) i 7823 Mt (2013. godine) [142]. U izveštaju Međunarodne agencije za energetiku (International Energy Agency) i izveštajima Nemačkog saveznog zavoda za geološka istraživanja i prirodne resurse (German Federal Institute for Geosciences and Natural Resources) navodi se da su rezerve uglja 2012. godine iznosile 1050 milijardi tona, odnosno da će imati uglja za još oko 133 godina, ako nivo potrošnje uglja ostane na sadašnjem nivou [142]. U statističkom pregledu rezervi energije na globalnom nivou (BP Statistical Review of World Energy) zasnovanom na procenama Svetskog saveta za procenu globalnih rezervi uglja (World Energy Council estimates of global coal reserves) navodi se da su rezerve uglja 892 milijardi tona i da će ugalj biti na raspolaganju još 113 godine [142]. Na osnovu svih ovih izveštaja vidi se da će ugalj i dalje u perspektivi biti osnovna energetska sirovina za proizvodnju električne energije. Problem je u tome što potražnja za energijom stalno raste iako se razvijaju energetske efikasnije tehnologije. Zadatak energetskog sektora je da uskladi razvoj s principima održivog razvoja i vodi računa o klimatskim promenama, jer se predviđa da će se povećati emisije ugljenika za 16 % do 2040. godine, iako se očekuje da se do iste godine 50 % energije dobija iz obnovljivih izvora energije [142].

Rezerve lignita u Srbiji predstavljaju značajan energetske potencijal kako u zemlji tako i u okruženju. Javno preduzeće „Elektroprivreda Srbije“ je matično–kontrolno preduzeće



za 14 zavisnih-kontrolisanih privrednih društava (PD), od čega je 13 sa sedištem u Republici Srbiji. Postoji sedam privrednih društava za proizvodnju električne energije i uglja, pet PD za distribuciju električne energije i upravljanje distributivnim sistemom i jedno PD za snabdevanje električnom energijom krajnjih kupaca [143]. Proizvodni kapaciteti Javnog preduzeća „Elektroprivreda Srbije“ prikazani su na slici 1.



Slika 1 Proizvodni kapaciteti Javnog preduzeća „Elektroprivreda Srbije“ [143]

U toku 2014. godine na površinskim kopovima uglja na teritoriji Republike Srbije, na kojima EPS upravlja proizvodnjom (kolubarski i kostolački baseni), proizvedeno je oko 30 miliona tona uglja, a od toga je u termoelektranama proizvedeno 64 % električne energije u EPS-u [143].

Eksploatacija uglja u Kostolačkom basenu počela je 1870. godine, tako što se uglj kopao podzemnim metodama eksploatacije, a kasnije površinskom eksploatacijom na tri površinska kopa: "Klenovnik", "Ćirikovac" i "Drmno" [144]. Danas je aktivan samo površinski kop Drmno koji se nalazi u blizini velikih rečnih tokova Dunava i Mlave. Površinski kopovi "Klenovnik" i "Ćirikovac" prestali su sa radom 2009. godine. Na površinskom kopu "Ćirikovac" izgrađena je nova sanitarna deponija za odlaganje pepela iz procesa sagorevanja uglja u termoelektranama. Kostolački uglj se koristi za snabdevanje ugljem TE "Kostolac-A" instalisane snage 300 (MW) i TE "Kostolac-B" snage 700 (MW), a manjim delom se distribuira za potrebe široke potrošnje [143]. Na slici 2 je prikazan Kostolački ugljeni basen.



Slika 2 Kostolački ugljeni basen [144]

Kapacitet na otkopavanju uglja na P.K. "Drmno" je u funkciji snabdevanja postojećih termoenergetskih kapaciteta, snabdevanja novog bloka B3 (350 mW), kao i u funkciji obezbeđenja uglja za ostalu potrošnju u iznosu od  $0,5 \times 10^6$  t [145].

Do kraja 2007. kapacitet na P.K. "Drmno" iznosio je  $6,5 \times 10^6$  t uglja godišnje, a u 2011. godini kapacitet je povećan na  $9,0 \times 10^6$  t/god, kakav će biti do kraja 2018. godine [145]. Od 2018. godine planira se uvođenje novog bloka, pa će se kapacitet na uglju povećati na  $11,3 \times 10^6$  t [145], što je ujedno i najveći projektovani kapacitet kopa.

Ovaj nivo proizvodnje uglja se očekuje do kraja 2024. godine, a nakon toga do kraja eksploatacije kapacitet kopa na uglju će se postepeno smanjivati. Projektovani kapacitet na uglju površinskog kopa "Drmno" do kraja eksploatacije dat je u tabeli 1.

Dinamika otkopavanja i odlaganja otkrivke je definisana u funkciji projektovanog kapaciteta na uglju, uz uslov da se obezbedi minimalno rastojanje između nožice odlagališta i nožice uglja od oko 150 m i minimalno otkrivena polugodišnja proizvodnja uglja. Shodno planiranom kapacitetu otkopavanja uglja, godišnji kapacitet na otkrivci će biti od  $47,5 \times 10^6$  m<sup>3</sup>čm (od 2014.-2018. god.) do maksimalnih  $56,5 \times 10^6$  m<sup>3</sup>čm (2019.-2024. godine) [145]. Projektovani kapacitet na otkrivci površinskog kopa "Drmno" do kraja eksploatacije dat je u tabeli 1.

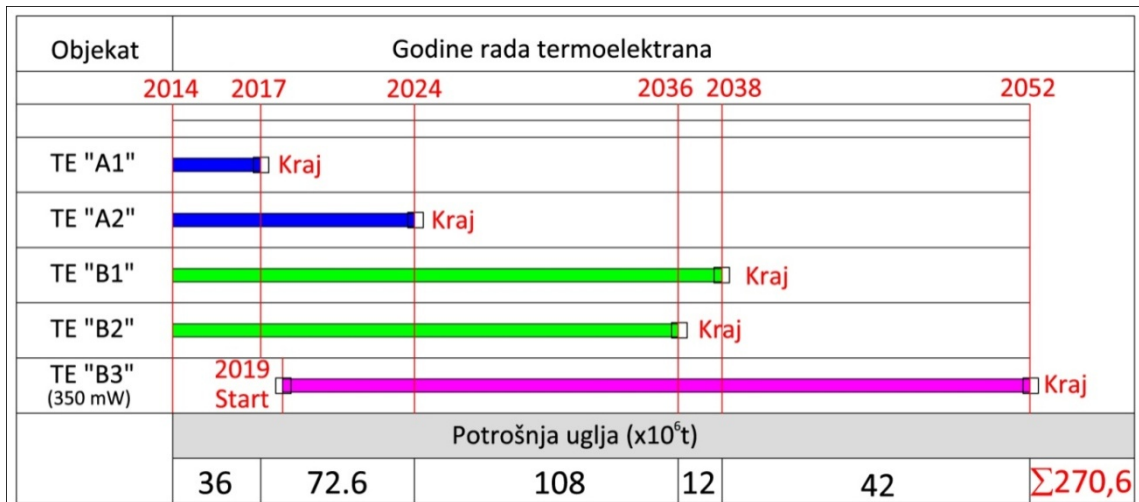
Tabela 1 Projektovani kapacitet na otkrivci površinskog kopa "Drmno"[145]

| Period (god.)                                | 2014-2018            | 2018                  | 2019-2024             | 2025-2036             | 2037-2038           | 2039-2050             | 2051                  | 2052                  | Ukupno         |
|--|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------|
| Jalovina (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> čm) | 4x47,5<br><b>190</b> | 1x41,5<br><b>41,5</b> | 6 x56,5<br><b>339</b> | 12x47,5<br><b>570</b> | 2x32,5<br><b>65</b> | 12x17,5<br><b>210</b> | 1x16,5<br><b>16,5</b> | 1x15,5<br><b>15,5</b> | <b>1.447,5</b> |
| Ugalj (10 <sup>6</sup> t)                    | 4x9,2<br><b>38</b>   | 1x8,3<br><b>8,3</b>   | 6x11,3<br><b>67,8</b> | 12x9,5<br><b>114</b>  | 2x6,5<br><b>13</b>  | 12x3,5<br><b>42</b>   | 1x3,5<br><b>3,5</b>   | 1x3,5<br><b>3,5</b>   | <b>290</b>     |

Iz tabele 1 jasno se vidi da je eksploatacioni vek P.K. "Drmno" 39. godina. Projektovani vek rada blokova na lokaciji TE Kostolac "A" je do kraja 2017. godine za blok "A1", odnosno do kraja 2024. godine za blok "A2" [145]. Projektovani vek rada blokova na lokaciji TE Kostolac "B" je do kraja 2036. godine za blok "B2", odnosno do kraja 2038. godine za blok "B1"[145].

Uvođenje novog bloka u proizvodnju "B3" od 350 MW projektovano je za 2019. godinu, a uz projektovani remont, ovaj blok će raditi do kraja veka kopa tj. do kraja 2052. godine [145].

Dinamika eksploatacije uglja sa kopa Drmno usklađena je sa projektovanim vekom termoenergetskih objekata, i kao takva obezbeđuje sigurno snabdevanje termoelektrana gorivom u potrebnim količinama do kraja 2052. godine [145], odnosno 39. godina ukupnog rada termoelektrane TE „Kostolac“, slika 3.



Slika 3 Dinamika razvoja termoenergetskih objekata u TE „Kostolac“ [145]

JP „Elektroprivreda Srbije“ je potpisivanjem Ugovora o Energetskoj zajednici i donošenjem odgovarajućih direktiva na nivou Evropske unije preuzela obavezu da se pridržava koncepta zaštite životne sredine i održivog razvoja.

Najveći deo Projekata koji se planira u JP EPS su projekti koji se odnose na emisiju zagađujućih materija u vazдушnu sredinu iz termoenergetskih postrojenja, što uključuje sumporne okside, azotne okside i praškaste materije, kao i emisije ugljen dioksida.

Što se tiče objekta istraživanja u termoelektrani TE „Kostolac B“, na blokovima B1 i B2 u toku je završna faza izgradnje postrojenja za odsumporavanje dimnih gasova u cilju smanjenja emisije sumpornih i azotnih oksida ispod 200 mg/Nm<sup>3</sup> [146]. Projekat se realizuje iz kredita potpisanog sa Narodnom Republikom Kinom.

U cilju smanjenja emisije praškastih materija urađena je rekonstrukcija elektrofiltera na bloku B1 u TE „Kostolac B“, pri čemu je isporučio opreme dao garancije za masenu koncentraciju praškastih materija, koja iznosi manje ili je jednaka 50 mg/Nm<sup>3</sup>.

Što se tiče zagađenja vode u procesu proizvodnje električne energije u termoelektrani TE „Kostolac B“, u toku je priprema za projekat izgradnje postrojenja za prečišćavanja

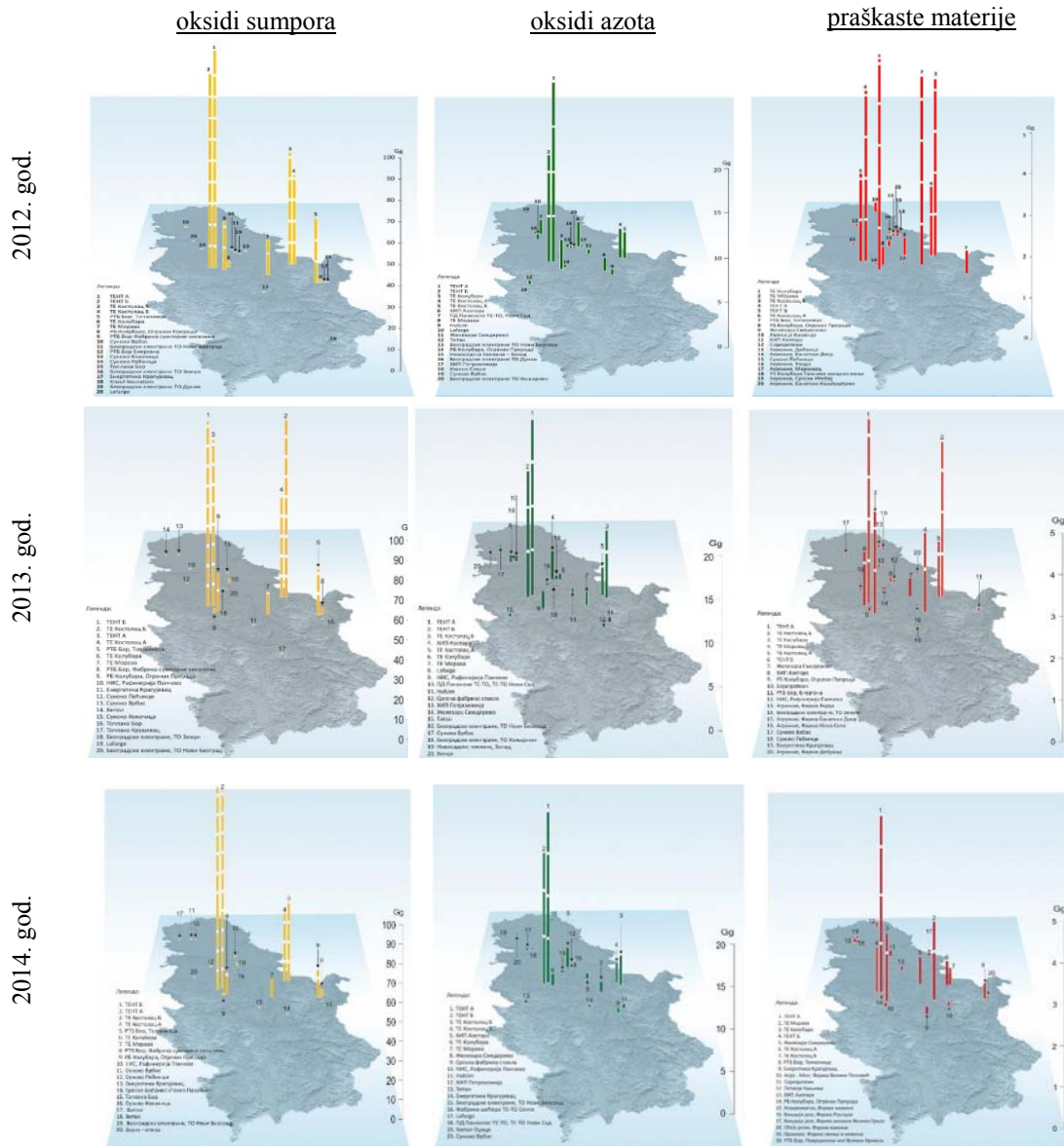
otpadnih voda. Investiciono-tehničku dokumentaciju, Studiju opravdanosti sa idejnim projektom izgradnje postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda TE „Kostolac B“, za blokove B1, B2 i budući blok B3 snage 350 MW izradio je „Energoprojekt-Hidroinženjering“, a tendersku dokumentaciju grčki konsultant „Exergia“ [147].

U oblasti zaštite zemljišta u TE „Kostolac A“ trenutno je aktuelan projekat „Zamena sistema za transport pepela i šljake u TE „Kostolac A“. Takođe se rade tekući poslovi na rekultivaciji otkopanih prostora deponija i odlagališta jalovine u čitavom rudarsko-energetskom kompleksu.

Na osnovu podataka Nacionalnog registra izvora zagađivanja i šematskih prikaza emitovanih količina oksida sumpora, oksida azota i praškastih materija, za 2012., 2013. i 2014. godinu, predstavljenih u Izveštaju o stanju životne sredine u Republici Srbiji, Ministarstva energetike, razvoja i zaštite životne sredine Republike Srbije [148, 149, 150] formiran je uporedni prikaz vrednosti emitovanih zagađujućih materija. Grafički prikaz (slika 4) obuhvata dominantne stacionarne izvore pomenutih zagađujućih materija, gde spada i termoelektrana TE „Kostolac“.

Na osnovu kartografskih prikaza dela teritorije Republike Srbije [148, 149, 150], na kom su skoncentrisani dominantni izvori zagađivanja vazduha (slika1), zaključuje se da termoelektrane u Republici Srbiji predstavljaju dominantne izvore zagađivanja vazdušne sredine. Termoelektrane „TENT A“ i „TENT B“ emituju najveće količine oksida sumpora (oko 100 Gg) [148, 149]. Termoelektrana „TENT A“ predstavlja najznačajniji izvor emisije oksida azota (oko 20 Gg) [148, 149, 150]. Najveća količina čvrstih čestica emitovale se iz termoelektrane TE „Kolubara“ (oko 5 Gg) [148, 149], u 2012. i 2013. god., a termoelektrana TE „Morava“ je na drugom mestu prema nivou emisije [148, 149 i 150]. Termoelektrane TE „Kostolac A“ i TE „Kostolac B“ su na trećem i četvrtom mestu prema nivou emisije oksida sumpora [148, 149, 150]. Termoelektrana TE „Kostolac A“ je na četvrtom mestu prema nivou emisije oksida azota, dok je termoelektrana TE „Kostolac B“ 2012. i 2013. godine bila na petom [148, 149] i trećem mestu u 2014. godini [145]. Najznačajniji izvor emisije praškastih materija je termoelektrana TE „Kolubara“ [148, 149], dok je TE „Morava“ na drugom mestu, u 2012., 2013., i 2014. godini [148, 149, 150].

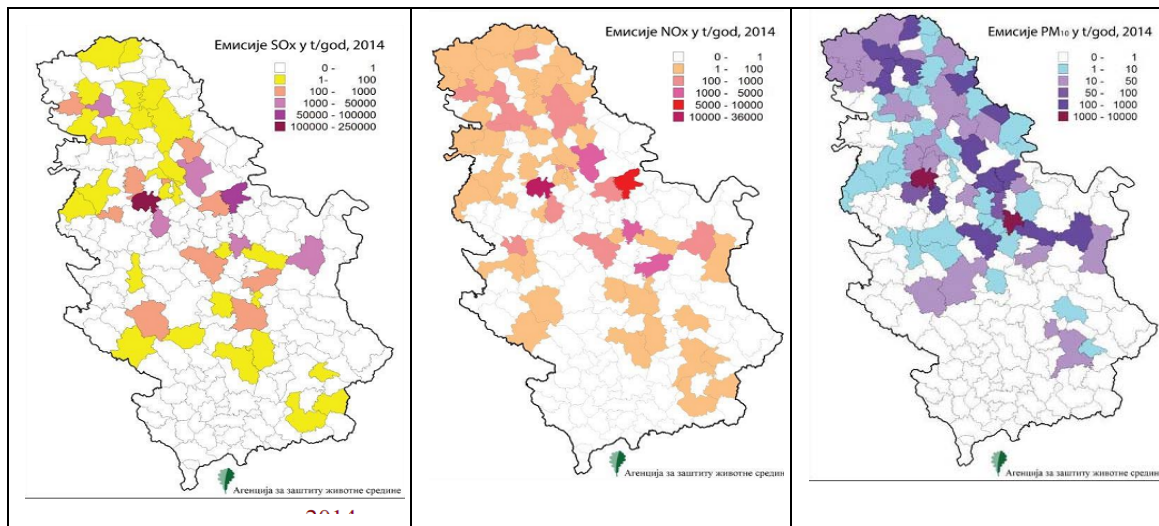
Nivo emisije zagađujućih materija



| Zagađujuća materija           | Nivo uticaja termoelektrana Republike Srbije |       |       |               |       |       |        |       |       |        |       |       |             |       |       |           |       |       |
|-------------------------------|--|-------|-------|---------------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|-------------|-------|-------|-----------|-------|-------|
|                               | TE Kostolac A                                |       |       | TE Kostolac B |       |       | TENT A |       |       | TENT B |       |       | TE Kolubara |       |       | TE Morava |       |       |
|                               | 2012.  | 2013. | 2014. | 2012.         | 2013. | 2014. | 2012.  | 2013. | 2014. | 2012.  | 2013. | 2014. | 2012.       | 2013. | 2014. | 2012.     | 2013. | 2014. |
| SO <sub>2</sub>               | 3  | 3     | 4     | 4             | 4     | 3     | 2      | 1     | 2     | 1      | 2     | 1     | 6           | 6     | 6     | 7         | 7     | 7     |
| N <sub>x</sub> O <sub>x</sub> | 4  | 4     | 4     | 5             | 5     | 3     | 1      | 1     | 1     | 2      | 2     | 2     | 3           | 3     | 6     | 8         | 8     | 7     |
| PM                            | 6  | 6     | 6     | 3             | 5     | 7     | 5      | 4     | 1     | 4      | 5     | 4     | 1           | 1     | 3     | 2         | 2     | 2     |

Slika 4 Nivo uticaja termoelektrana Republike Srbije na kvalitet vazdušne sredine u: 1) 2012., 2) 2013 i 3) 2014. godini, u odnosu na nivo emisije 20 najznačajnijih izvora emisije oksida sumpora, oksida azota i praškastih materija [148, 149, 150]

Prostorna raspodela emisija oksida sumpora, oksida azota i čvrstih čestica predstavljena je grafičkim prikazom (slika 5), na osnovu Godišnjeg izveštaja o stanju kvaliteta vazduha u Republici Srbiji, za 2014. godinu [151].



Slika 5 Prostorna raspodela emisija zagađujućih materija, po opštinama Republike Srbije, u 2014. godini, sa prikazom lokacija termoelektrana: a) emisije oksida sumpora, b) emisije oksida azota i c) emisije praškastih materija [150]

Prostorna raspodela emisije zagađujućih materija je utvrđena prema nivou emisije [151], u tonama na godišnjem nivou. Vrednosti emisija su svrstane u 6 nivoa [151, 152]. Na osnovu grafičkog prikaza može da se zaključi da je u neposrednoj blizini termoelektrana TE „Kostolac A“ i TE „Kostolac B“ zastupljen peti nivo emisije oksida sumpora (50000 - 100000 t/god) i azot (5000 – 10000 t/god). Na osnovu prostornog rasporeda emisije čvrstih čestica zaključuje se da su termoelektrane TE „Kostolac A“ i TE „Kostolac B“ na području sa petim nivoom zagađenja (100 – 10000 t/god).

Uticaj rudarsko-energetskih kompleksa na kvalitet vazduha ocenjivan je na osnovu izveštaja akreditovanih laboratorija (Rudarskog instituta iz Beograda) i godišnjih izveštaja o stanju kvaliteta vazduha u Republici Srbiji (Agencije za zaštitu životne sredine). Automatski monitoring kvaliteta vazduha na području Republike Srbije, u okviru CARDS projekta „Supply of equipment for air quality monitoring stations, Serbia“ (EUROPEAID / 124394/D/SUP/YU) [152], organizovala je Agencija za zaštitu životne sredine. Operativni monitoring kvaliteta vazduha realizovan je mrežom automatskih stanica za praćenje kvaliteta vazduha, u skladu sa Uredbom o utvrđivanju Programa kontrole kvaliteta vazduha u državnoj mreži [153] i lokalnim mrežama

monitoringa područja Vojvodine, Beograda i Pančeva. Automatskim praćenjem sprovedeno je merenje koncentracije sumpor-dioksida, azot-monoksida, azot-dioksida, ugljen-monoksida i prizemnog ozona.

Na osnovu rezultata Godišnjeg izveštaja o stanju kvaliteta vazduha u Republici Srbiji, za 2014. godinu [150], zaključuje se da Kostolac pripada I kategoriji kvaliteta vazduha, ali i da se konstatuje da je ocena izvršena samo na osnovu podataka o emisiji ugljen-monoksida. Primećuje se da za godišnje vrednosti koncentracija sumpor-dioksida i azot-dioksida, na mernim mestima u Kostolcu, nije raspoloživo 90 % validnih satnih vrednosti, iako je praćenje predviđeno i vršeno programom. Praćenje godišnjih vrednosti koncentracija čvrstih čestica (PM<sub>10</sub>) i ozona (O<sub>3</sub>) nije predviđeno programom za Kostolac. Kategorije kvaliteta vazduha u Godišnjem izveštaju o stanju kvaliteta vazduha u Republici Srbiji, za 2014. godinu [150], utvrđene su na osnovu godišnjih koncentracija zagađujućih materija i predstavljaju zvaničnu ocenu kvaliteta vazduha, utvrđenu na osnovu člana 21., Zakona o zaštiti vazduha [154], polazeći od propisanih graničnih i tolerantnih vrednosti [153]. Kostolac pripada prvoj kategoriji kvaliteta vazduha [153], koja podrazumeva čist ili neznatno zagađen vazduh, gde nisu prekoračene granične vrednosti nivoa ni za jednu zagađujuću materiju, dok druga kategorija podrazumeva umereno zagađen vazduh, pri čemu nisu prekoračene tolerantne vrednosti ni jedne zagađujuće materije.

U atmosferi su zastupljeni gasovi sa efektom staklene bašte, na čiji nivo ravnotežnih mehanizama stvaranja i razgradnje najviše utiče prekomerna potrošnja fosilnih goriva [128]. Ugljen-dioksid emitovan kao produkt sagorevanja uglja i nafte ima približno isti doprinos efektu staklene bašte kao i metan, azotsuboksid, hlorofluorougļjovodonik, perfluorougļjenik i sumporoheksafluorid zajedno [128]. Značaj posledica ugljen-dioksida ogleda se i kroz koncept globalnog potencijala zagrevanja, koji predstavlja odnos toplote apsorbavane od strane jedinične mase jednog gasa u odnosu na toplotu apsorbovanu od strane jedinične mase ugljen-dioksida u određenom periodu [128]. Deo ugljenika iz uglja se oslobađa u obliku ugljen-monoksida, metana i nemetanskih ugļjovodonika. Izveštaji o kvalitetu vazdušne sredine Republike Srbije ne sadrže podatke o uticaju ugljen-dioksida na kvalitet vazduha i globalne klimatske promene, a poznato je da nacionalni dugoročni cilj Republike Srbije predstavlja i smanjenje gasova



sa efektom staklene bašte. Republika Srbija je učesnik Okvirne konvencije o promeni klime i Kjoto protokola [130], sa statusom zemlje u razvoju, tako da nema obavezu kvantifikovanog smanjenja emisije gasova sa efektom staklene bašte. Ratifikacijom konvencije je preuzela obavezu utvrđivanja i sprovođenja aktivnosti koje se odnose na analizu i izveštavanje o mogućnostima smanjenja i u planu je izrada Nacionalnog programa mera za ublažavanje klimatskih promena u relevantnim sektorima, od kojih je jedan energetika [130, 131]. U izveštaju o emisiji gasova sa efektom staklene bašte iz 1990. god. navodi se da Republika Srbija ne učestvuje u značajnoj meri na ukupne emisije gasova sa efektom staklene bašte na globalnom nivou. Zakon o potvrđivanju Kjoto protokola u uz Okvirnu konvenciju ujedinjenih nacija o promeni klime stupio je na snagu 2007. godine („Službeni glasnik RS“, br. 88/07, 2007) [130].

Procenu kvaliteta vazduha i uticaja produkata sagorevanja termoelektrane TE „Kostolac“ vrši Rudarski institut D.O.O. Beograd. U Laboratoriji za zaštitu životne sredine vrši se analiza uzetih uzoraka i određuju vrednosti pojedinačnih merenja emisije štetnih i opasnih materija termoelektrane TE „Kostolac“. Mesta uzorkovanja predstavlja merna ravan u neposrednoj blizini ventilatora dimnog gasa, na levom i desnom dimnom kanalu. Određuje se udeo masene koncentracije ukupnih praškastih materija, azot-dioksida, azot-monoksida, sumpor-dioksida, ugljen-dioksida, ugljen-monoksida i kiseonika, u ukupnoj emisiji produkata sagorevanja lignita.

Na osnovu uvida u Izveštaje o ispitivanju emisije - Pojedinačnih merenja emisije štetnih i opasnih materija termoelektrane TE „Kostolac“ [155-167], Laboratorije za zaštitu životne sredine Rudarskog instituta D.O.O. Beograd, zaključuje se da su masene koncentracije praškastih materija u dimnom kanalu manje od granične vrednosti emisije za praškaste materije ( $100 \text{ mg/m}^3$ ), prema Pravilniku o graničnim vrednostima emisije, načinu i rokovima merenja i evidentiranja podataka [168], za ložišta na ugalj, toplotne snage ispod 300 MW. Masene koncentracije hlorovodonika i fluorovodonika u kontrolisanim uzorcima su manje od granične vrednosti emisije (GVE).

Rezultati praćenja masene koncentracije sumpor-dioksida, predstavljeni Izveštajima o ispitivanju emisije [155-167, 168 i 169], izmerene u dimnim kanalima termoelektrana TE „Kostolac A“, Blok1, Kotao 1, TE „Kostolac A“, Blok1 Kotao 2, TE „Kostolac A“, Blok 2, TE „Kostolac B“, Blok 1 i TE „Kostolac B“, Blok 2 ukazuju da su zabeležene

vrednosti veće od propisanih graničnih vrednosti emisije. Vrednost emisije oksida azota najčešće je blizu granične vrednosti, ali se povremeno javlja i prekoračenje propisane vrednosti.

Vrednosti imisionih koncentracija sumpor-dioksida predstavljene Godišnjim izveštajem o ispitivanju [170], Izveštajem o ispitivanju [171, 172, 173] i internom dokumentacijom [169] pokazuju da srednje godišnje koncentracije sumpor-dioksida ne prelaze granične vrednosti imisije za naseljena područja ( $C_{sr} = 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) [168], ali i da nije zabeleženo dnevno prekoračenje granične vrednosti imisije ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) [168], u toku godine. Srednje mesečne koncentracije čađi veće su u prolećnim i zimskim mesecima, ali nema pojave prekoračenja srednje mesečne koncentracije. Vrednosti ukupnog sadržaja taložnih materija su uglavnom u propisanim granicama, ali se beleže pojedinačna prekoračenja granične vrednosti imisije ukupnih taložnih materija ( $450 \text{mg}/\text{m}^2\text{dan}$ ) [168], u Drmnu GVI.

Uvidom u internu dokumentaciju termoelektrane TE „Kostolac“, kojom su predstavljeni podaci iz Izveštaja o kvalitetu ambijentalnog vazduha u okolini PD „TE-KO Kostolac“ d.o.o. [169], zaključuje se da su imisione koncentracije sumpor-dioksida, čađi, olova, kadmijuma i cinka u propisanim granicama na svim mernim mestima. Utvrđeno je da koncentracija taložne materija povremeno odstupa od granične vrednosti imisije GVI.

Rudarsko-energetski kompleksi imaju uticaj i na kvalitet površinskih i podzemnih voda. Analizom rezultata praćenja uticaja, predstavljenih Izveštajima o fizičko-hemijskom ispitivanju vode (br. OV 134 [174], OV188 [175], OV262 [176], OV350 [177], OV441 [178], OV554 [179], OV645 [180], OV727 [181], OV821 [182], OV881 [183]) i sistematizovanim prikazom izveštaja o fizičko-hemijskom ispitivanju vode Zavoda za javno zdravlje iz Požarevca, u okviru interne dokumentacije PD “Termoelektrane i Kopovi” d.o.o. Kostolac, stvorena je predstava o realnom stanju. Izveštaji sadrže podatke o organoleptičkom pregledu uzoraka vode, mutnoći, tvrdoći, elektroprovodljivosti, alkalitetu, pH vrednosti, hemijskoj potrošnji vode (HPK), biološkoj potrošnji vode (BPK), sadržaju nitrita, nitrata, amonijum jona, hlorida, gvožđa, mangana, fosfata, sulfata, fenola, kiseonika, sedimentnih materija, suspendovanih materija, mineralnih ulja, olova, kalcijuma, magnezijuma, hroma, bakra, žive, arsena, cinka i kadmijuma. Na osnovu analize rezultata uočava se da je povećana

biološka i hemijska potrošnja kiseonika, gvožđa, nitrita, arsena i suspendovanih materija, naročito u uzorcima vode uzetim kod bager stanica. Rezultati ispitivanja prisustva gvožđa, nitrita, arsena i suspendovanih materija pokazuju da se javljaju veće koncentracije od vrednosti maksimalno dozvoljenih koncentracija.

Analizom utvrđenih koncentracija gvožđa, u uzetim uzorcima, zaključuje se da na mernim mestima, Bager stanice termoelektrane TE „Kostolac B“, Preliv kasete A i Bager stanice termoelektrane TE „Kostolac A“, koncentracije gvožđa znatno odstupaju od maksimalno dozvoljene (0,3 mg/l) [168]. Prekoračena je i maksimalno dozvoljena koncentracija nitrita (0,05 mg/l) i arsena (0,05 mg/l) [168].

Koncentracija suspendovanih materija u uzetim uzorcima vode višestruko prevazilazi maksimalno dozvoljenu koncentraciju (MDK), koja iznosi 30 mg/l [168]. Bager stanica termoelektrane TE „Kostolac A“, bager stanica termoelektrane TE „Kostolac B“ i prelivne kasete A predstavljaju najozbiljnije izvore zagađivanja voda, ali i rezultati analize uzoraka vode Mlave i Dunava nisu u propisanim granicama.

Detaljnijom analizom rezultata izveštaja došlo se do zaključka da je najveće prekoračenje MDK zabeleženo u uzorcima vode uzetim sa prelivne kasete C i bager stanica termoelektrane TE „Kostolac A“ i TE „Kostolac B“.

Deponije pepela i šljake u JP “Elektroprivreda Srbije” su površinskog tipa, zauzimaju više od 1600 ha [184] i smeštene su u neposrednoj blizini termoenergetskih objekata. U Srbiji se godišnje otkopa, preradi i sagori  $40 \times 10^6$  t uglja i deponuje  $8 \times 10^6$  do  $10 \times 10^6$  t pepela [185]. Kostolački basen ima deponiju pepela površine 246 ha [184], na kojoj se godišnje odlaže  $8 \times 10^6$  t pepela i šljake [186].

Ispitivanja karakteristika otpadnih voda s deponije pepela i šljake TE „Kostolac“, pokazuju da su prelivne otpadne vode sivkaste ili sive alkalno neutralne (7,79-8,12 pH) [187], s vrednošću HPK od 4,32-25,82 mg/l [187]. Utvrđeno je prisustvo organskih i neorganskih materija, dosta kalcijumove soli i sulfata, arsena i mineralnog ulja u količini većoj od propisane [187].

Drenažne vode se apsorbuju na deponijskom pepelu. Rezultati pokazuju da su drenažne vode sivkaste, sive ili sivozelene, alkalno neutralne, povećane tvrdoće, sa prisustvom kalcijuma, magnezijuma, arsena i sulfata [187]. Rezultati analize, predstavljeni

pomenutim izveštajima, ukazuju da je vrednost ukupne koncentracije polihlorovanih bifenila manja od referentne vrednosti (50 mg/kg) [168]. Koncentracija ukupnih policikličnih aromatičnih ugljovodonika je, takođe, manja od referentne vrednosti (100 mg/kg) [168].

Na osnovu izvršenog ispitivanja uzoraka pepela sa kostolačkog pepelišta i izrađene dokumentacije u Institutu za zaštitu na radu, A.D. Novi Sad izdaje se Uverenje o utvrđenom karakteru otpada [188] i Izveštaj o ispitivanju otpada [189]. Izveštaj o utvrđenom karakteru otpada [190], sadrži deo u kom se tvrdi da otpadni pepeo u ukupnoj količini od 2000000 t ima karakter otpada koji nije opasan i može da se ponovo koristi kao sekundarna sirovina.

Podaci o koncentraciji olova, cinka, nikla, bakra i hroma, predstavljeni Izveštajem o opisivanju otpada [191, 192], ukazuju na povećanu koncentraciju teških metala u pepelu. Referentne vrednosti zavise od vrste otpada. Prema utvrđenim koncentracijama olova i nikla zaključuje se da uzeti uzorci imaju veće vrednosti od referentnih vrednosti za opasan otpad, dok koncentracija cinka ima veće vrednosti i od referentnih vrednosti za četvrtu kategoriju otpada. Kontrolisani uzorci mogu da ukažu da otpad nije opasan, ako se razmatra koncentracija bakra i hroma.

Nivo koncentracije aktivnosti radionukleida ispitivan je u Laboratoriji za ispitivanje radioaktivnosti uzoraka i doze jonizujućeg i nejonizujućeg zračenja [191, 192], Prirodno-matematičkog fakulteta u Novom Sadu. Na osnovu rezultata nisko-fonske gama spektrometrijske analize, standardnom metodom ASTM E 181-98703 [191, 192], određena je koncentracija radionukleida. Zaključeno je da koncentracije aktivnosti radionukleida (Cs, Ra, Th i K) ne prelaze granične vrednosti [191, 192], propisane Zakonom o zaštiti od jonizujućih zračenja i o nuklearnoj sigurnosti [193] i Pravilnikom o graničnim vrednostima radioaktivnosti kontaminacije životne sredine i o sprovođenju dekontaminacije (Službeni list SRJ 9/99) [194] i Uredbama za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha [195, 196].

## ***METODE ISTRAŽIVANJA***

**4**

#### 4. METODE ISTRAŽIVANJA

Metodološki okvir za modeliranje sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa, čine statistička metoda obrade podataka, vezanih za uticaj eksploatacije i sagorevanja uglja na kvalitet životne sredine, metoda analitičkog hijerarhijskog procesa (*Analytical hierarchy Process - AHP*), metoda mrežnog planiranja za upravljanje projektom unapređivanja sistema upravljanja (*Critical Path metod - CPM*) i metoda uravnoteženih performansi (*Balanced scorecard metod – BSC*).

Realno sagledavanje prioriternih zadataka i donošenje višekriterijumskih odluka o funkcionisanju sistema zaštite životne sredine omogućava primena analitičkog hijerarhijskog procesa. Metoda je pogodna za modeliranje sistema upravljanja zaštitom životne sredine, jer pruža mogućnost da se odluke donose višekriterijumskim ocenjivanjem: posledica rada rudarsko-energetskih kompleksa, propusta u sprovođenju preventivnih zaštitnih mera i finansijsko-tehnoloških mogućnosti.

Unapređivanje postojećeg sistema upravljanja zaštitom životne sredine ili formiranje paralelnog sistema upravljanja bazirano je na metodi BSC, jer je pogodna za prilagođavanje konkretnim uslovima rudarsko-energetskih kompleksa.

Analiza dostupnih statističkih podataka o potrošnji uglja, emisijama zagađujućih materija površinskih kopova i termoelektrana i ekonomskoj situaciji, predstavlja osnovu za formiranje seta indikatora i ukazuje na nivo usklađenosti energetike i životne sredine. Upoređivanje rezultata praćenja emisija zagađujućih materija različitih rudarsko-energetskih kompleksa izvršeno je komparativnom metodom.

Modeliranje sistema zaštite životne sredine u rudarsko-energetskim kompleksima vršiće se na osnovu preporuka standarda ISO 14001, koje je pripremio Tehnički komitet ISO/TC 207 Upravljanje zaštitom životne sredine, Potkomitet SC 1, Sistemi upravljanja zaštitom životne sredine [197]. Model sistema upravljanja zaštitom životne sredine zasnovan je na smernicama Međunarodnih standarda za upravljanje projektima ANSI/PMI 99-001-2004 (American National Standards Institute/Project Management Institute) [198] i BS 6079, 1-3 2002 (British Standards Institution) [199], koji

podrazumevaju definisanje okvira za upravljanje projektom, baziranog na analizi životnog ciklusa i organizacione strukture projekta.

#### **4.1 VIŠEKRITERIJUMSKO ODLUČIVANJE BAZIRANO NA METODI ANALITIČKOG HIJERARHIJSKOG PROCESA**

Odlučivanje, kao proces izbora raspoloživih alternativa, u uslovima postojanja većeg broja različitih mogućnosti postupanja [200, 201], predstavlja postupak u kom se na osnovu dostupnih podataka i postojećih ograničenja (tehnoških, ljudskih, organizacionih ili finansijskih) vrši izbor realnih rešenja problema. Odlučivanje u uslovima izvesnosti, rizika ili neizvesnosti [202, 203] sadrži subjektivne stavove pojedinaca. Model sistema treba bazirati na realnim osnovama, u skladu s definisanim zadacima [204, 205, 206], pri čemu se ne sme zanemariti uticaj rudarsko-energetskog sistema na zdravlje zaposlenih i kvalitet životne sredine. Identifikovanje donosilaca odluka i zainteresovanih strana, s namerom da se utiče na smanjenje stepena neslaganja [207], čime bi se ublažile konfliktne situacije, može da dovede do prihvatanja visokog stepena rizika, usled nedostatka finansijskih sredstava. U postupku odlučivanja može da učestvuje jedna osoba, koja inicira ili favorizuje određenu akciju ili događaj [208], kao što je i predstavnik rukovodstva često u situaciji da vrši procenu posledica radnih aktivnosti rudarsko-energetskog kompleksa i bira prioriteta rešenja problema. Odlučivanje se najčešće zasniva na razmatranju velikog broja aspekata životne sredine i kriterijuma za izbor preventivnih i korektivnih mera zaštite životne sredine.

Metoda analitičkog hijerarhijskog procesa predstavlja dobru osnovu za poređenje različitih nivoa hijerarhije odlučivanja i upoređivanje ocena aktivnosti istih hijerarhijskih nivoa. Koncept modela zasnovan na određivanju relativne značajnosti skupa atributa, kriterijuma i aktivnosti, dodeljivanjem određenih težina [209, 210], postavio je Tomas Sati, 1980. godine. Primena AHP metode, kroz faze strukturiranja problema, prikupljanja podataka, određivanja i ocenjivanja relativnih težina elemenata [202], omogućava izbor rešenja u skladu s postavljenim kriterijumima. Strukturiranje problema podrazumeva formiranje hijerarhijskih nivoa, sa unapred definisanim brojem aspekata, odnosno brojem analiziranih radnih aktivnosti. Svaku alternativnu mogućnost izbora karakteriše veći broj alternativa [202], aspekata ili indikatora. Kriterijumi se definišu preko aspekata, čiji se značaj ocenjuje. Sledeći nivo hijerarhijske strukture

podrazumeva postavljanje novih kriterijuma i definisanje novog skupa elemenata [202], na osnovu korišćenih radnih aktivnosti.

Metoda ocenjivanja značaja aspekata je zasnovana na određivanju značaja aktivnosti [1], odnosno vrednosti proizvoda ocena stepena uticaja ( $S_i$ ) i verovatnoće pojavljivanja posledica kritičnih radnih aktivnosti ( $P_i$ ). Stepenn uticaja aspekta životne sredine može da se oceni vrednostima od 3 do -3 [1]. Suštinski pozitivan uticaj ima ocenu -3, dok se ocenom 3 predstavlja ozbiljno negativan uticaj, a verovatnoća događaja ima vrednost od 1 do 3 [1]. Identifikovano pojavljivanje posledica kritičnih aktivnosti jednom na godišnjem nivou ima ocenu 1, dok se ocenom 3 ukazuje na kontinualno prisustvo aspekta [1]. Stepenn uticaja ocenjivan je vrednostima 1 (manji stepenn), 2 (umereno negativan) i 3 (ozbiljno negativan), a verovatnoća pojavljivanja iznosi 1 (na godišnjem nivou), 2 (na mesečnom nivou) i 3 (kontinualno). Pojedinačne ocene se transformišu prema vrednosti proizvoda u 9 kategorija i koriste za potrebe matričnog poređenja značajnosti aspekata životne sredine.

Polazni modul je korišćen za definisanje značajnosti aspekata životne sredine, u zavisnosti od procenjene vrednosti stepena uticaja ( $S_i$ ) i verovatnoće pojavljivanja ( $P_i$ ), u odnosu na definisane kriterijume:

- uticaj na životnu sredinu,
- uticaj na zaposlene,
- uticaj na stavove interesnih grupa i
- uticaj na finansijsko stanje organizacije.

Značajnost aspekata životne sredine određena je na osnovu formule:

$$Z_i = S_i P_i, \text{ gde je } i = 1, 2, 3, 4 \dots \quad (1)$$

Ukupna značajnost aspekata životne sredine definisana je na osnovu vrednosti značajnosti dominantnih aspekata životne sredine, po definisanim kriterijumima i izračunava se na osnovu formule:

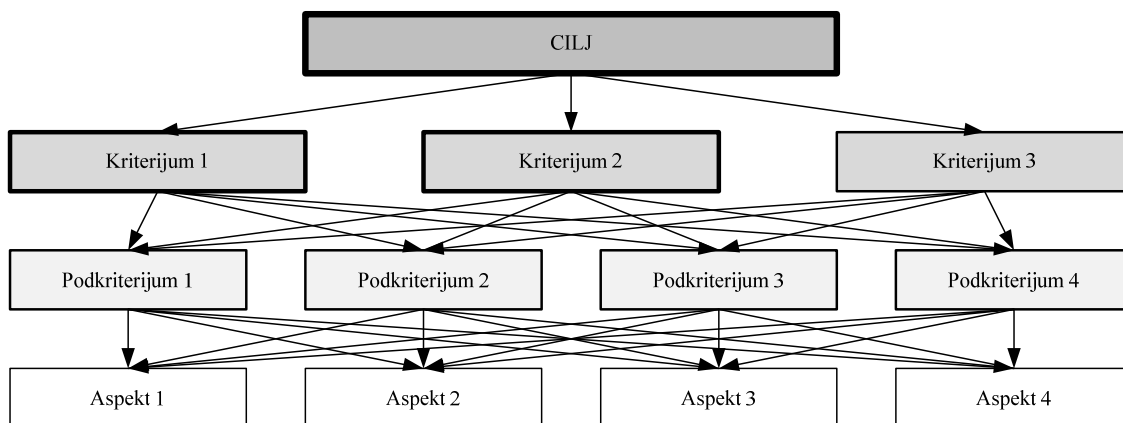
$$U_j = \sum_{i=1}^n S_i P_i, \text{ gde je } i = 1, 2, 3, 4, \dots \quad (2)$$

Na osnovu vrednosti ukupne značajnosti aspekata životne sredine formirani su elementi matrica odlučivanja, prema definisanim kriterijumima i podkriterijumima.



Na osnovu tabelarno predstavljenih pojedinačnih ocena vrši se rangiranje aspekata životne sredine, s ciljem da se stvori realna osnova za ocenu značajnosti AHP metodom.

Razmatranje hijerarhijske strukture omogućava sagledavanje složenih problema sa više aspekata i suočavanje sa posledicama rada rudarsko-energetskog kompleksa. Hijerarhijska struktura, bazirana na 3 kriterijuma, 4 podkriterijuma i 4 aspekta, predstavljena je slikom 6, kako bi se jasnije ukazalo na kompleksnost problema.



Slika 6 Šema hijerarhijske strukture problema u AHP metodi [226]

Elementi jednog nivoa utiču na elemente prvog sledećeg višeg nivoa u hijerarhijskom stablu odlučivanja [202], tako da aspekti imaju direktni uticaj na podkriterijume i indirektni uticaj na kriterijume. Upoređivanje parova ocena karakterističnih za izabrane radne aktivnosti predstavlja polaznu osnovu za formiranje matrice upoređivanja parova, za svaki hijerarhijski nivo. Dodeljivanje težina vrši se prema skali „devet tačaka“ [211], jer se smatra pouzdanom za rešavanje realnih problema. Rangovi su definisani vrednostima od 1 do 9. Vrednost 9 predstavlja najznačajniji negativan uticaj [212] na životnu sredinu, a vrednost 1 se dodeljuje kad radne aktivnosti imaju minimalan i podjednak uticaj [212]. Uticaj izabranih radnih aktivnosti treba oceniti posebno, u parovima, pri čemu je neophodno, u odnosu na attribute višeg reda [202], izvršiti poređenje parova atributa na istom hijerarhijskom nivou. Težinski koeficijent se definiše upoređivanjem svake radne aktivnosti sa svim ostalim, na osnovu rezultata izvršenih merenja parametara kvaliteta životne sredine i ocene verovatnoće pojavljivanja aspekata životne sredine. Rezultati poređenja ključnih radnih aktivnosti predstavljaju elemente matrice poređenja određenih hijerarhijskih nivoa ili matrice odlučivanja.

Prvi hijerarhijski nivo predstavlja uticaj 3 atributa (kriterijuma), a drugi hijerarhijski nivo predstavlja uticaj 4 atributa (podkriterijuma). Matrica upoređivanja parova uticaja jednog kriterijuma sa ostalim ili jedne radne aktivnosti sa ostalim sadrži elemente koji predstavljaju odnose dominacije atributa ( $w_i/w_j$ ). Vektori težina su  $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ , a matrica ima sledeći izgled [212]:

$$A = \begin{bmatrix} w_1 / w_1 & w_1 / w_2 & w_1 / w_3 & w_1 / w_4 \\ w_2 / w_1 & w_2 / w_2 & w_2 / w_3 & w_2 / w_4 \\ w_3 / w_1 & w_3 / w_2 & w_3 / w_3 & w_3 / w_4 \\ w_4 / w_1 & w_4 / w_2 & w_4 / w_3 & w_4 / w_4 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Prevođenje kvalitativnih vrednosti definisanih radnih aktivnosti u kvantitativne vrednosti, u ovom radu, izvršeno je rednom ili ordinarnom skalom. Rastojanja između rangova atributa nisu strogo definisana, već su na osnovu dobijenih ocena dodeljivane vrednosti od 1 do 9 [212], odnosno od 1/9 do 1/2. Matrice parova poređenja kriterijuma, podkriterijuma ili aspekata životne sredine sadrži elemente ( $a_{ij}$ ) koji predstavljaju odnose dominacije atributa.

Primena ove skale omogućava da se matrica odlučivanja transformiše u kvantitativnu matricu. Elementi matrice definišu osnovu matrica parova poređenja [213, 214], tako da je  $a_{ii} = 1$ , a  $a_{ji} = 1/a_{ij}$ , sve argumente,  $i, j = 1, \dots, n$  [212]:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Vektor težinskih koeficijenata za tri definisana kriterijuma određen je na osnovu formule:

$$T_i = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 \frac{a_{ij}}{k \cdot j}, \quad i = 1, 2, 3. \quad (5)$$

Suma elemenata matrice poređenja parova uticaja kriterijuma, u kolonama, izračunava se na osnovu formule:

$$k \cdot j = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 a_{ij}, \quad i = 1, 2, 3. \quad (6)$$

Težinski koeficijenti matrica odlučivanja, za četiri definisana podkriterijuma i četiri aspekta životne sredine određena su na osnovu formule:

$$T_i = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 \frac{a_{ij}}{k \cdot j}, \quad i = 1,2,3,4. \quad (7)$$

Suma elemenata matrice poređenja podkriterijuma i aspekata životne sredine, u kolonama, izračunava se na osnovu formule:

$$T_i = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 \frac{a_{ij}}{k \cdot j}, \quad i = 1,2,3,4. \quad (8)$$

Vrednost vektora konzistencije određuje se na osnovu formule:

$$V_i = \sum_{i=1}^3 a_{ij} \cdot T_j, \quad i = 1,2,3. \quad (9)$$

Prosečna vrednost vektora konzistencije, za definisane kriterijume, određuje se na osnovu srednje vrednosti vektora konzistencije i predstavljena je sledećom formulom:

$$\lambda_{max} = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 \frac{V_i}{T_i}, \quad i = 1,2,3. \quad (10)$$

Indeks konzistencije, kao mera odstupanja broja elemenata  $n$  od sopstvene vrednosti  $\alpha_{max}$  [213], određen je na osnovu formule:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}. \quad (11)$$

Indeks konzistencije, kao mera odstupanja broja  $n$  od maksimalne sopstvene vrednosti  $n=3$ , za 3 definisane kriterijuma, određen je na osnovu formule:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - 3}{3 - 1}. \quad (12)$$

Odnos konzistencije predstavlja odnos indeksa konzistencije (CI) i slučajnog indeksa (RI). Određuje se na osnovu formule [213, 216]:

$$CR = \frac{CI}{RI}. \quad (13)$$

Vrednost slučajnog indeksa, kao prosečna vrednost indeksa konzistencije za slučaj generisane matrice [202] koje sadrže vrednost iz Satijeve skale, zavisi od broja alternativnih atributa i iznosi [217]:

$$RI = 0,52, \text{ za } n=3 \text{ i} \quad (14)$$

$$RI = 0,89, \text{ za } n=4. \quad (15)$$

U slučaju da se dobiju vrednosti odnosa konzistencije veće od 0,1 [217] postupak definisanja matrice i proračuna vektora indeksa treba ponoviti.

Vrednost obima konzistencije manja od 0,1 ukazuje da su procene izvršene korektno, da su odluke konzistentne i da su težinski koeficijenti validni za definisanje rangova i

donošenje odluka o prioritetu zaštitnih mera. Vrednost vektora indeksa konzistencije, za definisane podkriterijume i aspekte životne sredine, određena je na osnovu istih obrazaca, pri čemu se umesto 3 aspekta u ovom slučaju rangiraju uticaji 4 aspekta.

Rezultat parnog poređenja formiranih ocena i matičnog proračuna je definisanje relativnih težina. Ocenjivanje relativnih težina i rangiranje kritičnih radnih aktivnosti [215], prema različitim kriterijumima, omogućava procenu jedne aktivnosti u odnosu na drugu, uz uvažavanje odnosa prema ostalim aktivnostima. Određivanje međuzavisnih odnosa podrazumeva poslednju fazu AHP metode, kojom se određuje vrednost sumarnog ili kompozitnog normalizovanog vektora. Sumarni vektor sopstvenih vektora težina [216], za celokupnu hijerarhiju, predstavlja proizvod vektora težina svih sukcesivnih nivoa. Na osnovu dobijene vrednosti određuju se relativni prioriteti i uticaji najnižeg hijerarhijskog nivoa, što može da doprinese unapređivanju procesa modeliranja sistema zaštite životne sredine, uz uvažavanje stavova članova tima koji donosi odluke.

Primena AHP metode u modeliranju sistema zaštite životne sredine omogućava rangiranje međusobnih odnosa radnih aktivnosti, ali i u odnosu na prioritetne uslove rukovodstva rudarsko-energetskog kompleksa.

#### **4.2 IZBOR STRATEGIJA UPRAVLJANJA BAZIRAN NA METODI BALANCED SCORECARD**

Uspešna integracija usvojene strategije organizacije, kroz metodologiju BSC, omogućava prilagođavanje sistema upravljanja zaštitom životne sredine konkretnim uslovima rada organizacije i stanju životne sredine.

Upravljanje metodom BSC definisali su Kaplan i Norton 1992. godine [218], kao izbor strategije kompanije [136], na osnovu podataka o finansijskom stanju, kupcima, organizaciji poslovanja i spremnosti za učenje i razvoj [138]. Izbor ocenjivanih radnih aktivnosti zavisi od najuticajnijih faktora, kako bi se istakla suština problema zaštite životne sredine.

Metoda BSC omogućava odvijanje procesa upravljanja zaštitom životne sredine, na savremen način, uz kontinualno usavršavanje primenjenih postupaka. Stvara se mogućnost za usklađivanje ciljeva upravljanja finansijama, internih procesa,

obrazovanja radnika i zainteresovanih strana [219], sa ciljem da se očuva kvalitet životne sredine. Definisanje radnih aktivnosti transformacije energije, u skladu sa usvojenom politikom zaštite životne sredine, omogućava ispunjavanje zakonskih obaveza iz oblasti prava zaštite životne sredine. Primena BSC metode je osnova za razumljivo i prihvatljivo definisanje ciljeva [220], zadataka i mera zaštite, ali i za ocenu nivoa postignutih ciljeva [142] i efikasnosti primenjenih mera zaštite životne sredine.

Standardni okvir primene BSC metode je zasnovan na osnovnim strateškim perspektivama, u koje spadaju finansije, korisnici, interni procesi i učenje i razvoj [220]. Proširivanje obima primene BSC metode može da dovede do visokog nivoa složenosti procesa upravljanja [219], tako da treba uspostaviti realne opsege [143]. Prilagođavanje sistema upravljanja zaštitom životne sredine treba vršiti postupno korigovanjem i razmatranjem ekoloških-socijalnih aspekata. Strateške perspektive treba uskladiti sa usvojenom politikom zaštite životne sredine, definisanim opštim i posebnim ciljevima zaštite životne sredine i raspoloživim ljudskim, finansijskim i tehničko-tehnološkim resursima.

Oblast energetike pripada profitabilnim granama privrede, tako da strateške perspektive vezane za finansije imaju veoma veliki značaj. Očuvanje životne sredine i primena mera zaštite, bez obezbeđivanja neophodnih energetskih resursa nije prihvatljivo. Neophodno je uspostavljati „uzročno-posledični lanac“ pokazatelja BSC metode [138] u skladu sa finansijskim ciljevima, uz funkcionisanje ostalih perspektiva [140]. Učenje i razvoj treba prilagoditi usvajanju novih tehnologija, koje će omogućiti povećanje profita [142], uz očuvanje kvaliteta životne sredine. Održivi koncept BSC metode (Sustainability Balanced scorecard - SBSC) [221] ima za cilj da omogući definisanje važnih strateških ekoloških i socijalnih ciljeva organizacije [137], orijentišući se na obezbeđivanje finansijskih sredstava [136], očuvanje životne sredine i razvoja društva.

Sprovođenje integralne metodologije zavisi od usvojenih ciljeva zaštite životne sredine i definisanja indikatora ostvarivanja planiranih zaštitnih mera. Polaznu osnovu za definisanje strategije upravljanja sistemom zaštite životne sredine [222] i primenu BSC metode [223] predstavlja izbor indikatora uticaja i radnih aktivnosti koje u najvećoj meri utiču na narušavanje kvaliteta životne sredine.

Objektivno ocenjivanje posledica kritičnih radnih aktivnosti zahteva višekriterijumski pristup odlučivanju [224], sa ciljem da se omogući implementiranje naprednih strategija i ostvarivanje politike zaštite životne sredine. Metode za višekriterijumsku analizu i optimizaciju su pogodne za sve oblasti donošenja odluka. Najviše se primenjuju metode koje imaju softversku podršku. Poznata multikriterijumska metoda naučne analize, sa softverskom podrškom, je analitički hijerarhijski proces, značajan za donošenje odluka zasnovanih na definisanju hijerarhija. Izbor osnovnih ciljeva, kriterijuma, podkriterijuma i atributa, za rangiranje značajnosti aspekata životne sredine, predstavlja pogodnu osnovu za definisanje strategija upravljanja BSC metodom, jer doprinosi objektivnosti odlučivanja i svođenju ličnih stavova na prihvatljivu meru. Izbor strategija je, u tom slučaju, zasnovan na rastavljanju složenih problema po hijerarhiji i poređenju parnih elemenata istog nivoa, uz uvažavanje elemenata višeg nivoa i formiranje prioritetnih rešenja.

#### **4.3 OCENA UTICAJA RUDARSKO-ENERGETSKOG KOMPLEKSA NA KVALITET ŽIVOTNE SREDINE PRIMENOM ENERGETSKIH INDIKATORA**

Indikatori kvaliteta životne sredine su definisani na osnovu uzročno-posledičnih veza životne sredine i ljudskih aktivnosti i metodologija Evropske agencije za životnu sredinu. Metodologija podrazumeva primenu sistema pokretački faktori – pritisci – stanje – uticaji - reakcije (**D**iving Forces – **P**ressures – **S**tate – **I**mpakt - **R**esponse - **D**PSIR) [225]. Komisija za održivi razvoj, formirana 1996. godine, u okviru Ujedinjenih nacija, u skladu s Agendom 21, formira set indikatora održivog razvoja. Osnovu seta indikatora transformacije energije uglja predstavljaju indikatori održivog razvoja, definisani u okviru principa „pritisak-stanje-odgovor” [226].

Istraživanje usklađenosti rada rudarsko-energetskog kompleksa s principima održivog razvoja podrazumeva relevantan, razumljiv i pouzdan izbor tematskih područja i indikatora uticaja rudarsko-energetskog kompleksa na kvalitet životne sredine. Metode istraživanja su zasnovane na početnoj analizi značaja indikatora na nacionalnom i međunarodnom nivou, relevantnosti za izveštavanje, merljivosti, statističkoj ispravnosti, jednostavnosti, razumljivosti, ekonomičnosti i dostupnosti podataka [226]. Indikatori su formirani prema kriterijumu jednostavnosti, kako bi se lako uočilo poboljšanje ili pogoršavanje kvaliteta osnovnih parametara životne sredine i u isto vreme jasno

predstavio uticaj rudarsko-energetskog kompleksa i usklađenost rada s principima održivog razvoja.

Agencija za zaštitu životne sredine SAD-a (US Environmental Protection Agency - EPA) [227] i Evropska agencija za životnu sredinu (European Environmental Agency) [228] su definisale indikatore u zavisnosti od politike, ekonomike životne sredine i kvaliteta životne sredine. Organizacija Ujedinjenih nacija (UNEP), Convention on Biological diversity) [229] je razvila set indikatora, pod nazivom Indikatori održivog razvoja: Smernice i metodologija [230]. Svetska banka [231] je formirala 420 indikatora (World Bank Indicators), svrstanih u 16 oblasti. Organizacija za ekonomsku saradnju i razvoj (Organisation for Economic Cooperation and Development-OECD) [232] je definisala 345 indikatora, svrstanih u 4 oblasti. U Republici Srbiji set indikatora životne sredine formira Agencija za zaštitu životne sredine (Serbian Environmental Protection Agency - SEPA) [233]. Set indikatora životne sredine Republike Srbije je sastavni deo Pravilnika o Nacionalnoj listi indikatora životne sredine. Objavljen je u „Službenom glasniku“ Republike Srbije br. 37/2011. Nacionalna lista indikatora životne sredine Republike Srbije [234] sadrži 11 indikatora vazduha i klimatskih promena, 11 indikatora voda, 4 indikatora zemljišta, 3 indikatora transporta, 9 indikatora otpada i 5 indikatora energetike.

Indikatori energetike pripadaju desetoj tematskoj celini Nacionalne liste indikatora životne sredine, objavljene u Službenom glasniku Republike Srbije br. 37/2011. Indikatori energetike, hemikalija i zdravlja, industrije, poljoprivrede, transporta, turizma i urbanizacije čine jednu grupu indikatora. Oni spadaju u indikatore privrednog i društvenog potencijala i aktivnosti od značaja za životnu sredinu. Nacionalna lista indikatora životne sredine Republike Srbije sadrži pet indikatora energetike. Ukupna potrošnja primarne energije po energentima, potrošnja finalne energije po sektorima, ukupni energetski intenzitet, potrošnja primarne energije iz obnovljivih izvora i potrošnja električne energije iz obnovljivih izvora su indikatori na osnovu kojih se ocenjuje uticaj energetike na kvalitet životne sredine.

Indikatori energetike su razmatrani na međunarodnom nivou. Evropska Agencija za životnu sredinu (EEA) u okviru seta indikatora razmatra finalnu potrošnju energije po sektorima (CSI 027 / ENER 016), ukupan intenzitet primarne energije (CSI 028 / ENER

017), primarnu potrošnju energije goriva (CSI 029 / ENER 026), obnovljive izvore primarne energije (CSI 030 / ENER 029) i obnovljive izvore električne energije (CSI 031 / ENER 030) [235]. Najznačajni indikatori za ocenu uticaja transformacije energije uglja su: energetska efikasnost termoelektrana, instalirani kapaciteti termoelektrana, udeo energetskog sektora u ukupnim emisijama i intenzitet emisija energetskog sektora. Razmatrani indikatori mogu da doprinesu sagledavanju uticaja transformacije energije uglja na kvalitet vazduha, vode i zemljišta.

Primena indikatora omogućava razumevanje kompleksnih uticaja emisija zagađujućih materija na kvalitet vazduha, voda i zemljišta i efikasno praćenje stanja životne sredine. Obrada podataka dobijenih merenjem i preračunavanje potrebnih vrednosti je uslov za sagledavanje odnosa procesa rada i sprovođenja mera zaštite životne sredine. Poređenje uticaja analiziranog rudarsko-energetskog kompleksa sa radom drugih površinskih kopova i termoelektrana i obima eksploatacije s nivoom distribuirane električne energije, predstavlja realnu ocenu usklađivanja rada rudarsko-energetskog kompleksa s principima održivog razvoja.

Ocena usklađivanja rada rudarsko-energetskog kompleksa s principima održivog razvoja, u ovom radu, je zasnovana na primeni indikatora održivog razvoja i životne sredine. Formirani set indikatora obuhvata uticaj radnih aktivnosti eksploatacije i sagorevanja uglja na životnu sredinu, posledice po osnovne elemente životne sredine, stanje životne sredine, posledice negativnog uticaja procesa transformacije energije i investicije u saniranju posledica rada rudarsko-energetskih kompleksa. Predstavljena forma izvedenih informacija o različitim, periodičnim merenjima je grupisana u indikatore uticaja rudarsko-energetskog kompleksa na kvalitet životne sredine. Oni predstavljaju osnovu za istraživanje usklađenosti sprovedenih radnih aktivnosti, s aspekta održivog razvoja.

Uticaj energetike na kvalitet životne sredine ocenjuje se na osnovu energetskih indikatora, kao što su ukupna potrošnja primarne energije po energentima [234], potrošnja finalne energije po sektorima [236] i ukupnan energetski intenzitet [237].

Cilj izrade seta indikatora je da se omogući praćenje uticaja različitih rudarsko-energetskih kompleksa na kvalitet životne sredine i udela pojedinačnih izvora zagađivanja životne sredine (površinskih kopova i termoelektrana), u emisiji

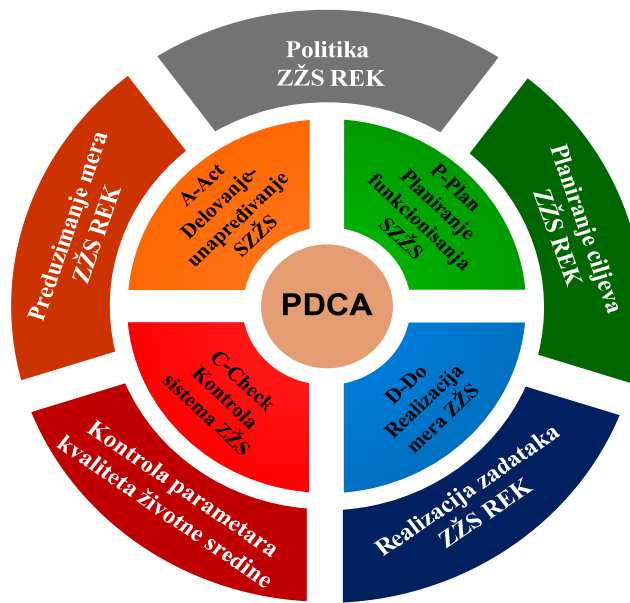


zagađujućih materija energetskog sektora, na nacionalnom nivou. Svrha indikatora je i da se pruži realna osnova za ocenu politike zaštite životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa i usvojenih ciljeva zaštite životne sredine. Prikupljanje relevantnih podataka o uzrocima narušavanja prirodne ravnoteže, stanju kvaliteta životne sredine i posledicama po kvalitet vazduha, vode i zemljišta predstavlja osnovu za analizu trenda rasta izabranih parametara. Sistematsko praćenje izabranih parametara, u predviđenom vremenskom periodu pruža informacije o usklađivanju rada rudarsko-energetskog kompleksa s propisima iz oblasti zaštite životne sredine.

#### **4.4 SAVREMENE METODE UPRAVLJANJA KAO OSNOVA MODELIRANJA SISTEMA UPRAVLJANJA ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE**

Sistem upravljanja životnom sredinom (EMS) predstavlja značajan deo upravljanja rudarsko-energetskim kompleksom, jer omogućava poštovanje principa zaštite životne sredine, uz organizovan pristup sprovođenju usvojene politike zaštite životne sredine, primeni neophodnih zakonskih propisa i ostvarivanju ciljeva zaštite životne sredine. Sistemski pristup omogućava lakšu identifikaciju uzroka problema i sprečavanje negativnih posledica po kvalitet životne sredine.

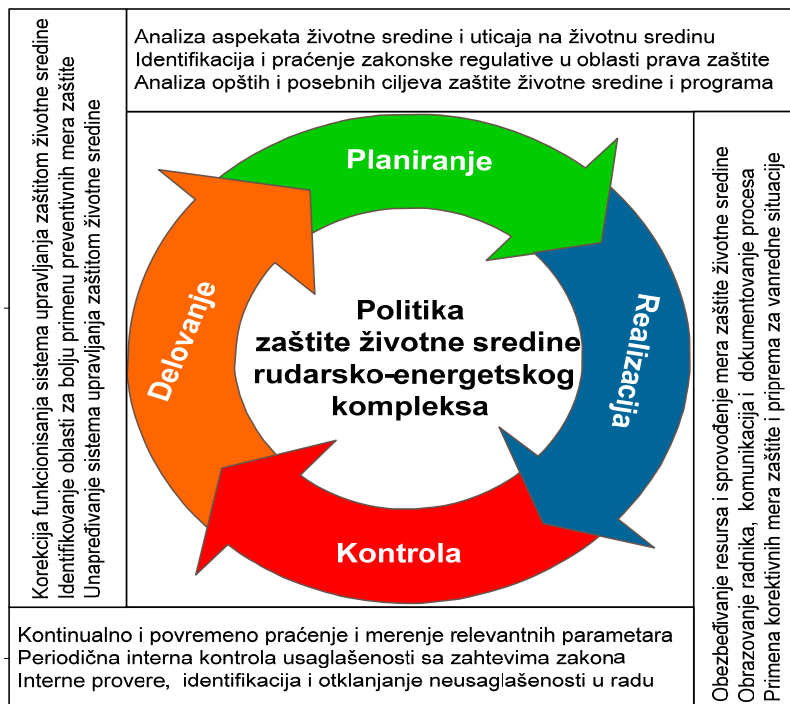
Primena sistema strateškog planiranja Balanced Scorecard i identifikacija kriterijuma doprinosi ispunjavanju ciljeva svih interesnih grupa. Naučni pristup planiranju zasnovan na Demingovom krugu i ciklusu PDCA omogućava da se radne aktivnosti procesa upravljanja u rudarsko-energetskom kompleksu planiraju i realizuju. Postupci upravljanja se prate i preispituju, sa ciljem da se definišu mere zaštite životne sredine i omoguće funkcionisanje i unapređivanje sistema upravljanja zaštitom životne sredine, što i pokazuje slika 7.



Slika 7 Šematski prikaz veze Demingovog kruga i standarda ISO 14001

(ZŽS- zaštite životne sredine, SZŽS- sistem zaštite životne sredine, REK-rudarsko-energetski kompleks)

Postupak kreiranja ili izmene politike zaštite životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa zasnovan na skladnom odnosu radnih aktivnosti i postupaka planiranja, sprovođenja, kontrole i preduzimanja korektivnih mera, predstavljen je slikom 8.



Slika 8 Glavni zahtevi standarda ISO 14001 razmatrani u procesu kreiranja i usvajanja politike zaštite životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa, u skladu sa elementima Demingovog modela

Značaj primene sistema upravljanja zaštitom životne sredine, u rudarsko-energetskom kompleksu, je u efikasnijoj organizaciji zaštitnih mera i kontinualnom unapređivanju upravljanja zaštitom životne sredine. Odgovorno ponašanje rukovodstva rudarsko-energetskog kompleksa i pravovremeno ublažavanje negativnih posledica radnih aktivnosti bazira se na primeni principa propisanih standardima.

Uspostavljanje sistema upravljanja zaštitom životne sredine postupcima planiranja, realizacije, kontrole i preispitivanja od strane rukovodstva, primenom Demingovog kruga (PDCA modelom) i standarda ISO 14001 predstavljena je tabelom 2.

Sistem upravljanja zaštitom životne sredine, formulisan za rudarsko-energetski kompleks, predstavljen je smernicama standarda, uz originalna obrazloženja konkretnih predloga: ključnih elemenata kontrole, mera zaštite, aspekata životne sredine i unapređivanja sistema upravljanja, grafičkih predstavljanja zahteva i tokova procesa upravljanja. Modeliranje sistema upravljanja zaštitom životne sredine predstavlja osnovu za rešavanje ekoloških problema. Model životne sredine, često se, definiše kao pojednostavljeni prikaz realnog stanja životne sredine formiran sa ciljem da omogući bolje razumevanje stanja životne sredine ili proučavanje posledica po kvalitet vazduha, voda ili zemljišta.

Modeliranje međuzavisnih odnosa između ekoloških, energetskih i ekonomskih problema predstavlja vrlo važnu oblast za adekvatno donošenje odluka rukovodstva rudarsko-energetskih kompleksa i usvajanje politike zaštite životne sredine. Analizu složenih odnosa nedostatka finansijskih sredstava za primenu neophodnih mera zaštite i narušavanja kvaliteta osnovnih elemenata životne sredine treba detaljno sprovesti, kako bi se rešili ključni problemi, na što prihvatljiviji način. Uočeni problemi su karakteristični za oblast energetike na globalnom nivou, a ne samo na prostoru nerazvijenih zemalja. Formiranje raznovrsnih modela za rešavanje aktuelne problematike potvrđuje neophodnost adekvatne pomoći u donošenju odluka predstavnicima rukovodstva energetskog sektora.

Metoda BSC predstavlja model integrisanih sistema upravljanja kojim se stvara osnova za unapređivanje postojećeg sistema upravljanja integracijom strukture BSC ili formiranjem paralelnog sistema upravljanja. Integralna primena međunarodnih serija

standarda ISO 9000 i ISO 14000 omogućava izvršavanje kompleksnijih zadataka, uz uštedu vremena rada, jer nije potrebno angažovanje ljudskih resursa na sličnim poslovima.

Tabela 2 Uporedni prikaz faza upravljanja Demingovog kruga i zahteva standarda ISO 14001

| <i>ISO 14001:2004</i>  |   | Oznaka     |
|--|---|------------|
| <b><u>PDCA</u></b>   | <b><i>Zahtevi menadžmenta sistema životne sredine</i></b>                                 | <b>4</b>   |
|  | <b><i>Opšti zahtevi</i></b>   | <b>4.1</b> |
|  | <b><i>Politika zaštite životne sredine</i></b>  | <b>4.2</b> |
| <b><i>P (Plan) - Planiranje</i></b><br>Planiranje ciljeva i načina ostvarivanja radnih aktivnosti u skladu sa zakonskom regulativom i politikom zaštite životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa   | <b><i>Planiranje</i></b>  | <b>4.3</b> |
|  | Identifikacija aspekata životne sredine i uticaja rudarsko-energetskog kompleksa          | 4.3.1      |
|  | Zakonski i drugi zahtevi  | 4.3.2      |
|  | Opšti i posebni ciljevi zaštite životne sredine i programi rudarsko-energetskog kompleksa | 4.3.3      |
| <b><i>D (Do) - Realizacija</i></b><br>Primena usvojenih postupaka komunikacije, dokumentovanja, upravljanja dokumentima, operativne kontrole i reagovanja u vanrednim situacijama, od strane osposobljenih i obučениh radnika, uz raspoložive materijalne, tehničke i ljudske resurse rudarsko-energetskog kompleksa | <b><i>Uvođenje i sprovođenje</i></b>  | <b>4.4</b> |
|  | Resursi, zadaci, odgovornosti i ovlašćenja  | 4.4.1      |
|  | Osposobljenost, svest i obuka   | 4.4.2      |
|  | Komunikacija  | 4.4.3      |
|  | Dokumentacija   | 4.4.4      |
|  | Upravljanje dokumentima   | 4.4.5      |
|  | Kontrola nad operacijama (operativna kontrola)  | 4.4.6      |
|  | Pripravnost za reagovanje u vanrednim situacijama i odgovori na njih                      | 4.4.7      |
| <b><i>C (Check) - Kontrola</i></b><br>Kontrola, praćenje i merenje parametara radnih aktivnosti, izrada izveštaja o utvrđenom stanju životne sredine   | <b><i>Proveravanje</i></b>  | <b>4.5</b> |
|  | Praćenje i merenje  | 4.5.1      |
|  | Ocena usaglašenosti   | 4.5.2      |
|  | Identifikovanje neusaglašenosti, korektivne i preventivne mere                            | 4.5.3      |
| <b><i>A (Act) - Delovanje</i></b><br>Preduzimanje mera za unapređivanje sistema upravljanja životnom sredinom  | <b><i>Preispitivanje</i></b>  | <b>4.6</b> |
|  | Preispitivanje sistema upravljanja zaštitom životne sredine                               | 4.6.1      |
|  | Identifikovanje oblasti za poboljšanje  | 4.6.2      |

Prilagođavanje sistema upravljanja zaštitom životne sredine treba vršiti postupno korigovanjem i razmatranjem ekološko-socijalnih aspekata. Proširivanje obima primene BSC metode može da dovede do visokog nivoa složenosti procesa upravljanja, tako da treba uspostaviti realne opsege. Korišćenje BSC metode u postupcima upravljanja predstavlja osnovu za unapređivanje postojećeg sistema upravljanja zaštitom životne sredine ili formiranje paralelnog sistema upravljanja. Stvara se mogućnost za usklađivanje ciljeva upravljanja finansijama, internih procesa, obrazovanja radnika i zainteresovanih strana, sa ciljem da se očuva kvalitet životne sredine. Primena integrisanih sistema upravljanja, istovremeno, omogućava izvršavanje usvojenih opštih i posebnih ciljeva.

Metoda BSC omogućava odvijanje procesa upravljanja zaštitom životne sredine, na savremen način, uz kontinualno usavršavanje primenjenih postupaka. Primena metode je osnova za razumljivo i prihvatljivo definisanje ciljeva, zadataka i mera zaštite, ali i za ocenu nivoa postignutih ciljeva i efikasnosti primenjenih mera zaštite životne sredine. Omogućava detaljnije razmatranje mogućnosti integracije strukture BSC metode u postupke sprovođenja politike i mera zaštite životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa.

Analitičko hijerarhijski proces baziran na višekriterijumskom ocenjivanju i izboru radnih aktivnosti koje u najvećoj meri ugrožavaju životnu sredinu doprinosi razmatranju problema s više aspekata, primenom različitih kriterijuma i podkriterijuma. Primena AHP metode, sprovedena od strane predstavnika rukovodstva za zaštitu životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa i službe zaštite životne sredine, može da omogućiti izbor adekvatnih zaštitnih mera i strategije upravljanja zaštitom. Članovi tima treba da se slože oko izbora kriterijuma i podkriterijuma. Ocene uticaja posledica po životnu sredinu definišu samostalno. Rezultat sinteze rezultata AHP metode je lista najznačajnijih posledica radnih aktivnosti rudarsko-energetskog kompleksa, koja može da predstavlja polaznu osnovu za izbor strategije upravljanja primenom BSC.

Metodologija BSC, sa primenom analitičkog hijerarhijskog procesa višekriterijumskog odlučivanja i ocena posledica eksploatacije i sagorevanja uglja na životnu sredinu, predstavljena je kao osnova za modeliranje sistema upravljanja zaštitom životne sredine u rudarsko-energetskim kopovima. Integralna metodologija je prilagođena konkretnim

uslovima, primenom analitičkog hijerarhijskog procesa za dobijanje preciznijih rezultata i ocenom posledica po kvalitet životne sredine, na osnovu verovatnoće pojavljivanja i stepena uticaja. Definisane ocene odgovaraju realnom stanju, jer je vršeno posebno upoređivanje štetnosti jedne posledice u odnosu na druge, kao i u odnosu na postavljene kriterijume i podkriterijume.

Složenost sistema upravljanja zaštitom životne sredine u rudarsko-energetskom kompleksu podrazumeva organizaciju pravovremenog izvršavanja velikog broja aktivnosti zaštite životne sredine, praćenje primene usvojenih mera zaštite životne sredine i rešavanje kompleksnih zadataka vanrednih situacija. Neophodno je obezbediti pouzdanost i bezbednost sistema upravljanja zaštitom životne sredine, ne zanemarujući produktivnost i ekonomičnost. Standard ISO 14000 i Demingov krug upravljanja predstavljaju dobru osnovu za formulisanje modela unapređivanja sistema upravljanja zaštitom životne sredine. Cilj izrade modela je da se kroz postupke planiranja (P-Plan), realizacije (D-Do), kontrole (C-Check) i delovanja (A-Act) izvrši detaljno predstavljanje problema u skladu sa realnom situacijom i utvrdi način rešavanja uočenih problema. Objekat istraživanja modela upravljanja predstavlja funkcionisanje službe zaštite životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa i rad predstavnika rukovodstva za zaštitu životne sredine. Svrha modela upravljanja je da se istaknu važne karakteristike i definiše struktura sistema u zavisnosti od raspoloživih tehničkih mogućnosti i spremnosti za finansijsko ulaganje u ostvarivanje usvojene politike zaštite životne sredine. Postupak modeliranja unapređivanja sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa baziran je na sistemskoj analizi uticaja eksploatacije i sagorevanja uglja na kvalitet životne sredine, preispitivanju funkcionisanja planiranih zaštitnih mera i identifikovanju propusta u primeni zakonskih normi u oblasti prava zaštite životne sredine, rudarstva i energetike. Model unapređivanja sistema upravljanja zaštitom životne sredine reflektuje realne potrebe, zadatke i odgovornosti predstavnika rukovodstva rudarsko-energetskog kompleksa za zaštitom životne sredine u izvršavanju prihvaćenih radnih obaveza. Sadrži predlog primene savremenih metoda upravljanja. Upotreba modela je moguća i u slučaju da se rukovodstvo rudarsko-energetskog kompleksa odluči za klasične postupke upravljanja i donošenje subjektivnih odluka. Predviđene su različite varijante unapređivanja sistema upravljanja savladavanjem predloženih obuka, sticanjem iskustva, angažovanjem

eksperata i ostvarivanjem finansijsko-tehničkih uslova. Planiranje projekta zaštite životne sredine može da se olakša softverskom podrškom za upravljanje projektima, sa gantogramom, kao što je MS-Project. Primena softvera omogućava lakše i pouzdanije definisanje procedura, preispitivanje, nadgledanje i koordinaciju.

Modeliranje sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa, primenom savremenih metoda upravljanja i integracijom održivih strategija, pruža zadovoljavajuće rezultate i stvara mogućnost za rešavanje problema karakterističnih za površinske kopove i termoelektrane. Primena integralnog metoda modeliranja ima poseban značaj za prevazilaženje posledica dugogodišnjeg negativnog uticaja na kvalitet životne sredine. Savremene metode upravljanja, zasnovane na teoriji verovatnoće, višekriterijumskom odlučivanju, analitičkom hijerarhijskom procesu i definisanju uravnoteženih performansi, još uvek nisu zastupljene u oblasti rudarstva i energetike. One mogu, uz naučno-istraživački rad i edukaciju radnika, da olakšaju funkcionisanje službe zaštite životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa.

**MODELIRANJE SISTEMA UPRAVLJANJA**

**ZAŠTITOM ŽIVOTNE SREDINE**

**RUDARSKO-ENERGETSKIH**

**KOMPLEKSA**





## **5. MODELIRANJE SISTEMA UPRAVLJANJA ZAŠTITOM ŽIVOTNE SREDINE RUDARSKO-ENERGETSKIH KOMPLEKSA**

Upravljanje zaštitom životne sredine predstavlja kompleksan proces, čije pravilno funkcionisanje zahteva timski rad stručnjaka iz različitih oblasti i izradu modela upravljanja. Model upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa treba da sadrži ulazne elemente ili parametre neophodne za funkcionisanje sistema i izlazne elemente, koji zavise od raspoloživih resursa za realizaciju planiranih aktivnosti, zakonske regulative, standarda, preporuka i uputstava. Rezultati istraživanja usklađenosti rada rudarsko-energetskog kompleksa sa osnovnim principima održivog razvoja predstavljaju osnovu za razvoj modela upravljanja sistemom zaštite životne sredine rudarsko-energetskih kompleksa.

### **5.1 REZULTATI ISTRAŽIVANJA USKLAĐENOSTI RADA RUDARSKO-ENERGETSKOG KOMPLEKSA SA OSNOVNIM PRINCIPIMA ODRŽIVOG RAZVOJA**

Osnovu za utvrđivanje usklađenosti rada rudarsko-energetskog kompleksa s osnovnim principima održivog razvoja predstavljaju rezultati primene metode analitičkog hijerarhijskog procesa, analize strategija upravljanja BSC i indikatora životne sredine rudarsko-energetskih kompleksa.

#### **5.1.1 Analitički hijerarhijski proces u modeliranju sistema zaštite životne sredine rudarsko-energetskih kompleksa**

Upravljanje zaštitom životne sredine u rudarsko-energetskim kompleksima predstavlja složen proces, jer funkcionisanje sistema upravljanja zavisi od finansijskih i tehničkih mogućnosti, dok se uticaj na životnu sredinu često zanemaruje. Modeliranje sistema zaštite životne sredine predstavlja mogućnost za usklađivanje rada rudarsko-energetskog kompleksa sa principima održivog razvoja. Planiranje sistema upravljanja zaštitom životne sredine prema smernicama Međunarodnog standarda ISO1400 podrazumeva identifikaciju aspekata životne sredine. Određivanje značajnosti aspekata životne sredine je polazna osnova za planiranje preventivnih zaštitnih mera i formiranje sistema zaštite životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa.

Standard ISO 14001 propisuje neophodnu dokumentaciju za sprovođenje procedure identifikacije i izbora aspekata životne sredine [1], ali ne i način izbora značajnih aspekata. Pravilno formiranje liste aspekata i liste značajnih aspekata je neophodno za usvajanje ciljeva i mera zaštite životne sredine. Problem je sistemski razmatran i sveobuhvatno sagledan, s ciljem da se stvori osnova za smanjenje nivoa primene subjektivnih stavova rukovodioca rudarsko-energetskih kompleksa. Aspekti su rangirani na osnovu verovatnoće pojavljivanja i stepena uticaja. Istovremeno je razmatran, uticaj većeg broja radnih aktivnosti, sa različitih aspekata. Donošenje odluka je zasnovano na ocenjivanju značajnosti izabranih radnih aktivnosti i primeni matričnog izračunavanja. Metodom analitičkog hijerarhijskog procesa definisana je ocena značajnosti aspekata, u odnosu na unapred izabrane kriterijume, s ciljem da se smanji neophodnost kreiranja subjektivnih procena rukovodstva rudarsko-energetskih kompleksa.

Radne aktivnosti su uzročno povezane, tako da je neophodno uspostavljanje realnih odnosa ocena njihovog uticaja. Određivanje međuzavisnih odnosa predstavlja složen postupak. Izbegavanje subjektivnog donošenja odluka je uslov za prevazilaženje problema. Rezultati primene metode ocenjivanja aspekata životne sredine, na osnovu stepena uticaja (*S*) i verovatnoće pojavljivanja (*V*) posledica kritičnih radnih aktivnosti, predstavljeni su tabelom 3. Ocene značajnosti su definisane na osnovu definisanih kriterijuma, gde spadaju uticaj na:

- životnu sredinu (I),
- zaposlene (II),
- ineresne grupe (III) i
- finansijsku mogućnost organizacije (IV).

Rangiranjem ocena predloženih aspekata određivana je ukupna značajnost aspekta životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa. Razmatrane su posledice propusta u organizaciji sistema upravljanja zaštitom životne sredine, koje lako mogu da dovedu do nepoštovanja zahteva zakona i propisa iz oblasti prava zaštite životne sredine, a nekad i do ekološke katastrofe. Nedostatak finansijskih sredstava za sprovođenje preventivnih mera zaštite, često, predstavlja opravdanje za korišćenje zastarele opreme. Neprimenjivanje propisanih mera zaštite životne sredine je opravdavano teškom materijalnom situacijom.

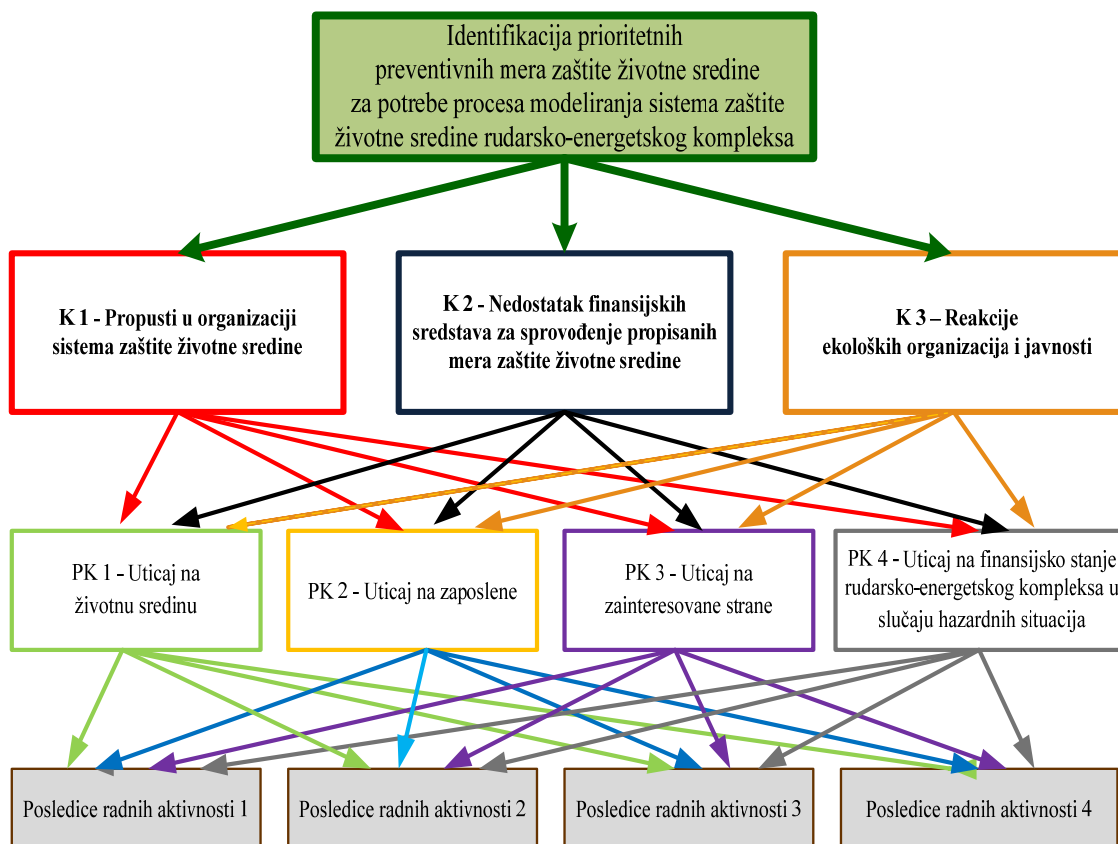
Tabela 3 Određivanje značajnosti aspekata životne sredine na osnovu stepena uticaja i verovatnoće pojavljivanja

| Aspekti zaštite životne sredine<br>rudarsko-energetskog kompleksa |  | Kriterijum za ocenu<br>aspekata životne sredine |   |    |   |     |   |    |   | Ukupna<br>značajnost<br>aspekata |
|---|--|---|---|----|---|-----|---|----|---|----------------------------------|
|   |  | I   |   | II |   | III |   | IV |   |                                  |
|   |  | S   | V | S  | V | S   | V | S  | V |                                  |
| 1.  | Prisustvo prašine na površinskom kopu  | 3   | 3 | 3  | 3 | 2   | 1 | 3  | 1 | 23                               |
| 2.  | Emisija izduvnih gasova pri radu rudarske mehanizacije                                       | 2   | 3 | 3  | 3 | 2   | 1 | 2  | 2 | 21                               |
| 3.  | Raznošenje ugljene prašine u okolno zemljište  | 2   | 3 | 1  | 1 | 2   | 1 | 2  | 1 | 11                               |
| 4.  | Lokacija rudnika u odnosu na slivno područje   | 3   | 3 | 3  | 1 | 2   | 1 | 2  | 2 | 18                               |
| 5.  | Povećanje površine trajno uništenog prostora   | 3   | 2 | 1  | 1 | 2   | 1 | 1  | 2 | 11                               |
| 6.  | Neredovno i nepotpuno prečišćavanje rudničkih voda   | 3   | 3 | 1  | 1 | 2   | 1 | 3  | 1 | 15                               |
| 7.  | Odlaganje jalovine   | 2   | 3 | 1  | 1 | 1   | 1 | 2  | 1 | 10                               |
| 8.  | Emisija prašine prilikom utovara i istovara jalovine i uglja                                 | 3   | 3 | 3  | 3 | 2   | 1 | 3  | 1 | 23                               |
| 9.  | Povećanje površine izgubljenog humusnog sloja  | 3   | 3 | 1  | 1 | 1   | 1 | 3  | 1 | 14                               |
| 10.   | Spiranje površina puteva i jalovišta atmosferskim vodama i oticanje podzemnim tokovima       | 2   | 2 | 1  | 1 | 2   | 1 | 2  | 1 | 9                                |
| 11.   | Nepotpuno sagorevanja uglja  | 3   | 1 | 3  | 3 | 2   | 1 | 2  | 2 | 18                               |
| 12.   | Neredovna zamena filtra sistema za prečišćavanje vazduha                                     | 3   | 1 | 2  | 2 | 2   | 1 | 2  | 1 | 11                               |
| 13.   | Prekoračenje propisanih vrednosti emisije i imisije zagađujućih materija u vazdušnoj sredini | 3   | 3 | 2  | 1 | 2   | 1 | 3  | 2 | 19                               |
| 14.   | Raznošenje pepela usled eolske erozije u površinske vode                                     | 2   | 2 | 1  | 1 | 1   | 1 | 2  | 1 | 8                                |
| 15.   | Spiranje pepelišta atmosferskim vodama   | 3   | 2 | 1  | 1 | 2   | 2 | 3  | 1 | 14                               |
| 16.   | Nepovoljan odnos vode i pepela u gustoj pulpi  | 3   | 3 | 1  | 1 | 2   | 1 | 3  | 2 | 18                               |
| 17.   | Povećana koncentracija teških metala i kiselosti u procednim, prelivnim i drenažnim vodama   | 2   | 3 | 1  | 1 | 2   | 1 | 3  | 1 | 12                               |
| 18.   | Pucanje brane i isticanje pepela i vode u recipijent   | 3   | 1 | 2  | 1 | 3   | 1 | 2  | 2 | 12                               |
| 19.   | Emisija teških metala u okolno zemljište   | 2   | 3 | 1  | 1 | 2   | 1 | 2  | 1 | 11                               |
| 20.   | Emisija čvrstih čestica i gasova prilikom samozapaljenja uglja                               | 3   | 1 | 3  | 1 | 2   | 1 | 2  | 2 | 12                               |

Uznemiravanje javnosti i reagovanje ekoloških organizacija utiče na ugled rudarsko-energetskog kompleksa, tako da je neophodno pravovremeno preduzimati neophodne mere zaštite, u skladu sa rezultatima procene troškova i korisnosti. Konačni rezultati predstavljaju osnovu za sistemski pristup rešavanju ekoloških problema rudarsko-energetskih kompleksa. Formiranje opštih i posebnih ciljeva zaštite životne sredine omogućava da organizacije u skladu sa tehničkim, finansijskim i ljudskim resursima

stvore što bolje pozicije na tržištu i ugled kod predstavnika zainteresovanih strana. Isključivanje subjektivnih stavova i odlučivanje na osnovu višekriterijumske analize analitičkog hijerarhijskog procesa pruža mogućnost da se, u postupku modeliranja sistema zaštite životne sredine rudarsko-energetskih kompleksa, uskladi plan izvođenja radnih aktivnosti i funkcionisanje sistema zaštite životne sredine sa principima održivog razvoja.

Rukovodstvo rudarsko-energetskih kompleksa, primenom hijerarhijskog posmatranja složenih problema, ima mogućnost da donosi efikasnije odluke, u skladu sa reakcijama zainteresovanih strana, tehničkim i finansijskim mogućnostima. Suština problema je da se identifikuju i analiziraju radni procesi koji najviše ugrožavaju životnu sredinu. Hijerarhijska šema donošenja odluka i definisanja ukupnog prioriteta alternativa AHP metodom, predstavljena je slikom 9. Prikazani su ciljevi, kriterijumi i podkriterijumi odlučivanja, korišćeni u oceni kritičnih posledica radnih aktivnosti rudarsko-energetskog kompleksa.



Slika 9 Hijerarhijska šema donošenja odluka za potrebe modeliranja sistema zaštite životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa, primenom AHP metode

Cilj primene AHP metode je da se definišu prioritetne mere zaštite životne sredine, za potrebe modeliranja sistema zaštite životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa, na osnovu rezultata višekriterijumskog ocenjivanja značajnosti posledica rada izabranih kritičnih aktivnosti.

Izbor aspekata je baziran na posledicama radnih aktivnosti koje u najvećoj meri narušavaju kvalitet osnovnih elemenata životne sredine i čija je značajnost razmatrana na osnovu stepena uticaja i verovatnoće pojavljivanja (tabela 3). Kriterijumi su isti za sve dominantne ekološke probleme i obuhvataju:

- propuste u organizaciji sistema upravljanja zaštitom životne sredine (K 1),
- nedostatak finansijskih sredstava za primenu propisanih mera zaštite životne sredine (K 2) i
- narušavanje konkurentnosti nepovoljnim reagovanjem javnosti i ekoloških organizacija (K 3).

Podkriterijumi obuhvataju uticaj na:

- osnovne elemente životne sredine (PK 1),
- zaposlene (PK 2),
- stavove zainteresovanih strana (PK 3) i
- finansijske troškove sanacije potencijalnih udesnih događaja (PK 4).

Ocene uticaja površinske eksploatacije uglja na kvalitet vazdušne sredine, vode, zemljišta, kao i ocene uticaja deponovanja jalovine, pepela i šljake, transporta i sagorevanja uglja, parno su poredene, sa namerom da se utvrdi prvi i drugi rang uticaja posledica ključnih radnih aktivnosti.

Cilj primene AHP metode, za ocenu uticaja rudarsko-energetskog kompleksa na kvalitet životne sredine, podrazumeva rangiranje ključnih aspekata životne sredine i određivanje ukupnog prioriteta alternativa na osnovu kog bi se unapredio postupak definisanja prioriternih mera zaštite životne sredine.

Prva faza primene AHP metode podrazumeva ocenu značajnosti izabranih kriterijuma. Upoređivanje ocena značajnosti izabranih kriterijuma, u odnosu na definisani cilj, zasnovano je na matričnom poređenju parova ocena kriterijuma K 1, K 2 i K 3. Matricom upoređivanja parova ocena postavljenih kriterijuma (A 1), u odnosu na potrebu identifikovanja prioriternih mera zaštite životne sredine, predstavljene su ocene kriterijuma. Ocene značajnosti kriterijuma, rezultati parnog poređenja izabranih kriterijuma i težinski koeficijenti predstavljeni su tabelama 4, 7, 10, 13, 16, 19 i 22.

Druga faza primene AHP metode podrazumeva ocenu značajnosti definisanih podkriterijuma. Ocenjivanje uticaja rudarsko-energetskih kompleksa na osnovne elemente životne sredine (PK 1), zaposlene (PK 2), zainteresovane strane (PK 3) i finansijske troškove sanacije udesnih događaja (PK 4) vršeno je u odnosu na propuste u organizaciji sistema upravljanja (K 1), nedostatak finansijskih sredstava za sprovođenje mera zaštite (K 2) i reakcije ekoloških organizacija i javnosti (K 3).

Matrično upoređivanje parova ocena značajnosti posledica radnih aktivnosti PK 1, PK 2, PK 3, i PK 4 u odnosu na kriterijume K 1, K 2, K 3 i K 4 predstavljeno je matricama A 1, A 2 i A 3. Rezultati druge faze hijerarhijske analize dati su tabelama 5, 8, 11, 14, 17, 20 i 23.

Treća faza primene AHP metode obuhvata ocenjivanje značajnosti aspekata životne sredine ili posledica ključnih radnih aktivnosti, u odnosu na definisane podkriterijume: osnovni elementi životne sredine (PK 1), zaposleni (PK 2), zainteresovane strane (PK 3) i finansijsko stanje rudarsko-energetskog kompleksa u slučaju udesnih događaja (PK 4). Upoređivanje parova ocena posledica radnih aktivnosti P 1, P 2, P 3 i P 4, u odnosu na podkriterijume PK 1, PK 2, PK 3 i PK 4 predstavljeno je matricama A 1, A 2, A 3 i A 4, a ocene su date tabelama 6, 9, 12, 15, 18, 21 i 24.

**Ocena uticaja površinske eksploatacije uglja na kvalitet vazduha** obuhvata rangiranje aspekata životne sredine (posledica radnih aktivnosti), gde spadaju: prisustvo prašine na površinskom kopu (P 1), emisija prašine i izduvnih gasova za vreme rada rudarske mehanizacije (P 2), raznošenje ugljene prašine s pristupnih i transportnih puteva (P 3) i emisija gasova izazvana samozapaljenjem uglja ili ugljene prašine (P 4).

Tabela 4 Ocene značajnosti i rezultati parnog upoređivanja definisanih kriterijuma za ocenu uticaja eksploatacije uglja na kvalitet vazduha

| Kriterijum | Ocene |   |   | Matrica poređenja   |        |        |        | Rezultati parnog upoređivanja |     |     | Težinski koeficijent | Rang |
|------------|-------|---|---|---|--------|--------|--------|-------------------------------|-----|-----|----------------------|------|
|            | S     | V | Z | A   | K2     | K3     | K1     | K 1                           | K 2 | K 3 |                      |      |
| K1         | 2     | 2 | 4 | $A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 3 \\ 2 & 1 & 5 \\ 1/3 & 1/5 & 1 \end{bmatrix}$ | 1.0000 | 0.5000 | 3.0000 | 0.31                          | II  |     |                      |      |
| K2         | 2     | 3 | 6 |   | 2.0000 | 1.0000 | 5.0000 | 0.58                          | I   |     |                      |      |
| K3         | 2     | 1 | 2 |   | 0.3333 | 0.2000 | 1.0000 | 0.11                          | III |     |                      |      |

Tabela 5 Ocene značajnosti i rezultati parnog upoređivanja podkriterijuma za ocenu posledica radnih aktivnosti površinske eksploatacije uglja na kvalitet vazduha

| K                 | P   | Ocene |   |   | Matrice poređenja  |         |         |         | Rezultati parnog upoređivanja |      |     |    | TK | R |
|-------------------|-----|-------|---|---|--|---------|---------|---------|-------------------------------|------|-----|----|----|---|
|                   |     | S     | V | Z | A  | PK<br>1 | PK<br>2 | PK<br>3 | PK<br>4                       | P1   | P2  | P3 |    |   |
| I<br>kriterijum   | PK1 | 2     | 3 | 6 | $A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 2 & 3 \\ 2 & 1 & 4 & 5 \\ 1/2 & 1/4 & 1 & 2 \\ 1/3 & 1/5 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$ | 1.0000  | 0.5000  | 2.0000  | 3.0000                        | 0.26 | II  |    |    |   |
|                   | PK2 | 3     | 3 | 9 |  | 2.0000  | 1.0000  | 4.0000  | 5.0000                        | 0.50 | I   |    |    |   |
|                   | PK3 | 3     | 2 | 4 |  | 0.5000  | 0.2500  | 1.0000  | 2.0000                        | 0.14 | III |    |    |   |
|                   | PK4 | 3     | 1 | 3 |  | 0.3333  | 0.2000  | 0.5000  | 1.0000                        | 0.08 | IV  |    |    |   |
| II<br>kriterijum  | PK1 | 2     | 3 | 6 | $A_2 = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 2 & 8 \\ 2 & 1 & 4 & 9 \\ 1/2 & 1/4 & 1 & 6 \\ 1/8 & 1/9 & 1/6 & 1 \end{bmatrix}$ | 1.0000  | 0.5000  | 2.0000  | 8.0000                        | 0.28 | II  |    |    |   |
|                   | PK2 | 3     | 3 | 9 |  | 2.0000  | 1.0000  | 4.0000  | 9.0000                        | 0.50 | I   |    |    |   |
|                   | PK3 | 2     | 2 | 4 |  | 0.5000  | 0.2500  | 1.0000  | 6.0000                        | 0.16 | III |    |    |   |
|                   | PK4 | 1     | 1 | 1 |  | 0.1250  | 0.1111  | 0.1666  | 1.0000                        | 0.04 | IV  |    |    |   |
| III<br>kriterijum | PK1 | 2     | 1 | 2 | $A_3 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 3 & 1/2 \\ 1/3 & 1 & 1 & 1/5 \\ 1/3 & 1 & 1 & 1/5 \\ 2 & 5 & 5 & 1 \end{bmatrix}$   | 1.0000  | 3.0000  | 3.0000  | 0.5000                        | 0.28 | II  |    |    |   |
|                   | PK2 | 1     | 1 | 1 |  | 0.3333  | 1.0000  | 1.0000  | 0.2000                        | 0.10 | III |    |    |   |
|                   | PK3 | 1     | 1 | 1 |  | 0.3333  | 1.0000  | 1.0000  | 0.2000                        | 0.10 | III |    |    |   |
|                   | PK4 | 3     | 1 | 3 |  | 2.0000  | 5.0000  | 5.0000  | 1.0000                        | 0.51 | I   |    |    |   |

Tabela 6 Ocene značajnosti aspekata životne sredine i rezultati parnog upoređivanja posledica radnih aktivnosti površinske eksploatacije uglja na kvalitet vazduha

| PK                   | P  | Ocene |   |   | Matrice poređenja  |        |        |        | Rezultati parnog upoređivanja |      |     |    | TK | R |
|----------------------|----|-------|---|---|--|--------|--------|--------|-------------------------------|------|-----|----|----|---|
|                      |    | S     | V | Z | A  | P1     | P2     | P3     | P4                            | P1   | P2  | P3 |    |   |
| I<br>podkriterijum   | P1 | 3     | 2 | 6 | $A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 2 & 3 \\ 2 & 1 & 4 & 5 \\ 1/2 & 1/4 & 1 & 2 \\ 1/3 & 1/5 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$ | 1.0000 | 0.5000 | 2.0000 | 3.0000                        | 0.26 | II  |    |    |   |
|                      | P2 | 3     | 3 | 9 |  | 2.0000 | 1.0000 | 4.0000 | 5.0000                        | 0.50 | I   |    |    |   |
|                      | P3 | 2     | 2 | 4 |  | 0.5000 | 0.2500 | 1.0000 | 2.0000                        | 0.14 | III |    |    |   |
|                      | P4 | 3     | 1 | 3 |  | 0.3333 | 0.2000 | 0.5000 | 1.0000                        | 0.08 | IV  |    |    |   |
| II<br>podkriterijum  | P1 | 3     | 3 | 9 | $A_2 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 2 & 5 \\ 1 & 1 & 2 & 5 \\ 1/2 & 1/2 & 1 & 3 \\ 1/5 & 1/5 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}$   | 1.0000 | 1.0000 | 2.0000 | 5.0000                        | 0.36 | I   |    |    |   |
|                      | P2 | 3     | 3 | 9 |  | 1.0000 | 1.0000 | 2.0000 | 5.0000                        | 0.36 | I   |    |    |   |
|                      | P3 | 2     | 3 | 6 |  | 0.5000 | 0.5000 | 1.0000 | 3.0000                        | 0.19 | III |    |    |   |
|                      | P4 | 3     | 1 | 3 |  | 0.2000 | 0.2000 | 0.3333 | 1.0000                        | 0.07 | III |    |    |   |
| III<br>podkriterijum | P1 | 2     | 1 | 2 | $A_3 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1/3 & 3 \\ 1 & 1 & 1/3 & 3 \\ 3 & 3 & 1 & 6 \\ 1/3 & 1/3 & 1/6 & 1 \end{bmatrix}$   | 1.0000 | 1.0000 | 0.3333 | 3.0000                        | 0.19 | II  |    |    |   |
|                      | P2 | 2     | 1 | 2 |  | 1.0000 | 1.0000 | 0.3333 | 3.0000                        | 0.19 | II  |    |    |   |
|                      | P3 | 2     | 2 | 4 |  | 3.0000 | 3.0000 | 1.0000 | 6.0000                        | 0.53 | I   |    |    |   |
|                      | P4 | 1     | 1 | 1 |  | 0.3333 | 0.3333 | 0.1666 | 1.0000                        | 0.07 | IV  |    |    |   |



|                     |    |   |   |   |  |        |        |        |        |      |     |
|---------------------|----|---|---|---|--|--------|--------|--------|--------|------|-----|
| IV<br>podkriterijum | P1 | 3 | 2 | 6 | $A_4 = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 5 & 5 \\ 2 & 1 & 7 & 7 \\ 1/5 & 1/7 & 1 & 1 \\ 1/5 & 1/7 & 1 & 1 \end{bmatrix}$ | 1.0000 | 0.5000 | 5.0000 | 5.0000 | 0.32 | II  |
|                     | P2 | 3 | 3 | 9 |  | 2.0000 | 1.0000 | 7.0000 | 7.0000 | 0.53 | I   |
|                     | P3 | 1 | 2 | 2 |  | 0.2000 | 0.1429 | 1.0000 | 1.0000 | 0.07 | III |
|                     | P4 | 2 | 1 | 2 |  | 0.2000 | 0.1429 | 1.0000 | 1.0000 | 0.07 | III |

**Ocenjivanje uticaja rudarsko-energetskih kompleksa na kvalitet voda**, izvršeno je rangiranjem uticaja: oticanja neprečišćenih rudničkih voda u okolno zemljište (P 1), oticanja prelivnih i drenažnih voda jalovišta i pepelišta u podzemne tokove (P 2), ispuštanja tehnoloških voda korišćenih za pranje kotlova (P 3) i oticanja atmosferskih voda zagađenih ugljenom prašinom (P 4).

Tabela 7 Ocene značajnosti i rezultati parnog upoređivanja definisanih kriterijuma za ocenu uticaja rudarsko-energetskih kompleksa na kvalitet voda

| Kriterijum | Ocene |   |   | Matrica poredenja   |        |        |        | Rezultati parnog upoređivanja |     |     | Težinski koeficijent | Rang |
|------------|-------|---|---|---|--------|--------|--------|-------------------------------|-----|-----|----------------------|------|
|            | S     | V | Z | A   | K2     | K3     | K1     | K 1                           | K 2 | K 3 |                      |      |
| K1         | 2     | 1 | 2 | $A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1/5 & 3 \\ 5 & 1 & 8 \\ 1/3 & 1/8 & 1 \end{bmatrix}$ | 1.0000 | 0.2000 | 3.0000 | 0.18                          | II  |     |                      |      |
| K2         | 2     | 3 | 6 |   | 5.0000 | 1.0000 | 8.0000 | 0.73                          | I   |     |                      |      |
| K3         | 1     | 1 | 1 |   | 0.3333 | 0.1250 | 1.0000 | 0.07                          | III |     |                      |      |

Tabela 8 Ocene značajnosti i rezultati parnog upoređivanja podkriterijuma za ocenu posledica radnih aktivnosti rudarsko-energetskih kompleksa na kvalitet voda

| K                 | P   | Ocene |   |   | Matrice poredenja  |        |        |        | Rezultati parnog upoređivanja |      |     |    | TK | R |
|-------------------|-----|-------|---|---|--|--------|--------|--------|-------------------------------|------|-----|----|----|---|
|                   |     | S     | V | Z | A  | PK 1   | PK 2   | PK 3   | PK 4                          | P1   | P2  | P3 |    |   |
| I<br>kriterijum   | PK1 | 3     | 2 | 6 | $A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 5 & 2 \\ 1 & 1 & 5 & 2 \\ 1/5 & 1/5 & 1 & 1/3 \\ 1/2 & 1/2 & 3 & 1 \end{bmatrix}$   | 1.0000 | 1.0000 | 5.0000 | 2.0000                        | 0.36 | I   |    |    |   |
|                   | PK2 | 3     | 2 | 6 |  | 1.0000 | 1.0000 | 5.0000 | 2.0000                        | 0.36 | I   |    |    |   |
|                   | PK3 | 2     | 1 | 2 |  | 0.2000 | 0.2000 | 1.0000 | 0.3333                        | 0.07 | IV  |    |    |   |
|                   | PK4 | 2     | 2 | 4 |  | 0.5000 | 0.5000 | 3.0000 | 1.0000                        | 0.19 | III |    |    |   |
| II<br>kriterijum  | PK1 | 3     | 3 | 9 | $A_2 = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 5 & 4 \\ 1/2 & 1 & 3 & 2 \\ 1/5 & 1/3 & 1 & 1/2 \\ 1/4 & 1/2 & 2 & 1 \end{bmatrix}$ | 1.0000 | 2.0000 | 5.0000 | 4.0000                        | 0.50 | I   |    |    |   |
|                   | PK2 | 3     | 2 | 6 |  | 0.5000 | 1.0000 | 3.0000 | 2.0000                        | 0.26 | II  |    |    |   |
|                   | PK3 | 3     | 1 | 3 |  | 0.2000 | 0.3333 | 1.0000 | 0.5000                        | 0.08 | IV  |    |    |   |
|                   | PK4 | 2     | 2 | 4 |  | 0.2500 | 0.5000 | 2.0000 | 1.0000                        | 0.14 | III |    |    |   |
| III<br>kriterijum | PK1 | 2     | 1 | 2 | $A_3 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 3 & 3 \\ 1/3 & 1 & 1 & 1 \\ 1/3 & 1 & 1 & 1 \\ 1/3 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$       | 1.0000 | 3.0000 | 3.0000 | 3.0000                        | 0.50 | I   |    |    |   |
|                   | PK2 | 1     | 1 | 1 |  | 0.3333 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000                        | 0.16 | II  |    |    |   |
|                   | PK3 | 1     | 1 | 1 |  | 0.3333 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000                        | 0.16 | II  |    |    |   |
|                   | PK4 | 1     | 1 | 1 |  | 0.3333 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000                        | 0.16 | II  |    |    |   |

Tabela 9 Ocene značajnosti aspekata životne sredine i rezultati parnog upoređivanja posledica radnih aktivnosti rudarsko-energetskih kompleksa na kvalitet voda

| PK                   | P  | Ocene |   |   | Matrice poređenja  |    |    |    |    | Rezultati parnog upoređivanja |        |        |        | TK   | R   |
|----------------------|----|-------|---|---|--|----|----|----|----|-------------------------------|--------|--------|--------|------|-----|
|                      |    | S     | V | Z | A  | P1 | P2 | P3 | P4 | P1                            | P2     | P3     | P4     |      |     |
| I<br>podkriterijum   | P1 | 2     | 2 | 4 | $A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 2 & 1/2 \\ 2 & 1 & 3 & 1 \\ 1/2 & 1/3 & 1 & 1/3 \\ 2 & 1 & 3 & 1 \end{bmatrix}$ |    |    |    |    | 1.0000                        | 0.5000 | 2.0000 | 0.5000 | 0.18 | III |
|                      | P2 | 3     | 2 | 6 |  |    |    |    |    | 2.0000                        | 1.0000 | 3.0000 | 1.0000 | 0.35 | I   |
|                      | P3 | 1     | 3 | 3 |  |    |    |    |    | 0.5000                        | 0.3333 | 1.0000 | 0.3333 | 0.10 | III |
|                      | P4 | 3     | 2 | 6 |  |    |    |    |    | 2.0000                        | 1.0000 | 3.0000 | 1.0000 | 0.35 | I   |
| II<br>podkriterijum  | P1 | 1     | 1 | 1 | $A_2 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$           |    |    |    |    | 1.0000                        | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.25 | I   |
|                      | P2 | 1     | 1 | 1 |  |    |    |    |    | 1.0000                        | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.25 | I   |
|                      | P3 | 1     | 1 | 1 |  |    |    |    |    | 1.0000                        | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.25 | I   |
|                      | P4 | 1     | 1 | 1 |  |    |    |    |    | 1.0000                        | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.25 | I   |
| III<br>podkriterijum | P1 | 2     | 2 | 4 | $A_3 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 3 & 1 \\ 1/3 & 1 & 1 & 1/3 \\ 1/3 & 1 & 1 & 1/3 \\ 1 & 3 & 3 & 1 \end{bmatrix}$   |    |    |    |    | 1.0000                        | 3.0000 | 3.0000 | 1.0000 | 0.37 | I   |
|                      | P2 | 2     | 1 | 2 |  |    |    |    |    | 0.3333                        | 1.0000 | 1.0000 | 0.3333 | 0.12 | III |
|                      | P3 | 2     | 1 | 2 |  |    |    |    |    | 0.3333                        | 1.0000 | 1.0000 | 0.3333 | 0.12 | III |
|                      | P4 | 2     | 2 | 4 |  |    |    |    |    | 1.0000                        | 3.0000 | 3.0000 | 1.0000 | 0.37 | I   |
| IV<br>podkriterijum  | P1 | 3     | 2 | 6 | $A_4 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 5 \\ 1 & 1 & 1 & 5 \\ 1 & 1 & 1 & 5 \\ 1/5 & 1/5 & 1/5 & 1 \end{bmatrix}$     |    |    |    |    | 1.0000                        | 1.0000 | 1.0000 | 5.0000 | 0.31 | I   |
|                      | P2 | 3     | 2 | 6 |  |    |    |    |    | 1.0000                        | 1.0000 | 1.0000 | 5.0000 | 0.31 | I   |
|                      | P3 | 2     | 3 | 6 |  |    |    |    |    | 1.0000                        | 1.0000 | 1.0000 | 5.0000 | 0.31 | I   |
|                      | P4 | 1     | 2 | 2 |  |    |    |    |    | 0.2000                        | 0.2000 | 0.2000 | 1.0000 | 0.06 | IV  |

Ocenjivanje uticaja rudarsko-energetskog kompleksa na kvalitet zemljišta izvršeno je na osnovu rangiranja aspekata životne sredine, kao što su: raznošenje ugljene prašine i pepela u okolno zemljište i povećanje nivoa koncentracije teških metala (P 1), izlivanje neprečišćenih procednih i prelivnih drenažnih voda i povećanje nivoa koncentracije teških metala u zemljištu (P 2), izlivanje pepela i šljake sa deponije (P 3) i zauzimanje zemljišta i povećanje površine trajno uništenog zemljišta eksploatacijom uglja (P 4).

Tabela 10 Ocene značajnosti i rezultati parnog upoređivanja definisanih kriterijuma za ocenu uticaja rudarsko-energetskih kompleksa na kvalitet zemljišta

| Kriterijum | Ocene |   |   | Matrica poređenja   |    |    |    | Rezultati parnog upoređivanja |        |        | Težinski koeficijent | Rang |
|------------|-------|---|---|---|----|----|----|-------------------------------|--------|--------|----------------------|------|
|            | S     | V | Z | A   | K2 | K3 | K1 | K1                            | K2     | K3     |                      |      |
| K1         | 2     | 2 | 4 | $A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 6 \\ 2 & 1 & 8 \\ 1/6 & 1/8 & 1 \end{bmatrix}$ |    |    |    | 1.0000                        | 0.5000 | 6.0000 | 0.34                 | II   |
| K2         | 2     | 3 | 6 |   |    |    |    | 2.0000                        | 1.0000 | 8.0000 | 0.59                 | I    |
| K3         | 1     | 1 | 1 |   |    |    |    | 0.1666                        | 0.1250 | 1.0000 | 0.06                 | III  |

Tabela 11 Ocene značajnosti i rezultati parnog upoređivanja podkriterijuma za ocenu posledica radnih aktivnosti rudarsko-energetskih kompleksa na kvalitet zemljišta

| K                 | P   | Ocene |   |   | Matrice poređenja  |         |         |         |         | Rezultati parnog upoređivanja |     |    |    | TK | R |
|-------------------|-----|-------|---|---|--|---------|---------|---------|---------|-------------------------------|-----|----|----|----|---|
|                   |     | S     | V | Z | A  | PK<br>1 | PK<br>2 | PK<br>3 | PK<br>4 | P1                            | P2  | P3 | P4 |    |   |
| I<br>kriterijum   | PK1 | 3     | 2 | 6 | $A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 3 & 1/2 \\ 2 & 1 & 4 & 1 \\ 1/3 & 1/4 & 1 & 1/5 \\ 2 & 1 & 5 & 1 \end{bmatrix}$   | 1.0000  | 0.5000  | 3.0000  | 0.5000  | 0.19                          | III |    |    |    |   |
|                   | PK2 | 3     | 3 | 9 |  | 2.0000  | 1.0000  | 0.2000  | 1.0000  | 0.36                          | I   |    |    |    |   |
|                   | PK3 | 3     | 1 | 3 |  | 0.3333  | 0.2000  | 1.0000  | 0.2000  | 0.07                          | IV  |    |    |    |   |
|                   | PK4 | 3     | 3 | 9 |  | 2.0000  | 1.0000  | 5.0000  | 1.0000  | 0.36                          | I   |    |    |    |   |
| II<br>kriterijum  | PK1 | 2     | 2 | 4 | $A_2 = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 6 & 1/4 \\ 2 & 1 & 8 & 1/2 \\ 1/6 & 1/8 & 1 & 1/9 \\ 4 & 2 & 9 & 1 \end{bmatrix}$ | 1.0000  | 0.5000  | 6.0000  | 0.2500  | 0.16                          | III |    |    |    |   |
|                   | PK2 | 2     | 3 | 6 |  | 2.0000  | 1.0000  | 8.0000  | 0.5000  | 0.28                          | II  |    |    |    |   |
|                   | PK3 | 1     | 1 | 1 |  | 0.1666  | 0.1250  | 1.0000  | 0.1111  | 0.03                          | IV  |    |    |    |   |
|                   | PK4 | 3     | 3 | 9 |  | 4.0000  | 2.0000  | 9.0000  | 1.0000  | 0.50                          | I   |    |    |    |   |
| III<br>kriterijum | PK1 | 2     | 1 | 2 | $A_3 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1/2 & 1/3 \\ 1 & 1 & 1/2 & 1/3 \\ 2 & 2 & 1 & 1/2 \\ 3 & 3 & 2 & 1 \end{bmatrix}$   | 1.0000  | 1.0000  | 0.5000  | 0.3333  | 0.14                          | III |    |    |    |   |
|                   | PK2 | 2     | 1 | 2 |  | 1.0000  | 1.0000  | 0.5000  | 0.3333  | 0.14                          | III |    |    |    |   |
|                   | PK3 | 3     | 1 | 3 |  | 2.0000  | 2.0000  | 1.0000  | 0.5000  | 0.26                          | II  |    |    |    |   |
|                   | PK4 | 2     | 2 | 4 |  | 3.0000  | 3.0000  | 3.0000  | 1.0000  | 0.45                          | I   |    |    |    |   |

Tabela 12 Ocene značajnosti aspekata životne sredine i rezultati parnog upoređivanja posledica radnih aktivnosti rudarsko-energetskih kompleksa na kvalitet zemljišta

| PK                   | P  | Ocene |   |   | Matrice poređenja  |        |        |        |        | Rezultati parnog upoređivanja |     |    |    | TK | R |
|----------------------|----|-------|---|---|--|--------|--------|--------|--------|-------------------------------|-----|----|----|----|---|
|                      |    | S     | V | Z | A  | P1     | P2     | P3     | P4     | P1                            | P2  | P3 | P4 |    |   |
| I<br>podkriterijum   | P1 | 3     | 3 | 9 | $A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 5 & 1 \\ 1/2 & 1 & 3 & 1/2 \\ 1/5 & 1/3 & 1 & 1/5 \\ 1 & 2 & 5 & 1 \end{bmatrix}$   | 1.0000 | 2.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.36                          | I   |    |    |    |   |
|                      | P2 | 3     | 2 | 6 |  | 0.5000 | 1.0000 | 3.0000 | 0.5000 | 0.19                          | II  |    |    |    |   |
|                      | P3 | 3     | 1 | 3 |  | 0.2000 | 0.3333 | 1.0000 | 0.2000 | 0.07                          | III |    |    |    |   |
|                      | P4 | 3     | 3 | 9 |  | 1.0000 | 2.0000 | 5.0000 | 1.0000 | 0.36                          | I   |    |    |    |   |
| II<br>podkriterijum  | P1 | 1     | 1 | 1 | $A_2 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1/3 & 1 \\ 1 & 1 & 1/3 & 1 \\ 3 & 3 & 1 & 3 \\ 1 & 1 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}$       | 1.0000 | 1.0000 | 0.3333 | 1.0000 | 0.16                          | II  |    |    |    |   |
|                      | P2 | 1     | 1 | 1 |  | 1.0000 | 1.0000 | 0.3333 | 1.0000 | 0.16                          | II  |    |    |    |   |
|                      | P3 | 2     | 1 | 2 |  | 3.0000 | 3.0000 | 1.0000 | 3.0000 | 0.50                          | I   |    |    |    |   |
|                      | P4 | 1     | 1 | 1 |  | 1.0000 | 1.0000 | 0.3333 | 1.0000 | 0.16                          | II  |    |    |    |   |
| III<br>podkriterijum | P1 | 2     | 2 | 4 | $A_3 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 2 & 1/2 \\ 1/3 & 1 & 1/2 & 1/5 \\ 1/2 & 2 & 1 & 1/3 \\ 2 & 5 & 3 & 1 \end{bmatrix}$ | 1.0000 | 3.0000 | 2.0000 | 0.5000 | 0.27                          | II  |    |    |    |   |
|                      | P2 | 2     | 1 | 2 |  | 0.3333 | 1.0000 | 0.5000 | 0.2000 | 0.07                          | IV  |    |    |    |   |
|                      | P3 | 3     | 1 | 3 |  | 0.5000 | 2.0000 | 1.0000 | 0.3333 | 0.15                          | III |    |    |    |   |
|                      | P4 | 2     | 3 | 6 |  | 2.0000 | 5.0000 | 3.0000 | 1.0000 | 0.48                          | I   |    |    |    |   |
| IV<br>podkriterijum  | P1 | 2     | 2 | 4 | $A_4 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1/2 & 2 \\ 1 & 1 & 1/2 & 2 \\ 2 & 2 & 1 & 3 \\ 1/2 & 1/2 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}$   | 1.0000 | 1.0000 | 0.5000 | 2.0000 | 0.22                          | II  |    |    |    |   |
|                      | P2 | 2     | 2 | 4 |  | 1.0000 | 1.0000 | 0.5000 | 2.0000 | 0.22                          | II  |    |    |    |   |
|                      | P3 | 3     | 2 | 6 |  | 2.0000 | 2.0000 | 1.0000 | 3.0000 | 0.42                          | I   |    |    |    |   |
|                      | P4 | 1     | 3 | 3 |  | 0.5000 | 0.5000 | 0.3333 | 1.0000 | 0.12                          | IV  |    |    |    |   |

Ocenjivanje uticaja deponovanja jalovine na kvalitet životne sredine vršeno je rangiranjem ključnih aspekata životne sredine, gde spadaju: raznošenje prašine s jalovišta (P 1), spiranje površine jalovišta atmosferskim vodama (P 2), neadekvatno odlaganje jalovine (P 3) i zatrpavanje humusnog sloja zemljišta (P 4).

Tabela 13 Ocene značajnosti i rezultati parnog upoređivanja definisanih kriterijuma za ocenu uticaja deponija jalovine

| Kriterijum | Ocene |   |   | Matrica poređenja   |        |        |        | Rezultati parnog upoređivanja |     |     | Težinski koeficijent | Rang |
|------------|-------|---|---|---|--------|--------|--------|-------------------------------|-----|-----|----------------------|------|
|            | S     | V | Z | A   | K2     | K3     | K1     | K 1                           | K 2 | K 3 |                      |      |
| K1         | 3     | 3 | 9 | $A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 9 \\ 1/2 & 1 & 8 \\ 1/9 & 1/8 & 1 \end{bmatrix}$ | 1.0000 | 2.0000 | 9.0000 | 0.58                          | I   |     |                      |      |
| K2         | 2     | 3 | 6 |   | 0.5000 | 1.0000 | 8.0000 | 0.35                          | II  |     |                      |      |
| K3         | 1     | 1 | 1 |   | 0.1111 | 0.1250 | 1.0000 | 0.05                          | III |     |                      |      |

Tabela 14 Ocene značajnosti i rezultati parnog upoređivanja podkriterijuma za ocenu posledica radnih aktivnosti deponovanja jalovine na kvalitet životne sredine

| K                 | P   | Ocene |   |   | Matrice poređenja  |        |        |        | Rezultati parnog upoređivanja |      |     |    | TK | R |
|-------------------|-----|-------|---|---|--|--------|--------|--------|-------------------------------|------|-----|----|----|---|
|                   |     | S     | V | Z | A  | PK 1   | PK 2   | PK 3   | PK 4                          | P1   | P2  | P3 |    |   |
| I<br>kriterijum   | PK1 | 1     | 2 | 2 | $A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1/3 & 1/7 & 1/5 \\ 3 & 1 & 1/4 & 1/2 \\ 7 & 4 & 1 & 2 \\ 5 & 2 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$ | 1.0000 | 0.3333 | 0.1429 | 0.2000                        | 0.05 | IV  |    |    |   |
|                   | PK2 | 2     | 2 | 4 |  | 3.0000 | 1.0000 | 0.2500 | 0.5000                        | 0.14 | III |    |    |   |
|                   | PK3 | 3     | 3 | 9 |  | 7.0000 | 4.0000 | 1.0000 | 2.0000                        | 0.51 | I   |    |    |   |
|                   | PK4 | 3     | 2 | 6 |  | 5.0000 | 2.0000 | 0.5000 | 1.0000                        | 0.27 | II  |    |    |   |
| II<br>kriterijum  | PK1 | 2     | 2 | 4 | $A_2 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1/4 & 3 \\ 1/3 & 1 & 1/4 & 3 \\ 4 & 4 & 1 & 7 \\ 1/3 & 1/3 & 1/7 & 1 \end{bmatrix}$ | 1.0000 | 3.0000 | 0.2500 | 3.0000                        | 0.22 | II  |    |    |   |
|                   | PK2 | 2     | 2 | 4 |  | 0.3333 | 1.0000 | 0.2500 | 3.0000                        | 0.13 | III |    |    |   |
|                   | PK3 | 3     | 3 | 9 |  | 4.0000 | 4.0000 | 1.0000 | 7.0000                        | 0.57 | I   |    |    |   |
|                   | PK4 | 1     | 2 | 2 |  | 0.3333 | 0.3333 | 0.1429 | 1.0000                        | 0.06 | IV  |    |    |   |
| III<br>kriterijum | PK1 | 2     | 1 | 2 | $A_3 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1 & 3 \\ 1/3 & 1 & 1/3 & 1 \\ 1 & 3 & 1 & 3 \\ 1/3 & 1 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}$     | 1.0000 | 3.0000 | 1.0000 | 3.0000                        | 0.37 | I   |    |    |   |
|                   | PK2 | 1     | 1 | 1 |  | 0.3333 | 1.0000 | 0.3333 | 1.0000                        | 0.12 | III |    |    |   |
|                   | PK3 | 2     | 1 | 2 |  | 1.0000 | 3.0000 | 1.0000 | 3.0000                        | 0.37 | I   |    |    |   |
|                   | PK4 | 1     | 1 | 1 |  | 0.3333 | 1.0000 | 0.3333 | 1.0000                        | 0.12 | III |    |    |   |

Tabela 15 Ocene značajnosti aspekata životne sredine i rezultati parnog upoređivanja posledica radnih aktivnosti deponovanja jalovine na kvalitet životne sredine

| PK                   | P  | Ocene |   |   | Matrice poređenja  |        |        |        |        | Rezultati parnog upoređivanja |     |    |    | TK | R |
|----------------------|----|-------|---|---|--|--------|--------|--------|--------|-------------------------------|-----|----|----|----|---|
|                      |    | S     | V | Z | A  | P1     | P2     | P3     | P4     | P1                            | P2  | P3 | P4 |    |   |
| I<br>podkriterijum   | P1 | 2     | 3 | 6 | $A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1/2 & 1 \\ 1/2 & 1 & 1/4 & 1/2 \\ 2 & 4 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$ | 1.0000 | 2.0000 | 0.5000 | 1.0000 | 0.22                          | II  |    |    |    |   |
|                      | P2 | 2     | 2 | 4 |  | 0.5000 | 1.0000 | 0.2500 | 0.5000 | 0.11                          | IV  |    |    |    |   |
|                      | P3 | 3     | 3 | 9 |  | 2.0000 | 4.0000 | 1.0000 | 2.0000 | 0.44                          | I   |    |    |    |   |
|                      | P4 | 2     | 3 | 6 |  | 1.0000 | 2.0000 | 0.5000 | 1.0000 | 0.22                          | II  |    |    |    |   |
| II<br>podkriterijum  | P1 | 2     | 1 | 2 | $A_2 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 3 & 3 \\ 1/3 & 1 & 1 & 1 \\ 1/3 & 1 & 1 & 1 \\ 1/3 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$     | 1.0000 | 3.0000 | 3.0000 | 3.0000 | 0.50                          | I   |    |    |    |   |
|                      | P2 | 1     | 1 | 1 |  | 0.3333 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.16                          | II  |    |    |    |   |
|                      | P3 | 1     | 1 | 1 |  | 0.3333 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.16                          | II  |    |    |    |   |
|                      | P4 | 1     | 1 | 1 |  | 0.3333 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.16                          | II  |    |    |    |   |
| III<br>podkriterijum | P1 | 1     | 1 | 1 | $A_3 = \begin{bmatrix} 1 & 1/3 & 1/8 & 1/3 \\ 3 & 1 & 1/5 & 1 \\ 8 & 5 & 1 & 5 \\ 3 & 1 & 1/5 & 1 \end{bmatrix}$ | 1.0000 | 0.3333 | 0.1250 | 0.3333 | 0.05                          | IV  |    |    |    |   |
|                      | P2 | 2     | 1 | 2 |  | 3.0000 | 1.0000 | 0.2000 | 1.0000 | 0.15                          | II  |    |    |    |   |
|                      | P3 | 2     | 3 | 6 |  | 8.0000 | 5.0000 | 1.0000 | 5.0000 | 0.63                          | I   |    |    |    |   |
|                      | P4 | 1     | 2 | 2 |  | 3.0000 | 1.0000 | 0.2000 | 1.0000 | 0.15                          | II  |    |    |    |   |
| IV<br>podkriterijum  | P1 | 1     | 2 | 2 | $A_4 = \begin{bmatrix} 1 & 1/5 & 1/7 & 1/5 \\ 5 & 1 & 1/2 & 1 \\ 7 & 2 & 1 & 2 \\ 5 & 1 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$ | 1.0000 | 0.2000 | 0.1429 | 0.2000 | 0.05                          | IV  |    |    |    |   |
|                      | P2 | 3     | 2 | 6 |  | 5.0000 | 1.0000 | 0.5000 | 1.0000 | 0.24                          | III |    |    |    |   |
|                      | P3 | 3     | 3 | 9 |  | 7.0000 | 2.0000 | 1.0000 | 2.0000 | 0.45                          | I   |    |    |    |   |
|                      | P4 | 2     | 3 | 6 |  | 5.0000 | 5.0000 | 0.5000 | 1.0000 | 0.25                          | II  |    |    |    |   |

**Ocena uticaja transporta uglja na kvalitet životne sredine** zasnovana je na rangiranju sledećih aspekata životne sredine: emisija izduvnih gasova mehanizacije za transport (P 1), emisija prašine prilikom utovara, istovara i transporta uglja kamionima (P 2), emisija prašine s transportnih traka (P 3) i spiranje presipnih mesta i transportnih puteva (P 4).

Tabela 16 Ocene značajnosti i rezultati parnog upoređivanja definisanih kriterijuma za ocenu uticaja transporta uglja

| Kriterijum | Ocene |   |   | Matrica poređenja   |        |        |        | Rezultati parnog upoređivanja |     |     | Težinski koeficijent | Rang |
|------------|-------|---|---|---|--------|--------|--------|-------------------------------|-----|-----|----------------------|------|
|            | S     | V | Z | A   | K2     | K3     | K1     | K 1                           | K 2 | K 3 |                      |      |
| K1         | 2     | 2 | 4 | $A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 6 \\ 2 & 1 & 8 \\ 1/6 & 1/8 & 1 \end{bmatrix}$ | 1.0000 | 0.5000 | 6.0000 | 0.34                          | II  |     |                      |      |
| K2         | 2     | 3 | 6 |   | 2.0000 | 1.0000 | 8.0000 | 0.59                          | I   |     |                      |      |
| K3         | 1     | 1 | 1 |   | 0.1666 | 0.1250 | 1.0000 | 0.06                          | III |     |                      |      |

Tabela 17 Ocene značajnosti i rezultati parnog upoređivanja podkriterijuma za ocenu posledica radnih aktivnosti transporta uglja na kvalitet životne sredine

| K                 | P   | Ocene |   |   | Matrice poređenja  |         |         |         |         | Rezultati parnog upoređivanja |     |    |    | TK | R |
|-------------------|-----|-------|---|---|--|---------|---------|---------|---------|-------------------------------|-----|----|----|----|---|
|                   |     | S     | V | Z | A  | PK<br>1 | PK<br>2 | PK<br>3 | PK<br>4 | P1                            | P2  | P3 | P4 |    |   |
| I<br>kriterijum   | PK1 | 2     | 1 | 2 | $A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1/5 & 1/7 & 1 \\ 5 & 1 & 1/2 & 5 \\ 7 & 2 & 1 & 7 \\ 1 & 1/5 & 1/7 & 1 \end{bmatrix}$ | 1.0000  | 0.2000  | 0.1429  | 1.0000  | 0.07                          | III |    |    |    |   |
|                   | PK2 | 2     | 3 | 6 |  | 5.0000  | 1.0000  | 0.5000  | 5.0000  | 0.32                          | II  |    |    |    |   |
|                   | PK3 | 3     | 3 | 9 |  | 7.0000  | 2.0000  | 1.0000  | 7.0000  | 0.53                          | I   |    |    |    |   |
|                   | PK4 | 2     | 1 | 2 |  | 1.0000  | 0.2000  | 0.1429  | 1.0000  | 0.07                          | III |    |    |    |   |
| II<br>kriterijum  | PK1 | 2     | 2 | 4 | $A_2 = \begin{bmatrix} 1 & 1/4 & 1/4 & 1 \\ 4 & 1 & 1 & 4 \\ 4 & 1 & 1 & 4 \\ 1 & 1/4 & 1/4 & 1 \end{bmatrix}$   | 1.0000  | 0.2500  | 0.2500  | 1.0000  | 0.10                          | III |    |    |    |   |
|                   | PK2 | 3     | 3 | 9 |  | 4.0000  | 1.0000  | 1.0000  | 4.0000  | 0.40                          | I   |    |    |    |   |
|                   | PK3 | 3     | 3 | 9 |  | 4.0000  | 1.0000  | 1.0000  | 4.0000  | 0.40                          | I   |    |    |    |   |
|                   | PK4 | 2     | 2 | 4 |  | 1.0000  | 0.2500  | 0.2500  | 1.0000  | 0.10                          | III |    |    |    |   |
| III<br>kriterijum | PK1 | 2     | 1 | 2 | $A_3 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1 & 1 \\ 1/3 & 1 & 1/3 & 1/3 \\ 1 & 3 & 1 & 1 \\ 1 & 3 & 1 & 1 \end{bmatrix}$     | 1.0000  | 3.0000  | 1.0000  | 1.0000  | 0.30                          | I   |    |    |    |   |
|                   | PK2 | 1     | 1 | 1 |  | 0.3333  | 1.0000  | 0.3333  | 0.3333  | 0.10                          | IV  |    |    |    |   |
|                   | PK3 | 2     | 1 | 2 |  | 1.0000  | 3.0000  | 1.0000  | 1.0000  | 0.30                          | I   |    |    |    |   |
|                   | PK4 | 2     | 1 | 2 |  | 1.0000  | 3.0000  | 1.0000  | 1.0000  | 0.30                          | I   |    |    |    |   |

Tabela 18 Ocene značajnosti aspekata životne sredine i rezultati parnog upoređivanja posledica radnih aktivnosti transporta uglja na kvalitet životne sredine

| PK                   | P  | Ocene |   |   | Matrice poređenja  |        |        |        |        | Rezultati parnog upoređivanja |     |    |    | TK | R |
|----------------------|----|-------|---|---|--|--------|--------|--------|--------|-------------------------------|-----|----|----|----|---|
|                      |    | S     | V | Z | A  | P1     | P2     | P3     | P4     | P1                            | P2  | P3 | P4 |    |   |
| I<br>podkriterijum   | P1 | 2     | 2 | 4 | $A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1/2 & 1 \\ 1/3 & 1 & 1/5 & 1/3 \\ 2 & 5 & 1 & 2 \\ 1 & 3 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$ | 1.0000 | 3.0000 | 0.5000 | 1.0000 | 0.23                          | II  |    |    |    |   |
|                      | P2 | 1     | 2 | 2 |  | 0.3333 | 1.0000 | 0.2000 | 0.3333 | 0.08                          | IV  |    |    |    |   |
|                      | P3 | 2     | 3 | 6 |  | 2.0000 | 5.0000 | 1.0000 | 2.0000 | 0.44                          | I   |    |    |    |   |
|                      | P4 | 2     | 2 | 4 |  | 1.0000 | 3.0000 | 0.5000 | 1.0000 | 0.23                          | II  |    |    |    |   |
| II<br>podkriterijum  | P1 | 2     | 2 | 4 | $A_2 = \begin{bmatrix} 1 & 1/4 & 6 & 6 \\ 4 & 1 & 9 & 9 \\ 1/6 & 1/9 & 1 & 1 \\ 1/6 & 1/9 & 1 & 1 \end{bmatrix}$ | 1.0000 | 0.2500 | 6.0000 | 6.0000 | 0.26                          | II  |    |    |    |   |
|                      | P2 | 3     | 3 | 9 |  | 4.0000 | 1.0000 | 9.0000 | 9.0000 | 0.62                          | I   |    |    |    |   |
|                      | P3 | 1     | 1 | 1 |  | 0.1666 | 0.1111 | 1.0000 | 1.0000 | 0.05                          | III |    |    |    |   |
|                      | P4 | 1     | 1 | 1 |  | 0.1666 | 0.1111 | 1.0000 | 1.0000 | 0.05                          | III |    |    |    |   |
| III<br>podkriterijum | P1 | 2     | 1 | 2 | $A_3 = \begin{bmatrix} 1 & 1/4 & 1/3 & 1 \\ 4 & 1 & 1/3 & 1 \\ 3 & 3 & 1 & 3 \\ 1 & 1 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}$   | 1.0000 | 0.2000 | 0.3333 | 1.0000 | 0.14                          | IV  |    |    |    |   |
|                      | P2 | 3     | 2 | 6 |  | 5.0000 | 1.0000 | 0.3333 | 1.0000 | 0.20                          | II  |    |    |    |   |
|                      | P3 | 2     | 2 | 4 |  | 3.0000 | 3.0000 | 1.0000 | 3.0000 | 0.49                          | I   |    |    |    |   |
|                      | P4 | 1     | 2 | 2 |  | 1.0000 | 1.0000 | 0.3333 | 1.0000 | 0.16                          | III |    |    |    |   |

|                     |    |   |   |   |  |        |        |        |        |      |     |
|---------------------|----|---|---|---|--|--------|--------|--------|--------|------|-----|
| IV<br>podkriterijum | P1 | 1 | 1 | 1 | $A_4 = \begin{bmatrix} 1 & 1/6 & 1/9 & 1/8 \\ 6 & 1 & 1/4 & 1/2 \\ 9 & 4 & 1 & 2 \\ 8 & 2 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$ | 1.0000 | 0.1666 | 0.1111 | 0.1250 | 0.03 | IV  |
|                     | P2 | 2 | 2 | 4 |  | 6.0000 | 1.0000 | 0.2500 | 0.5000 | 0.16 | III |
|                     | P3 | 3 | 3 | 9 |  | 9.0000 | 4.0000 | 1.0000 | 2.0000 | 0.50 | I   |
|                     | P4 | 3 | 2 | 6 |  | 8.0000 | 2.0000 | 0.5000 | 1.0000 | 0.28 | II  |

Ocena uticaja sagorevanja uglja na kvalitet životne sredine izvršena je na osnovu rangiranja uticaja: nepotpunog sagorevanja uglja (P 1), neredovne zamene filtra (P 2), prekoračenja propisanih GVE i GVI zagađujućih materija vazdušne sredine (P 3) i neadekvatnog odlaganje pepela i šljake (P 4).

Tabela 19 Ocene značajnosti i rezultati parnog upoređivanja definisanih kriterijuma za ocenu uticaja sagorevanja uglja

| Kriterijum | Ocene |   |   | Matrica poređenja   |        |        |        | Rezultati parnog upoređivanja |     |     | Težinski koeficijent | Rang |
|------------|-------|---|---|---|--------|--------|--------|-------------------------------|-----|-----|----------------------|------|
|            | S     | V | Z | A   | K2     | K3     | K1     | K 1                           | K 2 | K 3 |                      |      |
| K          |       |   |   |   |        |        |        |                               |     |     |                      |      |
| K1         | 2     | 3 | 6 | $A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 5 \\ 2 & 1 & 7 \\ 1/5 & 1/7 & 1 \end{bmatrix}$ | 1.0000 | 0.5000 | 5.0000 | 0.33                          | II  |     |                      |      |
| K2         | 3     | 3 | 9 |   | 2.0000 | 1.0000 | 7.0000 | 0.59                          | I   |     |                      |      |
| K3         | 2     | 1 | 2 |   | 0.2000 | 0.1429 | 1.0000 | 0.07                          | III |     |                      |      |
|            |       |   |   |   |        |        |        |                               |     |     |                      |      |

Tabela 20 Ocene značajnosti i rezultati parnog upoređivanja podkriterijuma za ocenu posledica radnih aktivnosti sagorevanja uglja na kvalitet životne sredine

| K                 | P   | Ocene |   |   | Matrice poređenja  |        |        |        | Rezultati parnog upoređivanja |      |     |    | TK | R |
|-------------------|-----|-------|---|---|--|--------|--------|--------|-------------------------------|------|-----|----|----|---|
|                   |     | S     | V | Z | A  | PK 1   | PK 2   | PK 3   | PK 4                          | P1   | P2  | P3 |    |   |
| I<br>kriterijum   | PK1 | 2     | 1 | 2 | $A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 1/5 & 1/7 \\ 2 & 1 & 1/3 & 1/5 \\ 5 & 3 & 1 & 1/2 \\ 7 & 5 & 2 & 1 \end{bmatrix}$ | 1.0000 | 0.5000 | 0.2000 | 0.1429                        | 0.06 | IV  |    |    |   |
|                   | PK2 | 3     | 1 | 3 |  | 2.0000 | 1.0000 | 0.3333 | 0.2000                        | 0.11 | III |    |    |   |
|                   | PK3 | 3     | 2 | 6 |  | 5.0000 | 3.0000 | 1.0000 | 0.5000                        | 0.30 | II  |    |    |   |
|                   | PK4 | 3     | 3 | 9 |  | 7.0000 | 5.0000 | 2.0000 | 1.0000                        | 0.52 | I   |    |    |   |
| II<br>kriterijum  | PK1 | 1     | 2 | 2 | $A_2 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1/5 & 1/7 \\ 1 & 1 & 1/5 & 1/7 \\ 5 & 5 & 1 & 1/2 \\ 7 & 7 & 2 & 1 \end{bmatrix}$   | 1.0000 | 1.0000 | 0.2000 | 0.1429                        | 0.07 | III |    |    |   |
|                   | PK2 | 2     | 1 | 2 |  | 1.0000 | 1.0000 | 0.2000 | 0.1429                        | 0.07 | III |    |    |   |
|                   | PK3 | 2     | 3 | 6 |  | 5.0000 | 5.0000 | 1.0000 | 0.5000                        | 0.32 | II  |    |    |   |
|                   | PK4 | 3     | 3 | 9 |  | 7.0000 | 7.0000 | 2.0000 | 1.0000                        | 0.53 | I   |    |    |   |
| III<br>kriterijum | PK1 | 1     | 1 | 1 | $A_3 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1/3 & 1/5 \\ 1 & 1 & 1/3 & 1/5 \\ 3 & 3 & 1 & 1/2 \\ 5 & 5 & 2 & 1 \end{bmatrix}$   | 1.0000 | 1.0000 | 0.3333 | 0.2000                        | 0.09 | III |    |    |   |
|                   | PK2 | 1     | 1 | 1 |  | 1.0000 | 1.0000 | 0.3333 | 0.2000                        | 0.09 | III |    |    |   |
|                   | PK3 | 2     | 1 | 2 |  | 3.0000 | 3.0000 | 1.0000 | 0.5000                        | 0.28 | II  |    |    |   |
|                   | PK4 | 3     | 1 | 3 |  | 5.0000 | 5.0000 | 2.0000 | 1.0000                        | 0.51 | I   |    |    |   |

Tabela 21 Ocene značajnosti aspekata životne sredine i rezultati parnog upoređivanja posledica radnih aktivnosti sagorevanja uglja na kvalitet životne sredine

| PK                   | P  | Ocene |   |   | Matrice poređenja  |    |    |    |    | Rezultati parnog upoređivanja |        |        |        | TK   | R   |
|----------------------|----|-------|---|---|--|----|----|----|----|-------------------------------|--------|--------|--------|------|-----|
|                      |    | S     | V | Z | A  | P1 | P2 | P3 | P4 | P1                            | P2     | P3     | P4     |      |     |
| I<br>podkriterijum   | P1 | 3     | 2 | 6 | $A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1/2 & 1/2 \\ 1/3 & 1 & 1/5 & 1/5 \\ 2 & 5 & 1 & 1 \\ 2 & 5 & 1 & 1 \end{bmatrix}$   |    |    |    |    | 1.0000                        | 3.0000 | 0.5000 | 0.5000 | 0.19 | III |
|                      | P2 | 3     | 1 | 3 |  |    |    |    |    | 0.3333                        | 1.0000 | 0.2000 | 0.2000 | 0.07 | III |
|                      | P3 | 3     | 3 | 9 |  |    |    |    |    | 2.0000                        | 5.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.36 | I   |
|                      | P4 | 3     | 3 | 9 |  |    |    |    |    | 2.0000                        | 5.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.36 | I   |
| II<br>podkriterijum  | P1 | 1     | 2 | 2 | $A_2 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 3 & 1/2 \\ 1 & 1 & 3 & 1/2 \\ 1/3 & 1/3 & 1 & 1/5 \\ 2 & 2 & 5 & 1 \end{bmatrix}$   |    |    |    |    | 1.0000                        | 1.0000 | 3.0000 | 0.5000 | 0.23 | II  |
|                      | P2 | 1     | 2 | 2 |  |    |    |    |    | 1.0000                        | 1.0000 | 3.0000 | 0.5000 | 0.23 | II  |
|                      | P3 | 1     | 1 | 1 |  |    |    |    |    | 0.3333                        | 0.3333 | 1.0000 | 0.2000 | 0.08 | IV  |
|                      | P4 | 1     | 3 | 3 |  |    |    |    |    | 2.0000                        | 2.0000 | 5.0000 | 1.0000 | 0.44 | I   |
| III<br>podkriterijum | P1 | 2     | 2 | 4 | $A_3 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 2 & 3 \\ 1 & 1 & 2 & 3 \\ 1/2 & 1/2 & 1 & 2 \\ 1/3 & 1/3 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$   |    |    |    |    | 1.0000                        | 1.0000 | 2.0000 | 3.0000 | 0.35 | I   |
|                      | P2 | 2     | 2 | 4 |  |    |    |    |    | 1.0000                        | 1.0000 | 2.0000 | 3.0000 | 0.35 | I   |
|                      | P3 | 3     | 1 | 3 |  |    |    |    |    | 0.5000                        | 0.5000 | 1.0000 | 2.0000 | 0.18 | III |
|                      | P4 | 2     | 1 | 2 |  |    |    |    |    | 0.3333                        | 0.3333 | 0.5000 | 1.0000 | 0.10 | IV  |
| IV<br>podkriterijum  | P1 | 2     | 2 | 4 | $A_4 = \begin{bmatrix} 1 & 6 & 1/2 & 1/4 \\ 1/6 & 1 & 1/8 & 1/9 \\ 2 & 8 & 1 & 1/2 \\ 4 & 9 & 2 & 1 \end{bmatrix}$ |    |    |    |    | 1.0000                        | 6.0000 | 0.5000 | 0.2500 | 0.16 | III |
|                      | P2 | 2     | 1 | 2 |  |    |    |    |    | 0.1666                        | 1.0000 | 0.1250 | 0.1111 | 0.04 | IV  |
|                      | P3 | 3     | 2 | 6 |  |    |    |    |    | 4.0000                        | 8.0000 | 1.0000 | 0.5000 | 0.28 | II  |
|                      | P4 | 3     | 3 | 9 |  |    |    |    |    | 4.0000                        | 9.0000 | 2.0000 | 1.0000 | 0.50 | I   |

Ocena uticaja deponovanja pepela na kvalitet životne sredine izvršena je rangiranjem uticaja: raznošenja pepela usled eolske erozije (P 1), spiranja pepelišta atmosferskim vodama (P 2), nepovoljnog odnosa pepela i vode u gustoj pulpi (P 3) i pucanja brane i isticanja pepela (P 4).

Tabela 22 Ocene značajnosti i rezultati parnog upoređivanja definisanih kriterijuma za ocenu uticaja deponovanja pepela

| Kriterijum | Ocene |   |   | Matrica poređenja   |    |    |    | Rezultati parnog upoređivanja |        |        | Težinski koeficijent | Rang |
|------------|-------|---|---|---|----|----|----|-------------------------------|--------|--------|----------------------|------|
|            | S     | V | Z | A   | K2 | K3 | K1 | K 1                           | K 2    | K 3    |                      |      |
| K1         | 2     | 3 | 6 | $A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 8 \\ 2 & 1 & 9 \\ 1/8 & 1/9 & 1 \end{bmatrix}$ |    |    |    | 1.0000                        | 0.5000 | 8.0000 | 0.36                 | II   |
| K2         | 3     | 3 | 9 |   |    |    |    | 2.0000                        | 1.0000 | 9.0000 | 0.57                 | I    |
| K3         | 1     | 1 | 1 |   |    |    |    | 0.1250                        | 0.1111 | 1.0000 | 0.05                 | III  |



Tabela 23 Ocene značajnosti i rezultati parnog upoređivanja podkriterijuma za ocenu posledica radnih aktivnosti deponovanja pepela na kvalitet životne sredine

| K                 | P   | Ocene |   |   | Matrice poređenja  |        |        |        |        | Rezultati parnog upoređivanja |     |    |    | TK | R |
|-------------------|-----|-------|---|---|--|--------|--------|--------|--------|-------------------------------|-----|----|----|----|---|
|                   |     | S     | V | Z | A  | PK 1   | PK 2   | PK 3   | PK 4   | P1                            | P2  | P3 | P4 |    |   |
| I<br>kriterijum   | PK1 | 3     | 2 | 6 | $A_3 = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1/2 & 3 \\ 1/2 & 1 & 1/4 & 1/2 \\ 2 & 4 & 1 & 5 \\ 1/3 & 2 & 1/5 & 1 \end{bmatrix}$ | 1.0000 | 2.0000 | 0.5000 | 3.0000 | 0.26                          | III |    |    |    |   |
|                   | PK2 | 2     | 2 | 4 |  | 0.5000 | 1.0000 | 0.2500 | 0.5000 | 0.10                          | IV  |    |    |    |   |
|                   | PK3 | 3     | 3 | 9 |  | 2.0000 | 4.0000 | 1.0000 | 0.2000 | 0.50                          | I   |    |    |    |   |
|                   | PK4 | 3     | 1 | 3 |  | 0.3333 | 2.0000 | 0.2000 | 1.0000 | 0.30                          | II  |    |    |    |   |
| II<br>kriterijum  | PK1 | 2     | 2 | 4 | $A_2 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1/4 & 6 \\ 1/3 & 1 & 1/7 & 3 \\ 4 & 7 & 1 & 9 \\ 1/6 & 1/3 & 1/9 & 1 \end{bmatrix}$ | 1.0000 | 3.0000 | 0.2500 | 6.0000 | 0.23                          | II  |    |    |    |   |
|                   | PK2 | 1     | 2 | 2 |  | 0.3333 | 1.0000 | 0.1429 | 3.0000 | 0.10                          | III |    |    |    |   |
|                   | PK3 | 3     | 3 | 9 |  | 4.0000 | 7.0000 | 1.0000 | 9.0000 | 0.62                          | I   |    |    |    |   |
|                   | PK4 | 1     | 1 | 1 |  | 0.1666 | 0.3333 | 0.1111 | 1.0000 | 0.04                          | IV  |    |    |    |   |
| III<br>kriterijum | PK1 | 2     | 1 | 2 | $A_3 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 3 & 1/2 \\ 1/3 & 1 & 1 & 1/5 \\ 1/3 & 1 & 1 & 1/5 \\ 2 & 5 & 5 & 1 \end{bmatrix}$   | 1.0000 | 3.0000 | 3.0000 | 0.5000 | 0.28                          | II  |    |    |    |   |
|                   | PK2 | 1     | 1 | 1 |  | 0.3333 | 1.0000 | 1.0000 | 0.2000 | 0.10                          | III |    |    |    |   |
|                   | PK3 | 1     | 1 | 1 |  | 0.3333 | 1.0000 | 1.0000 | 0.2000 | 0.10                          | III |    |    |    |   |
|                   | PK4 | 3     | 1 | 3 |  | 2.0000 | 5.0000 | 5.0000 | 1.0000 | 0.51                          | I   |    |    |    |   |

Tabela 24 Ocene značajnosti aspekata životne sredine i rezultati parnog upoređivanja posledica radnih aktivnosti deponovanja pepela na kvalitet životne sredine

| PK                   | P  | Ocene |   |   | Matrice poređenja  |        |        |        |        | Rezultati parnog upoređivanja |     |    |    | TK | R |
|----------------------|----|-------|---|---|--|--------|--------|--------|--------|-------------------------------|-----|----|----|----|---|
|                      |    | S     | V | Z | A  | P1     | P2     | P3     | P4     | P1                            | P2  | P3 | P4 |    |   |
| I<br>podkriterijum   | P1 | 2     | 3 | 6 | $A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1/2 & 3 \\ 1 & 1 & 1/2 & 3 \\ 2 & 2 & 1 & 5 \\ 1/3 & 1/3 & 1/5 & 1 \end{bmatrix}$ | 1.0000 | 1.0000 | 0.5000 | 3.0000 | 0.24                          | II  |    |    |    |   |
|                      | P2 | 3     | 2 | 6 |  | 1.0000 | 1.0000 | 0.5000 | 3.0000 | 0.24                          | II  |    |    |    |   |
|                      | P3 | 3     | 3 | 9 |  | 2.0000 | 2.0000 | 1.0000 | 5.0000 | 0.44                          | I   |    |    |    |   |
|                      | P4 | 3     | 1 | 3 |  | 0.3333 | 0.3333 | 0.2000 | 1.0000 | 0.08                          | III |    |    |    |   |
| II<br>podkriterijum  | P1 | 1     | 1 | 1 | $A_2 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1/3 \\ 1 & 1 & 1 & 1/3 \\ 1 & 1 & 1 & 1/3 \\ 3 & 3 & 3 & 1 \end{bmatrix}$     | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.3333 | 0.17                          | II  |    |    |    |   |
|                      | P2 | 1     | 1 | 1 |  | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.3333 | 0.17                          | II  |    |    |    |   |
|                      | P3 | 1     | 1 | 1 |  | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.3333 | 0.17                          | II  |    |    |    |   |
|                      | P4 | 2     | 1 | 2 |  | 3.0000 | 3.0000 | 3.0000 | 1.0000 | 0.50                          | I   |    |    |    |   |
| III<br>podkriterijum | P1 | 3     | 2 | 6 | $A_3 = \begin{bmatrix} 1 & 5 & 5 & 8 \\ 1/5 & 1 & 1 & 1 \\ 1/5 & 1 & 1 & 1 \\ 1/8 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$     | 1.0000 | 5.0000 | 5.0000 | 8.0000 | 0.65                          | I   |    |    |    |   |
|                      | P2 | 2     | 1 | 2 |  | 0.2000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.12                          | II  |    |    |    |   |
|                      | P3 | 2     | 1 | 2 |  | 0.2000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.12                          | II  |    |    |    |   |
|                      | P4 | 1     | 1 | 1 |  | 0.1250 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.10                          | IV  |    |    |    |   |

|                     |    |   |   |   |  |        |        |        |        |      |     |
|---------------------|----|---|---|---|--|--------|--------|--------|--------|------|-----|
| IV<br>podkriterijum | P1 | 3 | 2 | 6 | $A_4 = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1/2 & 2 \\ 1/2 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 1 & 4 \\ 1/2 & 1 & 1/4 & 1 \end{bmatrix}$ | 1.0000 | 3.0000 | 0.5000 | 3.0000 | 0.31 | II  |
|                     | P2 | 3 | 1 | 3 |  | 0.3333 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.18 | III |
|                     | P3 | 3 | 3 | 9 |  | 2.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 5.0000 | 0.39 | I   |
|                     | P4 | 3 | 1 | 3 |  | 0.3333 | 1.0000 | 0.2000 | 1.0000 | 0.10 | IV  |

### 5.1.2 Primena metode **Balanced Scorecard** u upravljanju sistemom zaštite životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa

Unapređivanje sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa, bazirano na primeni strateških perspektiva BSC metode, razmatra se kao mogućnost za postepenu primenu principa održivog razvoja u oblasti energetike i rešavanje ekoloških problema.

#### 5.1.2.1 *Aspekti zaštite životne sredine i strateških perspektiva metode **Balanced Scorecard***

Modeliranje sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskih kompleksa i uvršćivanje usvojenih aspekata zaštite životne sredine u strateške perspektive BSC metode bazira se na postupku definisanja ciljeva i mera zaštite životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa. Formiranje modela zaštite životne sredine obuhvata razmatranje aspekata zaštite životne sredine i integraciju preventivnih zaštitnih mera u postojeće strateške perspektive, dodavanje nove ekološke perspektive ili primenu principa održivog razvoja paralelno sa postojećim strateškim perspektivama [234]. Poštovanje osnovnih zahteva zakonskih i drugih propisa doprinosi i poštovanju ključnih principa zaštite životne sredine i održivog razvoja.

##### 5.1.2.1.1 Ekološki i socijalni aspekti kao integralni delovi strateških perspektiva upravljanja zaštitom životne sredine

Primena osnovnih ekoloških principa predstavlja najjednostavniji oblik uključivanja BSC metode [234], u proces upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskih kompleksa. Planiranje postupaka obezbeđivanja energetskih resursa, eksploatacije, distribucije energije i obrazovanja radnika bazira se na korektnom odnosu prema životnoj sredini. Predlog primene BSC metoda predstavljen je analizom primene ekoloških i socijalnih aspekata (tabela 25) i ocenom modela integracije (tabela 26).

Ekološki i socijalni aspekti obuhvataju: izdvajanja materijalnih sredstava za primenu propisanih mera zaštite životne sredine, redovno snabdevanje stanovništva električnom energijom, sprovođenje internih procesa praćenja parametara kontrole kvaliteta životne sredine i održavanje pravovremenih procesa obuke radnika službe zaštite životne sredine.

Tabela 25 Predlog integracije ekološko-socijalnih aspekata u osnovne strateške perspektive upravljanja zaštitom životne sredine

| Strateške perspektive | Predlog integracije ekološko-socijalnih aspekata  |
|-----------------------|---|
| Finansije (F)         | Izdvajanje finansijskih sredstava za praćenje emisije i imisije zagađujućih materija vazdušne sredine, vode i zemljišta<br>Distribucija tople vode za grejanje  |
| Korisnici (K)         | Korisnici distribuirane električne energije znaju da se vrši redovna kontrola kvaliteta životne sredine, od strane ovlašćenih institucija<br>Korisnici distribuirane toplotne energije se snabdevaju jeftinijom energijom uz primenu postupaka očuvanja životne sredine |
| Interni procesi (IP)  | Interno praćenje emisije zagađujućih materija u vazдушnu sredinu i svakodnevna briga o kvalitetu vazdušne sredine   |
| Učenje i razvoj (UR)  | Obučavanje lica iz službe zaštite životne sredine za izvođenje interne kontrole kvaliteta vazduha, izradu izveštaja i upozoravanje na potencijalno zagađenje  |

Tabela 26 Ocena modela integracije ekološko-socijalnih aspekata u osnovne strateške perspektive upravljanja zaštitom životne sredine BSC metodom

| Ekološki ciljevi   | Ciljevi integracije ekološko-socijalnih aspekata u osnovne strateške perspektive definisani sistemom upravljanja zaštitom životne sredine modelom BSC   |
|--|---|
| Prihvatljivost za rukovodstvo rudarsko-energetskog kompleksa                       | Predloženi način upravljanja sistemom zaštite životne sredine je prihvatljiv za rukovodstvo, jer nije strateški relevantan [234] za rudarsko-energetski kompleks  |
| Održivi koncept upravljanja sistemom zaštite životne sredine                       | Održivi koncept je delimično razvijen, uz minimalno poštovanje principa održivog razvoja  |
| Rezultati integracije ekološko-socijalnih aspekata u osnovne strateške perspektive | Predstavnicima rudarsko-energetskog kompleksa je u interesu da prihvate predloge koji odgovaraju usvojenoj politici zaštite životne sredine, jer stiču poštovanje zainteresovanih strana, bez velikih finansijskih ulaganja |

Ulaganje u sprovođenje postupaka zaštite životne sredine, prema definisanom predlogu ( tabela 26), ne odstupa drastično od nivoa finansijskog ulaganja na osnovu propisanih

zakonskih obaveza. Primena propisanih postupaka, uključenih u osnovne strateške perspektive, doprinosi ugledu rudarsko-energetskog kompleksa, ali i stvaranju osnove za razvoj postupaka primene BSC metode.

#### 5.1.2.1.2 Ekološki i socijalni aspekti kao samostalne strateške perspektive upravljanja zaštitom životne sredine

Složeniji oblik sistema upravljanja zaštitom životne sredine, baziran na primeni BSC metode, podrazumeva kreiranje bar jedne nove perspektive [234]. Predstavnicima rukovodstva rudarsko-energetskih kompleksa uvođenjem dodatnih ekološko-socijalnih aspekata (tabela 27) dokazuju da vode računa o osnovnim principima održivog razvoja (tabela 28). Cilj uvođenja nove perspektive je uspostavljanje veza sa svim strateškim perspektivama BSC metode.

Tabela 27 Predlog uvođenja ekološko-socijalne perspektive upravljanja zaštitom životne sredine, paralelno osnovnim strateškim perspektivama BSC metode

| Nove strateške perspektive            | Predlog uvođenja ekološko-socijalne perspektive upravljanja zaštitom životne sredine   |
|---------------------------------------|--|
| Ekološko-socijalna perspektiva (E-SP) | Interni monitoring vazdušne sredine, predviđanje imisionih koncentracija zagađujućih materija vazdušne sredine i upozoravanje javnosti u slučaju potrebe |
| Ekološka perspektiva (EP)             | Interni monitoring vazdušne sredine, predviđanje imisionih koncentracija zagađujućih materija vazdušne sredine   |
| Socijalna perspektiva (SP)            | Upozoravanje javnosti u slučaju potrebe i briga o najosetljivijoj populaciji (deci i odraslim licima sa dijagnostikovanim oboljenjima disajnih organa )  |

Tabela 28 Ocena modela uvođenja ekološko-socijalne perspektive upravljanja zaštitom životne sredine, paralelno osnovnim strateškim perspektivama BSC metode

| Ekološki ciljevi   | Kreiranje sistema upravljanja zaštitom životne sredine bazirano na uvođenju samostalnih ekološko-socijalnih perspektiva  |
|--|--|
| Prihvatljivost za rukovodstvo rudarsko-energetskog kompleksa | Predstavnicima rukovodstva za zaštitu životne sredine treba da vode računa o efikasnosti sistema upravljanja zaštitom životne sredine, kako se predstavljenim modelom ne bi zanemarilo ublažavanje ostalih posledica radnih aktivnosti po kvalitet životne sredine |
| Održivi koncept upravljanja sistemom zaštite životne sredine | Principi održivog razvoja su zastupljeniji, u odnosu na prethodni model  |
| Rezultati uvođenja nove ekološko-socijalne perspektive       | Upravljanje sistemom zaštite životne sredine se zamenjuje Sistem upravljanja, zasnovan na primeni BSC metode, ima prioritet [234] u odnosu na postojeći sistem upravljanja zaštitom životne sredine  |

Predstavnici rukovodstva mogu da sprovedu postupke transformacije i distribucije energije uz jaču internu kontrolu kvaliteta životne sredine i organizovanje internog monitoringa zagađujućih materija. U okviru ove ekološke perspektive može da se vrši i obaveštavanje javnosti o rezultatima monitoringa ili da se taj postupak sprovedi kao druga dodatna ekološka perspektiva.

Monitoring sistem vazduha može da funkcioniše samostalno, čime se doprinosi poboljšanju kvaliteta vazduha pravovremenim predviđanjem posledica i usklađivanjem nivoa produktivnosti službe zaštite životne sredine. Primenom predloženog rešenja ističe se značaj postupaka zaštite životne sredine. Predstavnici rukovodstva rudarsko-energetskog kompleksa, u slučaju da prihvate ovaj način organizacije, imaju mogućnost smanjenja nivoa ovlašćenja [234], ali i lične odgovornosti. Uvođenjem dve nove aktivnosti ili jedne zajedničke unapređuje se način rešavanja dominantnih ekoloških problema. Organizacija internog monitoring sistema, van okvira sistema upravljanja zaštitom životne sredine, doprinosi očuvanju kvaliteta vazduha.

#### 5.1.2.1.3 Ekološki i socijalni aspekti kao izvedena strateška perspektiva integrisana u osnovne strateške perspektive upravljanja zaštitom životne sredine

Najsloženiji oblik primene BSC metode predstavlja uvođenje izvedene ekološke perspektive, koja je tržišno orijentisana [234]. Pomenuta perspektiva treba da bude povezana sa svim strateškim perspektivama (tabela 29), a njen značaj se ogleda u stvaranju osnove za dodatnu ekonomsku korist.

Funkcionalan predlog rukovodstvu rudarsko-energetskog kompleksa predstavlja istovremena primena eksploatacije uglja i nekog od alternativnih izvora energije, kao nove ekološke perspektive. Predložena izvedena perspektiva doprinosi povećanju obima distribucije energije, smanjenju količine zagađujućih materija po kilovatu (kW) distribuirane električne energije, vraćanju upotrebne vrednosti degradiranog zemljišta i povećanju finansijske dobiti rudarsko-energetskog kompleksa (tabela 30).

Paralelni razvoj nove i postojećih perspektiva može da zbunjuje predstavnike rukovodstva organizacija [219], tako da se retko odlučuju za primenu ovakvih mogućnosti. Uvođenje kombinovane primene energije sunca, vetra i uglja u rudarsko-energetskom kompleksu predstavlja izazov za rukovodstvo.

Tabela 29 Predlog uvođenja izvedene ekološko-socijalne perspektive upravljanja zaštitom životne sredine u osnovne strateške perspektive BSC metode

| Strateške perspektive | Predlog integracije izvedene ekološko-socijalne perspektive  |
|-----------------------|--|
| Finansije (F)         | Početna podrška finansijskog sektora je neophodna, ali se uložena sredstva vraćaju u prvih 5 godina [234]. Država ima razloga da podržava projekte podsticaja energetske efikasnosti, uštede rezervi uglja i očuvanja životne sredine, naročito u uslovima kad se ostvaruje profit i omogućava proširivanje obima proizvodnje u skladu sa finansijskim mogućnostima  |
| Korisnici (K)         | Stvaraju se uslovi za povećanje broja korisnika, samom činjenicom da se povećava efikasnost transformacije energije i obezbeđuju veće količine raspoložive energije<br>Popravlja se status organizacije, a strategija organizacije se transformiše u ekološki prihvatljiviju, u odnosu na prethodne oblike organizacije sistema upravljanja zaštitom životne sredine |
| Interni procesi (IP)  | Interni procesi praćenje stanja kvaliteta vazdušne sredine su neophodni, kako bi se pravovremeno ukazalo na moguće prekoračenje graničnih vrednosti imisije, iako je količina zagađujućih materija po kW proizvedene energije znatno manja   |
| Učenje i razvoj (UR)  | Učenje i obrazovanje radnika je uslov za uspostavljanje novog načina transformacije energije i izbor lokacije za proširivanje obima proizvodnje „zelene energije“  |

Tabela 30 Ocena modela uvođenja izvedene ekološko-socijalne perspektive upravljanja zaštitom životne sredine u osnovne strateške perspektive BSC metode

|  |   |
|--|---|
| Ekološki ciljevi   | <b>Ciljevi zaštite životne sredine definisani modelom BSC, zasnovani na paralelnom funkcionisanju i međusobnoj zavisnosti izvedene strateške perspektive i osnovnim strateškim perspektivama BSC modela</b>   |
| Prihvatljivost za rukovodstvo rudarsko-energetskog kompleksa | Predstavnici rukovodstva za zaštitu životne sredine imaju mogućnost da sprovedu mere zaštite životne sredine i primenjuju principe održivog razvoja uz profitno orijentisanu strategiju upravljanja zaštitom životne sredine  |
| Održivi koncept upravljanja sistemom zaštite životne sredine | Principi održivog razvoja su ispoštovani<br>Predloženi održivi koncept sistema upravljanja zaštitom životne sredine je prihvatljiv  |
| Rezultati uvođenja izvedene ekološko-socijalne perspektive   | Upravljanje sistemom zaštite životne sredine je zasnovano na primeni jedne izvedene ekološko-socijalne perspektive i četiri osnovne strateške perspektive, koje uz veće početno ulaganje omogućavaju ostvarivanje profita, stabilizaciju tržišta električne energije i vraćanje upotrebne vrednosti zemljištu |

Predlog je profitno orijentisan i istovremeno u skladu sa principima održivog razvoja. Podrška i garancija države u obezbeđivanju početnog kapitala je neophodna, ali

doprinosi rešavanju ekoloških problema i obezbeđivanju dodatne količine električne energije u elektrodistributivnoj mreži.

#### **5.1.2.2 *Strategije integralne metode Balanced Scorecard prilagođene konkretnim uslovima upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskih kompleksa***

Potreba kompleksnosti sagledavanja svih relevantnih aspekata životne sredine na nivou celokupnog procesa transformacije energije podrazumeva primenu složene systemske analize. Pristup organizacija prema zaštiti životne sredine može da se odnosi na: usaglašenost sa zakonskim regulativama i kontrolu zagađenja, prevenciju zagađenja, ekološku efikasnost, ekološku inovativnost, ekoetički pristup i koncept održivog razvoja [220]. Mogućnost integrisanja elemenata održivog razvoja u BSC metodu (Sustainability Balanced Scorecard - SBSC) zavisi od tipa izabrane strategije i rezultata analize problema zaštite životne sredine. Strategije metode SBSC mogu da se svrstavaju u četiri kategorije. Definisane su jasna, efikasna, inovativna i progresivna strategija [221], ali se varijante uključivanja elemenata održivog razvoja svode na integraciju ili dodavanje novih ekoloških aspekata u četiri glavne perspektive [219].

##### **5.1.2.2.1 Upravljanje sistemom zaštite životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa primenom jasne strategije**

Primena jasne strategije SBSC metode u postupku upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa može da se sprovede primenom parcijalne metode ili metode podeljenog servisa. Parcijalna metoda podrazumeva integraciju jednog ili više ekoloških aspekata u jednu od četiri glavne perspektive [221]. Osnovne karakteristike jasne strategije i način integracije ekološko-socijalnih aspekata dati su tabelom 10.

Tabela 31 Osnovne karakteristike jasne strategije SBSC metode i potencijalne mogućnosti za primenu u postupku modeliranja sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa

|                   |  |   |
|-------------------|--|---|
| Cilj primene      | <b>Preduprediti zahteve korisnika u delu funkcionisanja sistema zaštite životne sredine</b>                        |   |
|                   | <b>Pokazati javnosti da se rudarsko-energetski kompleks razvija uz poštovanje principa zaštite životne sredine</b> |   |
| Predlog           | Redovna kontrola, interna kontrola, rekultivacija manjih površina, prečišćavanje vazduha                           |   |
| Tip SBSC          | <b>Parcijalna SBSC</b>   | <b>Integracija jednog ili više ekološko-socijalnih aspekata u jednu stratešku perspektivu</b>   |
|                   | ESA-F  | Izdvajanje finansijskih sredstva za unapređivanje mera zaštite vazdušne sredine   |
|                   | ESA – IP   | Sprovođenje internih procesa: monitoringa vazdušne sredine, redovnog održavanja sistema za prečišćavanje vazduha, rekultivacije manjih površina i održavanja toplovodne mreže |
|                   | <b>Podeljeni servis SBSC</b>   | <b>Integracija više ekološko-socijalnih aspekata u izabrane strateške perspektive</b>   |
|                   | ESA-F i IP   | Izdvajanje finansijskih sredstva za sprovođenje monitoringa vazduha i organizaciju internog procesa tehničkog i biološkog monitoringa   |
|                   | ESA – F i UR   | Obuka lica za sprovođenje preventivnih postupaka zaštite vazdušne sredine i primenu matematičkog modela za predviđanje nivoa imisije  |
|                   | ESA – IP i UR  | Organizovanje internog procesa biološkog monitoringa vazduha i obuke radnika za praćenje stanja biljnih vrsta koje se koriste kao bioindikatori vazduha                       |
| Rezultati primene | <b>Zaštita dosadašnjeg tržišta rudarsko-energetskog kompleksa</b>  |   |

#### 5.1.2.2.2 Upravljanje sistemom zaštite životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa primenom efikasne strategije

Efikasna strategija organizacije predstavlja veću mogućnost za rešavanje ekoloških problema. Prihvatljiva je za predstavnike rukovodstva organizacija [236] jer podrazumeva sprovođenje ciljeva zaštite životne sredine, uz redukciju troškova organizacije. Primena efikasne strategije je realno izvodljiva. Transformacija troškova zaštite životne sredine u ekološku efikasnost doprinosi očuvanju kvaliteta životne sredine i ostvarivanju principa održivog razvoja. Rezultati parcijalne održive BSC metode pružaju mogućnost rukovodstvu da unapređuje sistem zaštite životne sredine i formira savremene modele sistema zaštite. Predstavnici rukovodstva rudarsko-energetskog kompleksa, primenom datog predloga, stvaraju osnovu unapređivanja odnosa prema životnoj sredini, iako ne rešavaju sve postojeće ekološke probleme.



Rezultati predloženih postupaka doprinose unapređivanju ekološke efikasnosti. Osnovne karakteristike efikasne strategije i način integracije predloženih ekoloških aspekata predstavljeni su tabelom 32.

Tabela 32 Osnovne karakteristike efikasne strategije SBSC metode i potencijalne mogućnosti za primenu u postupku modeliranja sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa

|                   |   |  |
|-------------------|---|--|
| Cilj primene      | <b>Sprovesti ciljeve i mere zaštite životne sredine uz redukciju troškova rudarsko-energetskog kompleksa</b>  |  |
| Predlog primene   | Vraćanje jalovine u napuštene površinske kopove, zatrpavanje jalovišta humusnim slojem zemljišta  |  |
| Tip SBSC          | <b>Parcijalna SBSC</b>  | <b>Integracija jednog ekološko-socijalnog aspekta u jednu stratešku perspektivu</b>  |
|                   | ESA – IP  | Vraćanje jalovine u napuštene kopove   |
|                   | <b>Parcijalna SBSC</b>  | <b>Integracija više ekološko-socijalnih aspekata u jednu stratešku perspektivu</b>   |
|                   | 2 ESA – IP  | Izdvajanje humusnog dela zemljišta u početnoj fazi eksploatacije uglja<br>Vraćanje jalovine u napuštene kopove<br>Prekrivanje jalovine slojem humusa |
|                   | 2 ESA – IP  | Održavanje i obnavljanje zelenog pojasa oko površinskog kopa<br>Održavanje i obnavljanje zelenog pojasa oko deponije                                 |
| Rezultati primene | <b>Troškovi funkcionisanja sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa se transformišu u ulaganja u ekološku efikasnost</b> |  |

#### 5.1.2.2.3 Upravljanje sistemom zaštite životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa primenom inovativne strategije

Inovativna strategija organizacija podrazumeva rešavanje ekoloških problema uz ostvarivanje finansijske koristi [236]. U oblasti eksploatacije uglja postoji mogućnost da se koristi ugljena prašina za izradu briketa, dobijanje cementa ili potrebe putogradnje. Upotreba ove otpadne materije doprinosi očuvanju kvaliteta vazduha, vode i zemljišta, tako da predlog reciklaže pepela može da predstavlja ekološku perspektivu značajnu za unapređivanje sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa. Osnovne karakteristike inovativne strategije i način integracije predloženih ekoloških aspekata predstavljeni su tabelom 33.

Tabela 33 Osnovne karakteristike inovativne SBSC metode i potencijalne mogućnosti za primenu u postupku modeliranja sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa

|                     |   |   |
|---------------------|---|---|
| <b>Cilj primene</b> | <b>Primena proaktivnih ekoloških mera koje su tržišno orijentisane</b>  |   |
| Predlog primene     | Primena pepela za potrebe putogradnje i briketiranje ugljene prašine, čime se iskorišćava otpadna materija i smanjuje verovatnoća raznošenja i samozapaljenja prašine |   |
| Tip SBSC            | <b>Parcijalna SBSC</b>  | <b>Integracija jednog ili više ekološko-socijalnog aspekta u jednu stratešku perspektivu</b>  |
|                     | ESA-IP  | Sagorevanje ugljene prašine u termoelektrani  |
|                     | <b>Totalna SBSC</b>   | <b>Integracija svakog ekološko-socijalnog aspekata u sve strateške perspektive</b>  |
|                     | ESA-F   | Finansijska ulaganja u razvoj procesa pretvaranja otpadne materije u sekundarnu sirovinu  |
|                     | ESA – K   | Korisnici pepela kao jeftine sekundarne sirovine povećavaju ostvareni prihod, a korisnici električne i toplotne energije su izloženi manjoj koncentraciji čvrstih čestica |
|                     | ESA – IP  | Priprema pepela za dalju upotrebu i kontrola sadržaja radioaktivnih komponenti  |
|                     | ESA – UR  | Proučavanje načina iskorišćenja pepela i šljake kao sekundarne sirovine   |
| Rezultati primene   | <b>Razvijanje strategije upravljanja rudarsko-energetskim kompleksom u pravcu proizvodnje bazirane na recikliranim sirovinama (ekološki proizvodi)</b>                |   |

#### 5.1.2.2.4 Upravljanje sistemom zaštite životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa primenom progresivne strategije

Progresivna strategija organizacije podrazumeva potpunu primenu principa održivog razvoja, primenom totalnog, proširenog ili transferzalnog pristupa [236]. Prošireni pristup može da se svede na kombinovano korišćenje klasičnih i alternativnih izvora energije, uz podršku države. Osnovne karakteristike progresivne strategije i način integracije predstavljeni su tabelom 34.

Tabela 34 Osnovne karakteristike progresivne strategije SBSC metode i potencijalne mogućnosti za primenu u postupku modeliranja sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa

|                 |  |  |
|-----------------|--|--|
| Cilj primene    | <b>Planiranje strategije rudarsko-energetskih kompleksa u pravcu sprovođenja ekoloških i socijalnih ciljeva, sa namerom da se razvija postojeće tržište i omogući razvoj energetike Republike Srbije i kvaliteta životne sredine</b> |  |
| Predlog primene | Obnovljivi izvori energije, rekultivacija i stvaranje parkovskih površina, remedijacija i obezbeđivanje prostora za gajenje poljoprivrednih kultura  |  |
| Tip SBSC        | <b>Totalna SBSC</b>  | <b>Integracija svih ekološko-socijalnih aspekata u sve strateške perspektive</b>   |
|                 | ESA-F  | Finansijsko ulaganje u razvoj alternativne energije u skladu sa finansijskim mogućnostima rudarsko-energetskog kompleksa   |
|                 | ESA-K  | Obezbeđivanje dodatne količine električne energije za korisnike doprinosi ublažavanju teške elektroenergetske situacije u zemlji i stabilizaciji električne mreže  |
|                 | ESA – IP   | Izbor povoljnih lokacija za primenu solarne energije i energije vetra i stvaranje osnove za ostvarivanje većeg profita   |
|                 | ESA – UR   | Predviđanje ekonomske koristi od primene alternativnih izvora energije i upoznavanje sa načinom i vremenom povraćaja uložениh sredstava  |
|                 | <b>Proširena SBSC</b>  | <b>Integracija novih ekološko-socijalnih aspekata kao posebne perspektive</b>  |
|                 | ESA  | Primena alternativnih izvora energije uz pomoć države sredstvima za razvoj energetske efikasnosti uz istovremeno smanjenje uticaja energetike na zagađivanje životne sredine i popravljivanje položaja zemlje na ekološkim mapama Evrope |
|                 | <b>Transverzalni pristup</b>   | <b>Integracija ekološko-socijalnih aspekata, kao vodećih principa za sve strateške perspektive</b>   |
|                 | ESA-F  | Finansijska ulaganja su orijentisana ka razvoju alternativnih izvora energije i ostvarivanju što većeg profita povećanjem fleksibilnosti u pogledu izbora najpovoljnijih mogućnosti za razvoj  |
|                 | ESA-K  | Priključivanje na elektrodistributivnu mrežu, značajan doprinos razvoju alternativnih izvora energije i povoljan uticaj na strukturu izvora energije u energetskom bilansu zemlje  |
|                 | ESA – IP   | Primena solarne energije i energije vetra na svim pogodnim lokacijama rudarsko-energetskog kompleksa   |
|                 | ESA – UR   | Usavršavanje kadrova za primenu alternativnih izvora, izbor opreme i određivanje lokacija u rudarsko-energetskom kompleksu za proširivanje kapaciteta i povećanje efikasnosti energetskih konverzija                                     |
|                 | Rezultati primene  | <b>Razvijanje strategije upravljanja rudarsko-energetskim kompleksom u pravcu razvoja ekološkog tržišta</b>  |

### 5.1.2.3 Modeliranje sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa na osnovu strategija metode Sustainability Balanced scorecard

Modeliranje sistema upravljanja zaštitom životne sredine u rudarsko-energetskim kompleksima, zasnovano na primeni strategija upravljanja SBSC metode, zahteva spremnost rukovodstva da ispoštuje osnovne principe. Predstavnici rukovodstva rudarsko-energetskog kompleksa imaju mogućnost da se odluče za jasnu strategiju u slučaju da im je cilj samo da štite postojeće tržište. Napredniju mogućnost predstavlja princip efikasne strategije, kojim se podrazumeva transformacija ekoloških troškova u ekološku efikasnost. Rukovodstvo može da se odluči i za izbor inovativne strategije, ako smatra da su spremni da se ekološka strategija diferencira po ekološkim proizvodima.

U tabelama 35 i 36 navedeni su primeri primene strategija SBSC metode, u rešavanju različitih problema zaštite vazduha, voda i zemljišta, odlaganja pepela i primene alternativnih izvora energije.

Tabela 35 Uporedni prikaz predloga primene jasne strategije (JS), efikasne strategije (ES), inovativne strategije (IS) i progresivne (PS) strategije SBSC metode, u rešavanju problema zagađivanja vazduha, vode i zemljišta

|                                     |   | Predlog primene strategija SBSC metode   |  |
|-------------------------------------|---|--|--|
| Zaštita vazduha                     | JS                                      | Primena propisanih preporuka postupkom sprovođenja redovne kontrole, od strane zvaničnih institucija     |  |
|                                     | ES                                      | Korigovanje parametara emisije zagađujućih materija u slučaju izuzetno nepovoljne meteorološke situacije |  |
|                                     | IS                                      | Prikupljanje ugljene prašine i briketiranje  |  |
|                                     | PS                                      | Unapređivanje sistema za prečišćavanje vazduha   |  |
| Izgradnja sistema za odsumporavanje |   |  |  |
| Zaštita voda                        | JS                                      | Primena propisanih preporuka postupkom sprovođenja redovne kontrole, od strane zvaničnih institucija     |  |
|                                     | ES                                      | Ordžavanje i pranje kotlova u periodu godine kad je vodostaj veći  |  |
|                                     |   | Orošavanje pepelišta korišćenom vodom u tehnološkom postupku eksploatacije i sagorevanja uglja           |  |
|                                     | IS                                      | Vraćanje upotrebljene vode u tehnološki ciklus eksploatacije i sagorevanja uglja                         |  |
| PS                                  | Izgradnja sistema za prečišćavanje vode |  |  |
| Zaštita zemljišta                   | JS                                      | Postavljanje zelenih zaštitnih pojaseva  |  |
|                                     |   | Primena propisanih preporuka postupkom sprovođenja redovne kontrole                                      |  |
|                                     | ES                                      | Čuvanje humusnog sloja zemljišta za prekrivanje rekultivisanih jalovišta                                 |  |
|                                     |   | Odlaganje jalovine u napuštene površinske kopove   |  |
|                                     | IS                                      | Briketiranje i sagorevanje ugljene prašine   |  |

|  |    |  |
|--|----|--|
|  | PS | Rekultivacija svih degradiranih površina rudarsko-energetskog kompleksa  |
|  |    | Remedijacija izabranih površina  |
|  |    | Iskorišćavanje napuštenog degradiranog zemljišta površinskih kopova za izgradnju solarnih elektrana i postavljanje vetrogeneratora |

Tabela 36 Uporedni predlog mogućnosti primene jasne strategije (JS), efikasne strategije (ES), inovativne strategije (IS) i progresivne (PS) strategije SBSC metode

| Predlog primene strategija SBSC metode |    |   |
|--|----|---|
| Odlaganje pepela                       | JS | Održavanje brana oko pepelišta i redovna kontrola prisustva vodenog ogledala  |
|  | ES | Odlaganje pepela postupcima transporta guste pulpe (1:1)  |
|  | IS | Isporuka pepela za potrebe putogradnje  |
|  | PS | Rekultivacija pepelišta i vraćanje upotrebne vrednosti zemljišta  |
| Primena obnovljivih izvora energije    | JS | Provera podobnosti lokacije rudarsko-energetskog kompleksa za razvoj obnovljivih izvora energije  |
|  | ES | Iskorišćavanje predviđenih finansijskih sredstava za primenu obnovljivih izvora energije umesto postupaka vraćanja upotrebne vrednosti zemljišta za potrebe gajenja poljoprivrednih kultura |
|  | IS | Iskorišćavanje napuštenih prostora za razvoj obnovljivih izvora energije (postavljanje solarnih ćelija i vetrogeneratora)   |
|  | PS | Paralelna primena energije fosilnog goriva (uglja), sunca i vetra   |

Razvijanje strategije rudarsko-energetskog kompleksa, u pravcu razvoja ekološke politike predstavlja mogućnost za najkompleksnije rešavanje ekoloških problema i poštovanje principa održivog razvoja.

### 5.1.1 Set indikatora transformacije energije uglja u rudarsko-energetskom kompleksu

Izbor indikatora uticaja rudarsko-energetskog kompleksa na kvalitet životne sredine zavisi od prouzrokovanih ekoloških problema, značaja posledica po životnu sredinu i dostupnosti podataka. Set indikatora je izrađen sa ciljem da omogući ocenjivanje usklađenosti rada rudarsko-energetskog kompleksa s principima održivog razvoja i stvori osnovu za izradu modela upravljanja zaštitom životne sredine u rudarsko-energetskim kompleksima. Polaznu osnovu čine setovi indikatora životne sredine formirani od strane Agencije za zaštitu životne sredine Republike Srbije i Evropske agencije za zaštitu životne sredine. Primena preporuka Evropske Agencije za zaštitu životne sredine omogućava usklađivanje indikatora uticaja rudarsko-energetskog kompleksa na kvalitet životne sredine sa međunarodno prihvatljivim indikatorima i poređenje indikatora. Indikatori rudarsko-energetskog kompleksa u cilju poboljšanja

metoda istraživanja uticaja eksploatacije i sagorevanja uglja podrazumevaju primenu propisa Republike Srbije i Evropske unije.

U ovom radu je predstavljen set indikatora transformacije energije uglja, sa ciljem da se omogući realna ocena poslovanja rudarsko-energetskog kompleksa i usklađenost s principima održivog razvoja. Predloženi set indikatora uticaja rudarsko-energetskog kompleksa na kvalitet životne sredine sadrži 16 indikatora. Oznaka indikatora je formirana na osnovu početnih slova tematske celine i rednog broja pod kojim je indikator naveden u okviru tematskog područja. Pozicija indikatora je predstavljena oznakama koje se primenjuju u DPSIR sistemu za opisivanje interakcije između društva i životne sredine, usvojenom od strane Evropske agencije za životnu sredinu i razvijenom od strane OECD-a. Oznake za pritisak (P), stanje životne sredine (S), uticaj na životnu sredinu (I) i reakcija ili odgovor društvene zajednice (R) su definisane u tabelarnom predstavljanju indikatora.

Set indikatora uticaja rudarsko-energetskog kompleksa na kvalitet životne sredine sadrži 16 indikatora transformacije energije uglja. Oni se odnose na potrošnju uglja, udeo potrošnje lignita, energetska efikasnost termoelektrane, instalisani kapacitet termoelektrane i na emisiju zagađujućih materija iz termoelektrana rudarsko-energetskih kompleksa. Naziv indikatora transformacije uglja rudarsko-energetskog kompleksa, u okviru seta indikatora uticaja rudarsko-energetskog kompleksa na kvalitet životne sredine, sa prikazom naziva, oznake i definisane pozicije indikatora, predstavljeni su tabelom 37.

*Tabela 37 Naziv, oznaka i pozicija indikatora transformacije energije uglja rudarsko-energetskog kompleksa*

| Oznaka indikatora | Naziv indikatora transformacije uglja rudarsko-energetskog kompleksa   | Pozicija indikatora |
|-------------------|--|---------------------|
| TEU 1             | Udeo količine uglja eksploatisane u površinskom kopu u odnosu na ukupnu količinu uglja eksploatisanu u svim površinskim kopovima                         | P, S                |
| TEU 2             | Udeo potrošnje uglja za potrebe termoelektrane rudarsko-energetskog kompleksa u ukupnoj potrošnji uglja za potrebe termoelektrana R Srbije               | P, S                |
| TEU 3             | Udeo distribucije električne energije jednog rudarsko-energetskog kompleksa u distribuciji električne energije uglja                                     | S                   |
| TEU 4             | Udeo distribuirane električne energije jednog rudarsko-energetskog kompleksa u distribuciji električne energije klasičnih izvora energije                | S                   |
| TEU 5             | Udeo distribucije električne energije jednog rudarsko-energetskog kompleksa u distribuciji električne energije klasičnih i alternativnih izvora energije | S                   |

|        |   |      |
|--------|---|------|
| TEU 6  | Udeo sekundarne energije uglja rudarsko-energetskog kompleksa u ukupnoj količini sekundarne energije  | S    |
| TEU 7  | Odnos instalisanih kapaciteta termoelektrana rudarsko-energetskih kompleksa R Srbije  | S    |
| TEU 8  | Emisija zagađujućih materija termoelektrane rudarsko-energetskog kompleksa  | P    |
| TEU 9  | Udeo emisije zagađujućih materija termoelektrane rudarsko-energetskog kompleksa u ukupnim emisijama zagađujućih materija energetskog sektora R Srbije   | P, S |
| TEU 10 | Udeo emisije zagađujućih materija termoelektrane rudarsko-energetskog kompleksa u ukupnim emisijama zagađujućih materija sektora energetike, industrije i transporta R Srbije   | P, S |
| TEU 11 | Udeo emisije ugljen-dioksida iz termoelektrane rudarsko-energetskog kompleksa u ukupnoj emisiji ugljen-dioksida energetskog sektora R Srbije  | P, S |
| TEU 12 | Udeo emisije sumpor-dioksida iz termoelektrane rudarsko-energetskog kompleksa u ukupnoj emisiji sumpor-dioksida energetskog sektora R Srbije  | P, S |
| TEU 13 | Udeo emisije ugljen-dioksida iz termoelektrane rudarsko-energetskog kompleksa u ukupnoj količini emitovanog ugljen-dioksida iz sektora energetike, industrije i transporta R Srbije   | P, S |
| TEU 14 | Udeo emisije sumpor-dioksida iz termoelektrane rudarsko-energetskog kompleksa u ukupnoj količini emitovanog sumpor-dioksida iz sektora energetike, industrije i transporta R Srbije   | P, S |
| TEU 15 | Udeo intenziteta emisija zagađujućih materija vazdušne sredine termoelektrane rudarsko-energetskog kompleksa u vrednost intenziteta emisija zagađujućih materija vazdušne sredine energetskog sektora R Srbije                | P, S |
| TEU 16 | Udeo intenziteta emisija zagađujućih materija vazdušne sredine termoelektrane rudarsko-energetskog kompleksa u intenzitetu emisija zagađujućih materija vazdušne sredine sektora energetike, industrije i transporta R Srbije | P, S |

Tabelom 37 predstavljena su 16 indikatora uticaja rudarsko-energetskog kompleksa na kvalitet životne sredine. Pet indikatora ukazuju na stanje životne sredine (S), a jedan indikator predstavlja pritisak na životnu sredinu (P). Tematska celina sadrži i deset indikatora pritiska i stanja životne sredine (P, S).

Definicija i podaci o načinu izrade (NI), načinu prikaza (NP) i izvoru podataka predstavlja osnovni opis indikatora. Set podataka (SP) indikatora transformacije energije uglja rudarsko-energetskog kompleksa čine podaci energetskog bilansa Republike Srbije, vrednost godišnje eksploatacije uglja površinskih kopova Republike Srbije (lignita), izveštaj o proizvodnji električne energije u Republici Srbiji, podaci o instalisanoj snazi blokova termoelektrane rudarsko-energetskog kompleksa, podaci iz izveštaja o emisijama zagađujućih materija vazdušne sredine energetskog sektora Republike Srbije, bruto društveni proizvod Republike Srbije i broj stanovnika Republike Srbije.

U radu su predstavljene tabelarni prikazi ključnih karakteristika indikatora (tabele 38-47), koji su korišćeni za definisanje uicaja transformacije energije uglja na kvalitet vazduha i učešća rudarsko-energetskog kompleksa „Kostolac“ u zagađivanju životne sredine.

Tabela 38 Osnovni opis indikatora TEU 1

| <b>Indikatori udela količine uglja eksploatisane u jednom površinskom kopu u odnosu na ukupnu količinu uglja eksploatisanu u ostalim površinskim kopovima (TEU 1)</b> |   |
|---|---|
| NI  | Indikator se formira na osnovu pregleda zvaničnih izveštaja podataka o nivou eksploatacije rudarsko-energetskog kompleksa, u tonama (t) i podataka iz energetskog bilansa Republike Srbije. |
| NP  | Indikator se predstavlja procentualnim vrednostima, prikazanim numerički, tabelarno ili grafički, kao i baznim indeksom za izabranu baznu godinu.   |
| SP  | Godišnja eksploatacija uglja površinskih kopova Republike Srbije (lignita)  |

Tabela 39 Osnovni opis indikatora TEU 2

| <b>Indikatori udela potrošnje uglja za potrebe termoelektrane rudarsko-energetskog kompleksa, u ukupnoj potrošnji uglja, za potrebe termoelektrana Republike Srbije (TU 2)</b> |  |
|--|--|
| NI   | Indikator se formira na osnovu podataka o nivou eksploatacije rudarsko-energetskog kompleksa, u tonama (t) i podataka iz energetskog bilansa Republike Srbije. |
| NP   | Indikator se predstavlja tabelarnim ili grafičkim prikazom procentualnih vrednosti i baznim indeksom za izabranu baznu godinu.                                 |
| SP   | Godišnja potrošnja uglja za potrebe termoelektrana u Republici Srbiji  |

Tabela 40 Osnovni opis indikatora TEU 3, TEU 4 i TEU 5

| <b>Indikatori udela distribucije električne energije jednog rudarsko-energetskog kompleksa u distribuciji električne energije uglja (TEU 3), klasičnih izvora energije (TEU 4) i klasičnih i alternativnih izvora energije (TEU 5)</b> |  |
|--|--|
| NI   | Indikatori se formiraju na osnovu preračunavanja podataka iz zvaničnih izveštaja i energetskog bilansa. Količina distribuirane električne energije prikazuje se u džulima (J).   |
| NP   | Indikator se predstavlja numeričkim, tabelarnim i grafičkim prikazom podataka o količini električne energije transformisane iz uglja (TEU 3), klasičnih izvora energije (TEU 4) i klasičnih i alternativnih izvora energije (TEU 5), kako bi se definisao odnos količina električne energije nastale transformacijama različitih izvora energije i određivao bazni indeks. |
| SP   | Distribucija električne energije iz klasičnih i alternativnih izvora energije u Republici Srbiji   |



Tabela 41 Osnovni opis indikatora TEU 6

| <b>Indikatori udela sekundarne energije uglja rudarsko-energetskog kompleksa u ukupnoj količini sekundarne energije Republike Srbije (TEU 6)</b> |  |
|--|--|
| NI   | Indikator se formira na osnovu podataka energetskog bilansa Republike Srbije, procentualnog predstavljanja utvrđenih vrednosti i izračunavanja baznog indeksa.   |
| NP   | Indikator se predstavlja numeričkim, tabelarnim ili grafičkim prikazom količina sekundarne energije uglja svih termoelektrana Republike Srbije, u džulima (J), odnosom količina i baznim indeksom, za izabranu baznu godinu. |
| SP   | Proizvodnja toplotne i električne energije u termoelektranama i toplanama rudarsko-energetskih kompleksa Republike Srbije  |

Tabela 42 Osnovni opis indikatora TEU 7

| <b>Indikatori odnosa instalisanih kapaciteta termoelektrana rudarsko-energetskih kompleksa Republike Srbije (TEU 7)</b> |  |
|---|--|
| NI  | Indikator se formira na osnovu analize i upoređivanja vrednosti instalisane snage svih termoelektrana Republike Srbije, izraženim u megavatima (MW).                                   |
| NP  | Indikator se predstavlja numeričkim, tabelarnim ili grafičkim prikazom uporednih vrednosti instalisanih kapaciteta, izraženim u procentima i baznim indeksom za izabranu baznu godinu. |
| SP  | Instalisana snaga termoelektrana rudarsko-energetskih kompleksa Republike Srbije   |

Tabela 43 Osnovni opis indikatora TEU 8

| <b>Indikatori emisije zagađujućih materija termoelektrane (TEU 8)</b> |  |
|---|--|
| NI  | Indikator se formira na osnovu rezultata zvaničnih izveštaja o stanju kvaliteta vazduha i kvaliteta životne sredine u Republici Srbiji.  |
| NP  | Indikator se predstavlja numeričkim, tabelarnim ili grafičkim prikazom vrednosti emisija zagađujućih materija vazdušne sredine, izraženim u mikrogramima po metru kubnom ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). |
| SP  | Emisija zagađujućih materija termoelektrane rudarsko-energetskog kompleksa   |

Tabela 44 Osnovni opis indikatora TEU 9 i TEU 10

| <b>Indikatori udela emisije zagađujućih materija termoelektrane rudarsko-energetskog kompleksa u ukupnim emisijama zagađujućih materija energetskog sektora (TEU 9) i sektora energetike, industrije i transporta (TEU 10) Republike Srbije</b> |  |
|---|--|
| NI  | Indikatori se formiraju na osnovu analize i upoređivanja vrednosti emisija zagađujućih materija vazdušne sredine energetskog sektora (TEU 9) i sektora energetike, industrije i transporta (TEU 10) Republike Srbije, u tonama (t), na godišnjem nivou.  |
| NP  | Indikatori se predstavljaju numeričkim, tabelarnim ili grafičkim prikazom učešća vrednosti emisija zagađujućih materija vazdušne sredine termoelektrane rudarsko-energetskog kompleksa, u ukupnoj emisiji zagađujućih materija vazdušne sredine energetskog sektora (TEU 9) i sektora energetike, industrije i transporta (TEU 10) Republike Srbije. Izražavaju se procentima i baznim indeksom, za izabranu baznu godinu. |
| SP  | Vrednosti emisija zagađujućih materija vazdušne sredine termoelektrane rudarsko-energetskog kompleksa i sektora energetike, industrije i transporta Republike Srbije   |

Tabela 45 Osnovni opis indikatora TEU 11 i TEU 12

| <b>Indikatori udela emisije ugljen-dioksida (TEU 11) i sumpor-dioksida (TEU 12) iz termoelektrane rudarsko-energetskog kompleksa u ukupnoj emisiji ugljen-dioksida (TEU 11) i sumpor-dioksida (TEU 12) energetskog sektora Republike Srbije</b> |  |
|---|--|
| NI  | Indikatori se formiraju na osnovu analize i upoređivanja vrednosti godišnjih količina ugljen-dioksida (TEU 11) i sumpor-dioksida (TEU 12) emitovanih iz termoelektrane rudarsko-energetskog kompleksa i energetskog sektora Republike Srbije, u tonama (t).  |
| NP  | Indikatori se predstavljaju numeričkim, tabelarnim ili grafičkim prikazom učešća količina ugljen-dioksida (TEU 11) i sumpor-dioksida (TEU 12) termoelektrane rudarsko-energetskog kompleksa, u ukupnoj emisiji ugljen-dioksida (TEU 11) i sumpor-dioksida (TEU 12) energetskog sektora Republike Srbije. Izražavaju se procentima i baznim indeksom, za izabranu baznu godinu. |
| SP  | Vrednosti emisija zagađujućih materija vazdušne sredine energetskog sektora Republike Srbije   |

Tabela 46 Osnovni opis indikatora TEU 13 i TEU 14

| <b>Indikatori udela emisije ugljen-dioksida (TEU 13) i sumpor-dioksida (TEU 14) termoelektrane u ukupnoj količini emitovanog ugljen-dioksida (TEU 13) i sumpor-dioksida (TEU 14) iz sektora energetike, industrije i transporta Republike Srbije</b> |  |
|--|--|
| NI   | Indikatori se formiraju na osnovu analize vrednosti godišnjih količina ugljen-dioksida (TEU 13) i sumpor-dioksida (TEU 14) emitovanih iz termoelektrane rudarsko-energetskog kompleksa i sektora energetike, industrije i transporta Republike Srbije, u tonama (t).   |
| NP   | Indikatori se predstavljaju numeričkim, tabelarnim ili grafičkim prikazom učešća količina ugljen-dioksida (TEU 13) i sumpor-dioksida (TEU 14) termoelektrane rudarsko-energetskog kompleksa, u ukupnoj emisiji ugljen-dioksida (TEU 13) i sumpor-dioksida (TEU 14) sektora energetike, industrije i transporta Republike Srbije. Izražavaju se procentima i baznim indeksom, za izabranu baznu godinu. |
| SP   | Vrednosti emisija zagađujućih materija vazdušne sredine termoelektrane rudarsko-energetskog kompleksa i sektora energetike, industrije i transporta Republike Srbije   |

Tabela 47 Osnovni opis indikatora TEU 15 i TEU 16

| <b>Indikatori udela intenziteta emisija zagađujućih materija vazdušne sredine, popreklom iz termoelektrane, u intenzitetu emisija zagađujućih materija vazdušne sredine energetskog sektora (TEU 15) i sektora energetike i industrije (TEU 16) Republike Srbije</b> |  |
|--|--|
| NI   | Indikatori se formiraju na osnovu upoređivanja vrednosti emisija zagađujućih materija vazdušne sredine termoelektrane i celokupnog sektora energetike (TEU 15) i sektora energetike i industrije (TEU 16), u tonama (t), prema bruto društvenom proizvodu Republike Srbije, u milionima evra.  |
| NP   | Indikatori se predstavljaju numeričkim, tabelarnim ili grafičkim prikazom procentualne vrednosti učešća intenziteta emisije zagađujućih materija termoelektrane u vrednosti intenziteta emisije zagađujućih materija energetskog sektora (TEU 15) i sektora energetike i industrije (TEU 16) i baznim indeksom za izabranu baznu godinu. |
| SP   | Vrednosti emisija zagađujućih materija vazdušne sredine termoelektrane rudarsko-energetskog kompleksa i sektora energetike industrije i transporta Republike Srbije i bruto društvenog proizvoda Republike Srbije  |

Predloženi set indikatora ima za cilj da omogući detaljan prikaz uticaja rada rudarsko-energetskih kompleksa na životnu sredinu. Osnovu za izradu seta indikatora čine podaci iz Izveštaja o stanju kvaliteta životne sredine Republike Srbije i interni podaci rudarsko-energetskih kompleksa. Predloženi set indikatora obuhvata i indikatore koji nemaju zakonom propisane obaveze prikupljanja podataka, ali u velikoj meri doprinose sagledavanju posledica eksploatacije i sagorevanja uglja na životnu sredinu i poboljšanju metoda istraživanja usklađenosti procesa rada sa principima održivog razvoja.

Određivanje vrednosti indikatora uticaja procesa sagorevanja uglja i razmatranje efikasnosti rada rudarsko-energetskih kompleksa vrši se na osnovu podataka o količini eksploatisanog uglja  $m [Gg]$ , distribuiranoj električnoj energiji  $E [GWh]$  i instalisanim kapacitetima  $K [W]$ .

Indikator udela količine eksploatisanog uglja u površinskom kopu  $m [t]$ , u odnosu na eksploatisanu količinu uglja svih površinskih kopova Republike Srbije  $m_u [t]$ , predstavljen je formulom:

$$I_{eu}[\%] = \frac{m[t]}{m_u[t]} \cdot 100. \quad (16)$$

Indikator udela distribucije električne energije rudarsko-energetskog kompleksa  $E [GWh]$ , u odnosu na distribuciju električne energije termoelektrana na ugalj Republike Srbije  $E_u [GWh]$ , predstavljen je formulom:

$$I_{de}[\%] = \frac{E[GWh]}{E_u[GWh]} \cdot 100. \quad (17)$$

Indikator udela distribucije električne energije rudarsko-energetskog kompleksa u odnosu na distribuciju električne energije klasičnih izvora energije Republike Srbije  $E_k [GWh]$ , predstavljen je formulom:

$$I_{dk}[\%] = \frac{E[GWh]}{E_k[GWh]} \cdot 100. \quad (18)$$

Indikator udela instalisanih kapaciteta rudarsko-energetskog kompleksa  $K [MW]$  u odnosu na instalisane kapacitete energetskog sektora Republike Srbije  $K_u [MW]$ , predstavljen je formulom:

$$I_{ik}[\%] = \frac{K[MW]}{K_u[MW]} \cdot 100. \quad (19)$$

Upoređivanje uticaja rudarsko-energetskog kompleksa na životnu sredinu, sa uticajem drugih rudarsko-energetskih kompleksa, veoma je značajno za ocenu učešća u zagađivanju životne sredine. Programom je predviđeno da se proračun vrši za 4 različita uslova, odnosno za 3 dominantne zagađujuće materije i njihovu ukupnu vrednost, u uslovima kad su dostupni podaci o emisiji zagađujućih materija  $C$  [t/god], distribuciji električne energije  $E$  [GWh], potrošnji uglja za potrebe termoelektrane  $m$  [t] i bruto društvenom proizvodu Republike Srbije  $BDP$  [ $10^9$  din/god].

Indikatori emisije dominantnih zagađujućih materija termoelektrane rudarsko-energetskog kompleksa, u odnosu na distribuciju električne energije iz termoelektrana rudarsko-energetskog kompleksa  $E$  (GWh), predstavljeni su formulom:

$$E_{e_i} = \frac{C_i[t/god]}{E[GWh]}, \text{ gde je } i=1,2,3,4. \quad (20)$$

Indikatori emisije dominantnih zagađujućih materija termoelektrane rudarsko-energetskog kompleksa, u odnosu na masu sagorelog uglja  $m$  (t/god), u termoelektranama rudarsko-energetskog kompleksa, predstavljeni su formulom:

$$E_{u_i} = \frac{C_i[t/god]}{m_s[t/god]}, \text{ gde je } i=1,2,3,4. \quad (21)$$

Indikatori emisije dominantnih zagađujućih materija termoelektrane rudarsko-energetskog kompleksa, u odnosu na bruto društveni proizvod Republike Srbije  $BDP$  (milijarda dinara/godišnje), predstavljeni su formulom:

$$E_{p_i} = \frac{C_i[t/god]}{BDP[10^9 \text{ din/god}]}, \text{ gde je } i=1,2,3,4. \quad (22)$$

Indikatori zastupljenosti emisije dominantnih zagađujućih materija rudarsko-energetskog kompleksa, u ukupnoj emisiji odgovarajućih dominantnih zagađujućih materija rudarsko-energetskih kompleksa Republike Srbije  $C_u$  (t/god), predstavljeni su formulom:

$$Z_{u_i}[\%] = \frac{C_i[t/god]}{C_u[t/god]} \cdot 100, \text{ gde je } i = 1,2,3,4. \quad (23)$$

Indikatori zastupljenosti emisije dominantnih zagađujućih materija rudarsko-energetskog kompleksa, u ukupnoj emisiji odgovarajućih dominantnih zagađujućih materija energetskog sektora Republike Srbije  $C_e$  (t/god), predstavljeni su formulom:

$$Z_{e_i}[\%] = \frac{C_i[t/god]}{C_e[t/god]} \cdot 100, \text{ gde je } i = 1,2,3,4. \quad (24)$$

Indikatori zastupljenosti emisije dominantnih zagađujućih materija rudarsko-energetskog kompleksa u ukupnoj emisiji odgovarajućih dominantnih zagađujućih materija sektora energetike i industrije Republike Srbije  $C_{ei}(t/god)$ , predstavljeni su formulom:

$$Z_{ei}[\%] = \frac{C_i[t/god]}{C_{ei}[t/god]} \cdot 100, \text{ gde je } i = 1,2,3,4. \quad (25)$$

Upoređivanjem vrednosti indikatora stiče se predstava o uticaju jednog izvora zagađivanja u odnosu na ostale, ali bez zanemarivanja podataka o eksploataciji uglja i distribuciji energije rudarsko-energetskog kompleksa.

Indikatori uticaja rudarsko-energetskog kompleksa na kvalitet životne sredine imaju veliki značaj za ocenu procesa organizacije zaštite životne sredine i usklađenosti politike zaštite životne sredine s realnim potrebama. Na osnovu prikupljenih i sistematizovanih podataka lakše se uočavaju propusti i otvara se mogućnost za planiranje prevazilaženja problema i stvaranje novih metoda istraživanja. Predloženi set indikatora omogućava rukovodstvu rudarsko-energetskog kompleksa da poboljša metode istraživanja usklađenosti procesa rada sa principima održivog razvoja i sagleda realnu situaciju. Proces prevazilaženja ekoloških problema zavisi od finansijskih mogućnosti i raspoložive tehnologije.

Ocena usklađenosti postupaka eksploatacije i sagorevanja uglja sa principima održivog razvoja, bazirana na indikatorima transformacije energije uglja, doprinosi poboljšanju metoda istraživanja posledica rada površinskih kopova i termoelektrana i modeliranju sistema zaštite životne sredine rudarsko-energetskih kompleksa.

## **5.2 RAZVOJ MODELA ZA UNAPREĐIVANJE SISTEMA UPRAVLJANJA ZAŠTITOM ŽIVOTNE SREDINE U RUDARASKO-ENERGETSKIM KOMPLEKSIMA**

Sistem upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa predstavlja složen sistem planiranja, implementacije, nadgledanja i unapređivanja radnih aktivnosti i operacija procesa rada površinskog kopa i termoelektrane, sa ciljem da se rad organizacije uskladi sa principima održivog razvoja i ispune zahtevi zakona i drugih propisa, u oblasti prava zaštite životne sredine, rudarstva i energetike.

Unapređivanje sistema upravljanja zaštitom životne sredine, prema smernicama standarda ISO14001, predstavlja prioritetni zadatak rukovodstva, posebno u fazi formiranja i razvijanja sistema upravljanja zaštitom životne sredine.

Operativni sistem zaštite životne sredine omogućava sprovođenje usvojenih zaštitnih mera i funkcionisanje sistema upravljanja zaštitom životne sredine. Obuhvata postupke: definisanja resursa, zadataka, odgovornosti, ovlašćenja, osposobljavanja, obuke i podsticanja ekološke svesti zaposlenih, uspostavljanja i održavanja procedure za internu i eksternu komunikaciju, dokumentovanja, kontrole dokumentacije, kontrole nad operacijama i reagovanja u vanrednim situacijama [1]. Rukovodstvo rudarsko-energetskog kompleksa ima odgovornost za preispitivanje i preduzimanje mera unapređivanja i identifikovanja oblasti poboljšanja sistema upravljanja, najmanje jednom godišnje.

Rukovodioci rudarsko-energetskih kompleksa, donošenjem politike zaštite životne sredine, preuzimaju obavezu da obezbede uslove za primenu mera zaštite životne sredine i saniranje posledica rada.

Slikom 10 predstavljeni su zadaci predstavnika rukovodstva za zaštitu životne sredine, koji se odnose na predlog izmene aspekata i ciljeva zaštite životne sredine, ali i obezbeđivanje dostupnosti usvojene politike radnicima i zainteresovanim stranama. Istaknut je značaj odgovornosti u obavljanju postavljenih zadataka i formiranju, usvajanju i preispitivanju politike zaštite životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa.

Faze planiranja, realizacije i kontrole (Prilog P.1), kao podsistemi sistema upravljanja definisani na osnovu smernica standarda ISO 14000. Predstavljeni su grafički, radi preglednijeg definisanja zadataka predstavnika rukovodstva za zaštitu životne sredine.

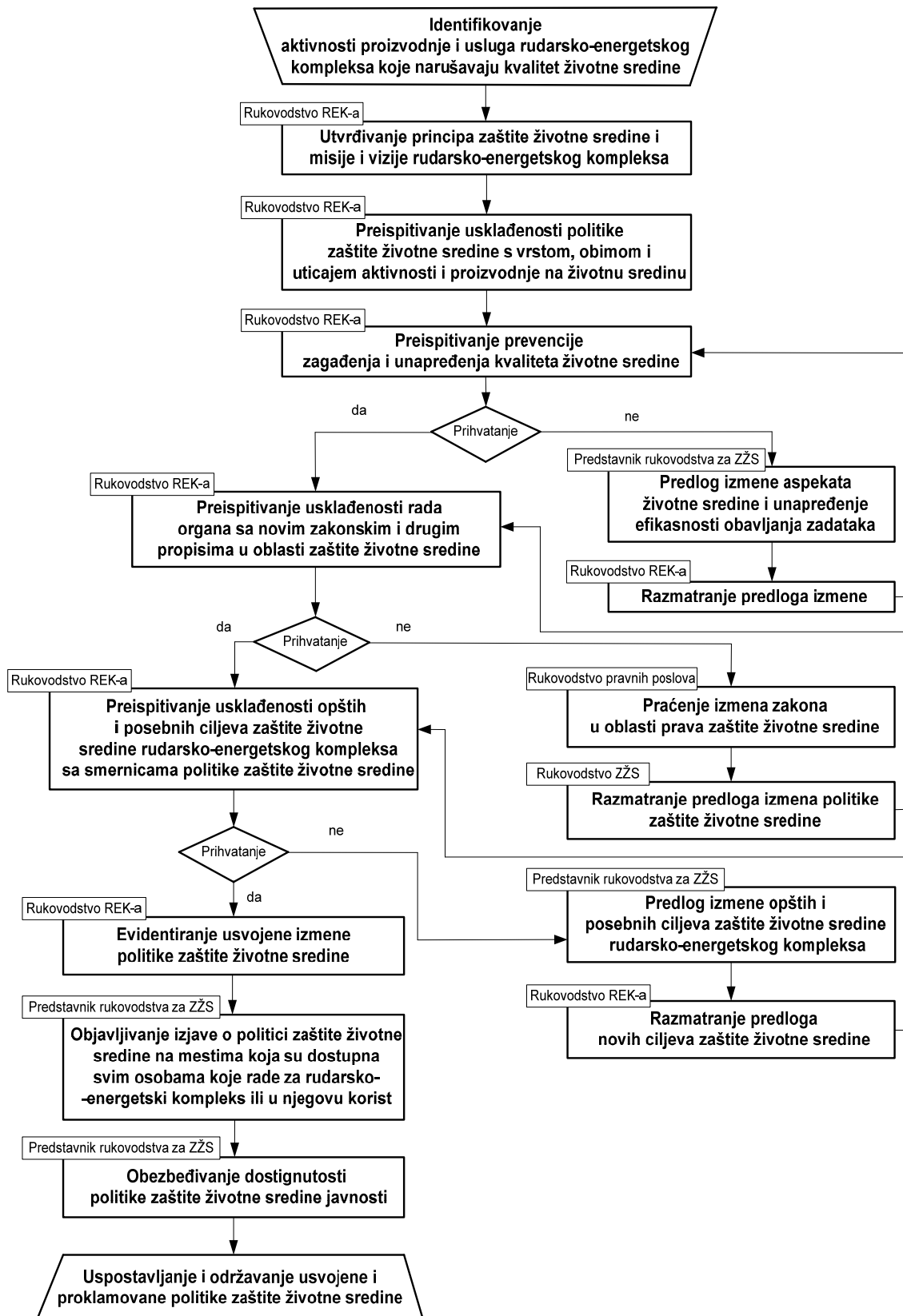
Radni zadaci u fazi planiranja (Prilog P.1.1) podrazumevaju identifikaciju posledica rada rudarsko-energetskog kompleksa, predlog i definisanje značajnosti aspekata životne sredine, planiranje mera zaštite, primenu zahteva zakona i propisa iz oblasti zaštite životne sredine, formiranje predloga ciljeva zaštite životne sredine i praćenje realizacije programa zaštite životne sredine.

U fazi realizacije upravljanja sistemom zaštite, predstavnici rukovodstva za zaštitu životne sredine, učestvuju u osavremenjavanju procesa rada, analiziraju postupke za ostvarivanje usvojenih ciljeva, definišu resurse, pripremaju planove, koriguju programe interne obuke, izvode obuku za zaštitu životne sredine, predlažu preventivne mere, definišu postupke reagovanja u vanrednim situacijama i koriguju procedure (Prilog P.1.2).

U fazi kontrole funkcionisanja sistema upravljanja, predstavnici rukovodstva za zaštitu životne sredine, vrše izbor parametara za praćenje stanja životne sredine, sprovode interni monitoring kvaliteta vazduha, preispituju postojeće stanje, analiziraju realizaciju ostvarenih ciljeva zaštite životne sredine, identifikuju probleme i uzroke nastanka neusaglašenosti, definišu predloge korektivnih mera i sprovode postupke interne provere usvojenih planova i programa zaštite životne sredine (Prilog P.1.3).

Preispitivanje funkcionisanja sistema upravljanja zaštitom životne sredine predstavlja poslednju fazu sistema upravljanja, u okviru koje je neophodno i identifikovati oblasti za poboljšanje. Predstavnici rukovodstva za zaštitu životne sredine, imaju zadatak da analiziraju rezultate rada službe zaštite životne sredine, razvijaju pokazatelje ostvarivanja usvojenih ciljeva, utiču na smanjenje verovatnoće ponovnog pojavljivanja neusaglašenosti i ocene mogućnost unapređivanja sistema upravljanja zaštitom životne sredine.

Razvoj modela sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa, uz uvažavanje principa ranije formiranih modela, omogućava rešavanje niza problema, izazvanih eksploatacijom i sagorevanjem uglja. Unapređivanje sistema upravljanja doprinosi boljoj organizaciji poslova zaštite životne sredine, usavršavanju postupaka primene preventivnih mera zaštite životne sredine, pravovremenom reagovanju u vanrednim situacijama i primeni adekvatnih korektivnih mera zaštite životne sredine. Osnovne faze u sistemu upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa predstavljene su algoritmom upravljanja (slika 10), baziranom na smernicama Standarda ISO 14000 i primeni savremenih metoda upravljanja.



Slika 10 Dijagram toka formiranja, usvajanja i preispitivanja politike zaštite životne sredine rudarsko-energetskih kompleksa



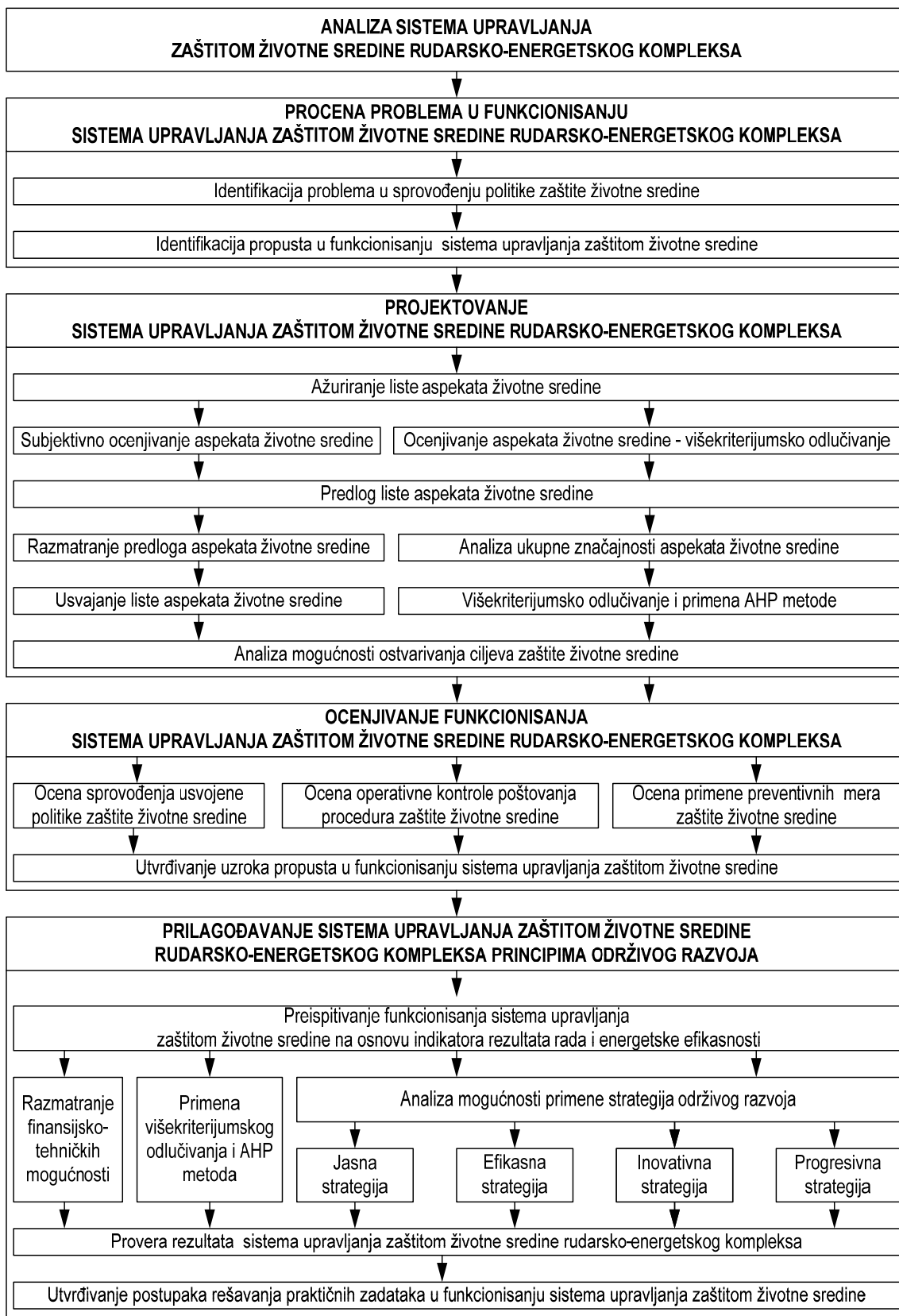
U fazi projektovanja sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa zastupljena je primena teorije verovatnoće (slika 11), za određivanje značajnosti aspekata zaštite životne sredine. Primena metoda višekriterijumskog odlučivanja i analitičko hijerarhijskog procesa predviđene su za rangiranje aspekata zaštite životne sredine. Preispitivanje sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa vrši se na osnovu indikatora rezultata rada u oblasti zaštite životne sredine i energetske efikasnosti procesa eksploatacije i sagorevanja uglja. Prilagođavanje funkcionisanja sistema upravljanja bazirano je na analizi mogućnosti primene jasne, efikasne, inovativne i progresivne strategije SBSC metode.

Model unapređivanja sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa baziran je na primeni Standarda ISO 14000 i principa adaptivnog upravljanja [43], gde spadaju: identifikovanje posledica, analiza uticaja, planiranje ljudskih resursa, primena usvojenih procedura, evidentiranje propusta i sistemski pristup unapređivanju i integraciji upravljanja.

Postupak modeliranja sistema upravljanja, od prikaza karakteristika parametara do analize efekata procesa upravljanja, predstavljen je šematskim prikazom modela unapređivanja sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa, u prilogu P.2. Model je baziran na primeni standarda ISO 14000, Demingovom modelu i osnovnim fazama upravljanja životnom sredinom. Složenost predmeta modeliranja nameće potrebu detaljnije razrade pojedinih delova modela i predstavljanje složene strukture.

Prvi deo modela sadrži elemente identifikacije posledica i predstavlja pripremu za modeliranje sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa, identifikaciju problema i ocenu stanja postojećeg sistema. Baziran je na analizi primene usvojene politike zaštite životne sredine.

Modelom je predviđena mogućnost analize primene usvojenih mera zaštite životne sredine ili identifikovanja problema i utvrđivanja nedostataka u funkcionisanju sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa, u redovnim i vanrednim situacijama.



Slika 11 Algoritam sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa

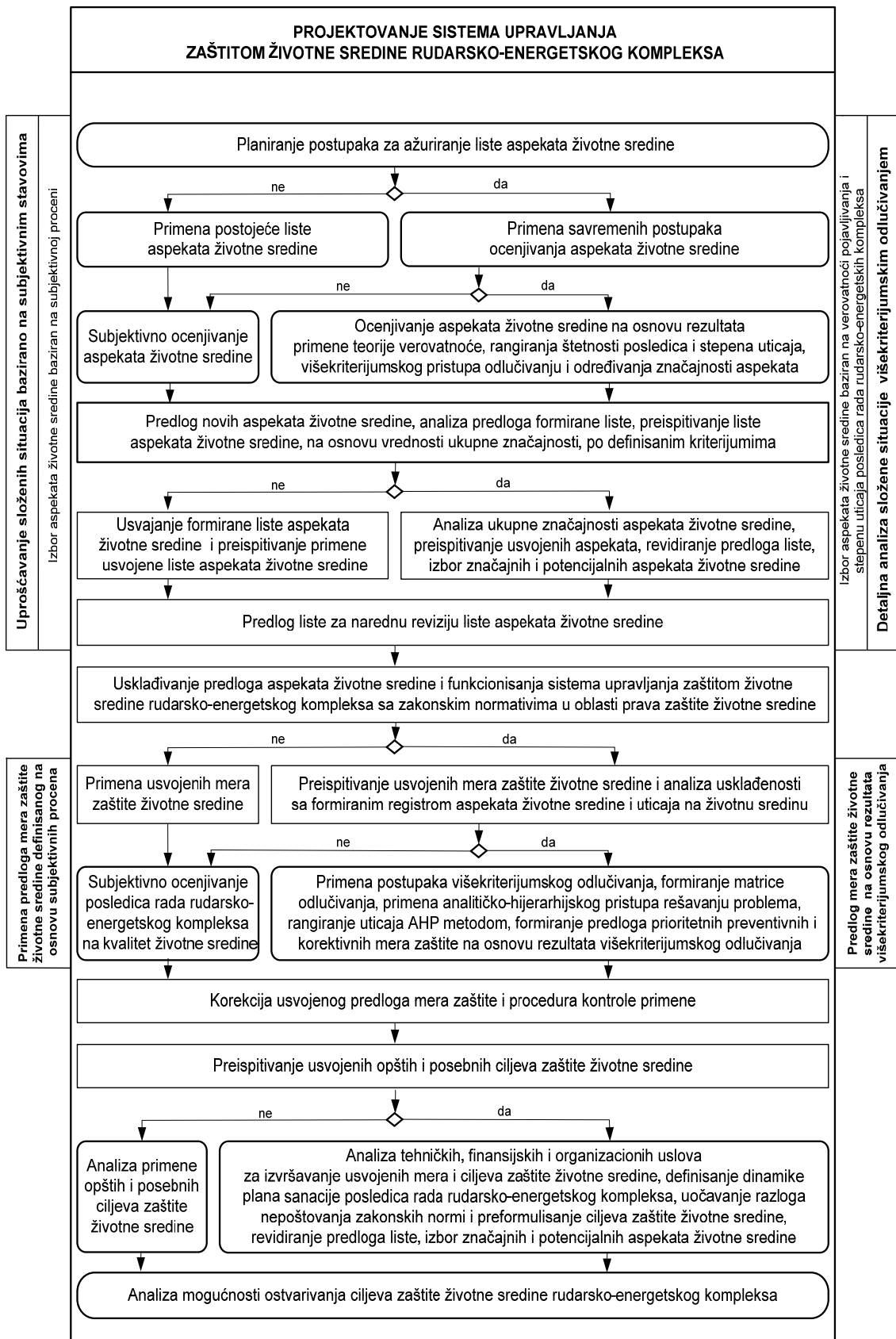
Detaljniji prikaz faze projektovanja sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa predstavljen je slikom 12, na kojoj se vidi da ocenjivanje aspekata zaštite životne sredine obuhvata određivanje stepena uticaja radnih aktivnosti, verovatnoće pojavljivanja posledice i definisanje ukupne značajnosti aspekata zaštite životne sredine.

U delu koji se odnosi na preispitivanje usvojenih mera zaštite životne sredine predložena je primena AHP metode, kojom se određuje vrednost ukupnog prioriteta alternativa, značajnih za proces definisanja prioriternih mera zaštite životne sredine. Analiza mogućnosti ostvarivanja ciljeva zaštite životne sredine bazirana je na analizi tehničkih, finansijskih i organizacionih uslova za izvršavanje usvojenih procedura.

Drugi deo modela sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa, baziran na prvoj fazi Demingovog kruga – P (Plan-planiranje), predstavlja okvir za unapređivanje procesa upravljanja i definisanje metoda odlučivanja. Oslanja se na analizu uticaja rudarsko-energetskog kompleksa na kvalitet životne sredine i ažuriranje liste aspekata životne sredine. Predviđena je mogućnost primene savremenih metoda ocenjivanja značajnosti aspekata na osnovu verovatnoće pojavljivanja i stepena uticaja ili subjektivne procene predstavnika rukovodstva rudarsko-energetskog kompleksa. Na osnovu analize primene ciljeva zaštite životne sredine i tehničkih, finansijskih i organizacionih uslova, ocenjuju se mogućnosti ostvarivanja ciljeva usvojene politike zaštite životne sredine.

Preispitivanje i korekcija usvojenih mera zaštite životne sredine vrši se primenom višekriterijumskog odlučivanja, na osnovu vrednosti ukupnog prioriteta razmatranih alternativa ili subjektivnim ocenjivanjem posledica rada površinskog kopa i termoelektrane.

Modeliranje sistema zaštite životne sredine rudarsko-energetskih kompleksa primenom hijerarhijske analize omogućava rešavanje realnih problema, baziranih na nedostatku finansijskih i tehnoloških mogućnosti. Cilj primene metode je da se pažnja rukovodstva rudarsko-energetskog kompleksa usmeri na uočavanje posledica kritičnih radnih aktivnosti. AHP metoda je uključena u proces modeliranja sistema zaštite životne sredine rudarsko-energetskih kompleksa, jer predstavlja mogućnost da se na jednostavan način rešavaju nedoumice u procesu odlučivanja.



Slika 12 Projektovanje sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa

Hijerarhijskim posmatranjem složenih problema, definišu se strategije sprovođenja politike zaštite životne sredine. Predviđeno je donošenje odluke u zavisnosti od funkcionisanja postojećeg sistema upravljanja zaštitom životne sredine i finansijske situacije rudarsko-energetskog kompleksa.

Treći deo modela sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa obuhvata postupke primene i sprovođenja. Baziran je na drugoj oblasti Demingovog kruga – D (Do-realizacija). Odnosi se na definisanje toka upravljanja, sprovođenje politike zaštite životne sredine, identifikovanje aspekata, primenu zakonskih normi, ostvarivanje ciljeva zaštite životne sredine, sprovođenje preventivnih mera i razmatranje zahteva zainteresovanih strana. Sadrži analizu raspoloživih ljudskih resursa, utvrđivanje potrebe dodatnog osposobljavanja lica zaduženih za funkciju sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa i definisanje organizacione strukture službe zaštite životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa. Kontrola primene usvojenih procedura, komunikacije i dokumentovanja postupaka upravljanja zaštitom životne sredine predstavlja pripremu za praćenje primene programa izvršavanja preventivnih mera zaštite životne sredine i osposobljenosti za reagovanje u vanrednim situacijama.

Četvrti deo modela sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa, zasnovan je na trećem polju Demingovog kruga – C (Check–kontrola). Obuhvata postupke evidentiranja propusta u oblasti zaštite životne sredine, određivanje uspešnosti procesa upravljanja, utvrđivanje uzroka nepoštovanja zakonskih normi i razmatranje stavova zainteresovanih strana. Cilj je da se evidentiraju propusti u funkcionisanju sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa i izvrši priprema za prilagođavanje osnovnim principima održivog razvoja.

Peti deo modela sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa predstavlja oblast preispitivanja i identifikacije propusta, koja je definisana četvrtim poljem Demingovog kruga – A (Act-delovanje). Zasnovana je na preispitivanju funkcionisanja sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa. Izvršava se ocenom poštovanja usvojene politike zaštite životne sredine i primenom indikatora: organizacije sistema zaštite životne sredine, realnosti izbora preventivnih mera zaštite životne sredine, realizacije usvojenih ciljeva i energetske

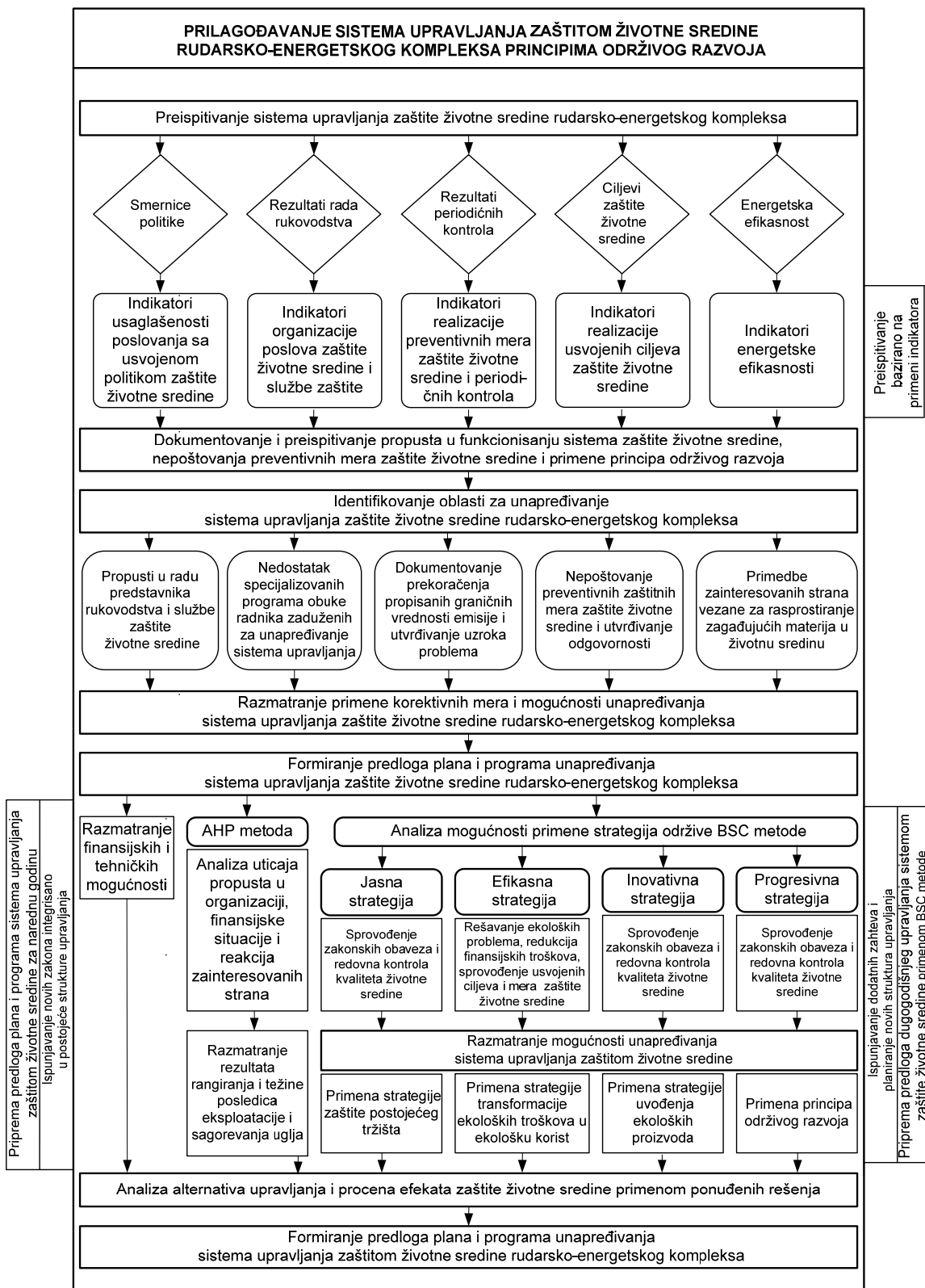
efikasnosti. Primenom AHP metode vrši se analiza uticaja organizaciono-finansijskih problema, dok se BSC metodom vrši izbor strategija razvoja, kako bi se formirao predlog unapređivanja sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa.

Cilj formiranja modela unapređivanja upravljanja je da se utvrde propusti u radu službe zaštite životne sredine, nedostatak neophodnih programa obuke, prekoračenje propisanih graničnih vrednosti emisije, odstupanje od propisanih preventivnih mera zaštite životne sredine i osnovanost primedbi zainteresovanih strana. Unapređivanje sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa podrazumeva razmatranje finansijsko-tehničkih mogućnosti, analizu uticaja propusta metodom analitičkog hijerarhijskog procesa i analizu mogućnosti primene strategija održive BSC metode. Izbor baziran na: primeni zakonskih obaveza i redovnoj kontroli kvaliteta životne sredine, transformaciji ekoloških troškova u ekološku korist, uvođenju ekoloških proizvoda i primeni principa održivog razvoja, predstavlja mogućnost za dugoročan sistemski pristup unapređivanja procesa upravljanja i postepenu integraciju održive BSC metode. Analiza formiranih predloga otvara mogućnosti za unapređivanje sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa, u skladu sa finansijskim, tehničkim i kadrovskim mogućnostima rudarsko energetskog kompleksa. Prilagođavanje sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa principima održivog razvoja predstavljeno je slikom 13.

Primena indikatora usaglašenosti poslovanja sa usvojenom politikom zaštite životne sredine i indikator izvršavanja usvojenih ciljeva ukazuje na propuste u postupcima sprovođenja periodičnih kontrola i nedostatak obučeni kadrova za realizaciju usvojenih ciljeva zaštite životne sredine i programa energetske efikasnosti (slika 13).

Analiza definisanih indikatora predstavlja osnovu za postupke identifikovanja oblasti za unapređivanje sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa, preispitivanja propusta i dokumentovanja nepoštovanja preventivnih mera zaštite životne sredine.

Predlog primene jasne, efikasne, inovativne i progresivne strategije održive BSC metode omogućava razmatranje mogućnosti unapređivanja sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa sistemskim pristupom.



Slika 13 Prilagodavanje sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa principima održivog razvoja

Završna faza procesa modeliranja sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa podrazumeva ocenu predloga modela i definisanje rezultata savremenog pristupa rešavanja ekoloških problema, nastalih eksploatacijom i sagorevanjem uglja. Povratna veza ukazuje na potrebu stalnog praćenja interakcije radnih aktivnosti i propusta u sprovođenju mera zaštite životne sredine.

Efekti modela unapređivanja sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa, zasnovani na analizi rezultata predloženih procesa upravljanja, zavise od spremnosti rukovodstva rudarsko-energetskog kompleksa za rešavanje nagomilanih problema, sposobnosti predstavnika rukovodstva za zaštitu životne sredine, raspoloživih ljudskih resursa u službi zaštite životne sredine i finansijskih ulaganja u dodatno osposobljavanje lica zaduženih za unapređivanje sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa.

#### **5.2.1 Razvoj programa podrške višekriterijumskom odlučivanju u postupku rešavanja problema zaštite životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa „Kostolac“**

Razvoj programa podrške odlučivanju izvršen je s ciljem da se formira realan predlog rešenja problema izbora prioriternih zaštitnih mera i pojednostavi postupak definisanja matrica odlučivanja. Izbor prioriternih mera zaštite životne sredine AHP metodom, baziran je na rezultatima proračuna značajnosti aspekata. Primenom postupaka teorije verovatnoće i izračunavanja značajnosti aspekata životne sredine, smanjuje se mogućnost zanemarivanja značajnih posledica rada rudarsko-energetskog kompleksa i u uslovima kad postoji mala verovatnoća pojavljivanja. Osnovni cilj primene metode višekriterijumskog odlučivanja, u okviru programa podrške, je unapređivanje procesa upravljanja i adekvatan izbor prioriternih mera zaštite. Izbor alternativa višekriterijumskog odlučivanja zavisi od postavljenog cilja upravljanja, polaznih parametara za izbor značajnih aspekata životne sredine, mogućnosti izbora prioriternih zaštitnih mera i nivoa realnosti ocene propusta u radu službe zaštite životne sredine.

Polaznu ocenu za proces odlučivanja i rešavanje praktičnih problema zaštite životne sredine, u postupku unapređivanja sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa, predstavljaju:

- ukupna značajnost aspekata životne sredine,



- ocena štetnosti posledica,
- rangovi uticaja i
- vrednosti indikatora rada rukovodstva rudarsko-energetskog kompleksa i energetske efikasnosti.

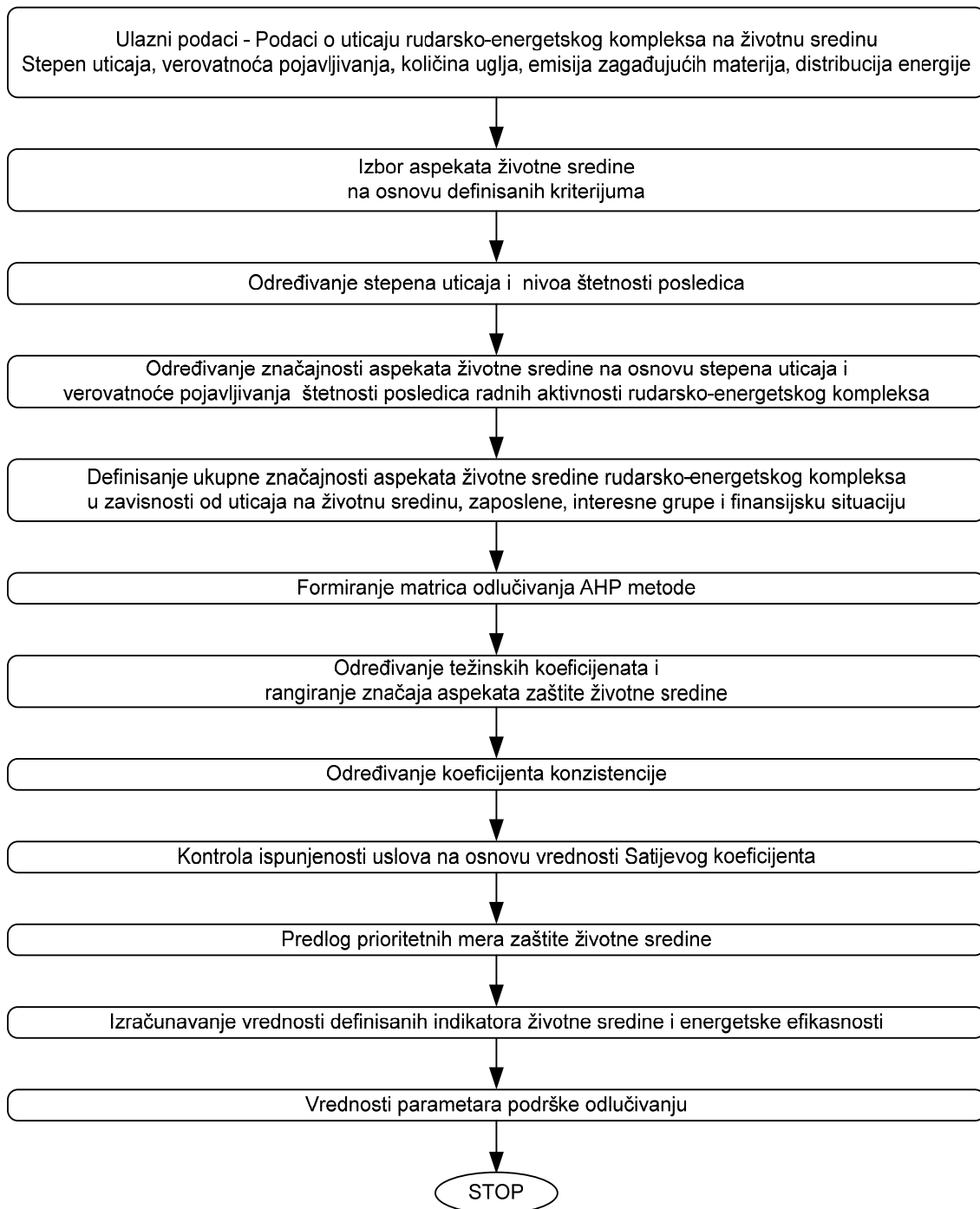
Prognoziranje uticaja rudarsko-energetskog kompleksa na kvalitet životne sredine, vršeno je primenom matematičkog modeliranja i analitičkim hijerarhijskim procesom definisanju značajnosti aspekata životne sredine. Numerički metod prognoziranja uticaja eksploatacije i sagorevanja uglja na kvalitet životne sredine zasnovan je na eksperimentalnim rezultatima, vrednostima emisije zagađujućih materija dobijenim internim monitoringom, izveštajima o stanju životne sredine i postupanju u vanrednim situacijama. Analizirani podaci doprinose sistemskom sagledavanju ozbiljnosti posledica i omogućavaju uočavanje najnepovoljnijih situacija. Određivanje vrednosti energetskih indikatora bazira se na primeni rezultata zvaničnih izveštaja o kvalitetu životne sredine, podataka o količini utrošenog uglja i distribuiranoj energiji. Algoritam programa podrške višekriterijumskom odlučivanju predstavljen je slikom 14.

Jezgro programa podrške višekriterijumskom odlučivanju čine moduli određivanja vrednosti izlaznih parametara, gde spadaju ukupna značajnost aspekata životne sredine, težinski koeficijenti, indeks nekonzistencije i vrednost indikatora životne sredine. Matematički moduli su bazirani na relacijama teorije verovatnoće i AHP metode.

Polazni modul je korišćen za definisanje značajnosti aspekata životne sredine, u zavisnosti od procenjene vrednosti stepena uticaja ( $S_i$ ) i verovatnoće pojavljivanja ( $P_i$ ), u odnosu na definisane kriterijume:

- uticaj na životnu sredinu,
- uticaj na zaposlene,
- uticaj na stavove interesnih grupa i
- uticaj na finansijsko stanje organizacije.

Donošenje odluka na osnovu rezultata višekriterijumskog odlučivanja zavisi od aspekata životne sredine koji imaju najveći rang. Modelom unapređivanja sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa, nije postavljen uslov da se strogo poštuje redosled rangiranja uticaja. Rezultati matematičkog proračuna pružaju podršku odlučivanju i predstavljaju predlog rešenja. Cilj modeliranja nije da se izlazni parametri modela nametnu kao jedino rešenje, jer lice koje donosi odluku ima odgovornost za nastale posledice po kvalitet životne sredine.



Slika 14 Algoritam programa podrške višekriterijumskom odlučivanju

Kriterijumi za rangiranje ocena aspekata su:

- propusti u organizaciji sistema zaštite životne sredine,
- nedostatak finansijskih sredstava za primenu propisanih mera zaštite životne sredine i
- narušavanje konkurentnosti nepovoljnim reagovanjem javnosti i ekoloških organizacija.

Podkriterijumi za donošenje odluka obuhvataju uticaj na:

- osnovne elemente životne sredine,
- zaposlene,
- stavove zainteresovanih strana i
- finansijske troškove sanacije potencijalnih udesnih događaja.

Donošenje odluka na osnovu rezultata višekriterijumskog odlučivanja zavisi od aspekata životne sredine koji imaju najveći rang. Modelom unapređivanja sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa, nije postavljen uslov da se strogo poštuje redosled rangiranja uticaja. Rezultati matematičkog proračuna pružaju podršku odlučivanju i predstavljaju predlog rešenja. Cilj modeliranja nije da se izlazni parametri modela nametnu kao jedino rešenje, jer lice koje donosi odluku ima odgovornost za nastale posledice po kvalitet životne sredine.

### **5.2.2 Program upravljanja zaštitom životne sredine u rudarsko-energetskom kompleksu**

U radu je razvijen model unapređivanja sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa, zasnovan na primeni standarda ISO 14000, poznatog Demingovog modela upravljanja i savremene metode upravljanja bazirane na sistemu uravnoteženih performansi. Realizaciju modela upravljanja omogućava primena programa podrške višekriterijumskom odlučivanju, koja podrazumeva donošenje odluka na osnovu podataka izveštaja o stanju životne sredine, vrednosti indikatora i rezultata metode analitičkog hijerarhijskog procesa. Rezultati numeričkih proračuna zavise od raspoloživosti podataka i dostupnosti zvaničnih izveštaja o kvalitetu vazduha, vode i zemljišta. Primenom definisanog algoritma programa podrške odlučivanju i promenom vrednosti ulaznih podataka, odnosno povećanjem broja simulacija, postiže se bolja osnova za upravljanje sistemom zaštite životne sredine. Numerički model, kao podrška odlučivanju i realizaciji integralnog modela unapređivanja sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa, omogućava sagledavanje realnih problema, baziranih na podacima o količini eksploatisanog uglja, kapacitetu termoelektrana i nivou emisija dominantnih zagađujućih materija. Model omogućava poređenje rezultata o zastupljenosti zagađujućih materija pojedinih rudarsko-energetskih kompleksa, u odnosu na količinu zagađujućih materija svih rudarsko-energetskih kompleksa Republike Srbije, energetskog sektora i sektora energetike i

industrije. Ulazni podaci su definisani na osnovu vrednosti emisije čvrstih čestica, oksida sumpora i oksida azota dvadeset dominantnih izvora emisije, predstavljenih zvaničnim izveštajima o stanju životne sredine Republike Srbije.

Program upravljanja zaštitom životne sredine u rudarsko-energetskom kompleksu baziran je na definisanju aktivnosti i primeni tehnike mrežnog planiranja, s ciljem da se pouzdanije prati odvijanje projekta, predvide uzroci problema u ostvarivanju usvojene politike zaštite životne sredine i izvrši koordinacija aktivnosti upravljanja zaštitom životne sredine. Vremena trajanja aktivnosti su precizno definisana, tako da je ostvaren uslov za primenu metode kritičnog puta. U radu je korišćen softver za upravljanje projektima *MS project* (MS Office), kao alat podrške u upravljanju projektom, kako bi se obezbedila vizuelizacija i prezentacija modela upravljanja, ali i izvršilo smanjenje nepredvidivih situacija u procesu upravljanja. Praćenje različitih aspekata projekta unapređivanja sistema upravljanja zaštitom životne sredine predstavljeno je Gantovim dijagramom (*Gantt Chart*) i mrežnim dijagramom (*Network dijagram*).

Redosled izvršavanja aktivnosti i utvrđivanje minimalnog vremena potrebnog za unapređivanje sistema upravljanja, predstavljaju osnovu za logičku proveru rezultata integralnog modela upravljanja. Planiranje aktivnosti projekta izvršeno je na osnovu modela unapređivanja sistema upravljanja zaštitom životne sredine, predstavljenog Gantovim dijagramom (Prilog P.3).

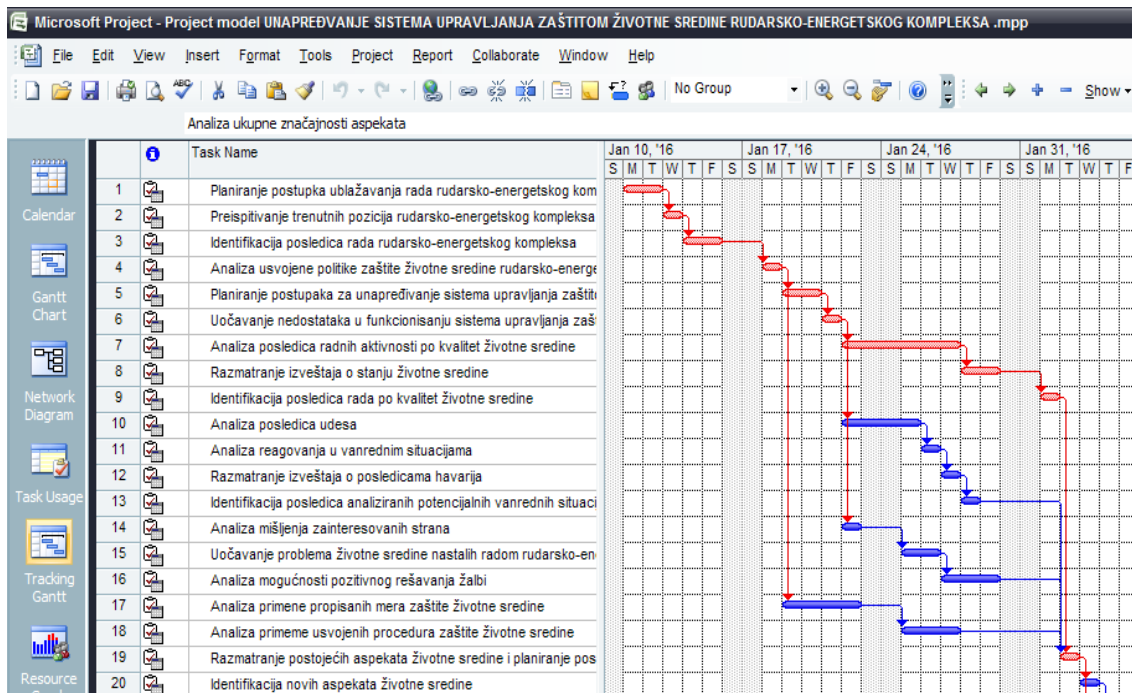
Spisak početnih aktivnosti, sa definisanim redosledom realizacije i vremenima trajanja, predstavljen je strukturnim tabelama projekta upravljanja (slika 15). Osnovne faze projekta su definisane u toku izrade modela upravljanja, kada je i postavljena logička struktura modela, bazirana na: analizi posledica udesa i primene mera zaštite životne sredine (slika 16), definisanju organizacione strukture službe zaštite životne sredine (slika 17), preispitivanju rezultata rada (slika 18), analizi propusta u radu i utvrđivanju prostora za unapređivanje sistema upravljanja (slika 19) i planiranju unapređivanja sistema upravljanja zaštitom životne sredine (slika 20), s ciljem da se uoče kritične aktivnosti u delovima projekta sa razgranatom strukturom.

Microsoft Project - Project model UNAPREĐVANJE SISTEMA UPRAVLJANJA ZAŠTITOM ŽIVOTNE SREDINE RUDARSKO-ENERGETSKOG KOMPLEKSA .mpp

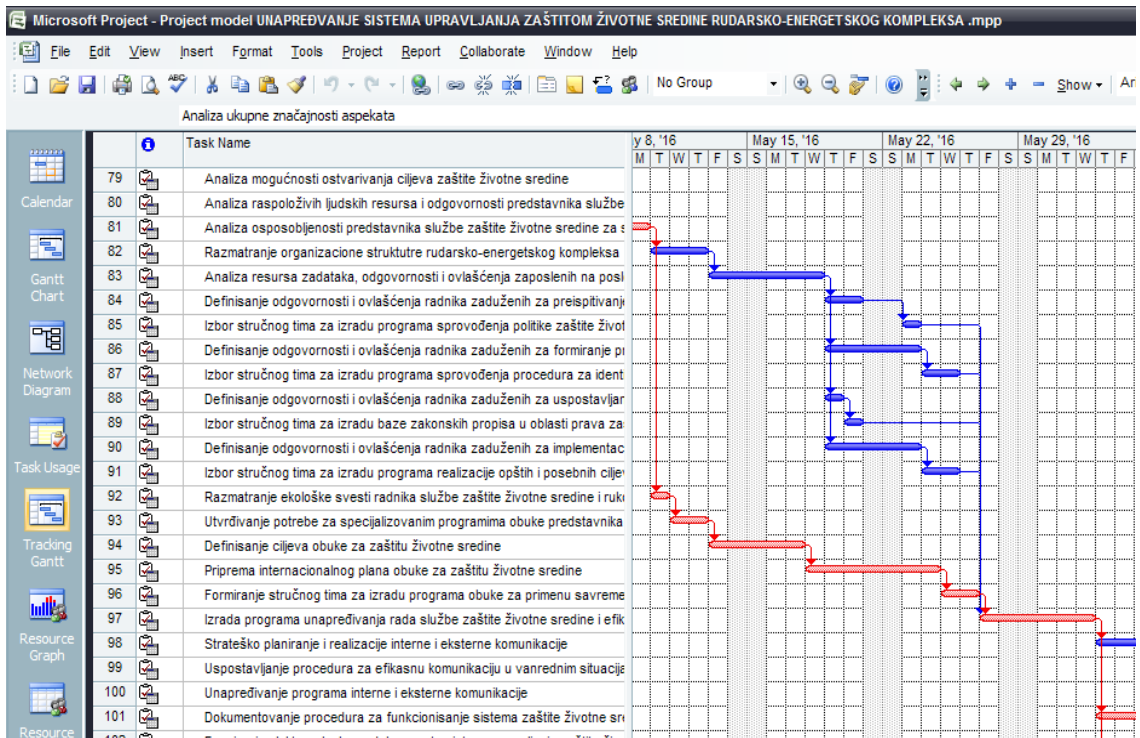
Razmatranje izveštaja o posledicama havarija

| Task ID | Task Name   | Duration |
|---------|---|----------|
| 1       | Planiranje postupka ublažavanja rada rudarsko-energetskog kompleksa po kvalitet životne sredine                     | 2 days   |
| 2       | Preispitivanje trenutnih pozicija rudarsko-energetskog kompleksa kao izvora zagađivanja životne sredine             | 1 day    |
| 3       | Identifikacija posledica rada rudarsko-energetskog kompleksa  | 2 days   |
| 4       | Analiza usvojene politike zaštite životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa                                    | 1 day    |
| 5       | Planiranje postupaka za unapređivanje sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa   | 2 days   |
| 6       | Uočavanje nedostataka u funkcionisanju sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa  | 1 day    |
| 7       | Analiza posledica radnih aktivnosti po kvalitet životne sredine   | 4 days   |
| 8       | Razmatranje izveštaja o stanju životne sredine  | 2 days   |
| 9       | Identifikacija posledica rada po kvalitet životne sredine   | 1 day    |
| 10      | Analiza posledica udesa   | 2 days   |
| 11      | Analiza reagovanja u vanrednim situacijama  | 1 day    |
| 12      | Razmatranje izveštaja o posledicama havarija  | 1 day    |
| 13      | Identifikacija posledica analiziranih potencijalnih vanrednih situacija   | 1 day    |
| 14      | Analiza mišljenja zainteresovanih strana  | 1 day    |
| 15      | Uočavanje problema životne sredine nastalih radom rudarsko-energetskih kompleksa                                    | 2 days   |
| 16      | Analiza mogućnosti pozitivnog rešavanja žalbi   | 3 days   |
| 17      | Analiza primene propisanih mera zaštite životne sredine   | 4 days   |
| 18      | Analiza primene usvojenih procedura zaštite životne sredine   | 3 days   |
| 19      | Razmatranje postojećih aspekata životne sredine i planiranje postupaka za ažuriranje liste aspekata životne sredine | 1 day    |
| 20      | Identifikacija novih aspekata životne sredine   | 1 day    |

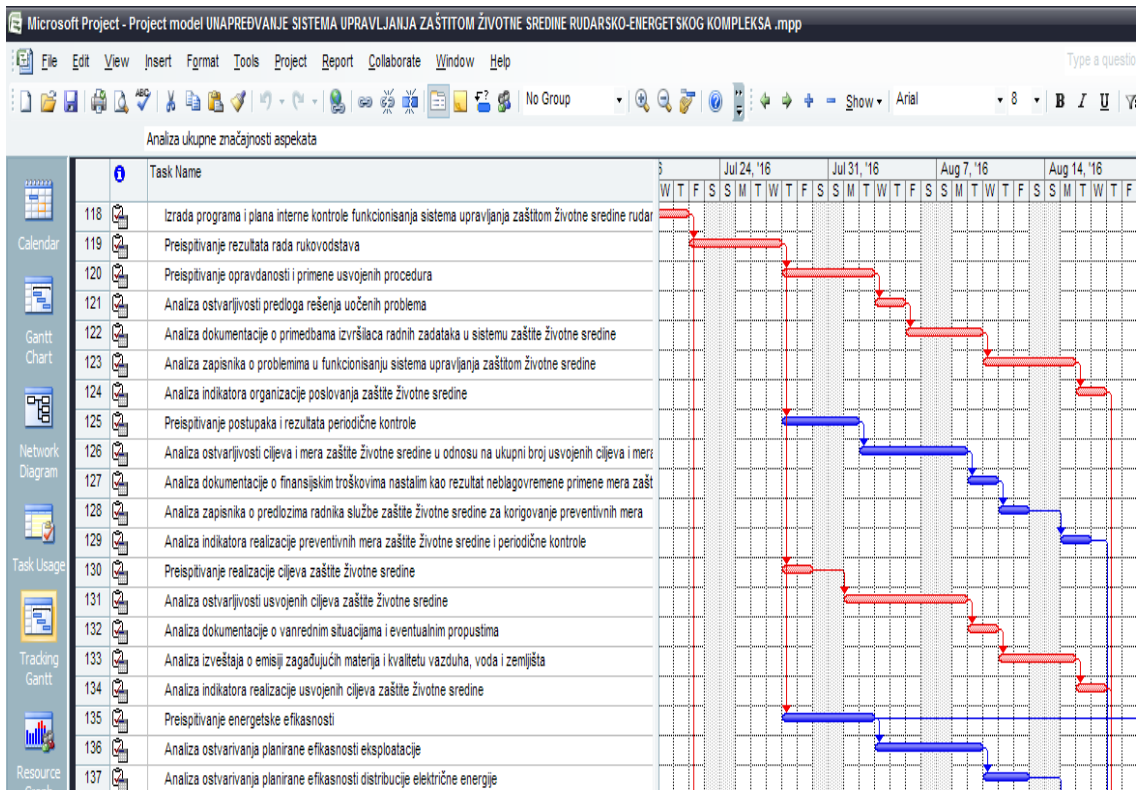
Slika 15 Spisak početnih aktivnosti projekta unapređivanja sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa



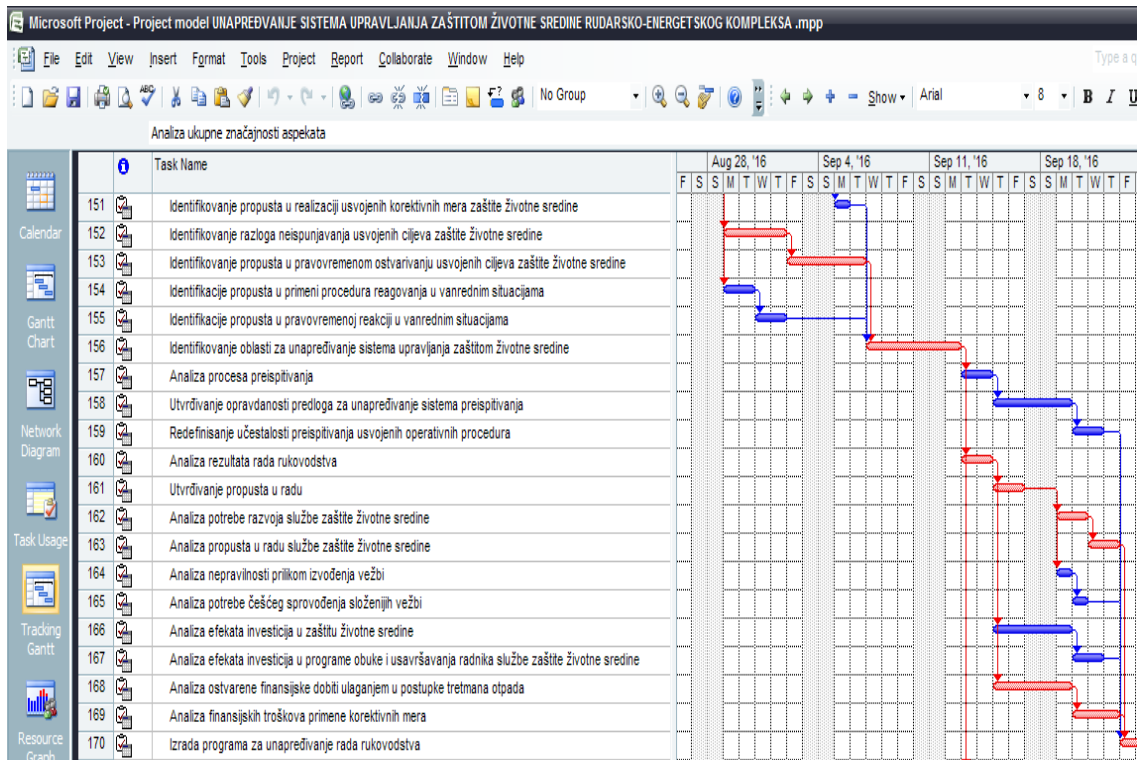
Slika 16 Gantogramski prikaz aktivnosti analize primene usvojenih mera zaštite životne sredine i posledica vanrednih situacija



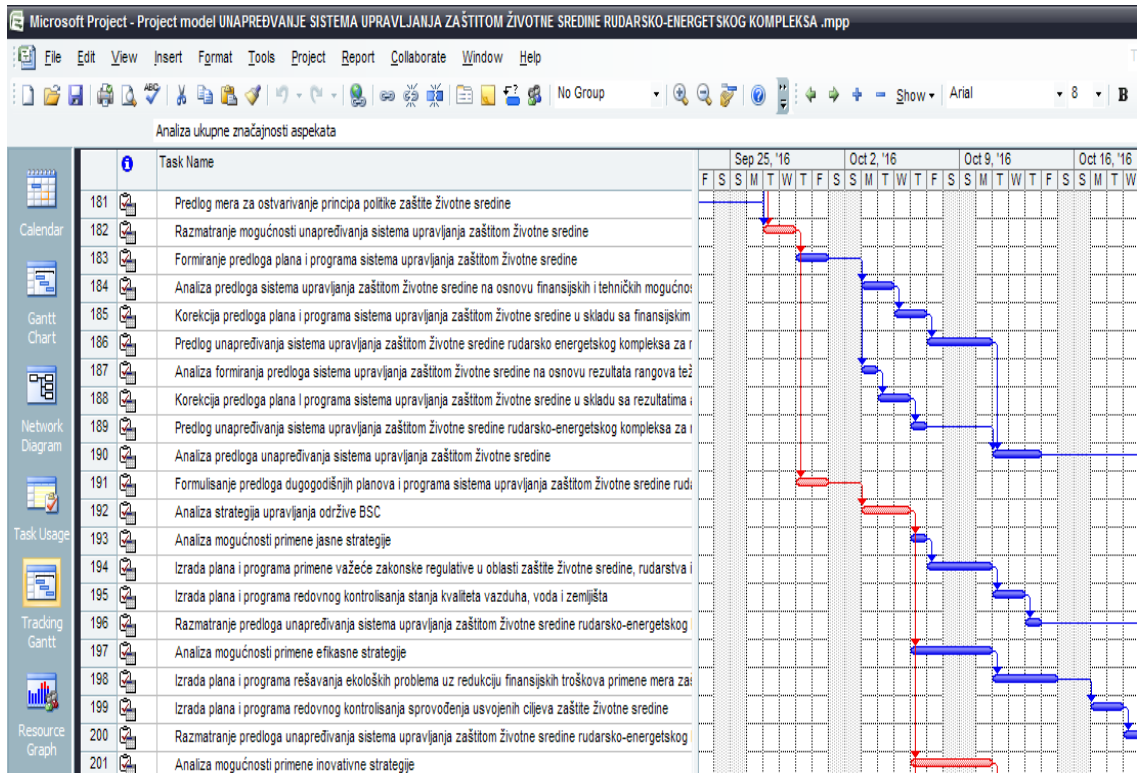
Slika 17 Gantogramski prikaz aktivnosti definisanja odgovornosti i ovlašćenja radnika, provere osposobljenosti i analize organizacione strukture službe zaštite životne sredine



Slika 18 Gantogramski prikaz aktivnosti preispitivanja rezultata rada, organizacije poslovanja u oblasti zaštite životne sredine, ostvarivanja ciljeva zaštite životne sredine i energetske efikasnosti



Slika 19 Gantogramski prikaz aktivnosti utvrđivanja propusta u radu i sprovođenju politike zaštite životne sredine



Slika 20 Gantogramski prikaz aktivnosti planiranja mera za ostvarivanje politike zaštite životne sredine i izradu planova i programa unapređivanja sistem upravljanja zaštitom životne sredine

Vremena trajanja aktivnosti definisana su na osnovu vremena potrebnog za prikupljanje neophodnih podataka i realizacije postavljenih zadataka. Predviđena je mogućnost korigovanja vremena trajanja inicijalnog projekta od strane predstavnika rukovodstva rudarsko-energetskog kompleksa zaduženog za upravljanje zaštitom životne sredine. Primenom softverske podrške upravljanju omogućava se jednostavna korekcija vremena trajanja aktivnosti i praćenje promena na Gantovom dijagramu.

Softverska podrška upravljanju *Ms Project* omogućava praćenje finalnih rezultata unapređivanja sistema upravljanja zaštitom životne sredine, ali istovremeno predstavlja i osnovu za godišnju reviziju planova i programa upravljanja, usvojene politike zaštite životne sredine i liste aspekata životne sredine. Predstavnik rukovodstva, zadužen za upravljanje zaštitom životne sredine, ima mogućnost da prati vlastiti rad i napredovanje projekta, kako bi mogao da kreira pojedinačne izveštaje i podnosi integrisani izveštaj rukovodstvu rudarsko-energetskog kompleksa.

### **5.2.3 Rezultati numeričkog proračuna značajnosti aspekata životne sredine i rangova težine posledica rudarsko-energetskog kompleksa**

Rezultati numeričkog modeliranja uticaja rudarsko-energetskog kompleksa na kvalitet životne sredine omogućavaju predstavljanje značajnosti aspekata životne sredine, određivanje rangova težine posledica, izbor prioriternih mera zaštite životne sredine, definisanje koeficijenta konzistencije metode analitičkog hijerarhijskog procesa i analizu uticaja energetike na kvalitet životne sredine primenom indikatora.

U radu su predstavljeni rezultati proračuna na osnovu programa podrške višekriterijumskog odlučivanja. Prednost primene programa, izrađenog na osnovu algoritma podrške odlučivanju (slika 14) ogleda se u skraćanju vremena proračuna i omogućavanju korisnicima programa da na jednostavan način koriste savremene metode upravljanja u procesu donošenja odluka. Rezultati proračuna, primenom programa podrške višekriterijumskom odlučivanju, predstavljeni su na osnovu ocene uticaja rudarsko-energetskog kompleksa „Kostolac“ na kvalitet vazduha, voda i zemljišta.



### 5.2.3.1 *Rezultati proračuna uticaja rudarsko-energetskog kompleksa na kvalitet vazduha*

Proračun izbora prioriternih aspekata počinje određivanjem značajnosti izabranih aspekata životne sredine, karakterističnih za uticaj rudarsko-energetskih kompleksa na kvalitet vazdušne sredine. Tabelom 48 predstavljen je spisak karakterističnih aspekata životne sredine, koji se koristi kao osnova za definisanje značajnosti aspekata predstavljene slikom 21.

Tabela 48 Spisak aspekata narušavanja kvaliteta vazduha radom rudarsko-energetskog kompleksa „Kostolac”

| Aspekti zaštite životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa |  |
|--|--|
| 1  | Prisustvo prašine na površinskom kopu  |
| 2  | Emisija izduvnih gasova i prašine pri radu rudarske mehanizacije                             |
| 3  | Emisija prašine prilikom odlaganja jalovine  |
| 4  | Emisija izduvnih gasova prilikom transporta uglja kamionima                                  |
| 5  | Emisija prašine prilikom transporta uglja transporterima sa gumenom trakom                   |
| 6  | Prisustvo prašine i uglja na pretovarnim i istovarnim mestima                                |
| 7  | Neadekvatno obaranje prašine na presipnim mestima  |
| 8  | Emisija izduvnih gasova i prašine prilikom utovara i istovara uglja                          |
| 9  | Nepotpuno sagorevanja uglja  |
| 10   | Neredovna zamena filtra sistema za prečišćavanje vazduha                                     |
| 11   | Prekoračenje propisanih vrednosti emisije i imisije zagađujućih materija u vazdušnoj sredini |
| 12   | Neredovno orošavanje deponije pepela   |
| 13   | Nepovoljan odnos vode i pepela u gustoj pulpi  |
| 14   | Pucanje brane i isticanje pepela i vode u recipijent   |
| 15   | Emisija čvrstih čestica i gasova prilikom samozapaljenja uglja                               |

Slikom 21 predstavljeni su rezultati proračuna značajnosti aspekata životne sredine, razmatranih s ciljem da se prevaziđu problemi zagađivanja vazduha.

Na osnovu tabelarnog prikaza spiska aspekata (tabela 48) i rezultata proračuna (slika 42), zaključuje se da prioritet u ublažavanju posledica rada rudarsko-energetskog kompleksa imaju aktivnosti označene brojevima 7, 2, 1, 6 i 11.

Primena analitičkog hijerarhijskog procesa počinje definisanjem matrica na osnovu određene značajnosti aspekata, nastavlja se određivanjem težinskih koeficijenata i završava određivanjem koeficijenta konzistencije. Rezultati proračuna, vršeni za ocenu uticaja raznošenja prašine (1), emisije izduvnih gasova rudarske mehanizacije (2),

raznošenja prašine s puteva (3) i emisija gasova samozapaljenja uglja ili ugljene prašine (4), predstavljeni su slikom 22.

Program podrške višekriterijumskom odlučivanju

Snimi Učitaj

Stepen uticaja Težinski koeficijenti i vektor konzistencije TK i VK 10x10 Indikatori

| j  | S1 | S2 | S3 | S4 | P1 | P2 | P3 | P4 | Z1 | Z2 | Z3 | Z4 | Uj    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|
| 1  | 2  | 3  | 2  | 3  | 3  | 3  | 1  | 1  | 6  | 9  | 2  | 3  | 20.00 |
| 2  | 2  | 3  | 2  | 2  | 3  | 3  | 1  | 2  | 6  | 9  | 2  | 4  | 21.00 |
| 3  | 2  | 3  | 1  | 2  | 3  | 2  | 1  | 1  | 6  | 6  | 1  | 2  | 15.00 |
| 4  | 2  | 1  | 2  | 1  | 3  | 1  | 1  | 1  | 6  | 1  | 2  | 1  | 10.00 |
| 5  | 1  | 1  | 1  | 3  | 2  | 1  | 1  | 1  | 2  | 1  | 1  | 3  | 7.00  |
| 6  | 2  | 3  | 2  | 2  | 3  | 3  | 1  | 1  | 6  | 9  | 2  | 2  | 19.00 |
| 7  | 3  | 3  | 2  | 2  | 3  | 3  | 1  | 1  | 9  | 9  | 2  | 2  | 22.00 |
| 8  | 2  | 3  | 2  | 2  | 3  | 3  | 1  | 1  | 6  | 9  | 2  | 2  | 19.00 |
| 9  | 3  | 3  | 2  | 2  | 1  | 3  | 1  | 2  | 3  | 9  | 2  | 4  | 18.00 |
| 10 | 3  | 2  | 2  | 2  | 1  | 2  | 1  | 1  | 3  | 4  | 2  | 2  | 11.00 |
| 11 | 3  | 2  | 2  | 3  | 3  | 1  | 1  | 2  | 9  | 2  | 2  | 6  | 19.00 |
| 12 | 2  | 1  | 2  | 2  | 3  | 1  | 1  | 2  | 6  | 1  | 2  | 4  | 13.00 |
| 13 | 3  | 1  | 2  | 3  | 3  | 1  | 1  | 2  | 9  | 1  | 2  | 6  | 18.00 |
| 14 | 3  | 2  | 3  | 2  | 1  | 1  | 1  | 2  | 3  | 2  | 3  | 4  | 12.00 |
| 15 | 3  | 3  | 2  | 2  | 1  | 1  | 1  | 2  | 3  | 3  | 2  | 4  | 12.00 |

Slika 21 Rezultati proračuna značajnosti izabranih aspekata narušavanja kvaliteta vazduha radom rudarsko-energetskog kompleksa „Kostolac”

Program podrške višekriterijumskom odlučivanju

Snimi Učitaj

Stepen uticaja Težinski koeficijenti i vektor konzistencije TK i VK 10x10 Indikatori

| j | a1j | a2j | a3j | Kj     | Ti     | Vi     |
|---|-----|-----|-----|--------|--------|--------|
| 1 | 1   | 1/2 | 3   | 3.3333 | 0.3092 | 0.9286 |
| 2 | 2   | 1   | 5   | 1.7000 | 0.5813 | 1.7477 |
| 3 | 1/3 | 1/5 | 1   | 9.0000 | 0.1096 | 0.3289 |

| j | Lmax   | CI     | CR     |
|---|--------|--------|--------|
| 1 | 3.0036 | 0.0018 | 0.0034 |

| j | Lmax   | CI     | CR     |
|---|--------|--------|--------|
| 1 | 4.0212 | 0.0071 | 0.0080 |
| 2 | 4.0938 | 0.0313 | 0.0351 |
| 3 | 4.0040 | 0.0013 | 0.0015 |
| 4 | 4.0212 | 0.0071 | 0.0080 |
| 5 | 4.0041 | 0.0014 | 0.0015 |
| 6 | 4.0207 | 0.0069 | 0.0078 |
| 7 | 4.0156 | 0.0052 | 0.0059 |

| j | a1j | a2j | a3j | a4j | Kj      | Ti     | Vi     |
|---|-----|-----|-----|-----|---------|--------|--------|
| 1 | 1   | 1/2 | 2   | 3   | 3.8333  | 0.2642 | 1.0642 |
| 2 | 2   | 1   | 4   | 5   | 1.9500  | 0.5056 | 2.0416 |
| 3 | 1/2 | 1/4 | 1   | 2   | 7.5000  | 0.1434 | 0.5755 |
| 4 | 1/3 | 1/5 | 1/2 | 1   | 11.0000 | 0.0868 | 0.3477 |
| 1 | 1   | 1/2 | 2   | 8   | 3.6250  | 0.2892 | 1.1911 |
| 2 | 2   | 1   | 4   | 9   | 1.8611  | 0.5055 | 2.1037 |
| 3 | 1/2 | 1/4 | 1   | 6   | 7.1667  | 0.1654 | 0.6752 |
| 4 | 1/8 | 1/9 | 1/6 | 1   | 24.0000 | 0.0398 | 0.1597 |
| 1 | 1   | 3   | 3   | 1/2 | 3.6667  | 0.2840 | 1.1370 |
| 2 | 1/3 | 1   | 1   | 1/5 | 10.0000 | 0.0990 | 0.3962 |
| 3 | 1/3 | 1   | 1   | 1/5 | 10.0000 | 0.0990 | 0.3962 |
| 4 | 2   | 5   | 5   | 1   | 1.9000  | 0.5179 | 2.0759 |
| 1 | 1   | 1/2 | 2   | 3   | 3.8333  | 0.2642 | 1.0642 |
| 2 | 2   | 1   | 4   | 5   | 1.9500  | 0.5056 | 2.0416 |
| 3 | 1/2 | 1/4 | 1   | 2   | 7.5000  | 0.1434 | 0.5755 |
| 4 | 1/3 | 1/5 | 1/2 | 1   | 11.0000 | 0.0868 | 0.3477 |
| 1 | 1   | 1   | 2   | 5   | 2.7000  | 0.3682 | 1.4749 |
| 2 | 1   | 1   | 2   | 5   | 2.7000  | 0.3682 | 1.4749 |
| 3 | 1/2 | 1/2 | 1   | 3   | 5.3333  | 0.1930 | 0.7727 |
| 4 | 1/5 | 1/5 | 1/3 | 1   | 14.0000 | 0.0705 | 0.2821 |
| 1 | 1   | 1   | 1/3 | 3   | 5.3333  | 0.1969 | 0.7911 |
| 2 | 1   | 1   | 1/3 | 3   | 5.3333  | 0.1969 | 0.7911 |
| 3 | 3   | 3   | 1   | 6   | 1.8333  | 0.5330 | 2.1536 |
| 4 | 1/3 | 1/3 | 1/6 | 1   | 13.0000 | 0.0732 | 0.2933 |
| 1 | 1   | 1/2 | 5   | 5   | 3.4000  | 0.3221 | 1.2947 |
| 2 | 2   | 1   | 7   | 7   | 1.7857  | 0.5371 | 2.1669 |
| 3 | 1/5 | 1/7 | 1   | 1   | 14.0000 | 0.0704 | 0.2819 |
| 4 | 1/5 | 1/7 | 1   | 1   | 14.0000 | 0.0704 | 0.2819 |

Slika 22 Rezultati primene analitičkog hijerarhijskog procesa, u postupku definisanja uticaja površinske eksploatacije uglja rudarsko-energetskog kompleksa „Kostolac” na kvalitet vazdušne sredine

### 5.2.3.2 *Rezultati proračuna uticaja rudarsko-energetskog kompleksa na kvalitet voda*

Određivanjem značajnosti izabranih aspekata životne sredine, karakterističnih za narušavanje kvaliteta voda, predstavljenih tabelom 49, stvara se mogućnost za primenu dela programa podrške odlučivanju koji se odnosi na definisanje značajnosti aspekata.

Tabela 49 Spisak aspekata narušavanja kvaliteta voda radom rudarsko-energetskog kompleksa „Kostolac”

| Aspekti zaštite životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa |  |
|--|--|
| 1  | Nepovoljna lokacija rudnika u odnosu na slivno područje                        |
| 2  | Neredovno prečišćavanje rudničkih voda   |
| 3  | Povećanje površine izgubljenog humusnog sloja                                  |
| 4  | Spiranje površina jalovišta  |
| 5  | Neredovno prečišćavanje procednih voda jalovišta                               |
| 6  | Spiranje puteva atmosferskim vodama i oticanje podzemnim tokovima              |
| 7  | Spiranje ulja s kolovoza i pretovarnih mesta atmosferskim vodama               |
| 8  | Orošavanje puteva i oticanje zagađene vode u podzemne tokove                   |
| 9  | Spiranje puteva i oticanje atmosferskih voda u okolno zemljište                |
| 10   | Ispuštanje neprečišćene otpadne tehnološke vode                                |
| 11   | Ispuštanje tehnološke vode   |
| 12   | Neadekvatno odlaganje mulja  |
| 13   | Spiranje pepelišta atmosferskim vodama   |
| 14   | Povećana koncentracija teških metala u procednim, prelivnim i drenažnim vodama |
| 15   | Pucanje brane i isticanje pepela i vode u recipijent                           |

Na slici 23 prikazani su rezultati proračuna značajnosti predloženih aspekata životne sredine.

Značajnost aspekata, predstavljena slikom 23, pokazuje da prioritet u rešavanju problema zagađivanja voda imaju aktivnosti broj 1, 2, 10 i 13.

Slikom 24 predstavljeni su rezultati proračuna uticaja oticanja neprečišćenih rudničkih voda (1), oticanja prelivnih i drenažnih voda jalovišta i pepelišta (2), ispuštanja tehnoloških voda korišćenih za pranje kotlova (3) i oticanja atmosferskih voda zagađenih ugljenom prašinom (4).

Program podrške višekriterijumskom odlučivanju

Snimi Učitaj

Stepen uticaja Težinski koeficijenti i vektor konzistencije TK i VK 10x10 Indikatori

| j  | S1 | S2 | S3 | S4 | P1 | P2 | P3 | P4 | Z1 | Z2 | Z3 | Z4 | Uj    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|
| 1  | 3  | 3  | 2  | 2  | 3  | 1  | 1  | 2  | 9  | 3  | 2  | 4  | 18.00 |
| 2  | 3  | 1  | 2  | 3  | 3  | 1  | 1  | 1  | 9  | 1  | 2  | 3  | 15.00 |
| 3  | 3  | 1  | 1  | 3  | 3  | 1  | 1  | 1  | 9  | 1  | 1  | 3  | 14.00 |
| 4  | 2  | 1  | 2  | 2  | 2  | 1  | 1  | 1  | 4  | 1  | 2  | 2  | 9.00  |
| 5  | 2  | 1  | 1  | 2  | 2  | 1  | 1  | 1  | 4  | 1  | 1  | 2  | 8.00  |
| 6  | 2  | 1  | 1  | 2  | 2  | 1  | 1  | 1  | 4  | 1  | 1  | 2  | 8.00  |
| 7  | 2  | 1  | 1  | 2  | 2  | 1  | 1  | 1  | 4  | 1  | 1  | 2  | 8.00  |
| 8  | 1  | 1  | 2  | 2  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 2  | 2  | 6.00  |
| 9  | 2  | 1  | 2  | 2  | 2  | 1  | 2  | 1  | 4  | 1  | 4  | 2  | 11.00 |
| 10 | 3  | 1  | 2  | 3  | 3  | 1  | 2  | 1  | 9  | 1  | 4  | 3  | 17.00 |
| 11 | 3  | 1  | 2  | 3  | 3  | 1  | 1  | 1  | 9  | 1  | 2  | 3  | 15.00 |
| 12 | 3  | 1  | 2  | 2  | 2  | 1  | 1  | 1  | 6  | 1  | 2  | 2  | 11.00 |
| 13 | 3  | 1  | 2  | 3  | 2  | 1  | 2  | 1  | 6  | 1  | 4  | 3  | 14.00 |
| 14 | 2  | 1  | 2  | 3  | 3  | 1  | 1  | 1  | 6  | 1  | 2  | 3  | 12.00 |
| 15 | 3  | 2  | 3  | 2  | 1  | 1  | 1  | 2  | 3  | 2  | 3  | 4  | 12.00 |

Slika 23 Značajnost izabranih aspekata narušavanja kvaliteta voda radom rudarsko-energetskog kompleksa „Kostolac”

Program podrške višekriterijumskom odlučivanju

Snimi Učitaj

Stepen uticaja Težinski koeficijenti i vektor konzistencije TK i VK 10x10 Indikatori

| j | a1j | a2j | a3j | Kj      | Ti     | Vi     |
|---|-----|-----|-----|---------|--------|--------|
| 1 | 1   | 1/5 | 3   | 6.3333  | 0.1863 | 0.5641 |
| 2 | 5   | 1   | 8   | 1.3250  | 0.7370 | 2.2829 |
| 3 | 1/3 | 1/8 | 1   | 12.0000 | 0.0768 | 0.2310 |

| j | Lmax   | CI     | CR     |
|---|--------|--------|--------|
| 1 | 3.0444 | 0.0222 | 0.0427 |

| j | Lmax   | CI     | CR     |
|---|--------|--------|--------|
| 1 | 4.0041 | 0.0014 | 0.0015 |
| 2 | 4.0212 | 0.0071 | 0.0080 |
| 3 | 4.0001 | 0.0000 | 0.0001 |
| 4 | 4.0104 | 0.0035 | 0.0039 |
| 5 | 4.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 6 | 4.2355 | 0.0785 | 0.0882 |
| 7 | 4.0000 | 0.0000 | 0.0000 |

| j | a1j | a2j | a3j | a4j | Kj      | Ti     | Vi     |
|---|-----|-----|-----|-----|---------|--------|--------|
| 1 | 1   | 1   | 5   | 2   | 2.7000  | 0.3682 | 1.4749 |
| 2 | 1   | 1   | 5   | 2   | 2.7000  | 0.3682 | 1.4749 |
| 3 | 1/5 | 1/5 | 1   | 1/3 | 14.0000 | 0.0705 | 0.2821 |
| 4 | 1/2 | 1/2 | 3   | 1   | 5.3333  | 0.1930 | 0.7727 |
| 1 | 1   | 2   | 5   | 4   | 1.9500  | 0.5056 | 2.0416 |
| 2 | 1/2 | 1   | 3   | 2   | 3.8333  | 0.2642 | 1.0642 |
| 3 | 1/5 | 1/3 | 1   | 1/2 | 11.0000 | 0.0868 | 0.3477 |
| 4 | 1/4 | 1/2 | 2   | 1   | 7.5000  | 0.1434 | 0.5755 |
| 1 | 1   | 3   | 3   | 3   | 2.0000  | 0.5000 | 2.0003 |
| 2 | 1/3 | 1   | 1   | 1   | 6.0000  | 0.1667 | 0.6668 |
| 3 | 1/3 | 1   | 1   | 1   | 6.0000  | 0.1667 | 0.6668 |
| 4 | 1/3 | 1   | 1   | 1   | 6.0000  | 0.1667 | 0.6668 |
| 1 | 1   | 1/2 | 2   | 1/2 | 5.5000  | 0.1892 | 0.7585 |
| 2 | 2   | 1   | 3   | 1   | 2.8333  | 0.3507 | 1.4077 |
| 3 | 1/2 | 1/3 | 1   | 1/3 | 9.0000  | 0.1093 | 0.4377 |
| 4 | 2   | 1   | 3   | 1   | 2.8333  | 0.3507 | 1.4077 |
| 1 | 1   | 1   | 1   | 1   | 4.0000  | 0.2500 | 1.0000 |
| 2 | 1   | 1   | 1   | 1   | 4.0000  | 0.2500 | 1.0000 |
| 3 | 1   | 1   | 1   | 1   | 4.0000  | 0.2500 | 1.0000 |
| 4 | 1   | 1   | 1   | 1   | 4.0000  | 0.2500 | 1.0000 |
| 1 | 1   | 3   | 3   | 1   | 2.6667  | 0.3646 | 1.5416 |
| 2 | 1/3 | 1   | 1   | 2/3 | 8.0000  | 0.1493 | 0.6354 |
| 3 | 1/3 | 1   | 1   | 1/3 | 8.0000  | 0.1215 | 0.5139 |
| 4 | 1   | 3   | 3   | 1   | 3.0000  | 0.3646 | 1.5416 |
| 1 | 1   | 1   | 1   | 5   | 3.2000  | 0.3125 | 1.2500 |
| 2 | 1   | 1   | 1   | 5   | 3.2000  | 0.3125 | 1.2500 |
| 3 | 1   | 1   | 1   | 5   | 3.2000  | 0.3125 | 1.2500 |
| 4 | 1/5 | 1/5 | 1/5 | 1   | 16.0000 | 0.0625 | 0.2500 |

Slika 24 Rezultati primene analitičkog hijerarhijskog procesa u postupku definisanja uticaja rudarsko-energetskog kompleksa „Kostolac” na kvalitet voda

### 5.2.3.3 *Rezultati proračuna uticaja rudarsko-energetskog kompleksa na kvalitet zemljišta*

Ocena posledica rada rudarsko-energetskog kompleksa po kvalitet okolnog zemljišta, na osnovu značajnosti izabranih aspekata životne sredine, predstavljena je tabelom 50.

Tabela 50 Spisak aspekata narušavanja kvaliteta zemljišta radom rudarsko-energetskog kompleksa „Kostolac”

| Aspekti zaštite životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa |  |
|--|--|
| 1  | Prisustvo prašine na površinskom kopu                                      |
| 2  | Raznošenje ugljene prašine u okolno zemljište                              |
| 3  | Povećanje površine trajno uništenog prostora                               |
| 4  | Neadekvatno odlaganje jalovine   |
| 5  | Emisija prašine prilikom odlaganja jalovine                                |
| 6  | Emisija izduvnih gasova prilikom transporta uglja kamionima                |
| 7  | Emisija prašine prilikom transporta uglja transporterima sa gumenom trakom |
| 8  | Povećanje površine zatrpanog humusnog sloja                                |
| 9  | Spiranje površina jalovišta  |
| 10   | Neredovno prečišćavanje procednih voda jalovišta                           |
| 11   | Prisustvo prašine i uglja na utovarnim mestima                             |
| 12   | Spiranje ulja s kolovoza i pretovarnih mesta atmosferskim vodama           |
| 13   | Spiranje puteva i oticanje atmosferskih voda u okolno zemljište            |
| 14   | Neredovno orošavanje deponije pepela                                       |
| 15   | Emisija teških metala u okolno zemljište                                   |

Slikom 25 prikazani su rezultati proračuna značajnosti aspekata bazirani na oceni karakterističnih posledica.

Slikom 26 predstavljeni su rezultati proračuna uticaja raznošenja prašine i pepela (1), povećanja koncentracije teških metala u zemljištu (2), izlivanja pepela sa deponija (3) i trajnog uništavanja zemljišta površinskom eksploatacijom i deponovanjem pepela i jalovine (4).

Prikazani rezultati definisanja značajnosti aspekata životne sredine, rešavanja matrica odlučivanja i određivanja težinskih koeficijenata, slikama 22, 24 i 26 predstavljaju podršku odlučivanju u procesu upravljanja.

Program podrške višekriterijumskom odlučivanju

Snimi Učitaj

Stepen uticaja Težinski koeficijenti i vektor konzistencije TK i VK 10x10 Indikatori

| j  | S1 | S2 | S3 | S4 | P1 | P2 | P3 | P4 | Z1 | Z2 | Z3 | Z4 | Uj    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|
| 1  | 2  | 3  | 2  | 3  | 3  | 3  | 1  | 1  | 6  | 9  | 2  | 3  | 20.00 |
| 2  | 2  | 1  | 2  | 2  | 3  | 1  | 1  | 1  | 6  | 1  | 2  | 2  | 11.00 |
| 3  | 3  | 1  | 2  | 1  | 2  | 1  | 1  | 2  | 6  | 1  | 2  | 2  | 11.00 |
| 4  | 2  | 1  | 1  | 2  | 3  | 1  | 1  | 1  | 6  | 1  | 1  | 2  | 10.00 |
| 5  | 2  | 3  | 1  | 2  | 3  | 2  | 1  | 1  | 6  | 6  | 1  | 2  | 15.00 |
| 6  | 2  | 1  | 2  | 1  | 3  | 1  | 1  | 1  | 6  | 1  | 2  | 1  | 10.00 |
| 7  | 1  | 1  | 1  | 3  | 2  | 1  | 1  | 1  | 2  | 1  | 1  | 3  | 7.00  |
| 8  | 3  | 1  | 1  | 3  | 3  | 1  | 1  | 1  | 9  | 1  | 1  | 3  | 14.00 |
| 9  | 2  | 1  | 2  | 2  | 2  | 1  | 1  | 1  | 4  | 1  | 2  | 2  | 9.00  |
| 10 | 2  | 1  | 1  | 2  | 2  | 1  | 1  | 1  | 4  | 1  | 1  | 2  | 8.00  |
| 11 | 2  | 3  | 2  | 2  | 3  | 3  | 1  | 1  | 6  | 9  | 2  | 2  | 19.00 |
| 12 | 2  | 1  | 1  | 2  | 2  | 1  | 1  | 1  | 4  | 1  | 1  | 2  | 8.00  |
| 13 | 2  | 1  | 2  | 2  | 2  | 1  | 2  | 1  | 4  | 1  | 4  | 2  | 11.00 |
| 14 | 2  | 1  | 2  | 2  | 3  | 1  | 1  | 2  | 6  | 1  | 2  | 4  | 13.00 |
| 15 | 2  | 1  | 2  | 2  | 3  | 1  | 1  | 1  | 6  | 1  | 2  | 2  | 11.00 |

Slika 25 Značajnost izabranih aspekata narušavanja kvaliteta zemljišta radom rudarsko-energetskog kompleksa „Kostolac”

Program podrške višekriterijumskom odlučivanju

Snimi Učitaj

Stepen uticaja Težinski koeficijenti i vektor konzistencije TK i VK 10x10 Indikatori

| j | a1j | a2j | a3j | Kj      | Ti     | Vi     |
|---|-----|-----|-----|---------|--------|--------|
| 1 | 1   | 1/2 | 6   | 3.1667  | 0.3412 | 1.0303 |
| 2 | 2   | 1   | 8   | 1.6250  | 0.5934 | 1.7990 |
| 3 | 1/6 | 1/8 | 1   | 15.0000 | 0.0654 | 0.1964 |

| j | Lmax   | CI     | CR     |
|---|--------|--------|--------|
| 1 | 3.0181 | 0.0091 | 0.0174 |

| j | Lmax   | CI     | CR     |
|---|--------|--------|--------|
| 1 | 4.0156 | 0.0052 | 0.0059 |
| 2 | 4.0938 | 0.0313 | 0.0351 |
| 3 | 4.0105 | 0.0035 | 0.0039 |
| 4 | 4.0041 | 0.0014 | 0.0015 |
| 5 | 4.0001 | 0.0000 | 0.0001 |
| 6 | 4.0145 | 0.0048 | 0.0054 |
| 7 | 4.0104 | 0.0035 | 0.0039 |

| j | a1j | a2j | a3j | a4j | Kj      | Ti     | Vi     |
|---|-----|-----|-----|-----|---------|--------|--------|
| 1 | 1   | 1/2 | 3   | 1/2 | 5.3333  | 0.1963 | 0.7884 |
| 2 | 2   | 1   | 4   | 1   | 2.7500  | 0.3542 | 1.4246 |
| 3 | 1/3 | 1/4 | 1   | 1/5 | 13.0000 | 0.0761 | 0.3048 |
| 4 | 2   | 1   | 5   | 1   | 2.7000  | 0.3734 | 1.5007 |
| 1 | 1   | 1/2 | 6   | 1/4 | 7.1667  | 0.1654 | 0.6752 |
| 2 | 2   | 1   | 8   | 1/2 | 3.6250  | 0.2892 | 1.1911 |
| 3 | 1/6 | 1/8 | 1   | 1/9 | 24.0000 | 0.0398 | 0.1597 |
| 4 | 4   | 2   | 9   | 1   | 1.8611  | 0.5055 | 2.1037 |
| 1 | 1   | 1   | 1/2 | 1/3 | 7.0000  | 0.1411 | 0.5653 |
| 2 | 1   | 1   | 1/2 | 1/3 | 7.0000  | 0.1411 | 0.5653 |
| 3 | 2   | 2   | 1   | 1/2 | 4.0000  | 0.2630 | 1.0548 |
| 4 | 3   | 3   | 2   | 1   | 2.1667  | 0.4547 | 1.8273 |
| 1 | 1   | 2   | 5   | 1   | 2.7000  | 0.3682 | 1.4749 |
| 2 | 1/2 | 1   | 3   | 1/2 | 5.3333  | 0.1930 | 0.7727 |
| 3 | 1/5 | 1/3 | 1   | 1/5 | 14.0000 | 0.0705 | 0.2821 |
| 4 | 1   | 2   | 5   | 1   | 2.7000  | 0.3682 | 1.4749 |
| 1 | 1   | 1   | 1/3 | 1   | 6.0000  | 0.1667 | 0.6668 |
| 2 | 1   | 1   | 1/3 | 1   | 6.0000  | 0.1667 | 0.6668 |
| 3 | 3   | 3   | 1   | 3   | 2.0000  | 0.5000 | 2.0003 |
| 4 | 1   | 1   | 1/3 | 1   | 6.0000  | 0.1667 | 0.6668 |
| 1 | 1   | 3   | 2   | 1/2 | 3.8333  | 0.2718 | 1.0929 |
| 2 | 1/3 | 1   | 1/2 | 1/5 | 11.0000 | 0.0883 | 0.3541 |
| 3 | 1/2 | 2   | 1   | 1/3 | 6.5000  | 0.1575 | 0.6308 |
| 4 | 2   | 5   | 3   | 1   | 2.0333  | 0.4824 | 1.9400 |
| 1 | 1   | 1   | 1/2 | 2   | 4.5000  | 0.2272 | 0.9110 |
| 2 | 1   | 1   | 1/2 | 2   | 4.5000  | 0.2272 | 0.9110 |
| 3 | 2   | 2   | 1   | 3   | 2.3333  | 0.4231 | 1.6994 |
| 4 | 1/2 | 1/2 | 1/3 | 1   | 8.0000  | 0.1225 | 0.4907 |

Slika 26 Rezultati primene analitičkog hijerarhijskog procesa u postupku definisanja uticaja rudarsko-energetskog kompleksa „Kostolac” na kvalitet zemljišta

#### 5.2.3.4 *Rezultati proračuna uticaja procesa transporta uglja, odlaganja jalovine, sagorevanja uglja i deponovanja pepela na kvalitet životne sredine*

Ocena posledica transporta uglja, odlaganja jalovine, sagorevanja uglja i deponovanja pepela predstavljena je rezultatima analitičko hijerarhijskog procesa. Uticaj transporta uglja ocenjivan je na osnovu sagledavanja posledica emisije izduvnih gasova mehanizacije za transport (1), emisije prašine prilikom utovara i istovara kamiona (2), emisije prašine s transportnih traka (3) i spiranja presipnih mesta (4), dok su rezultati proračuna dobijeni primenom programa podrške odlučivanja (slika 27). Proces deponovanja jalovine karakteriše raznošenje prašine (1), spiranje jalovišta (2), neadekvatno odlaganje jalovine (3) i zatrpavanje humusnog dela zemljišta (4), tako da je ocenjivan njihov prioritet rešavanja (slika 28). Ocena uticaja sagorevanja uglja na kvalitet vazduha vršena je na osnovu rangiranja posledica nepotpunog sagorevanja uglja (1), neredovne zamene filtra (2), prekoračenja graničnih vrednosti emisije (3) i neadekvatnog odlaganja pepela i šljake (4) (slika 29). Deponije pepela razmatrane su kao izvor zagađivanja životne sredine, koji odlikuju raznošenje pepela usled eolske erozije (1), spiranje pepelišta (2), nepovoljan odnos vode i pepela u gustoj pulpi (2) i mogućnost pucanja brane pepelišta (4) (slika 30). Slikama 22, 24 i 26 predstavljeni su rezultati proračuna dobijeni primenom AHP metode.

Rezultati rangiranja težina posledica transporta uglja, odlaganja jalovine, sagorevanja uglja i deponovanja pepela, predstavljeni slikama 27, 28, 29 i 30 ukazuju na prioritet u izboru preventivnih i korektivnih zaštitnih mera.

Program podrške višekriterijumskom odlučivanju

Snimi Učitaj

Stepen uticaja Težinski koeficijenti i vektor konzistencije TK i VK 10x10 Indikatori

| j | a1j | a2j | a3j | Kj      | Ti     | Vi     |
|---|-----|-----|-----|---------|--------|--------|
| 1 | 1   | 1/2 | 6   | 3.1667  | 0.3412 | 1.0303 |
| 2 | 2   | 1   | 8   | 1.6250  | 0.5934 | 1.7990 |
| 3 | 1/6 | 1/8 | 1   | 15.0000 | 0.0654 | 0.1964 |

| j | Lmax   | CI     | CR     |
|---|--------|--------|--------|
| 1 | 3.0181 | 0.0091 | 0.0174 |

| j | Lmax   | CI     | CR     |
|---|--------|--------|--------|
| 1 | 4.0156 | 0.0052 | 0.0059 |
| 2 | 4.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 3 | 4.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 4 | 4.0042 | 0.0014 | 0.0016 |
| 5 | 4.1233 | 0.0411 | 0.0462 |
| 6 | 4.2542 | 0.0847 | 0.0952 |
| 7 | 4.0938 | 0.0313 | 0.0351 |

| j | a1j | a2j | a3j | a4j | Kj      | Ti     | Vi     |
|---|-----|-----|-----|-----|---------|--------|--------|
| 1 | 1   | 1/5 | 1/7 | 1   | 14.0000 | 0.0704 | 0.2819 |
| 2 | 5   | 1   | 1/2 | 5   | 3.4000  | 0.3221 | 1.2947 |
| 3 | 7   | 2   | 1   | 7   | 1.7857  | 0.5371 | 2.1669 |
| 4 | 1   | 1/5 | 1/7 | 1   | 14.0000 | 0.0704 | 0.2819 |
| 1 | 1   | 1/4 | 1/4 | 1   | 10.0000 | 0.1000 | 0.4000 |
| 2 | 4   | 1   | 1   | 4   | 2.5000  | 0.4000 | 1.6000 |
| 3 | 4   | 1   | 1   | 4   | 2.5000  | 0.4000 | 1.6000 |
| 4 | 1   | 1/4 | 1/4 | 1   | 10.0000 | 0.1000 | 0.4000 |
| 1 | 1   | 3   | 1   | 1   | 3.3333  | 0.3000 | 1.2000 |
| 2 | 1/3 | 1   | 1/3 | 1/3 | 10.0000 | 0.1000 | 0.4000 |
| 3 | 1   | 3   | 1   | 1   | 3.3333  | 0.3000 | 1.2000 |
| 4 | 1   | 3   | 1   | 1   | 3.3333  | 0.3000 | 1.2000 |
| 1 | 1   | 3   | 1/2 | 1   | 4.3333  | 0.2347 | 0.9397 |
| 2 | 1/3 | 1   | 1/5 | 1/3 | 12.0000 | 0.0820 | 0.3282 |
| 3 | 2   | 5   | 1   | 2   | 2.2000  | 0.4486 | 1.7974 |
| 4 | 1   | 3   | 1/2 | 1   | 4.3333  | 0.2347 | 0.9397 |
| 1 | 1   | 1/4 | 6   | 6   | 5.3333  | 0.2658 | 1.0945 |
| 2 | 4   | 1   | 9   | 9   | 1.4722  | 0.6220 | 2.6950 |
| 3 | 1/6 | 1/9 | 1   | 1   | 17.0000 | 0.0561 | 0.2256 |
| 4 | 1/6 | 1/9 | 1   | 1   | 17.0000 | 0.0561 | 0.2256 |
| 1 | 1   | 1/4 | 1/3 | 1   | 9.0000  | 0.1230 | 0.5010 |
| 2 | 4   | 1   | 1/3 | 1   | 5.2500  | 0.2421 | 1.0515 |
| 3 | 3   | 3   | 1   | 3   | 2.0000  | 0.4762 | 2.0476 |
| 4 | 1   | 1   | 1/3 | 1   | 6.0000  | 0.1587 | 0.6825 |
| 1 | 1   | 1/6 | 1/9 | 1/8 | 24.0000 | 0.0398 | 0.1597 |
| 2 | 6   | 1   | 1/4 | 1/2 | 7.1667  | 0.1654 | 0.6752 |
| 3 | 9   | 4   | 1   | 2   | 1.8611  | 0.5055 | 2.1037 |
| 4 | 8   | 2   | 1/2 | 1   | 3.6250  | 0.2892 | 1.1911 |

Slika 27 Rezultati primene analitičkog hijerarhijskog procesa u postupku definisanja uticaja transporta uglja rudarsko-energetskog kompleksa „Kostolac” na kvalitet životne sredine

Program podrške višekriterijumskom odlučivanju

Snimi Učitaj

Stepen uticaja Težinski koeficijenti i vektor konzistencije TK i VK 10x10 Indikatori

| j | a1j | a2j | a3j | Kj      | Ti     | Vi     |
|---|-----|-----|-----|---------|--------|--------|
| 1 | 1   | 2   | 9   | 1.6111  | 0.5869 | 1.7967 |
| 2 | 1/2 | 1   | 8   | 3.1250  | 0.3583 | 1.0901 |
| 3 | 1/9 | 1/8 | 1   | 18.0000 | 0.0548 | 0.1648 |

| j | Lmax   | CI     | CR     |
|---|--------|--------|--------|
| 1 | 3.0370 | 0.0185 | 0.0356 |

| j | Lmax   | CI     | CR     |
|---|--------|--------|--------|
| 1 | 4.0284 | 0.0095 | 0.0106 |
| 2 | 4.1952 | 0.0651 | 0.0731 |
| 3 | 4.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 4 | 4.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 5 | 4.0001 | 0.0000 | 0.0001 |
| 6 | 4.0497 | 0.0166 | 0.0186 |
| 7 | 4.0160 | 0.0053 | 0.0060 |

| j | a1j | a2j | a3j | a4j | Kj      | Ti     | Vi     |
|---|-----|-----|-----|-----|---------|--------|--------|
| 1 | 1   | 1/3 | 1/7 | 1/5 | 16.0000 | 0.0594 | 0.2379 |
| 2 | 3   | 1   | 1/4 | 1/2 | 7.3333  | 0.1478 | 0.5942 |
| 3 | 7   | 4   | 1   | 2   | 1.8929  | 0.5129 | 2.0797 |
| 4 | 5   | 2   | 1/2 | 1   | 3.7000  | 0.2799 | 1.1290 |
| 1 | 1   | 3   | 1/4 | 3   | 5.6667  | 0.2257 | 0.9709 |
| 2 | 1/3 | 1   | 1/4 | 3   | 8.3333  | 0.1363 | 0.5478 |
| 3 | 4   | 4   | 1   | 7   | 1.6429  | 0.5736 | 2.4717 |
| 4 | 1/3 | 1/3 | 1/7 | 1   | 14.0000 | 0.0643 | 0.2669 |
| 1 | 1   | 3   | 1   | 3   | 2.6667  | 0.3750 | 1.5000 |
| 2 | 1/3 | 1   | 1/3 | 1   | 8.0000  | 0.1250 | 0.5000 |
| 3 | 1   | 3   | 1   | 3   | 2.6667  | 0.3750 | 1.5000 |
| 4 | 1/3 | 1   | 1/3 | 1   | 8.0000  | 0.1250 | 0.5000 |
| 1 | 1   | 2   | 1/2 | 1   | 4.5000  | 0.2222 | 0.8888 |
| 2 | 1/2 | 1   | 1/4 | 1/2 | 9.0000  | 0.1111 | 0.4444 |
| 3 | 2   | 4   | 1   | 2   | 2.2500  | 0.4444 | 1.7776 |
| 4 | 1   | 2   | 1/2 | 1   | 4.5000  | 0.2222 | 0.8888 |
| 1 | 1   | 3   | 3   | 3   | 2.0000  | 0.5000 | 2.0003 |
| 2 | 1/3 | 1   | 1   | 1   | 6.0000  | 0.1667 | 0.6668 |
| 3 | 1/3 | 1   | 1   | 1   | 6.0000  | 0.1667 | 0.6668 |
| 4 | 1/3 | 1   | 1   | 1   | 6.0000  | 0.1667 | 0.6668 |
| 1 | 1   | 1/3 | 1/8 | 1/3 | 15.0000 | 0.0599 | 0.2403 |
| 2 | 3   | 1   | 1/5 | 1   | 7.3333  | 0.1510 | 0.6093 |
| 3 | 8   | 5   | 1   | 5   | 1.5250  | 0.6382 | 2.6274 |
| 4 | 3   | 1   | 1/5 | 1   | 7.3333  | 0.1510 | 0.6093 |
| 1 | 1   | 1/5 | 1/7 | 1/5 | 18.0000 | 0.0544 | 0.2177 |
| 2 | 5   | 1   | 1/2 | 1   | 4.2000  | 0.2468 | 0.9916 |
| 3 | 7   | 2   | 1   | 2   | 2.1429  | 0.4520 | 1.8200 |
| 4 | 5   | 1   | 1/2 | 1   | 4.2000  | 0.2468 | 0.9916 |

Slika 28 Rezultati primene analitičkog hijerarhijskog procesa u postupku definisanja uticaja odlaganja jalovine rudarsko-energetskog kompleksa „Kostolac” na kvalitet životne sredine



Program podrške višekriterijumskom odlučivanju

Snimi Učitaj

Stepen uticaja Težinski koeficijenti i vektor konzistencije TK i VK 10x10 Indikatori

| j | a1j | a2j | a3j | Kj      | Ti     | Vi     |
|---|-----|-----|-----|---------|--------|--------|
| 1 | 1   | 1/2 | 5   | 3.2000  | 0.3338 | 1.0067 |
| 2 | 2   | 1   | 7   | 1.6429  | 0.5907 | 1.7868 |
| 3 | 1/5 | 1/7 | 1   | 13.0000 | 0.0755 | 0.2266 |

| j | Lmax   | CI     | CR     |
|---|--------|--------|--------|
| 1 | 3.0140 | 0.0070 | 0.0135 |

| j | Lmax   | CI     | CR     |
|---|--------|--------|--------|
| 1 | 4.0200 | 0.0067 | 0.0075 |
| 2 | 4.0156 | 0.0052 | 0.0059 |
| 3 | 4.0040 | 0.0013 | 0.0015 |
| 4 | 4.0041 | 0.0014 | 0.0015 |
| 5 | 4.0042 | 0.0014 | 0.0016 |
| 6 | 4.0104 | 0.0035 | 0.0039 |
| 7 | 4.0938 | 0.0313 | 0.0351 |

| j | a1j | a2j | a3j | a4j | Kj      | Ti     | Vi     |
|---|-----|-----|-----|-----|---------|--------|--------|
| 1 | 1   | 1/2 | 1/5 | 1/7 | 15.0000 | 0.0634 | 0.2538 |
| 2 | 2   | 1   | 1/3 | 1/5 | 9.5000  | 0.1104 | 0.4426 |
| 3 | 5   | 3   | 1   | 1/2 | 3.5333  | 0.3009 | 1.2118 |
| 4 | 7   | 5   | 2   | 1   | 1.8429  | 0.5254 | 2.1230 |
| 1 | 1   | 1   | 1/5 | 1/7 | 14.0000 | 0.0704 | 0.2819 |
| 2 | 1   | 1   | 1/5 | 1/7 | 14.0000 | 0.0704 | 0.2819 |
| 3 | 5   | 5   | 1   | 1/2 | 3.4000  | 0.3221 | 1.2947 |
| 4 | 7   | 7   | 2   | 1   | 1.7857  | 0.5371 | 2.1669 |
| 1 | 1   | 1   | 1/3 | 1/5 | 10.0000 | 0.0990 | 0.3962 |
| 2 | 1   | 1   | 1/3 | 1/5 | 10.0000 | 0.0990 | 0.3962 |
| 3 | 3   | 3   | 1   | 1/2 | 3.6667  | 0.2840 | 1.1370 |
| 4 | 5   | 5   | 2   | 1   | 1.9000  | 0.5179 | 2.0759 |
| 1 | 1   | 3   | 1/2 | 1/2 | 5.3333  | 0.1930 | 0.7727 |
| 2 | 1/3 | 1   | 1/5 | 1/5 | 14.0000 | 0.0705 | 0.2821 |
| 3 | 2   | 5   | 1   | 1   | 2.7000  | 0.3682 | 1.4749 |
| 4 | 2   | 5   | 1   | 1   | 2.7000  | 0.3682 | 1.4749 |
| 1 | 1   | 1   | 3   | 1/2 | 4.3333  | 0.2347 | 0.9397 |
| 2 | 1   | 1   | 3   | 1/2 | 4.3333  | 0.2347 | 0.9397 |
| 3 | 1/3 | 1/3 | 1   | 1/5 | 12.0000 | 0.0820 | 0.3282 |
| 4 | 2   | 2   | 5   | 1   | 2.2000  | 0.4486 | 1.7974 |
| 1 | 1   | 1   | 2   | 3   | 2.8333  | 0.3507 | 1.4077 |
| 2 | 1   | 1   | 2   | 3   | 2.8333  | 0.3507 | 1.4077 |
| 3 | 1/2 | 1/2 | 1   | 2   | 5.5000  | 0.1892 | 0.7585 |
| 4 | 1/3 | 1/3 | 1/2 | 1   | 9.0000  | 0.1093 | 0.4377 |
| 1 | 1   | 6   | 1/2 | 1/4 | 7.1667  | 0.1654 | 0.6752 |
| 2 | 1/6 | 1   | 1/8 | 1/9 | 24.0000 | 0.0398 | 0.1597 |
| 3 | 2   | 8   | 1   | 1/2 | 3.6250  | 0.2892 | 1.1911 |
| 4 | 4   | 9   | 2   | 1   | 1.8611  | 0.5055 | 2.1037 |

Slika 29 Rezultati primene analitičkog hijerarhijskog procesa u postupku definisanja uticaja sagorevanja uglja u rudarsko-energetskom kompleksu „Kostolac” na kvalitet vazdušne sredine

Program podrške višekriterijumskom odlučivanju

Snimi Učitaj

Stepen uticaja Težinski koeficijenti i vektor konzistencije TK i VK 10x10 Indikatori

| j | a1j | a2j | a3j | Kj      | Ti     | Vi     |
|---|-----|-----|-----|---------|--------|--------|
| 1 | 1   | 1/2 | 8   | 3.1250  | 0.3583 | 1.0901 |
| 2 | 2   | 1   | 9   | 1.6111  | 0.5869 | 1.7967 |
| 3 | 1/8 | 1/9 | 1   | 18.0000 | 0.0548 | 0.1648 |

| j | Lmax   | CI     | CR     |
|---|--------|--------|--------|
| 1 | 3.0370 | 0.0185 | 0.0356 |

| j | Lmax   | CI     | CR     |
|---|--------|--------|--------|
| 1 | 4.1357 | 0.0452 | 0.0508 |
| 2 | 4.1371 | 0.0457 | 0.0513 |
| 3 | 4.0040 | 0.0013 | 0.0015 |
| 4 | 4.0042 | 0.0014 | 0.0016 |
| 5 | 4.0001 | 0.0000 | 0.0001 |
| 6 | 4.0280 | 0.0093 | 0.0105 |
| 7 | 4.2483 | 0.0828 | 0.0930 |

| j | a1j | a2j | a3j | a4j | Kj      | Ti     | Vi     |
|---|-----|-----|-----|-----|---------|--------|--------|
| 1 | 1   | 2   | 1/2 | 3   | 3.8333  | 0.2638 | 1.1135 |
| 2 | 1/2 | 1   | 1/4 | 1/2 | 9.0000  | 0.1056 | 0.4275 |
| 3 | 2   | 4   | 1   | 5   | 1.9500  | 0.5013 | 2.0978 |
| 4 | 1/3 | 2   | 1/5 | 1   | 9.5000  | 0.1293 | 0.5287 |
| 1 | 1   | 3   | 1/4 | 6   | 5.5000  | 0.2321 | 0.9681 |
| 2 | 1/3 | 1   | 1/7 | 3   | 11.3333 | 0.1004 | 0.4063 |
| 3 | 4   | 7   | 1   | 9   | 1.5040  | 0.6209 | 2.6715 |
| 4 | 1/6 | 1/3 | 1/9 | 1   | 19.0000 | 0.0466 | 0.1877 |
| 1 | 1   | 3   | 3   | 1/2 | 3.6667  | 0.2840 | 1.1370 |
| 2 | 1/3 | 1   | 1   | 1/5 | 10.0000 | 0.0990 | 0.3962 |
| 3 | 1/3 | 1   | 1   | 1/5 | 10.0000 | 0.0990 | 0.3962 |
| 4 | 2   | 5   | 5   | 1   | 1.9000  | 0.5179 | 2.0759 |
| 1 | 1   | 1   | 1/2 | 3   | 4.3333  | 0.2347 | 0.9397 |
| 2 | 1   | 1   | 1/2 | 3   | 4.3333  | 0.2347 | 0.9397 |
| 3 | 2   | 2   | 1   | 5   | 2.2000  | 0.4486 | 1.7974 |
| 4 | 1/3 | 1/3 | 1/5 | 1   | 12.0000 | 0.0820 | 0.3282 |
| 1 | 1   | 1   | 1   | 1/3 | 6.0000  | 0.1667 | 0.6668 |
| 2 | 1   | 1   | 1   | 1/3 | 6.0000  | 0.1667 | 0.6668 |
| 3 | 1   | 1   | 1   | 1/3 | 6.0000  | 0.1667 | 0.6668 |
| 4 | 3   | 3   | 3   | 1   | 2.0000  | 0.5000 | 2.0003 |
| 1 | 1   | 5   | 5   | 8   | 1.5250  | 0.6583 | 2.6839 |
| 2 | 1/5 | 1   | 1   | 1   | 8.0000  | 0.1180 | 0.4734 |
| 3 | 1/5 | 1   | 1   | 1   | 8.0000  | 0.1180 | 0.4734 |
| 4 | 1/8 | 1   | 1   | 1   | 11.0000 | 0.1057 | 0.4240 |
| 1 | 1   | 2   | 1/2 | 2   | 4.0000  | 0.2705 | 1.1431 |
| 2 | 1/2 | 1   | 1   | 1   | 5.0000  | 0.2034 | 0.8648 |
| 3 | 2   | 1   | 1   | 4   | 2.7500  | 0.3909 | 1.6761 |
| 4 | 1/2 | 1   | 1/4 | 1   | 8.0000  | 0.1352 | 0.5716 |

Slika 30 Rezultati primene analitičkog hijerarhijskog procesa u postupku definisanja uticaja deponovanja pepela rudarsko-energetskog kompleksa „Kostolac” na kvalitet životne sredine

Kompozitni indikatori procene uticaja rudarsko-energetskog kompleksa na kvalitet vazduha, voda i zemljišta, ali i posledica odlaganja jalovine, transporta uglja,

sagorevanja uglja i odlaganja pepela, predstavljeni su tabelama za podkriterijume (tabele 51, 53, 55, 57, 59, 61 i 63) i aspekte (tabele 52, 54, 56, 58, 60, 62 i 64).

Tabela 51 Kompozitni indikator procene uticaja rudarsko-energetskog kompleksa na kvalitet vazduha za podkriterijume

| Podkriterijumi | Kriterijumi i njihove težine |        |        | Kompozitni indikator podkriterijuma |           |
|----------------|------------------------------|--------|--------|-------------------------------------|-----------|
|                | TK 1                         | TK 2   | TK 3   | KIpk                                | Rang KIpk |
|                | 0,3092                       | 0,5813 | 0,1096 |                                     |           |
| PK 1           | 0,2642                       | 0,2892 | 0,284  | 0,280929                            | II        |
| PK 2           | 0,5056                       | 0,5055 | 0,099  | 0,461029                            | I         |
| PK 3           | 0,1434                       | 0,1654 | 0,099  | 0,151337                            | III       |
| PK 4           | 0,0868                       | 0,0398 | 0,5179 | 0,106736                            | IV        |

Tabela 52 Kompozitni indikator procene uticaja rudarsko-energetskog kompleksa na kvalitet vazduha za aspekte životne sredine

| Aspekti životne sredine | Kompozitni indikator podkriterijuma |          |          |          | Kompozitni indikator aspekata životne sredine |          |
|-------------------------|-------------------------------------|----------|----------|----------|---|----------|
|                         | KIpk 1                              | KIpk 2   | KIpk 3   | KIpk 4   | Kla   | Rang Kla |
|                         | 0,280929                            | 0,461029 | 0,151337 | 0,106736 |   |          |
| P 1                     | 0,2642                              | 0,3682   | 0,1969   | 0,3221   | 0,30815                                       | II       |
| P 2                     | 0,5056                              | 0,3682   | 0,1969   | 0,5371   | 0,398915                                      | I        |
| P 3                     | 0,1434                              | 0,193    | 0,533    | 0,0704   | 0,217441                                      | III      |
| P 4                     | 0,0868                              | 0,0705   | 0,0732   | 0,0704   | 0,075479                                      | IV       |

Tabela 53 Kompozitni indikator procene uticaja rudarsko-energetskog kompleksa na kvalitet vode za podkriterijume

| Podkriterijumi | Kriterijumi i njihove težine |        |        | Kompozitni indikator podkriterijuma |           |
|----------------|------------------------------|--------|--------|-------------------------------------|-----------|
|                | TK 1                         | TK 2   | TK 3   | KIpk                                | Rang KIpk |
|                | 0,1863                       | 0,737  | 0,0768 |                                     |           |
| PK 1           | 0,3682                       | 0,5056 | 0,5    | 0,479623                            | I         |
| PK 2           | 0,3682                       | 0,2642 | 0,1667 | 0,276114                            | II        |
| PK 3           | 0,0705                       | 0,0868 | 0,1667 | 0,089908                            | IV        |
| PK 4           | 0,193                        | 0,1434 | 0,1667 | 0,154444                            | III       |

Tabela 54 Kompozitni indikator procene uticaja rudarsko-energetskog kompleksa na kvalitet voda za aspekte životne sredine

| Aspekti životne sredine | Kompozitni indikator podkriterijuma |          |          |          | Kompozitni indikator podkriterijuma |          |
|-------------------------|-------------------------------------|----------|----------|----------|-------------------------------------|----------|
|                         | KIpk 1                              | KIpk 1   | KIpk 1   | KIpk 1   | Kla                                 | Rang Kla |
|                         | 0,479623                            | 0,276114 | 0,089908 | 0,154444 |                                     |          |
| P 1                     | 0,1892                              | 0,25     | 0,3646   | 0,3125   | 0,24082                             | III      |
| P 2                     | 0,3507                              | 0,25     | 0,1493   | 0,3125   | 0,29892                             | I        |
| P 3                     | 0,1093                              | 0,25     | 0,1215   | 0,3125   | 0,18064                             | IV       |
| P 4                     | 0,3507                              | 0,25     | 0,3646   | 0,0625   | 0,27966                             | II       |

Tabela 55 Kompozitni indikator procene uticaja rudarsko-energetskog kompleksa na kvalitet zemljišta za podkriterijume

| Podkriterijumi | Kriterijumi i njihove težine |        |        | Kompozitni indikator podkriterijuma |           |
|----------------|------------------------------|--------|--------|-------------------------------------|-----------|
|                | TK 1                         | TK 2   | TK 3   | KIpk                                | Rang KIpk |
|                | 0,3412                       | 0,5934 | 0,0654 |                                     |           |
| PK 1           | 0,1963                       | 0,1654 | 0,1411 | 0,174354                            | III       |
| PK 2           | 0,3542                       | 0,2892 | 0,1411 | 0,301692                            | II        |
| PK 3           | 0,0761                       | 0,0398 | 0,263  | 0,066783                            | IV        |
| PK 4           | 0,3734                       | 0,5055 | 0,4547 | 0,457105                            | I         |

Tabela 56 Kompozitni indikator procene uticaja rudarsko-energetskog kompleksa na kvalitet zemljišta za aspekte životne sredine

| Aspekti životne sredine | Kompozitni indikator podkriterijuma |          |          |          | Kompozitni indikator podkriterijuma |          |
|-------------------------|-------------------------------------|----------|----------|----------|-------------------------------------|----------|
|                         | KIpk 1                              | KIpk 1   | KIpk 1   | KIpk 1   | KIa                                 | Rang KIa |
|                         | 0,174354                            | 0,301692 | 0,066783 | 0,457105 |                                     |          |
| P 1                     | 0,3682                              | 0,1667   | 0,2718   | 0,2272   | 0,2365                              | II       |
| P 2                     | 0,193                               | 0,1667   | 0,0883   | 0,2272   | 0,19369                             | IV       |
| P 3                     | 0,0705                              | 0,5      | 0,1575   | 0,4231   | 0,36706                             | I        |
| P 4                     | 0,3682                              | 0,1667   | 0,4824   | 0,1225   | 0,2027                              | III      |

Tabela 57 Kompozitni indikator procene uticaja procesa deponovanja jalovine za podkriterijume

| Podkriterijumi | Kriterijumi i njihove težine |        |        | Kompozitni indikator podkriterijuma |           |
|----------------|------------------------------|--------|--------|-------------------------------------|-----------|
|                | TK 1                         | TK 2   | TK 3   | KIpk                                | Rang KIpk |
|                | 0,5869                       | 0,3583 | 0,0548 |                                     |           |
| PK 1           | 0,0594                       | 0,2257 | 0,375  | 0,13628                             | IV        |
| PK 2           | 0,1478                       | 0,1363 | 0,125  | 0,14243                             | III       |
| PK 3           | 0,5129                       | 0,5736 | 0,375  | 0,527092                            | I         |
| PK 4           | 0,2799                       | 0,0643 | 0,125  | 0,194162                            | II        |

Tabela 58 Kompozitni indikator procene uticaja procesa deponovanja jalovine za aspekte životne sredine

| Aspekti životne sredine | Kompozitni indikator podkriterijuma |         |          |          | Kompozitni indikator podkriterijuma |          |
|-------------------------|-------------------------------------|---------|----------|----------|-------------------------------------|----------|
|                         | KIpk 1                              | KIpk 1  | KIpk 1   | KIpk 1   | KIa                                 | Rang KIa |
|                         | 0,13628                             | 0,14243 | 0,527092 | 0,194162 |                                     |          |
| P 1                     | 0,2222                              | 0,5     | 0,0599   | 0,0544   | 0,21845                             | II       |
| P 2                     | 0,1111                              | 0,1667  | 0,151    | 0,2468   | 0,19256                             | IV       |
| P 3                     | 0,4444                              | 0,1667  | 0,6382   | 0,452    | 0,37701                             | I        |
| P 4                     | 0,2222                              | 0,1667  | 0,151    | 0,2468   | 0,21193                             | III      |

Tabela 59 Kompozitni indikator procene uticaja transporta uglja na kvalitet životne sredine za podkriterijume

| Podkriterijumi | Kriterijumi i njihove težine |        |        | Kompozitni indikator podkriterijuma |           |
|----------------|------------------------------|--------|--------|-------------------------------------|-----------|
|                | TK 1                         | TK 2   | TK 3   | KIpk                                | Rang KIpk |
|                | 0,3412                       | 0,5934 | 0,0654 |                                     |           |
| PK 1           | 0,0704                       | 0,1    | 0,3    | 0,10298                             | III       |
| PK 2           | 0,3221                       | 0,4    | 0,1    | 0,353801                            | II        |
| PK 3           | 0,5371                       | 0,4    | 0,3    | 0,440239                            | I         |
| PK 4           | 0,0704                       | 0,1    | 0,3    | 0,10298                             | III       |

Tabela 60 Kompozitni indikator uticaja transporta uglja za aspekte životne sredine

| Aspekti životne sredine | Kompozitni indikator podkriterijuma |          |          |         | Kompozitni indikator podkriterijuma |          |
|-------------------------|-------------------------------------|----------|----------|---------|-------------------------------------|----------|
|                         | KIpk 1                              | KIpk 1   | KIpk 1   | KIpk 1  | KIa                                 | Rang KIa |
|                         | 0,10298                             | 0,353801 | 0,440239 | 0,10298 |                                     |          |
| P 1                     | 0,2347                              | 0,2658   | 0,123    | 0,0398  | 0,171002                            | III      |
| P 2                     | 0,082                               | 0,622    | 0,2421   | 0,1654  | 0,347795                            | I        |
| P 3                     | 0,4486                              | 0,0561   | 0,4762   | 0,5055  | 0,341005                            | II       |
| P 4                     | 0,2347                              | 0,0561   | 0,1587   | 0,2892  | 0,14019                             | IV       |

Tabela 61 Kompozitni indikator procene uticaja sagorevanja ugljana kvalitet životne sredine za podkriterijume

| Podkriterijumi | Kriterijumi i njihove težine |        |        | Kompozitni indikator podkriterijuma |           |
|----------------|------------------------------|--------|--------|-------------------------------------|-----------|
|                | TK 1                         | TK 2   | TK 3   | KIpk                                | Rang KIpk |
|                | 0,3338                       | 0,5907 | 0,0755 |                                     |           |
| PK 1           | 0,0634                       | 0,0704 | 0,099  | 0,070223                            | IV        |
| PK 2           | 0,1104                       | 0,0704 | 0,099  | 0,085911                            | III       |
| PK 3           | 0,3009                       | 0,3221 | 0,284  | 0,312147                            | II        |
| PK 4           | 0,5254                       | 0,5371 | 0,5179 | 0,532745                            | I         |

Tabela 62 Kompozitni indikator procene uticaja sagorevanja ugljana za aspekte životne sredine

| Aspekti životne sredine | Kompozitni indikator podkriterijuma |          |          |          | Kompozitni indikator podkriterijuma |          |
|-------------------------|-------------------------------------|----------|----------|----------|-------------------------------------|----------|
|                         | KIpk 1                              | KIpk 1   | KIpk 1   | KIpk 1   | KIa                                 | Rang KIa |
|                         | 0,070223                            | 0,085911 | 0,312147 | 0,532745 |                                     |          |
| P 1                     | 0,193                               | 0,2347   | 0,3507   | 0,1654   | 0,231302                            | III      |
| P 2                     | 0,0705                              | 0,2347   | 0,3507   | 0,0398   | 0,155787                            | IV       |
| P 3                     | 0,3682                              | 0,082    | 0,1892   | 0,2892   | 0,246029                            | II       |
| P 4                     | 0,3682                              | 0,4486   | 0,1093   | 0,5055   | 0,367816                            | I        |

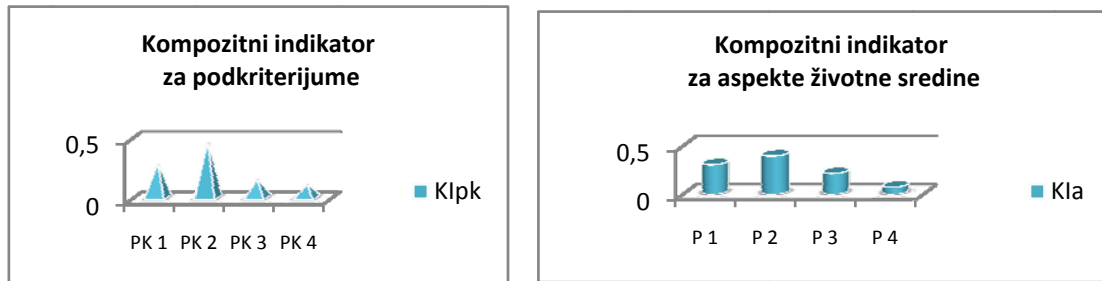
Tabela 63 Kompozitni indikator procene uticaja deponovanja pepela na kvalitet životne sredine za podkriterijume

| Podkriterijumi | Kriterijumi i njihove težine |        |        | Kompozitni indikator podkriterijuma |           |
|----------------|------------------------------|--------|--------|-------------------------------------|-----------|
|                | TK 1                         | TK 2   | TK 3   | KIpk                                | Rang KIpk |
|                | 0,3583                       | 0,5869 | 0,0548 |                                     |           |
| PK 1           | 0,2638                       | 0,2321 | 0,284  | 0,246302                            | II        |
| PK 2           | 0,1056                       | 0,1004 | 0,099  | 0,102186                            | III       |
| PK 3           | 0,5012                       | 0,6209 | 0,099  | 0,54911                             | I         |
| PK 4           | 0,1293                       | 0,0466 | 0,5179 | 0,102059                            | IV        |

Tabela 64 Kompozitni indikator procene uticaja deponovanja pepela za aspekte životne sredine

| Aspekti životne sredine | Kompozitni indikator podkriterijuma |          |         |          | Kompozitni indikator podkriterijuma |          |
|-------------------------|-------------------------------------|----------|---------|----------|-------------------------------------|----------|
|                         | KIpk 1                              | KIpk 1   | KIpk 1  | KIpk 1   | KIa                                 | Rang KIa |
|                         | 0,246302                            | 0,102186 | 0,54911 | 0,102059 |                                     |          |
| P 1                     | 0,2347                              | 0,1667   | 0,6583  | 0,2705   | 0,463928                            | I        |
| P 2                     | 0,2347                              | 0,1667   | 0,118   | 0,2034   | 0,160395                            | III      |
| P 3                     | 0,4486                              | 0,1667   | 0,118   | 0,3909   | 0,232215                            | II       |
| P 4                     | 0,082                               | 0,5      | 0,1057  | 0,1352   | 0,143129                            | IV       |

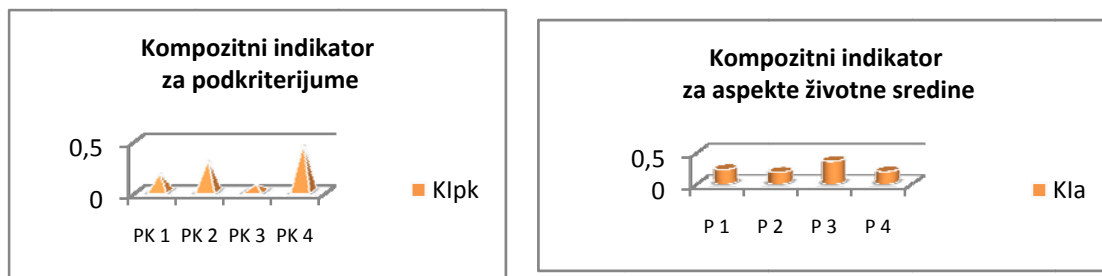
Grafički prikazi kompozitnih indikatora procene uticaja rudarsko-energetskog kompleksa na kvalitet vazduha i voda zemljišta, ali i posledica odlaganja jalovine, transporta uglja, sagorevanja uglja i odlaganja pepela predstavljeni su slikama 31, 32, 33, 34, 35, 36 i 37.



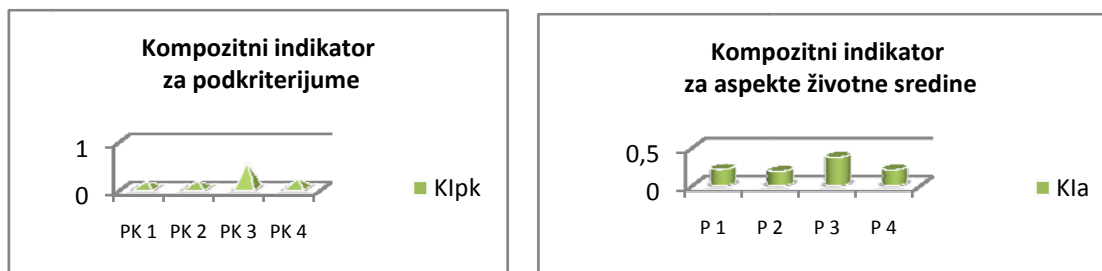
Slika 31 Uporedni prikaz kompozitnih indikatora procene uticaja rudarsko-energetskog kompleksa na kvalitet vazduha za podkriterijume i aspekte životne sredine



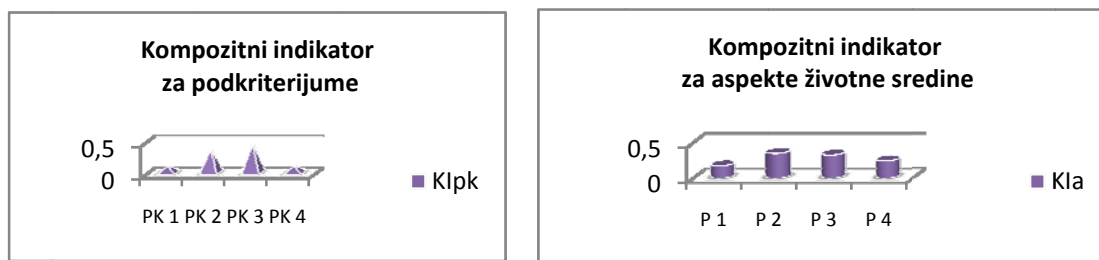
Slika 32 Uporedni prikaz kompozitnih indikatora procene uticaja rudarsko-energetskog kompleksa na kvalitet voda za podkriterijume i aspekte životne sredine



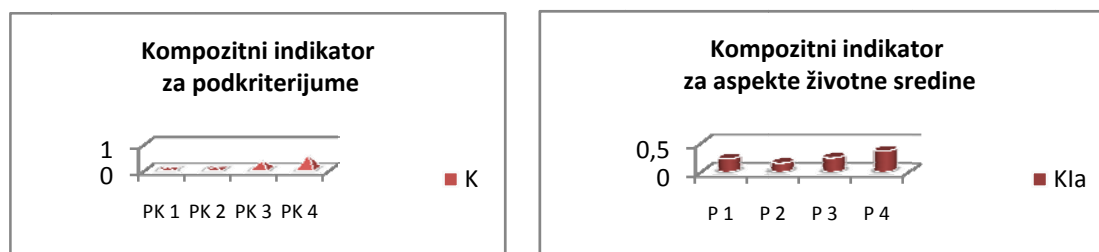
Slika 33 Uporedni prikaz kompozitnih indikatora procene uticaja rudarsko-energetskog kompleksa na kvalitet zemljišta za podkriterijume i aspekte životne sredine



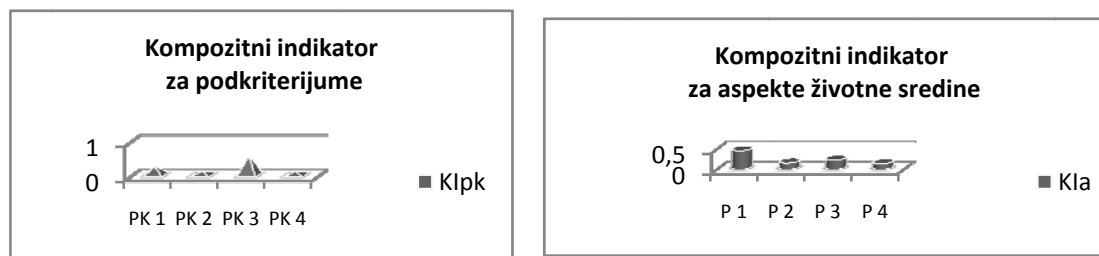
Slika 34 Uporedni prikaz kompozitnih indikatora procene uticaja procesa deponovanja jalovine za podkriterijume i aspekte životne sredine



Slika 35 Uporedni prikaz kompozitnih indikatora uticaja transporta uglja za podkriterijume i aspekte životne sredine



Slika 36 Uporedni prikaz kompozitnih indikatora procene uticaja sagorevanja ugljana za podkriterijume i aspekte životne sredine



Slika 37 Uporedni prikaz kompozitnih indikatora procene uticaja deponovanja pepela za podkriterijume i aspekte životne sredine

### 5.2.1 Rezultati numeričkog proračuna vrednosti indikatora uticaja rudarsko-energetskog kompleksa

Narušavanje kvaliteta vazduha, procesom sagorevanja uglja, predstavlja ozbiljan problem. Primenom programa podrške višekriterijumskom odlučivanju, u delu koji se odnosi na primenu indikatora i definisanje uticaja rudarsko-energetskog kompleksa, izvršen je proračun vrednosti indikatora uticaja rudarsko-energetskog kompleksa "Kostolac", na osnovu podataka Izveštaja o stanju životne sredine. Za ocenu uticaja primenjeni su indikatori životne sredine i energetske efikasnosti. Slikama 38 i 39 predstavljene su vrednosti indikatora udela eksploatisane količine uglja, distribuirane električne energije, instalisanih kapaciteta i emisije dominantnih zagađujućih materija rudarsko-energetskog kompleksa „Kostolac”, u odnosu na sektor energetike i industrije

Republike Srbije. Vrednosti emisija dominantnih zagađujućih materija vazdušne sredine su dostupne u Izveštajima o stanju životne sredine, Energetskom bilansu Republike Srbije, Izveštajima o kvalitetu vazduha i Statističkim godišnjacima Republike Srbije. Na osnovu izveštaja o stanju životne sredine za 2014. godinu zaključuje se da termoelektrana "TE Kostolac A" emituje približno 34 Gg oksida sumpora, 3 Gg oksida azota i 0.5 Gg praškastih materija, dok termoelektrana "TE Kostolac B" emituje približno 40 Gg oksida sumpora, 2 Gg oksida azota i 0,2 Gg praškastih materija, u 2014 godini. Koncentracija oksida sumpora u termoelektrani "TENT A" iznosi oko 101Gg i manja je za samo 2 Gg od emisije sumpora termoelektrane "TENT A", u 2014. godini. Termoelektrane "Kolubara" i "Morava" imaju oko 1 Gg emisije oksida azota, u 2014 godini. Na osnovu predstavljenih podataka u Izveštaju o stanju životne sredine Republike Srbije zaključuje se da termoelektrana "TENT A" ima približno istu emisiju oksida azota kao sve ostale termoelektrane zajedno. Tabelarno su predstavljene vrednosti emisija dominantnih zagađujućih materija iz Izveštaja o stanju životne sredine za 2012. godinu (tabele 59, 61, 63 i 65) i 2013. godinu (tabele 60, 62, 64 i 66), sa vrednostima definisanih indikatora, jer se u tom periodu odvijala planska eksploatacija uglja. Imajući u vidu smanjenu eksploataciju uglja (29 %) zbog poplava, i uvoz uglja (364 t), kao i činjenicu da je smanjenje proizvedene energije termoelektrana kompenzovano većom proizvodnjom energije u hidroelektranama (22,3 %) u 2014. god., ne mogu se ulazni podaci za definisanje indikatora smatrati validnim za poređenje sa stanjem u predhodnom periodu. Termoelektrane su proizvele oko polovinu predviđene električne energije energetskim bilansom za 2014. godinu, a ukupno je uveženo 2611 GWh električne energije. Obilne padavine uticale su i na kvalitet uglja, tako da je korišćen i mazut oko 800 t dnevno, a specifična potrošnja po proizvedenom GWh povećana je za 37,3% u 2014. godini. Termoelektrane su zabeležile najmanju proizvodnju od 1995. god., dok su hidroelektrane postigle 22,6 % više od planiranog nivoa proizvodnje. Korišćenjem podataka Statističkih godišnjaka za 2013. i 2014. god. definisane su vrednosti predloženih energetskih indikatora.

Rezultat proračuna (slike 38 i 39) predstavljaju vrednosti indikatora uticaja rudarsko-energetskog kompleksa „Kostolac“ na životnu sredinu. Tabelom 71 predstavljen je uporedni grafički prikaz vrednosti indikatora udela rudarsko-energetskog kompleksa „Kostolac“ u eksploataciji uglja i distribuciji energije.

Program podrške višekriterijumskom odlučivanju

Snimi Učitaj

Stepen uticaja Težinski koeficijenti i vektor konzistencije TK i VK 10x10 Indikatori

| m | mu       | Ieu    | E    | Eu    | Ide     | Ek    | Idk     | K    | Ku   | Iik     |
|---|----------|--------|------|-------|---------|-------|---------|------|------|---------|
|   | 37513241 | 0.0000 | 5123 | 24275 | 21.1040 | 34509 | 14.8454 | 1007 | 5171 | 19.4740 |

| i | Ci    | E    | E(e)i  | ms       | E(u)i      | BDPrs | E(p)i  |
|---|-------|------|--------|----------|------------|-------|--------|
| 1 | 93    | 5123 | 0.0182 | 7904.296 | 0.01176575 | 4800  | 0.0194 |
| 2 | 5.8   | 5123 | 0.0011 | 7904.296 | 0.00073378 | 4800  | 0.0012 |
| 3 | 6     | 5123 | 0.0012 | 7904.296 | 0.00075908 | 4800  | 0.0013 |
| 4 | 104.8 | 5123 | 0.0205 | 7904.296 | 0.01325861 | 4800  | 0.0218 |

| i | Ci    | C(u)i | Z(u)i   | C(e)i | Z(e)i   | C(ei)i | Z(ei)i  |
|---|-------|-------|---------|-------|---------|--------|---------|
| 1 | 93    | 315   | 29.5238 | 320   | 29.0625 | 323.5  | 28.7481 |
| 2 | 5.8   | 43    | 13.4884 | 44.2  | 13.1222 | 49.1   | 11.8126 |
| 3 | 6     | 21.9  | 27.3973 | 22    | 27.2727 | 23.3   | 25.7511 |
| 4 | 104.8 | 379.9 | 27.5862 | 387   | 27.0801 | 427.9  | 24.4917 |

Slika 38 Indikatori uticaja rudarsko-energetskog kompleksa „Kostolac” na kvalitet vazdušne sredine, na osnovu podataka Statističkog godišnjaka za 2013. godinu

Program podrške višekriterijumskom odlučivanju

Snimi Učitaj

Stepen uticaja Težinski koeficijenti i vektor konzistencije TK i VK 10x10 Indikatori

| m | mu       | Ieu    | E        | Eu    | Ide     | Ek    | Idk     | K    | Ku   | Iik     |
|---|----------|--------|----------|-------|---------|-------|---------|------|------|---------|
|   | 39513474 | 0.0000 | 6472.258 | 26537 | 24.3896 | 37433 | 17.2902 | 1007 | 5171 | 19.4740 |

| i | Ci    | E        | E(e)i  | ms       | E(u)i      | BDPrs | E(p)i  |
|---|-------|----------|--------|----------|------------|-------|--------|
| 1 | 140   | 6472.258 | 0.0216 | 8803.759 | 0.01590230 | 5184  | 0.0270 |
| 2 | 10    | 6472.258 | 0.0015 | 8803.759 | 0.00113588 | 5184  | 0.0019 |
| 3 | 5.9   | 6472.258 | 0.0009 | 8803.759 | 0.00067017 | 5184  | 0.0011 |
| 4 | 155.9 | 6472.258 | 0.0241 | 8803.759 | 0.01770834 | 5184  | 0.0301 |

| i | Ci    | C(u)i | Z(u)i   | C(e)i | Z(e)i   | C(ei)i | Z(ei)i  |
|---|-------|-------|---------|-------|---------|--------|---------|
| 1 | 140   | 346   | 40.4624 | 349   | 40.1146 | 354    | 39.5480 |
| 2 | 10    | 47.6  | 21.0084 | 48.8  | 20.4918 | 51.8   | 19.3050 |
| 3 | 5.9   | 15.6  | 37.8205 | 15.9  | 37.1069 | 16.8   | 35.1190 |
| 4 | 155.9 | 409.7 | 38.0522 | 404.3 | 38.5605 | 413.3  | 37.7208 |

Slika 39 Indikatori uticaja rudarsko-energetskog kompleksa „Kostolac” na kvalitet vazdušne sredine, na osnovu podataka Statističkog godišnjaka za 2014. godinu

Na osnovu rezultata proračuna predstavljenih tabelom 65 zaključuje se da instalisani kapaciteti termoelektrane „Kostolac“ iznose oko 20 %, od vrednosti instalisanih kapaciteta Republike Srbije, ali da obezbeđuju više od 20 % eksploatisanog uglja i distribuirane energije (slika 59). Tabelom 65 i 66 uporedno su predstavljeni grafički prikazi vrednosti indikatora zastupljenosti dominantnih zagađujućih materija vazdušne sredine, za analizirane periode (slike 38 i 39), poreklom iz termoelektrane „Kostolac“.



Tabela 44 Indikatori udela količine eksploatisanog uglja (*Ieu*), distribucije energije (*Ide*), distribucije energije u odnosu na klasične izvore energije (*Idk*) i instalisanih kapaciteta (*Iik*)

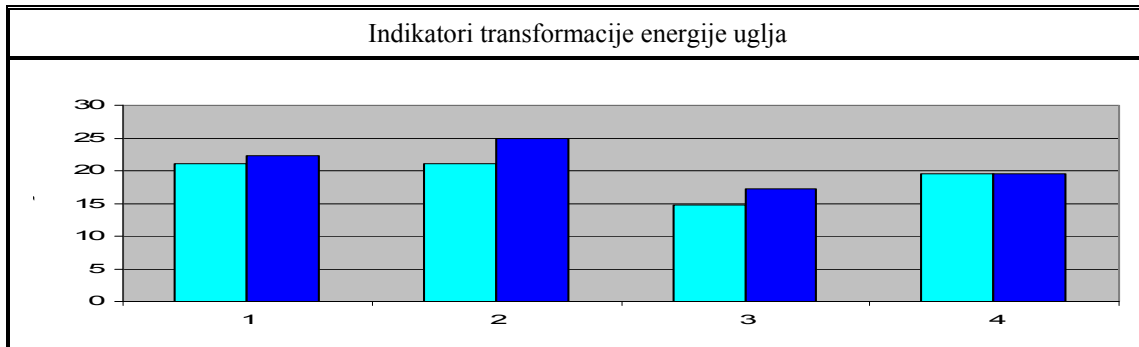
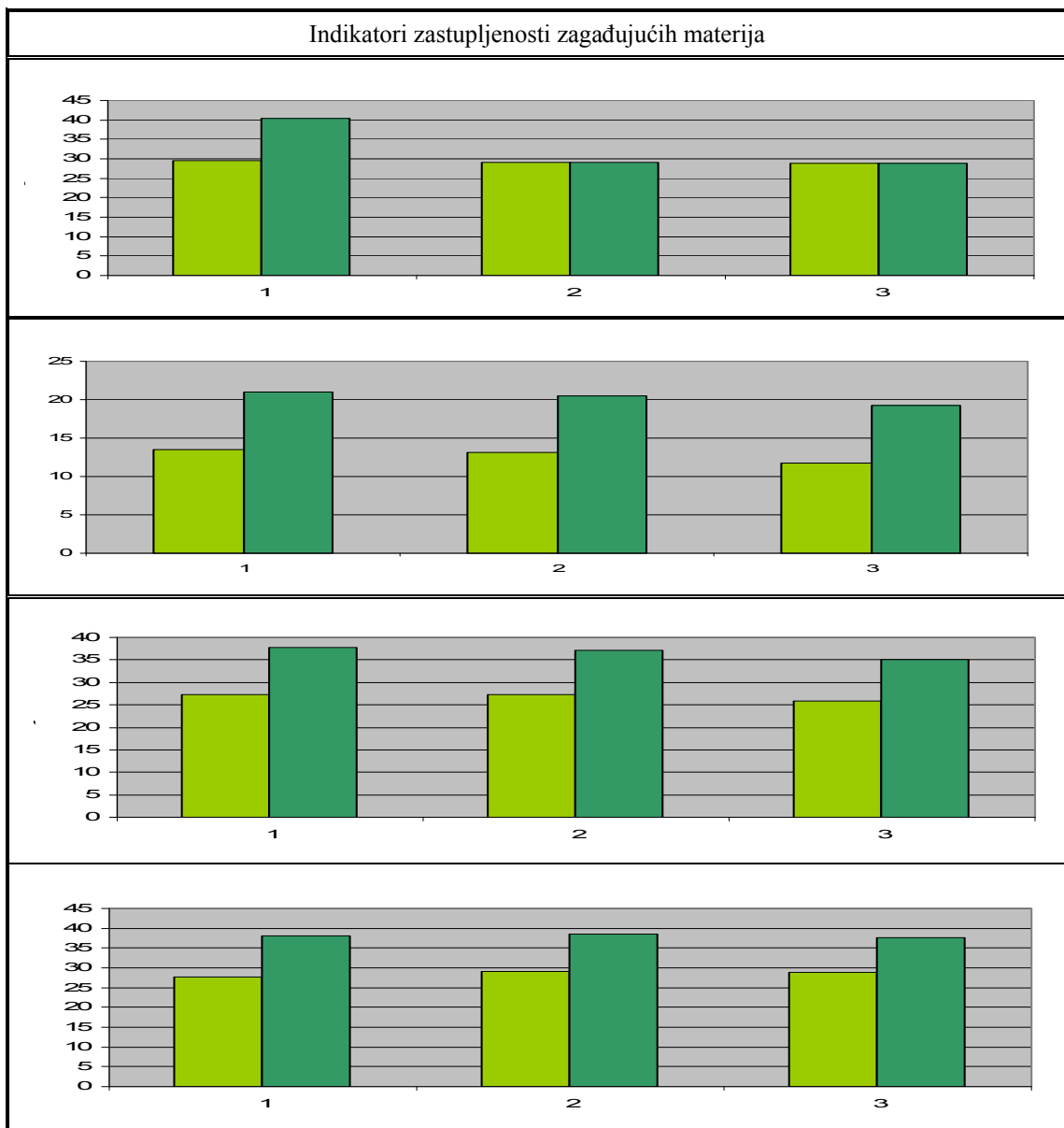


Tabela 45 Indikatori zastupljenosti oksida sumpora, oksida azota, čvrstih čestica i ukupne vrednosti dominantnih zagađujućih materija, u odnosu na ukupnu emisiju rudarsko-energetskih kompleksa (*Zu*), energetskog sektora (*Ze*) i sektora energetike i industrije (*Zei*)

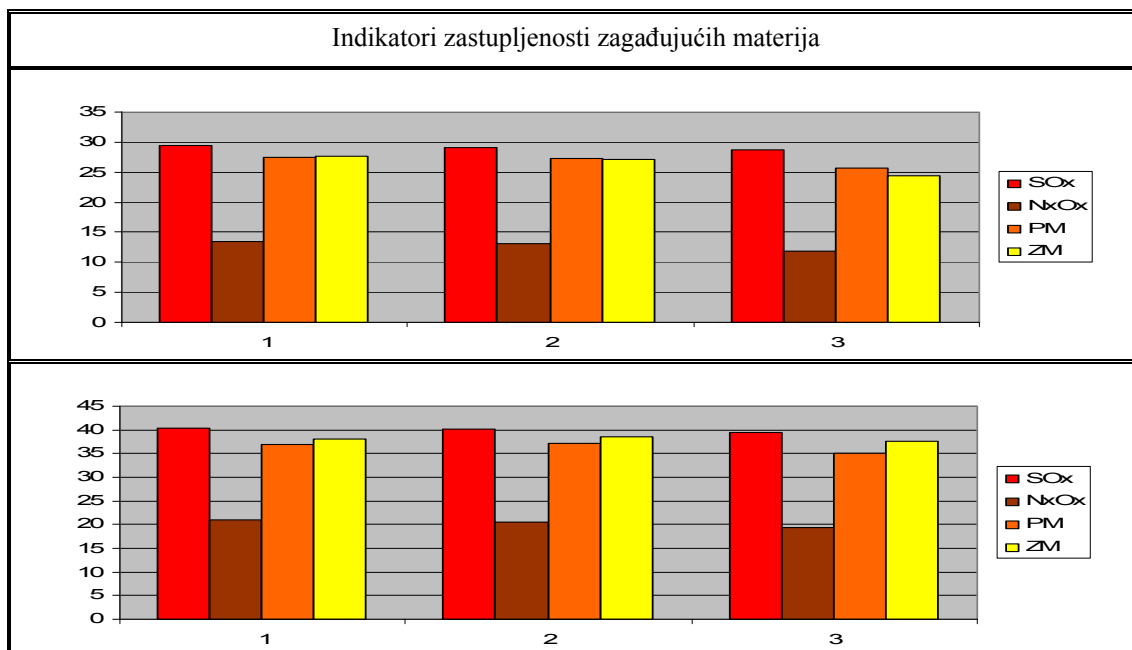


Na osnovu tabelarnog prikaza (tabela 66) zaključuje se da koeficijent intenziteta emisije, u drugom slučaju, ima veću vrednost, što je i razumljivo, ako se zna da je zabeležena i veća vrednost eksploatacije i distribucije energije. Međutim zabrinjavajuće je stanje u energetskom sektoru (*Ze*) i vrednosti indikatora udela emisije oksida sumpora (preko 40 %), čvrstih čestica (preko 35 %), s obzirom na vrednost indikatora instaliranih kapaciteta (oko 20 %). Vrednost sva tri indikatora kojima se predstavlja zastupljenost dominantnih zagađujućih materija prelazi 25 % .

Tabelom 46 predstavljeni su uporedni grafički prikazi zastupljenosti zagađujućih materija rudarsko-energetskog kompleksa „Kostolac“, u odnosu na emisiju svih rudarsko-energetskih kompleksa, energetskog sektora i sektora energetike i industrije.

Tabelarno predstavljeni rezultati (tabela 67) ukazuju na veliku vrednost indikatora zastupljenosti oksida sumpora, oksida azota i čvrstih čestica, rudarsko-energetskog kompleksa „Kostolac“, naročito u drugom analiziranom periodu kad prelaze vrednost 35 % i ukazuju na činjenicu da postoje problemi u funkcionisanju sistema zaštite vazduha.

Tabela 67 Uporedni prikaz indikatora zastupljenosti oksida sumpora, oksida azota, čvrstih čestica i ukupne vrednosti dominantnih zagađujućih materija, u odnosu na ukupnu emisiju rudarsko-energetskih kompleksa (*Zu*), energetskog sektora (*Ze*) i sektora energetike i industrije (*Zei*)



### 5.2.2 Rezultati ocene univerzalnosti modela sa analizom dokaza

Ocena univerzalnosti modela bazirana je na primeni integralnog modela i programa podrške višekriterijumskom odlučivanju, za unapređivanje sistema upravljanja zaštitom životne sredine bilo kog rudarsko-energetskog kompleksa, a postoji mogućnost prilagođavanja i za različite izvore zagađivanja vazduha, vode i zemljišta.

Narušavanje kvaliteta životne sredine, procesima eksploatacije i sagorevanja uglja, predstavlja ozbiljan problem, koji se realno ocenjuje primenom indikatora životne sredine i energetske efikasnosti. Slikama 40, 41, 42, 43, 44 i 45 predstavljene su vrednosti indikatora udela emisije dominantnih zagađujućih materija rudarsko-energetskih kompleksa „Kolubara”, „Obrenovac” i „Morava” u odnosu na sektor energetike i industrije Republike Srbije.

Program podrške višekriterijumskom odlučivanju

Snimi Učitaj

Stepen uticaja Težinski koeficijenti i vektor konzistencije TK i VK 10x10 Indikatori

| m | mu       | Ieu    | E | Eu    | Ide    | Ek    | Idk    | K   | Ku   | Iik    |
|---|----------|--------|---|-------|--------|-------|--------|-----|------|--------|
|   | 37513241 | 0.0000 |   | 24275 | 0.0000 | 34509 | 0.0000 | 271 | 5171 | 5.2408 |

| i | Ci   | E | E(e)i | ms | E(u)i | BDPrs | E(p)i |
|---|------|---|-------|----|-------|-------|-------|
| 1 | 26   |   |       |    |       |       |       |
| 2 | 3.8  |   |       |    |       |       |       |
| 3 | 5.1  |   |       |    |       |       |       |
| 4 | 44.9 |   |       |    |       |       |       |

| i | Ci   | C(u)i | Z(u)i   | C(e)i | Z(e)i   | C(ei)i | Z(ei)i  |
|---|------|-------|---------|-------|---------|--------|---------|
| 1 | 26   | 315   | 8.2540  | 320   | 8.1250  | 323.5  | 8.0371  |
| 2 | 3.8  | 43    | 8.8372  | 44.2  | 8.5973  | 49.1   | 7.7393  |
| 3 | 5.1  | 21.9  | 23.2877 | 22    | 23.1818 | 23.3   | 21.8884 |
| 4 | 44.9 | 379.9 | 11.8189 | 387   | 11.6021 | 427.9  | 10.4931 |

Slika 40 Indikatori uticaja rudarsko-energetskog kompleksa „Kolubara” na kvalitet vazdušne sredine, na osnovu podataka Statističkog godišnjaka za 2013. godinu

Program podrške višekriterijumskom odlučivanju

Snimi Učitaj

Stepen uticaja Težinski koeficijenti i vektor konzistencije TK i VK 10x10 Indikatori

| m | mu       | Ieu    | E | Eu    | Ide    | Ek    | Idk    | K   | Ku   | Iik    |
|---|----------|--------|---|-------|--------|-------|--------|-----|------|--------|
|   | 37513241 | 0.0000 |   | 24275 | 0.0000 | 34509 | 0.0000 | 271 | 5171 | 5.2408 |

| i | Ci   | E | E(e)i | ms | E(u)i | BDPrs | E(p)i  |
|---|------|---|-------|----|-------|-------|--------|
| 1 | 22   |   |       |    |       | 4800  | 0.0046 |
| 2 | 2    |   |       |    |       | 4880  | 0.0004 |
| 3 | 2.4  |   |       |    |       | 4880  | 0.0005 |
| 4 | 27.6 |   |       |    |       | 4880  | 0.0057 |

| i | Ci   | C(u)i | Z(u)i   | C(e)i | Z(e)i   | C(ei)i | Z(ei)i  |
|---|------|-------|---------|-------|---------|--------|---------|
| 1 | 22   | 315   | 6.9841  | 320   | 6.8750  | 323.5  | 6.8006  |
| 2 | 2    | 43    | 4.6512  | 44.2  | 4.5249  | 49.1   | 4.0733  |
| 3 | 2.4  | 21.9  | 10.9589 | 22    | 10.9091 | 23.3   | 10.3004 |
| 4 | 27.6 | 379.9 | 7.2651  | 387   | 7.1318  | 427.9  | 6.4501  |

Slika 41 Indikatori uticaja rudarsko-energetskog kompleksa „Kolubara” na kvalitet vazdušne sredine, na osnovu podataka Statističkog godišnjaka za 2014. godinu

Program podrške višekriterijumskom odlučivanju

Snimi Učitaj

Stepen uticaja Težinski koeficijenti i vektor konzistencije TK i VK 10x10 Indikatori

| m | mu       | Ieu    | E | Eu    | Ide    | Ek    | Idk    | K    | Ku   | Iik     |
|---|----------|--------|---|-------|--------|-------|--------|------|------|---------|
|   | 37513241 | 0.0000 |   | 24275 | 0.0000 | 34509 | 0.0000 | 2890 | 5171 | 55.8886 |

| i | Ci    | E | E(e)i | ms | E(u)i | BDPrs | E(p)i  |
|---|-------|---|-------|----|-------|-------|--------|
| 1 | 190   |   |       |    |       | 4800  | 0.0396 |
| 2 | 32    |   |       |    |       | 4880  | 0.0066 |
| 3 | 6.3   |   |       |    |       | 4880  | 0.0013 |
| 4 | 228.3 |   |       |    |       | 4880  | 0.0468 |

| i | Ci    | C(u)i | Z(u)i   | C(e)i | Z(e)i   | C(ei)i | Z(ei)i  |
|---|-------|-------|---------|-------|---------|--------|---------|
| 1 | 190   | 315   | 60.3175 | 320   | 59.3750 | 323.5  | 58.7326 |
| 2 | 32    | 43    | 74.4186 | 44.2  | 72.3982 | 49.1   | 65.1731 |
| 3 | 6.3   | 21.9  | 28.7671 | 22    | 28.6364 | 23.3   | 27.0386 |
| 4 | 228.3 | 379.9 | 60.0948 | 387   | 58.9922 | 427.9  | 53.3536 |

Slika 42 Indikatori uticaja rudarsko-energetskog kompleksa „TENT”- Obrenovac na kvalitet vazdušne sredine, na osnovu podataka Statističkog godišnjaka za 2013. godinu

Program podrške višekriterijumskom odlučivanju

Snimi Učitaj

Stepen uticaja Težinski koeficijenti i vektor konzistencije TK i VK 10x10 Indikatori

| m | mu       | Ieu    | E | Eu    | Ide    | Ek    | Idk    | K    | Ku   | Iik     |
|---|----------|--------|---|-------|--------|-------|--------|------|------|---------|
|   | 37513241 | 0.0000 |   | 24275 | 0.0000 | 34509 | 0.0000 | 2890 | 5171 | 55.8886 |

| i | Ci    | E | E(e)i | ms | E(u)i | BDPrs | E(p)i  |
|---|-------|---|-------|----|-------|-------|--------|
| 1 | 174   |   |       |    |       | 4800  | 0.0363 |
| 2 | 34    |   |       |    |       | 4880  | 0.0070 |
| 3 | 5.5   |   |       |    |       | 4880  | 0.0011 |
| 4 | 213.5 |   |       |    |       | 4880  | 0.0438 |

| i | Ci    | C(u)i | Z(u)i   | C(e)i | Z(e)i   | C(ei)i | Z(ei)i  |
|---|-------|-------|---------|-------|---------|--------|---------|
| 1 | 174   | 315   | 55.2381 | 320   | 54.3750 | 323.5  | 53.7867 |
| 2 | 34    | 43    | 79.0698 | 44.2  | 76.9231 | 49.1   | 69.2464 |
| 3 | 5.5   | 21.9  | 25.1142 | 22    | 25.0000 | 23.3   | 23.6052 |
| 4 | 213.5 | 379.9 | 56.1990 | 387   | 55.1680 | 427.9  | 49.8948 |

Slika 43 Indikatori uticaja rudarsko-energetskog kompleksa „TENT”- Obrenovac na kvalitet vazdušne sredine, na osnovu podataka Statističkog godišnjaka za 2014. godinu

Program podrške višekriterijumskom odlučivanju

Snimi Učitaj

Stepen uticaja Težinski koeficijenti i vektor konzistencije TK i VK 10x10 Indikatori

| m | mu       | Ieu    | E | Eu    | Ide    | Ek    | Idk    | K   | Ku   | Iik    |
|---|----------|--------|---|-------|--------|-------|--------|-----|------|--------|
|   | 37513241 | 0.0000 |   | 24275 | 0.0000 | 34509 | 0.0000 | 125 | 5171 | 2.4173 |

| i | Ci   | E | E(e)i | ms | E(u)i | BDPrs | E(p)i  |
|---|------|---|-------|----|-------|-------|--------|
| 1 | 6    |   |       |    |       | 4800  | 0.0013 |
| 2 | 1.4  |   |       |    |       | 4880  | 0.0003 |
| 3 | 4.5  |   |       |    |       | 4880  | 0.0009 |
| 4 | 11.9 |   |       |    |       | 4880  | 0.0024 |

| i | Ci   | C(u)i | Z(u)i   | C(e)i | Z(e)i   | C(ei)i | Z(ei)i  |
|---|------|-------|---------|-------|---------|--------|---------|
| 1 | 6    | 315   | 1.9048  | 320   | 1.8750  | 323.5  | 1.8547  |
| 2 | 1.4  | 43    | 3.2558  | 44.2  | 3.1674  | 49.1   | 2.8513  |
| 3 | 4.5  | 21.9  | 20.5479 | 22    | 20.4545 | 23.3   | 19.3133 |
| 4 | 11.9 | 379.9 | 3.1324  | 387   | 3.0749  | 427.9  | 2.7810  |

Slika 44 Indikatori uticaja rudarsko-energetskog kompleksa „Morava” na kvalitet vazdušne sredine, na osnovu podataka Statističkog godišnjaka za 2013. godinu

Program podrške višekriterijumskom odlučivanju

Snimi Učitaj

Stepen uticaja Težinski koeficijenti i vektor konzistencije TK i VK 10x10 Indikatori

| m | mu       | Ieu    | E | Eu    | Ide    | Ek    | Idk    | K   | Ku   | Iik    |
|---|----------|--------|---|-------|--------|-------|--------|-----|------|--------|
|   | 37513241 | 0.0000 |   | 24275 | 0.0000 | 34509 | 0.0000 | 125 | 5171 | 2.4173 |

| i | Ci   | E | E(e)i | ms | E(u)i | BDPrs | E(p)i  |
|---|------|---|-------|----|-------|-------|--------|
| 1 | 10.5 |   |       |    |       | 4800  | 0.0022 |
| 2 | 1.6  |   |       |    |       | 4880  | 0.0003 |
| 3 | 1.8  |   |       |    |       | 4880  | 0.0004 |
| 4 | 13.9 |   |       |    |       | 4880  | 0.0028 |

| i | Ci   | C(u)i | Z(u)i  | C(e)i | Z(e)i   | C(ei)i | Z(ei)i |
|---|------|-------|--------|-------|---------|--------|--------|
| 1 | 10.5 | 315   | 3.3333 | 320   | 3.2813  | 323.5  | 3.2457 |
| 2 | 1.6  | 43    | 3.7209 | 44.2  | 3.6199  | 49.1   | 3.2587 |
| 3 | 1.8  | 21.9  | 8.2192 | 22    | 8.1818  | 23.3   | 7.7253 |
| 4 | 13.9 | 379.9 | 3.6589 | 387   | 55.1680 | 427.9  | 3.2484 |

Slika 45 Indikatori uticaja rudarsko-energetskog kompleksa „Morava” na kvalitet vazdušne sredine, na osnovu podataka Statističkog godišnjaka za 2014. godinu

Cilj je da se predstavi univerzalnost modela i mogućnost upoređivanja rezultata o uticaju rudarsko-energetskog kompleksa „Kostolac” na kvalitet životne sredine (slike 41, 42, 43, 44 i 45 ), sa uticajem drugih rudarsko-energetskih kompleksa R. Srbije.

Tabelom 68 predstavljeni su rezultati proračuna indikatora odnosa instalisanih kapaciteta energetskog sektora Republike Srbije i indikatora zastupljenosti zagađujućih materija.

Na osnovu tabelarnog prikaza vrednosti indikatora (tabela 68) zaključuje se da termoelektrane „Kostolac“ i „Kolubara“ utiču na zagađivanje vazduha u većoj meri, u odnosu na termoelektrane „Obrenovac“ i „Morava“, ako se problem posmatra u skladu s učešćem termoelektrana u instalisanim kapacitetima. Problem je izraženiji kod termoelektrane „Kostolac“, u prvom analiziranom periodu, kad indeksi zastupljenosti zagađujućih materija imaju dva puta veću vrednost u odnosu na indekse odnosa instalisanih kapaciteta. Problem postoji i kod termoelektrane „Kolubara“.

Tabelom 69 predstavljen je uporedni grafički prikaz indikatora emisije zagađujućih materija, za sve rudarsko-energetske komplekse Republike Srbije.

Tabela 68 Indikatori odnosa instalisanih kapaciteta i zastupljenosti zagađujućih materija

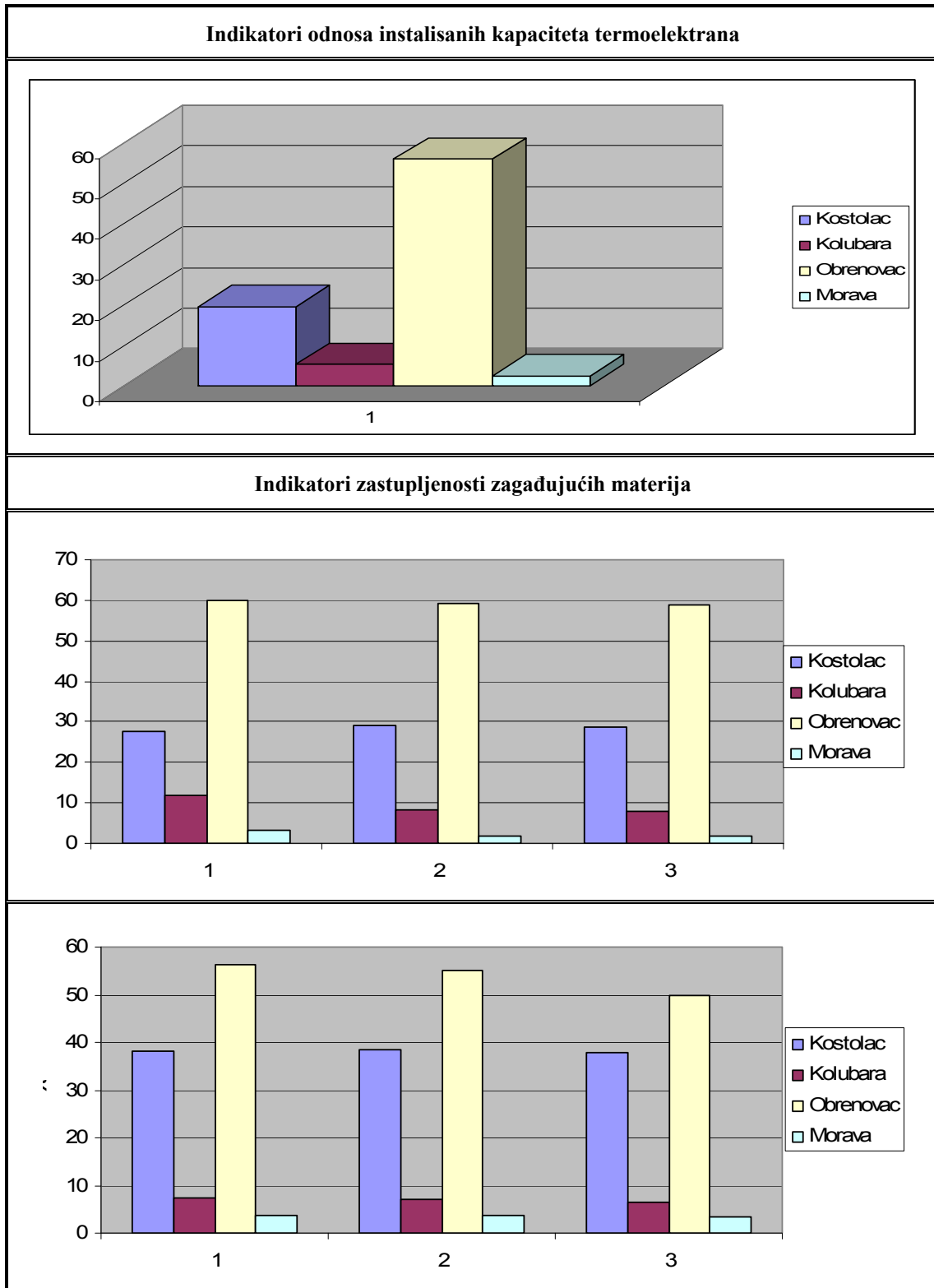
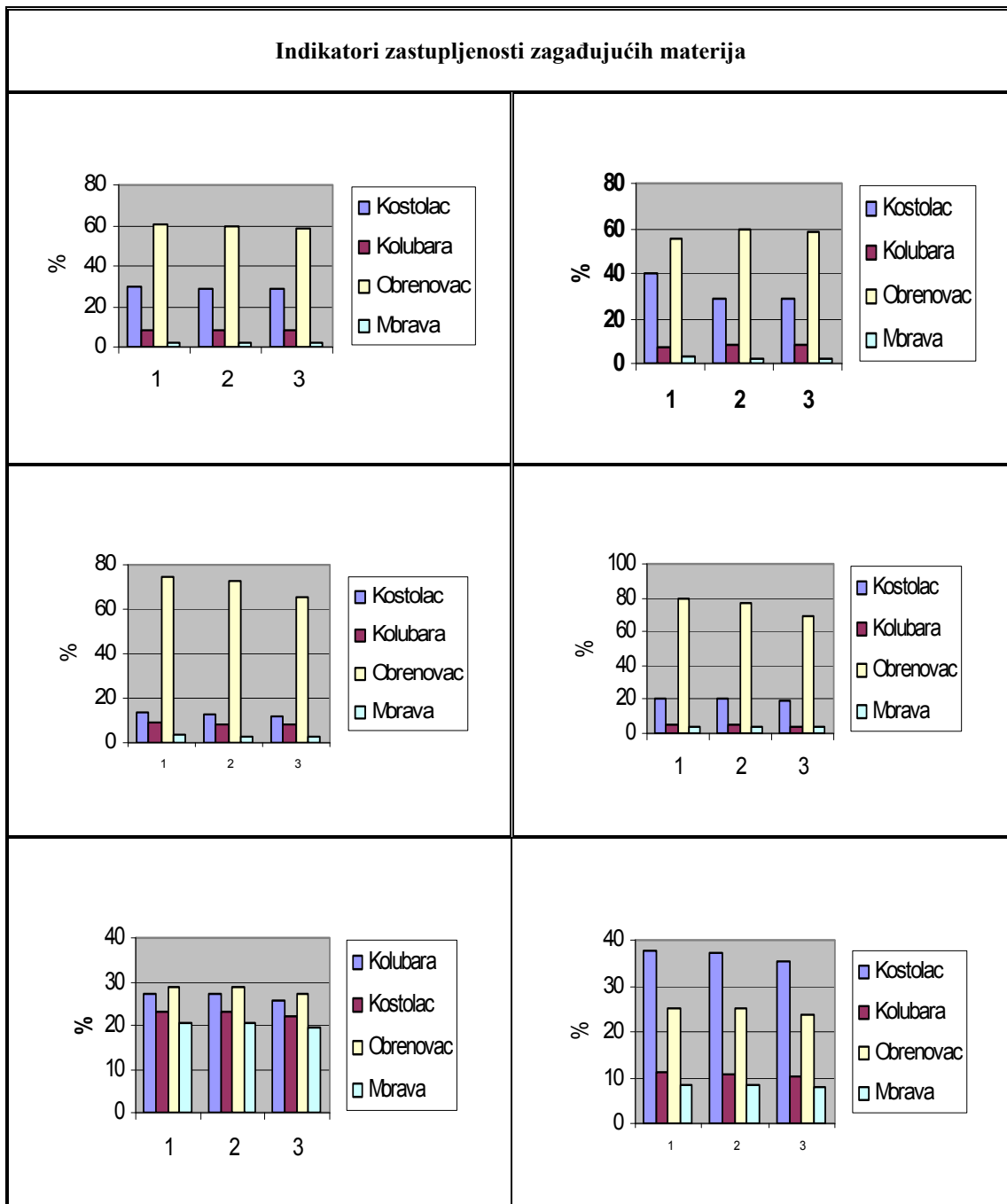


Tabela 69 Uporedni prikaz indikatora zastupljenosti oksida sumpora, oksida azota i čvrstih čestica



Na osnovu tabelarno prikazanih rezultata uticaja termoelektrane „Kolubara” zaključuje se da indikatori zastupljenosti čvrstih čestica u drugom analiziranom periodu i indikatori zastupljenosti oksida sumpora i oksida azota, u prvom analiziranom periodu, imaju dva puta veću vrednost od odgovarajućeg indikatora odnosa instalisanog kapaciteta. Poseban problem predstavlja emisija čvrstih čestica koja ima u drugom slučaju oko četiri puta veća vrednost indikatora emisije. Vrednosti indikatora emisije termoelektrane „Obrenovac” odstupaju za 5 do 10 % od vrednosti indikatora instalisanog kapaciteta. Indikator emisije čvrstih čestica je dosta manji, što je očekivano, jer se u termoelektrani “TENT” - Obrenovac koristi ugalj rudarsko-energetskog kompleksa „Kolubara”. Indikatori emisije rudarsko-energetskog kompleksa „Morava” pokazuju na stanje slično u rudarsko-energetskom kompleksu „Kostolac”, gde se beleže duplo veće vrednosti u odnosu na odgovarajuće indikatore instalisanih kapaciteta. Izuzetak je indikator emisije čvrstih čestica.



## ***DISKUSIJA REZULTATA***

6

## 6. DISKUSIJA REZULTATA

Diskusija rezultata i zaključaka, do kojih se došlo u okviru izrade doktorske disertacije, bazirana je na postulatima modela unapređivanja sistema upravljanja zaštitom životne sredine, analizi rezultata proračuna imisije zagađujućih materija vazdušne sredine, oceni značajnosti aspekata životne sredine, težinskih koeficijenata posledica radnih aktivnosti, rangova prioriteta zaštitnih mera i predlogu strategija SBSC metode.

Model unapređivanja sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa, baziran na analizi najznačajnijih uzroka zagađivanja životne sredine (aspekata) i najznačajnijih posledica po kvalitet vazduha, vode i zemljišta (ekoloških uticaja), ima kompleksnu strukturu. Aktivnosti definisanja i ažuriranja aspekata životne sredine vezane su za proces eksploatacije i sagorevanja uglja, uticaja rudarske mehanizacije i deponovanja jalovine i pepela. Upravljanje zaštitom životne sredine, u rudarsko-energetskim kompleksima i kreiranje politike zaštite životne sredine, zasnovano na važećoj zakonskoj regulativi, predstavlja osnovu za očuvanje kvaliteta životne sredine i poslovanje u skladu sa zahtevima održivog razvoja. Sprovođenje smernica serije standarda ISO 14000, zahtevi Ustava RS i Zakona o zaštiti životne sredine posmatrano je kao prioritetni zadatak rukovodstva rudarsko-energetskih kompleksa, u fazi formiranja i razvijanja sistema upravljanja zaštitom životne sredine. Model je kreiran sa ciljem da se stvori osnova za jednostavnije uspostavljanje opštih i posebnih ciljeva zaštite životne sredine i formulisanje programa za sprovođenje prihvaćenih ciljeva. Ostvarivanje usvojenih opštih i posebnih ciljeva zaštite životne sredine omogućava definisanje resursa, zadataka, odgovornosti i ovlašćenja. Rezultati koji ukazuju na neefikasnost obuke podstiču rukovodstvo rudarsko-energetskog kompleksa da preformuliše programe obuke i obrazovanja radnika. Pravilan izbor ljudskih resursa i dovoljna finansijska sredstva predstavljaju dobru osnovu za unapređivanje sistema upravljanja. Standard ISO 14001 propisuje smernice za kontrolu dokumentacije, čime se omogućava uvid u način izvršavanja obaveza radnika rudarsko-energetskog kompleksa. Reagovanje u slučaju vanrednih situacija spada u veoma odgovorne radne aktivnosti rudarsko-energetskog kompleksa. Smernice standarda ISO 14001 vezane za pripravnost reagovanja u vanrednim situacijama predstavljaju osnovu

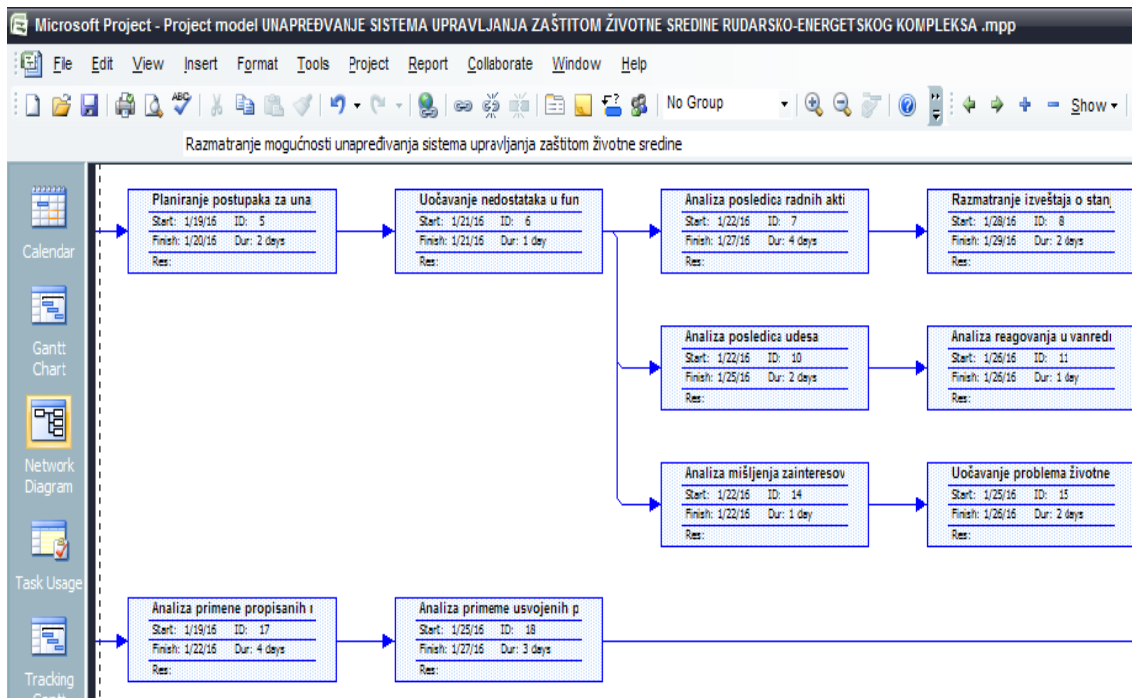
za funkcionisanje sistema upravljanja zaštitom životne sredine. Postupak proveravanja predstavlja složen proces utvrđivanja stepena prihvatljivosti funkcionisanja upravljanja zaštitom životne sredine u rudarsko-energetskom kompleksu. Ostvaruje se kontrolom radnih aktivnosti procesa sprovođenja praćenja i merenja, od izbora parametara za praćenje stanja kvaliteta životne sredine do izrade izveštaja o rezultatima preispitivanja uticaja rada. Rukovodstvo rudarsko-energetskog kompleksa ima zadatak da redovno ažurira zahteve zakonskih i drugih propisa, iz oblasti prava zaštite životne sredine, rudarstva i energetike, kako bi moglo da vrednuje status usaglašenosti i obnavlja dozvole i licence [238] vezane za funkcionisanje sistema upravljanja zaštitom životne sredine. Osnovu za prepoznavanje i rešavanje ekoloških problema u rudarsko-energetskom kompleksu predstavlja preduzimanje korektivnih i preventivnih mera, nakon što se identifikuju neusaglašenosti u funkcionisanju sistema upravljanja životnom sredinom. Upravljanje zapisima, kao dokazima o funkcionisanju sistema upravljanja zaštitom životne sredine i usaglašenosti sa zahtevima zakonskih i drugih propisa, obuhvata praćenje i kontrolu radnih aktivnosti obuhvaćenih zapisima. Provera funkcionisanja sistema upravljanja zaštitom životne sredine predstavlja proces utvrđivanja odstupanja u odnosu na planirane aktivnosti i neusaglašenosti sa zakonskim odrednicama, kako bi se pravovremeno sproveo postupak interne provere usvojenih planova i programa.

#### **6.1 KLJUČNI ELEMENTI MREŽNOG PLANIRANJA SISTEMA UPRAVLJANJA ZAŠTITOM ŽIVOTNE SREDINE RUDARSKO-ENERGETSKOG KOMPLEKSA**

Analizom gantograma modela unapređivanja sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa utvrđeno je da kritični put postoji od prve do poslednje aktivnosti, bez prekida, što potvrđuje da program može da se ostvari u realnom vremenu, čime je istovremeno i izvršena provera modela unapređivanja sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa.

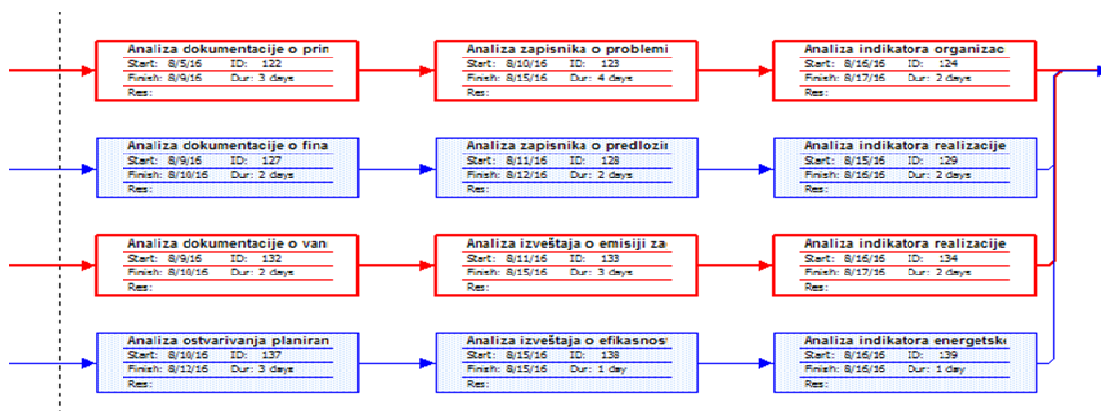
Metoda mrežnog planiranja omogućava predstavljanje aktivnosti unapređenja sistema zaštite životne sredine u preglednom grafičkom obliku i usklađivanje vremenske zavisnosti izvršavanja planiranih aktivnosti. Delimični grafički prikaz mrežnog dijagrama (slika 46) predstavlja deo mrežnog plana koji se odnosi na primenu metode višekriterijumskog odlučivanja, kao osnove za realno sagledavanje rizičnih situacija (u

slučaju zanemarivanja primene preventivnih mera zaštite) i definisanje verovatnoće pojavljivanja negativnih uticaja i posledica na kvalitet životne sredine.



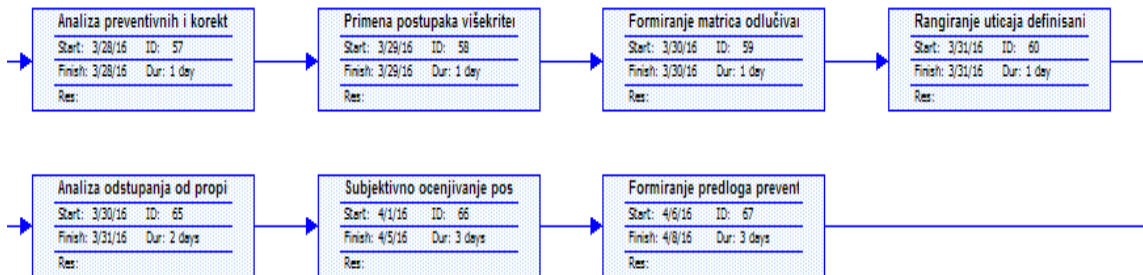
Slika 46 Grafički prikaz aktivnosti analize negativnih posledica rada rudarsko-energetskog kompleksa

Istraživanje posledica rada površinskih kopova i termoelektrana, primenom indikatora životne sredine, rezultata rada i energetske efikasnosti predstavljeno je slikom 47, kao primer prevazilaženja problema nedostatka materijalnih sredstava neophodnih za detaljna ispitivanja uticaja rudarsko-energetskih kompleksa na kvalitet životne sredine, izvođenje potrebnih eksperimenata u realnim uslovima i redovno sprovođenje monitoringa vazduha, vode i životne sredine.



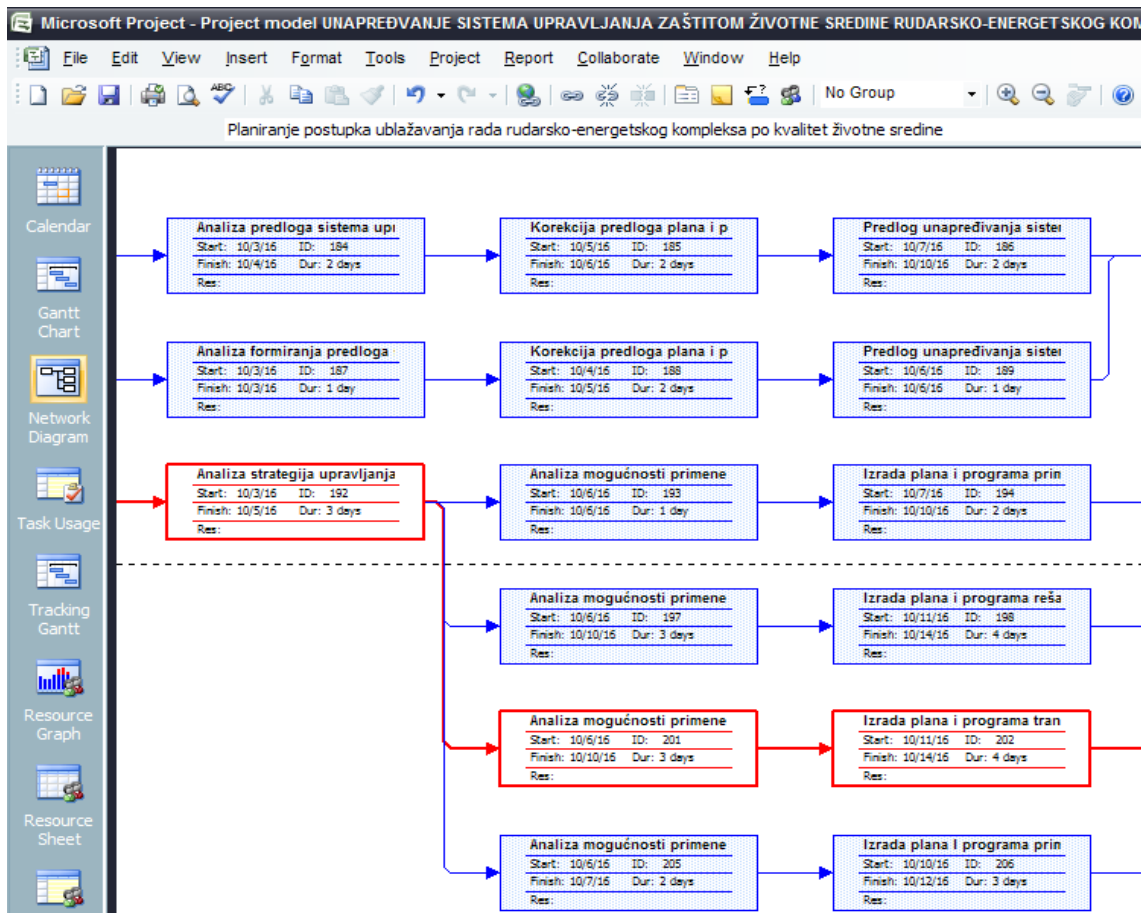
Slika 47 Grafički prikaz aktivnosti definisanja idikatora životne sredine, rezultata rada i energetske efikasnosti

Deo mrežnog plana koji obuhvata aktivnosti utvrđivanja rezultata višekriterijumske metode zasnovane na analitičkom hijerarhijskom procesu (slika 48), ukazuje na težinu posledica i predstavlja preduslov za izbor prioriternih mera zaštite životne sredine.



Slika 48 Grafički prikaz aktivnosti utvrđivanja rezultata višekriterijumskog odlučivanja zasnovanog na analitičkom hijerarhijskom procesu upravljanju zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa

Paralelna primena metode BSC upravljanja u skladu s održivim razvojem i upravljanja na osnovu subjektivnih procena, prikazana je slikom 49, kao mogućnost izbora.



Slika 49 Grafički prikaz aktivnosti formiranja uravnoteženih performansi upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa u skladu s principima održivog razvoja

## 6.2 DISKUSIJA IZBORA PRIORITETNIH MERA ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE RUDARSKO-ENERGETSKOG KOMPLEKSA BAZIRANOG NA REZULTATIMA VIŠEKRITERIJUMSKOG OCENJIVANJA

Rezultati rangiranja posledica rada rudarsko-energetskog kompleksa i izbora prioriternih mera zaštite životne sredine, ukazuju da metoda analitičkog hijerarhijskog procesa, predstavlja realnu podršku višekriterijumskom odlučivanju. Rezultati zvaničnih izveštaja o stanju životne sredine predstavljaju pouzdanu osnovu procesa ocenjivanja aspekata životne sredine. Primena višekriterijumskog odlučivanja pokazala je da procena verovatnoće pojavljivanja i stepena uticaja štetnih posledica, u kombinaciji sa AHP metodom, daje odlične rezultate.

U radu su predstavljani rezultati primene teorije verovatnoće (tabela 30) i analitičkog hijerarhijskog procesa, na osnovu kojih se uočava da je neophodno prioritarno rešavanje problema narušavanja:

### ➤ **kvaliteta vazduha:**

- raznošenje prašine s površinskog kopa,
- neredovna zamena filtra postrojenja za prečišćavanje,
- emisija produkata sagorevanja rudarske mehanizacije,
- prekoračenje graničnih vrednosti emisija i
- neadekvatno odlaganje jalovine;

### ➤ **kvaliteta voda:**

- ispuštanje neprečišćenih rudničkih i tehnoloških voda,
- odlaganje pepela i
- nepovoljna lokaciji rudnika u odnosu na slivno područje i

### ➤ **kvaliteta zemljišta:**

- ispuštanje neprečišćenih procednih voda,
- raznošenje prašine s površinskog kopa,
- neadekvatna rekultivacija jalovišta i
- uništavanje humusnog sloja zemljišta.

Uočena prednost je u pojednostavljenom kreiranju matrica odlučivanja. Značajno je smanjena mogućnost dodeljivanja vrednosti elemenata matrice, koji bi uslovlili pojavu

nekorektnih procena. Dobijena vrednost odnosa konzistencije, svih rangiranih posledica, manja je od 0,1. U konkretnom postupku definisanja matrica, nije bilo potrebe da se ni u jednom od 56 postupaka izračunavanja koeficijenta konzistencije, promene elementi matrice. Rezultati proračunatih koeficijenata ukazuju da su procene izvršene korektno i da su odluke konzistentne. Zaključuje se da su težinski koeficijenti validni za definisanje rangova i donošenje odluka o prioritetu zaštitnih mera.

Na osnovu tabelarno predstavljenih rezultata rangiranja prioriteta, u uklanjanju posledica, uočava se negativan uticaj radnih aktivnosti rudarsko-energetskog kompleksa na kvalitet vazduha (tabele 4, 5 i 6), voda (tabele 7, 8 i 9) i zemljišta (tabele 10, 11 i 12), kao što je:

- **raznošenje prašine (P 1)**, koje usled nedostatka finansijskih sredstava (K 2) za postupke suzbijanja prašine, pri čemu se javlja uticaj na zaposlene (PK 2);
- **emisija prašine i izduvnih gasova za vreme rada rudarske mehanizacije (P 2)**, koja ima prvi rang na osnovu ocene stanja kvaliteta životne sredine (PK 1), uticaja na zaposlene (PK 2) i finansijskog stanja rudarsko-energetskih kompleksa u slučaju udesnih događaja (PK 4) i drugi rang uticaja na stavove zainteresovanih strana (PK 3);
- **oticanje neprečišćenih rudničkih voda u okolno zemljište (P 1)**, sa prvim rangom značajnosti posmatrano u odnosu na osnovne elemente životne sredine (PK 1), zaposlene (PK 2) i finansijske troškove sanacije potencijalnih udesnih događaja (PK 4);
- **oticanje atmosferskih voda zagađenih ugljenom prašinom (P 4)**, koje ima prvi rang prema oceni uticaja na životnu sredinu (PK 1), zaposlene (PK 2) i zainteresovne strane (PK 3);
- **oticanje prelivnih i drenažnih voda (P 2)**, sa prvim rangom prema oceni uticaja na životnu sredinu (PK 1), zaposlene (PK 2) i finansijske troškove sanacije udesnih događaja (PK 4);
- **degradacija zemljišta napuštanjem površinskih kopova (P 4)**, koja ima prvi rang u odnosu na stanje osnovnih elemenata životne sredine (PK 2) i stavove zainteresovanih strana (PK 3);

- **izlivanje pepela i šljake sa deponije (P 3)**, koje ima najznačajniji uticaj na finansijsko stanje u slučaju udesnih događaja (PK 4) i zaposlene (PK 2) i
- **povećanje površine trajno uništenog zemljišta eksploatacijom uglja (P 4)** koje nastaje usled loše organizacije sistema zaštite životne sredine, što se zaključuje na osnovu uticaja na osnovne elemente životne sredine (PK 1) i stavove zainteresovanih strana (PK 3).

Na osnovu tabelarno predstavljenih rezultata rangiranja prioriteta u rešavanju ekoloških problema i uklanjanju posledica, uočava se negativan uticaj radnih aktivnosti rudarsko-energetskog kompleksa, u procesu:

- **deponovanja jalovine** (tabele 13, 14 i 15):
  - stavovi zainteresovanih strana (PK 3) ukazuju na propuste u organizaciji sistema upravljanja zaštitom životne sredine (K 1) i nedostatak finansijskih sredstava za sprovođenje preventivnih mera zaštite životne sredine (K 2),
  - narušavanje kvaliteta osnovnih elemenata životne sredine (PK 1) i nepovoljne reakcije zainteresovanih strana (PK 3) utiču na negativne reakcije ekoloških organizacija i javnosti (K 3),
  - neadekvatno odlaganje jalovine (P 3) utiče na narušavanje odnosa sa zainteresovanim stranama (PK 3) i finansijsko stanje u slučaju udesnih događaja (PK 4),
  - zatrpavanje humusnog sloja zemljišta (P 4) ima drugi rang na osnovu ocena po svim podkriterijumima i
  - spiranje površine jalovišta atmosferskim vodama (P 2) ima drugi rang prema drugom i trećem podkriterijumu;
- **transporta uglja** (tabele 16, 17 i 18):
  - emisija prašine s transportnih traka (P 3) ima prvi rang u odnosu na stanje kvaliteta osnovnih elemenata životne sredine (PK 1), zaposlene (PK 2) i narušavanje finansijska stabilnost u slučaju udesnih događaja (PK 4),
  - propusti u organizaciji sistema upravljanja zaštitom životne sredine (K 1), nedostatak finansijskih sredstava za sprovođenje preventivnih mera



- zaštite (K 2) i reakcije ekoloških organizacija (K 3) dovode do narušavanja finansijske stabilnosti u slučaju udesnih događaja (PK 4),
- transport uglja transportnim trakama (P 3) utiče na kvalitet životne sredine (PK 1), stavove zainteresovanih strana (PK 3) i finansijsko stanje (PK 4),
  - nedostatak finansijskih sredstava za sprovođenje preventivnih mera zaštite (K 2) utiče na ugrožavanje zdravlja zaposlenih (PK 2) i stavove zainteresovanih strana (PK 3) i
  - emitovanje izduvnih gasova rudarske mehanizacije (P 1) ima drugi rang ako se razmatra uticaj transporta uglja na osnovne elemente životne sredine (PK 1) i zdravlje zaposlenih (PK 2);
- **sagorevanja uglja** (tabele 19, 20 i 21):
- narušavanje konkurentnosti nepovoljnim reagovanjem javnosti i ekoloških organizacija (PK 4) ima najizraženije negativno delovanje prema svim kriterijumima i nastaje usled propusta u organizaciji sistema upravljanja zaštitom životne sredine (K 1), nedostatka finansijskih sredstava za sprovođenje preventivnih mera zaštite životne sredine (K 2) i tolerantnog stava ekoloških organizacija i javnosti (K 3),
  - narušavanje osnovnih elemenata životne sredine (K 1) nastaje kao posledica propusta u organizaciji sistema upravljanja zaštitom životne sredine (PK 1),
  - prekoračenje propisanih GVE i GVI zagađujućih materija vazdušne sredine (P 3) ima prvi rang ako se posmatra ocene uticaja sagorevanja uglja na osnovne elemente životne sredine i
  - neredovna zamena filtra (P 2) sistema za prečišćavanje može da ugrozi poslovnu saradnju i izazove reakciju zainteresovanih strana (PK 3);
- **deponovanja pepala** (tabele 22, 23 i 24):
- nepovoljni stavovi zainteresovanih strana (PK 3) nastaju kao posledica propusta u organizaciji sistema upravljanja zaštitom životne sredine (K 1) i nedostatka finansijskih sredstava za sprovođenje planiranih mera zaštite (K 2),
  - pucanje brane i isticanje pepela (P 4) može da ugrozi bezbednost zaposlenih (PK 2),

- nepovoljan odnos pepela i vode u gustoj pulpi (P 3) i pucanje brane i isticanje pepela (P 4) ima prvi rang prema uticaju na životnu sredinu (PK 1) i finansijske troškove sanacije posledica (PK 4),
- raznošenje pepela eolskom erozijom (P 1) utiče na stavove zainteresovanih strana (PK 3) i
- spiranje pepelišta atmosferskim vodama (P 2) ima drugi rang ako se razmatra uticaj na životnu sredinu (PK 1), zaposlene (PK 2) i zainteresovane strane (PK 3).

Zbirna procena uticaja 28 rangiranih posledica je i šematski predstavljena, kako bi se na jednostavan i pregledan način ukazalo na ključne aspekte životne sredine. Ukupni rezultati primene hijerarhijske analize (slika 71), zasnovani su na primeni: metode određivanja značaja aspekata (ocenom stepena uticaja i verovatnoće pojavljivanja posledica kritičnih radnih aktivnosti) i smernica AHP metode.

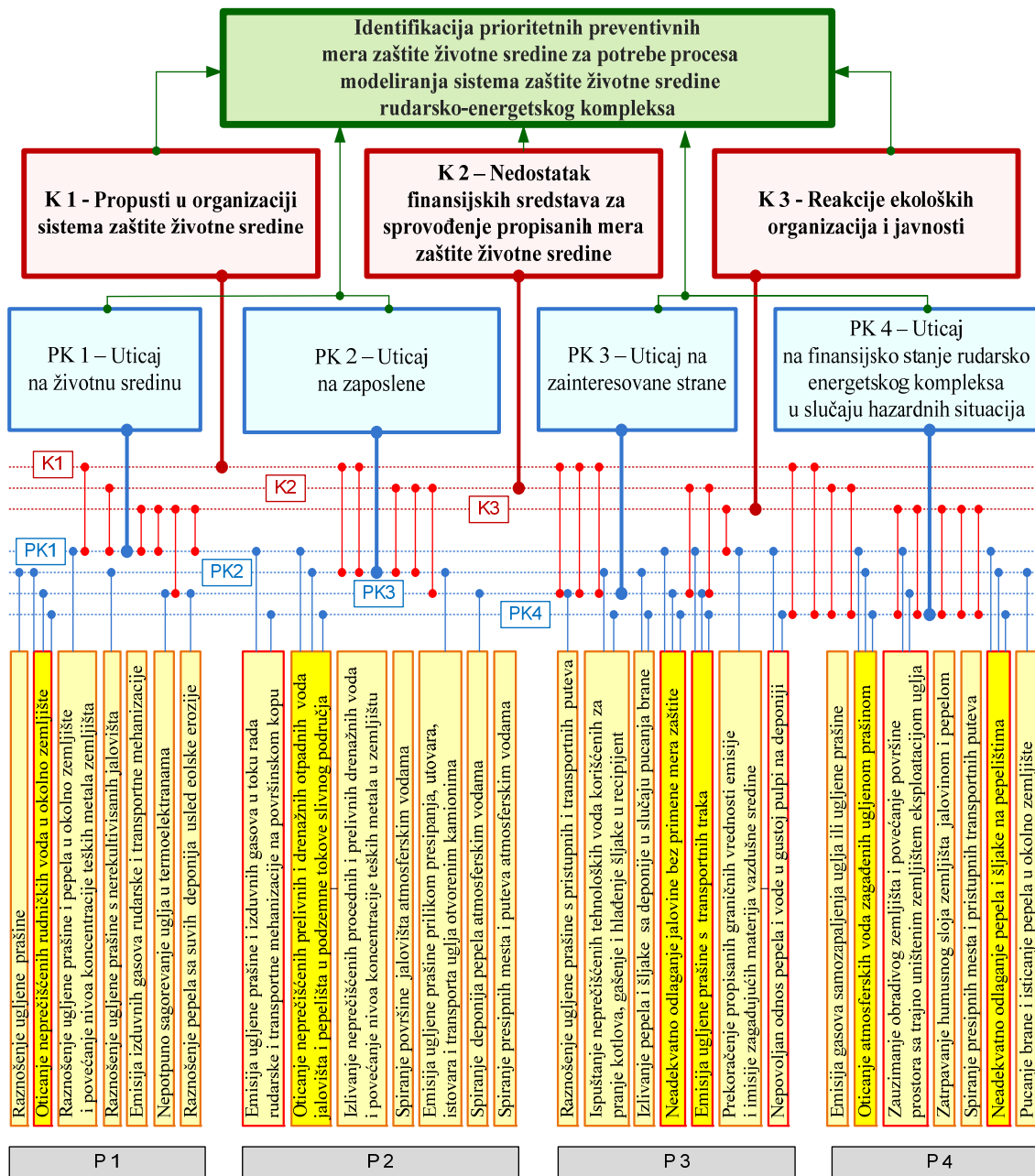
Na osnovu rezultata višekriterijumskog odlučivanja stvorena je osnova za:

- izbor prioriternih mera zaštite životne sredine i
- uvid u ozbiljnosti problema vezanih za funkcionisanje sistema zaštite životne sredine rudarsko-energetskih kompleksa.

Na osnovu grafičkog prikaza rezultata rangiranja posledica radnih aktivnosti (slika 50), u odnosu na definisane kriterijume (K 1, K 2 i K 3) i podkriterijume (PK 1, PK 2, PK 3 i PK 4), izdvajaju se šest visoko rizičnih radnih aktivnosti.

Zaključuje se da prve rangove uticaja u odnosu na tri podkriterijuma imaju sledeći aspekti životne sredine:

- oticanje neprečišćenih rudničkih voda u okolno zemljište (P 2/1),
- oticanje neprečišćenih prelivnih i drenažnih otpadnih voda jalovišta i pepelišta u podzemne tokove slivnog područja (P 2/2),
- neadekvatno odlaganje jalovine bez primene mera zaštite (P 4/3),
- emisije ugljene prašine s transportera s gumenom trakom (P 3/5),
- oticanje atmosferskih voda zagađenih ugljenom prašinom (P 3/4) i
- neadekvatno odlaganje pepela i šljake (P 6/4) na pepelištima.



Slika 50 Identifikacija prioriteta preventivnih mera zaštite životne sredine za potrebe procesa modeliranja sistema zaštite životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa

Proračunom ukupnog prioriteta alternativa stiče se predstava o uticaju radnih aktivnosti rudarsko-energetskog kompleksa na kvalitet životne sredine (tabele 57-70). Na osnovu analize rezultata, predstavljenih slikama 31-37 vidi se da najveći uticaj ima nedostatak finansijskih sredstava za primenu propisanih mera zaštite životne sredine, sem u slučaju ocenjivanja uticaja procesa deponovanja jalovine, kad se na osnovu vrednosti težinskih koeficijenata zaključuje da dominantan uticaj imaju propusti u organizaciji sistema upravljanja zaštitom životne sredine.

Tabelarnim prikazima predstavljene su vrednosti kompozitnih indikatora u odnosu na podkriterijume (tabela 71) i aspekte životne sredine (tabela 72), kako bi se paralelno pratio uticaj radnih aktivnosti rudarsko-energetskog kompleksa na kvalitet vazduha, voda i zemljišta, ali i uticaj deponovanja jalovine, transporta uglja, sagorevanja uglja i odlaganja pepela.

Analizom rezultata (tabela 70) uočava se da najveća vrednost kompozitnog indikatora za podkriterijum PK 3, što znači da dominantan uticaj imaju stavovi zainteresovanih strana, kad se razmatra uticaj procesa odlaganja pepela (7) i deponovanja jalovine (4). Velika vrednost kompozitnog indikatora za podkriterijum PK 4, ukazuje na činjenicu da finansijski troškovi sanacije potencijalnih udesnih događaja imaju veliki uticaj na posledice procesa sagorevanja uglja (6), ali i na kvalitet zemljišta (3). Razmatranjem uticaja rudarsko-energetskih kompleksa na osnovne elemente životne sredine uočava se da kompozitni indikator za podkriterijum PK 1 ima dominantnu vrednost kad se ocenjuje uticaj na kvalitet voda (2).

Vrednosti kompozitnih indikatora za aspekte životne sredine zavise od vrednosti kompozitnih indikatora za podkriterijume i težinskih koeficijenata aspekata životne sredine. Tabelom 71 predstavljene su konačne vrednosti kompozitnih indikatora za aspekte životne sredine.

Tabelom 71 predstavljeni su rezultati proračuna kompozitnih indikatora za aspekte životne sredine, s ciljem da se stvori osnova za paralelno rešavanje ključnih ekoloških problema. Uočava se da vrednost kompozitnog indikatora ima maksimalnu vrednost za aspekt P 7/1, što znači da raznošenje pepela eolskom erozijom (P 1) ima dominantan uticaj, u slučaju kad se ocenjuje uticaj procesa deponovanja pepela (7), ali i kad se posmatraju ukupne posledice rada rudarsko-energetskih kompleksa.

Drugo mesto po prioritetnosti rešavanja problema ima emisija prašine i izduvnih gasova za vreme rada rudarske mehanizacije (P 1/2), kako bi se ublažio negativan uticaj na kvalitet vazduha (1). Približno isti uticaj ima neadekvatno odlaganje jalovine (P 4/3) i izlivanje pepela i šljake s deponija (P 3/3), kad se razmatra uticaj na kvalitet zemljišta. Neadekvatno odlaganje pepela i šljake (P 6/4) predstavlja dominantan problem i kad se sagledava uticaj procesa sagorevanja uglja na kvalitet životne sredine.

Tabela 70 Vrednost kompozitnih indikatora u odnosu na podkriterijume

| Kompozitni indikator za podkriterijume |                             |                   |                        |                          |                      |                       |                      |
|--|-----------------------------|-------------------|------------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
|  | Uticaj radnih aktivnosti na |                   |                        | Uticaj procesa           |                      |                       |                      |
|  | kvalitet vazduh (1)         | kvalitet voda (2) | kvalitet zemljište (3) | deponovanja jalovine (4) | transporta uglja (5) | sagorevanja uglja (6) | odlaganja pepela (7) |
|  | KIpk 1                      | KIpk2             | KIpk 3                 | KIpk 4                   | KIpk 5               | KIpk 6                | KIpk 7               |
| PK 1                                   | 0,280929                    | 0,479623          | 0,174354               | 0,13628                  | 0,10298              | 0,070223              | 0,246302             |
| PK 2                                   | 0,461029                    | 0,276114          | 0,301692               | 0,14243                  | 0,353801             | 0,085911              | 0,102186             |
| PK 3                                   | 0,151337                    | 0,089908          | 0,066783               | 0,527092                 | 0,440239             | 0,312147              | 0,54911              |
| PK 4                                   | 0,106736                    | 0,154444          | 0,457105               | 0,194162                 | 0,10298              | 0,532745              | 0,102059             |

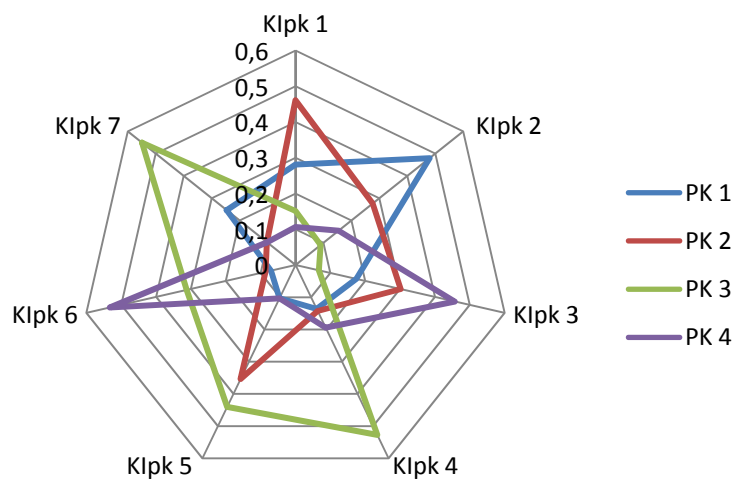
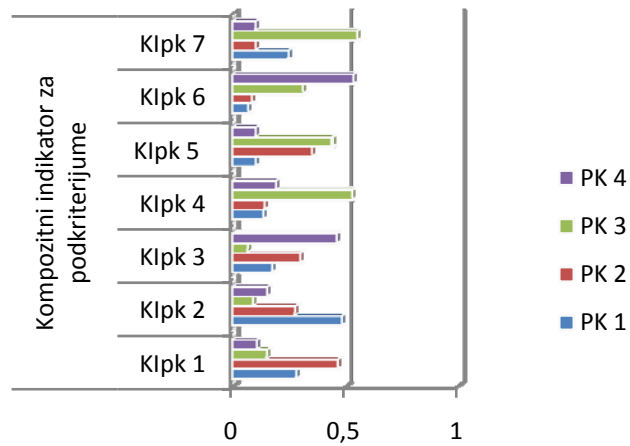
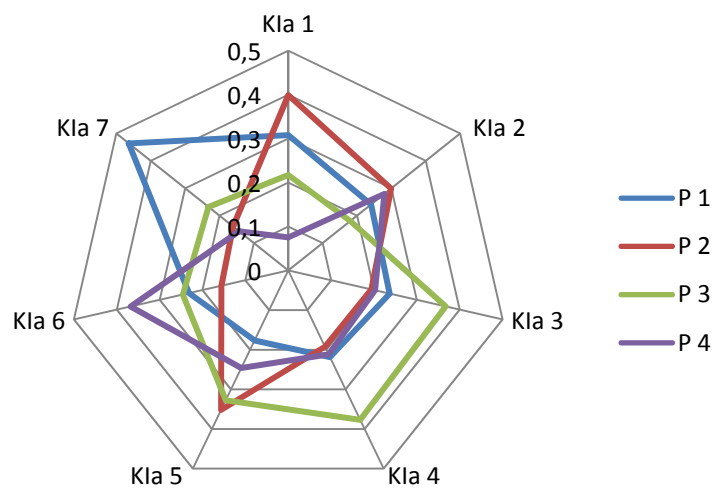
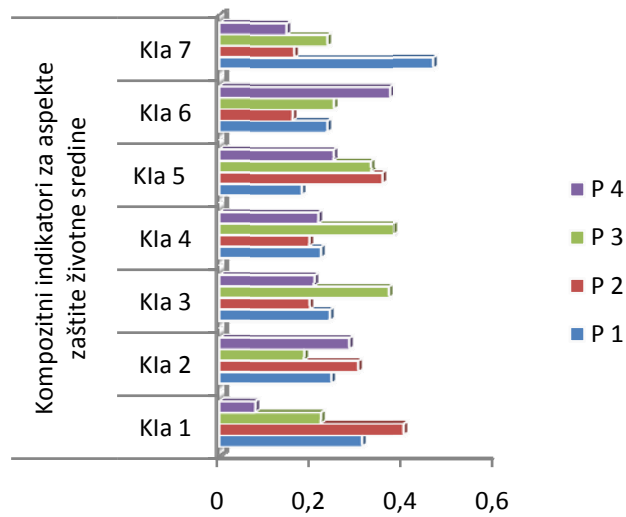


Tabela 71 Vrednost kompozitnih indikatora u odnosu na aspekte životne sredine

| Kompozitni indikator za aspekte životne sredine |                             |               |                    |                      |                  |                   |                  |
|---|-----------------------------|---------------|--------------------|----------------------|------------------|-------------------|------------------|
|   | Uticaj radnih aktivnosti na |               |                    | Uticaj procesa       |                  |                   |                  |
|   | kvalitet vazduh             | kvalitet voda | kvalitet zemljište | deponovanja jalovine | transporta uglja | sagorevanja uglja | odlaganja pepela |
|   | KIa 1                       | KIa 2         | KIa 3              | KIa 4                | KIa 5            | KIa 6             | KIa 7            |
| P 1   | 0,30815                     | 0,24082       | 0,2365             | 0,21845              | 0,171002         | 0,231302          | 0,463928         |
| P 2   | 0,398915                    | 0,29892       | 0,19369            | 0,19256              | 0,347795         | 0,155787          | 0,160395         |
| P 3   | 0,217441                    | 0,18064       | 0,36706            | 0,37701              | 0,341005         | 0,246029          | 0,232215         |
| P 4   | 0,075479                    | 0,27966       | 0,2027             | 0,21193              | 0,14019          | 0,367816          | 0,143129         |



Rešavanje ključnih ekoloških problema predstavlja prioritetan zadatak rukovodstva rudarsko-energetskih kompleksa, jer privredni subjekti u skladu sa standardom ISO 14001 moraju da poštuju propise iz oblasti zaštite životne sredine. Osnove sistema zaštite životne sredine definišu Zakon o zaštiti životne sredine [239], Zakon o integrisanom sprečavanju i kontroli zagađivanja životne sredine [240], Zakon o zaštiti vazduha [154], Zakon o zaštiti zemljišta [241] i Zakon o vodama [242]. Reorganizacija sistema zaštite životne sredine, s ciljem da se stvore uslovi za primenu usvojenih procedura sprovođenja preventivnih i korektivnih mera zaštite životne sredine, predstavlja osnovu za ublažavanje posledica rada rudarsko-energetskih kompleksa.

### **6.3 DISKUSIJA PREDLOGA STRATEGIJA ODRŽIVOG RAZVOJA I UNAPREĐIVANJA SISTEMA UPRAVLJANJA ZAŠTITOM ŽIVOTNE SREDINE RUDARSKO-ENERGETSKOG KOMPLEKSA**

Predlog strategija održivog razvoja, zasnovan na metodi SBSC, zavisi od stepena privrednog razvoja država i finansijskog stanja. Primena predloženog postupka integracije aspekata zaštite životne sredine u strateške perspektive BSC metode je prihvatljiva za rukovodstvo rudarsko-energetskog kompleksa, jer se zasniva na poštovanju zakonskih propisa, obuci radnika za sprovođenje lokalnog monitoringa i primeni otpadne toplote. Postupci omogućavaju rukovodstvu da stvara bolju sliku o organizaciji i kvalitetnije poslovne odnose, jer se iskorišćavanjem otpadne toplote obezbeđuje kupcima ekološki proizvod, smanjuju gubici energije i doprinosi očuvanju kvaliteta vode u recipijentu. Predstavници rukovodstva organizacija, koje rad zasnivaju na transformaciji primarne energije i distribuciji električne i toplotne energije, pokazuju zainteresovanim stranama da vode računa o kvalitetu životne sredine i izvršavaju zakonske obaveze.

Model upravljanja zaštitom životne sredine BSC metodom, baziran na uvođenju novih ekološko-socijalnih perspektiva, podrazumeva sveobuhvatno sagledavanje problema i uključivanje dodatnih uslova. Unapređivanje postojeće strategije upravljanja zaštitom životne sredine, omogućava razvoj usvojenih ekoloških principa i uvođenje novih ciljeva zaštite životne sredine. Mogućnost da BSC metoda postane primarni sistem upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa može da zahteva

dodatno angažovanje, zbog složenosti problematike. Način da se nađu rešenja treba zasnivati na smanjenju broja i pregrupisanju ciljeva zaštite životne sredine.

Održivi koncept BSC metode, kao savremena metoda, još uvek nema značajnu poziciju u sistemu upravljanja zaštitom životne sredine u oblasti energetike. Predložen je jer istovremeno ublažava nedostatke alternativnih i konvencionalnih izvora energije. Problemi karakteristični za primenu energije sunca i vetra (nedostatak prostora i zauzimanje plodnog zemljišta) i eksploataciju uglja (degradacija velikih prostranstava) istovremeno se prevazilaze, dostizanjem zajedničkog cilja. Integracija predložene tržišno orijentisane ekološke perspektive i primena BSC metode upravljanja zaštitom životne sredine predstavljaju mogućnost za povećanje profita i usklađivanje poslovanja rudarsko-energetskog kompleksa sa principima održivog razvoja.

Primena jasne strategije upravljanja zaštitom može da se svede na primeru propisanih zakonskih normi, tako da se predlog primene svodi na predstavljanje razvoja površinskog kopa, termoelektrane ili energetskog sektora u skladu sa zakonskim okvirima. Podeljeni servis SBSC metode podrazumeva integraciju jednog ili više aspekata u bar dve glavne perspektive [236]. Najčešći način upravljanja sistemom zaštite životne sredine podrazumeva izdvajanje finansijskih sredstava za rešavanje nekog od prioriternih problema, koji ne zahteva velika ulaganja. Predlog primene podeljenog servisa je vezan za sprovođenje internog monitoring sistema vazduha. Predstavnici rukovodstva rudarsko-energetskog kompleksa na ovaj način dokazuju postojanje spremnosti rešavanja ekoloških problema i mišljenja zainteresovanih strana.

Modeli upravljanja zaštitom životne sredine, zasnovani na principima podeljenog servisa SBSC metode, doprinose očuvanju životne sredine, uz malo angažovanje finansijskih sredstava. Obrazovanje radnika je korisno za sprovođenje planiranih postupaka, pod uslovom da se stvore uslovi za adekvatnu primenu znanja. Jasno iskazana namera, primenom predloženih postupaka, ukazuje na nivo razvoja ekološke etike predstavnika rukovodstva rudarsko-energetskog kompleksa, ali ocenu funkcionisanja sistema zaštite životne sredine predstavljaju rezultati monitoringa.

Primena predložene parcijalne perspektive SBSC metode doprinosi smanjenju troškova zaštite životne sredine, novim pristupom rešavanju problema sanacije napuštenih površinskih kopova i jalovišta. Unapređivanje sistema upravljanja zaštitom životne



sredine rudarsko-energetskih kompleksa, primenom parcijalne perspektive, doprinosi uspostavljanju povoljnijeg odnosa prema životnoj sredini.

Predlog primene parcijalne strukture, zasnovan na reciklaži pepela, prihvatljiv je za rukovodstvo rudarsko-energetskog kompleksa, jer pored ekološkog značaja obezbeđuje tržišnu orijentaciju. Totalna SBSC metoda podrazumeva integraciju više ekoloških aspekata u sve četiri glavne perspektive. Ambiciozno je očekivati da se sprovede u uslovima sadašnjeg razvoja rudarsko-energetskih kompleksa u Republici Srbiji, ali ne i nerealno. Zahteva podršku države i jako razvijen ekološko-etički stav predstavnika rukovodstva površinskog kopa i termoelektrane.

Primena alternativnih izvora energije, kao novog ekološkog aspekta može da doprinese finansijskoj stabilnosti, ali i očuvanju kvaliteta životne sredine. Totalna struktura podrazumeva prioritet ekoloških aspekata prilikom planiranja: finansijskih ulaganja, odnosa sa korisnicima, internih procesa i obuke radnika. Stanje u elektroprivredi Republike Srbije ima osnovu za primenu transferzalnog pristupa SBSC metode, ali zahteva veliku podršku države.

Predložena proširena struktura, pored ekološkog značaja, obezbeđuje tržišnu orijentaciju. Doprinosi usklađivanju rada rudarsko-energetskih kompleksa sa principima održivog razvoja. Transferzalni pristup SBSC metode podrazumeva integraciju više ekoloških aspekata u sve četiri glavne perspektive, ali kao vodećih principa, što je teško prihvatljivo. Sprovođenje predloga je ostvarljivo jedino u uslovima kada se sprovodi princip „zagađivač plaća“, jer nema motiva za dodatna ulaganja sve dok se napuštaju jame površinskih kopova i odlaže primena postupaka rekultivacije i remedijacije.

Predloženi uporedni prikaz primene jasne, efikasne, inovativne i progresivne strategije, predstavlja osnovu za ocenu ispunjenosti uslova za izbor nivoa procesa modeliranja sistema upravljanja zaštitom životne sredine. Predlog se odnosi na oblast osnovnih elemenata zaštite životne sredine (vazduh, vode i zemljište), najozbiljnijeg ekološkog problema (pucanje brane pepelišta) i alternativnog rešenja problema degradiranog zemljišta, iscrpljivanja rezervi uglja i obezbeđivanja stabilne energetske situacije (iskorišćavanje energije sunca i vetra). Predstavnici rukovodstva rudarsko-energetskog kompleksa izborom progresivne strategije u svim pomenutim oblastima, stvaraju

osnovu za rešavanje najznačajnijih ekoloških problema, ostvarivanje ciljeva i politike zaštite životne sredine, ali i poštovanje principa održivog razvoja.

Razvijene zemlje vode računa o svim principima SBSC metode, dok se zemlje u razvoju zadržavaju na primeni standarda ISO 14000 i nastoje da ispoštuju zahteve zakonskih i drugih propisa. Republika Srbija spada u zemlje gde se SBSC metoda može primeniti, u delu koji se odnosi na kontrolu zagađenja, dok o ostalim postupcima još uvek nije definisan jedinstven stav. Rukovodstvo rudarsko-energetskih kompleksa često usvaja politiku zaštite životne sredine preambiciozno, čime se obavezuje na poštovanje principa koje najčešće ne ispunjava. Tabelom 72 je predstavljen predlog rešenja problema zaštite životne sredine, u skladu sa konkretnim uslovima rudarsko-energetskih kompleksa.

Tabela 72 Pristup organizacija prema zaštiti životne sredine i predlozi rešavanja problema zaštite životne sredine u konkretnim uslovima rudarsko-energetskog kompleksa

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Pristup organizacije     | Predlog pristupa rudarsko-energetskog kompleksa prema zaštiti životne sredine i primene postupaka zaštite usklađivanja procesa rada sa principima održivog razvoja   |
| Kontrola zagađenja       | <b>Usaglašenost sa zakonskom regulativom i implementacija standarda ISO 14000</b>  |
|                          | Primena preporuka donetih na osnovu rezultata redovne kontrole kvaliteta životne sredine   |
|                          | Interna kontrola – praćenje emisije zagađujućih materija vazdušne sredine  |
| Prevenција zagađenja     | <b>Usaglašenost sa zakonskom regulativom i primena standarda ISO 14000</b>   |
|                          | Poštovanje propisanih mera zaštite i kontrola sprovođenja politike zaštite životne sredine i funkcionisanja službe za zaštitu životne sredine (bez posebnih sistema za merenje parametara kvaliteta životne sredine) |
| Ekološka efikasnost      | <b>Kreiranje modela za objektivno ocenjivanje aspekata životne sredine</b>   |
|                          | Primena indikatora životne sredine i formiranog seta indikatora uticaja rudarsko-energetskog kompleksa na životnu sredinu  |
|                          | Korišćenje AHP metoda višekriterijumskog odlučivanja za izbor ključnih aspekata životne sredine i planiranje preventivnih mera zaštite   |
| Ekološka inovativnost    | <b>Primena osnovnih principa održivog razvoja</b>  |
|                          | Iskorišćavanje pepela i šljake kao sekundarne sirovine za izgradnju putne mreže<br>Izrada briketa od ugljene prašine ili sagorevanje ugljene prašine u termoelektrani  |
| Ekoetički pristup        | <b>Obaveštavanje javnosti o kvalitetu životne sredine</b>  |
|                          | Upozoravanje na nepovoljnu meteorološku situaciju i materijalna pomoć porodicama koje imaju decu obolelu od astme ili drugih oboljenja disajnih puteva   |
| Koncept održivog razvoja | <b>Primena principa održivog razvoja energetike</b>  |
|                          | Instaliranje solarnih panela i vetrogeneratora na napuštenim prostorima površinskog kopa   |
|                          | Kogeneracija i trigeneracija   |

Saniranje posledica uticaja energetike na kvalitet životne sredine je moguće, uz veliko angažovanje predstavnika rukovodstva rudarsko energetskih-kompleksa i podršku države. Nije realno očekivati da se svi ekološki problemi reše istovremeno. Neophodna je bolja organizacija sistema zaštite životne sredine rudarsko-energetskih kompleksa i postepeno razvijanje pristupa rukovodstva, u skladu sa konkretnim uslovima. Predstavljene su mogućnosti za rešavanje problema i predloženi postupci primene od kontrole zagađenja do koncepta održivog razvoja, kao osnova za modeliranje sistema upravljanja zaštitom životne sredine i prihvatanje evropskih propisa.

Država kontinuirano radi na pripremi za poštovanje i adekvatnu primenu evropskih propisa, tako da treba uskladiti rad rudarsko-energetskih kompleksa sa smernicama evropskih direktiva, regulativa i odluka, kao što su Direktiva o industrijskim emisijama 2010/75/EU [243], Regulativa o sistemu za upravljanje zaštitom životne sredine i programu provere 1221/2009/EZ [244], Direktiva o upravljanju rudarskim otpadom 2006/21/EZ [245], Odluka o mehanizmu za monitoring emisija gasova sa efektom staklene bašte 280/2004/EZ [246] i Direktiva o zaštiti podzemnih voda od zagađenja izazvanog opasnim supstancama 80/68/EEC [247]. Održive strateške perspektive pružaju mogućnost za unapređivanje upravljanja životnom sredinom [248], usklađivanje potreba za energijom i očuvanjem kvaliteta životne sredine, rešavanje ekoloških problema i smanjenje nivoa prekograničnih emisija zagađujućih materija.

## **ZAKLJUČAK**

**7**

## 7 ZAKLJUČAK

Analizom rudarsko-energetskih kompleksa, koji dovode do emisije zagađujućih materija iznad graničnih vrednosti i mogućnosti pojave udesnih događaja, zaključuje se da utiču na narušavanje kvaliteta životne sredine i ugrožavanje zdravlja stanovništva okolnih naselja. Sistem zaštite životne sredine treba posmatrati kao kompleksan sistem koji pruža mogućnost prevazilaženja ekoloških problema, zaštite stanovništva od ekološkog rizika i ublažavanja posledica po kvalitet vazduha, vode i zemljišta. Analiza životnog ciklusa uglja i primena standarda ISO 14000 omogućava unapređivanje organizacije sprovođenja radnih aktivnosti iz oblasti zaštite životne sredine, primenom integralnih sistema zaštite i savremenih metoda upravljanja zaštitom životne sredine.

Kompleksan problem zahteva rešenja tehničke i organizacione prirode, koja mogu da se realizuju na osnovu modela unapređivanja sistema upravljanja zaštitom životne sredine. U doktorskoj disertaciji razrađen je teoretski model upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa, sa softverskom podrškom višekriterijumskom odlučivanju, kojim se stvara osnova za razvoj energetskog rudarstva u skladu s principima održivog razvoja i potvrđuje osnovna hipoteza. Uticaj rudarsko-energetskih kompleksa na kvalitet životne sredine analizira se u prvom delu modela, kako bi se izvršio izbor aspekata životne sredine, prioriternih mera zaštite i smernica politike zaštite životne sredine. Multidisciplinarni pristup izradi modela podrazumeva kombinovanje rezultata primene teorije verovatnoće, višekriterijumskog odlučivanja i analitičkog hijerarhijskog procesa odlučivanju, energetskih indikatora, kao i predlog primene BSC metode, čime se podstiče poštovanje principa održivog razvoja, ublažavanje negativnih posledica radnih aktivnosti i prevazilaženje ekoloških problema.

Adekvatna analiza složenog sistema zaštite životne sredine nije moguća u potpunosti, jer uvek postoji problem nedostatka podataka, tako da je neophodno donositi odluke na osnovu nepotpunih informacija i rangirati različite uticaje, na osnovu više kriterijuma. Izbor prioriternih mera zaštite i ključnih indikatora, definisanih u okviru seta indikatora rudarsko-energetskog kompleksa, doprineće unapređivanju kvaliteta sistema zaštite i otklanjanju nedostataka postojećeg sistema upravljanja rudarsko-energetskog kompleksa. Implementacija efikasnijeg sistema upravljanja omogućava ublažavanje

negativnih posledica transformacije energije uglja, uz mogućnost održivog korišćenja energije uglja i ostvarivanja finansijske dobiti.

Na osnovu rezultata istraživanja može se zaključiti da savremene metode upravljanja mogu da predstavljaju osnovu za rešavanje kompleksnih problema i unapređivanje sistema upravljanja. Predloženi modeli višekriterijumskog odlučivanja i primene ključnih indikatora, predstavljaju podršku rukovodstvu rudarsko-energetskih kompleksa u realizaciji prihvaćenih obaveza i preuzetih odgovornosti, vezanih za: očuvanje kvaliteta životne sredine i biodiverziteta, smanjenje nivoa zagađivanja životne sredine i neracionalno trošenje sirovina i energije. Održivo korišćenje prirodnih resursa i odvijanje životnog ciklusa uglja uz što manje posledica po osnovne elemente životne sredine, stav je kojim se rukovalo u postupku izbora prioriternih mera zaštite, unapređivanja energetske efikasnosti i modeliranja sistema upravljanja zaštitom životne sredine.

Višekriterijumsko odlučivanje je pogodno za modeliranje sistema zaštite životne sredine, jer se stvara mogućnost upoređivanja različitih rešenja, pre donošenja konačne odluke. Prednost je u razmatranju različitih alternativa i proveravanju mogućnosti ostvarivanja usvojenih ciljeva zaštite životne sredine. Hijerarhijsku strukturu ekoloških problema i kriterijuma procene definiše pojedinac (predstavnik rukovodstva zaštite životne sredine) ili tim stručnih lica (predstavnici rukovodstva rudarsko-energetskog kompleksa i službe zaštite životne sredine). Timski rad olakšava primena energetskih indikatora, jer nedvosmisleno ukazuje na posledice eksploatacije i sagorevanja uglja. Planiranje više alternativa i izbor najpovoljnije, olakšava rad članova tima, a sinteza dobijenih rezultata može da predstavlja predlog odluka koje razmatra rukovodstvo rudarsko-energetskog kompleksa. Usvojeni predlozi preventivnih zaštitnih mera postaju sastavni deo sistema zaštite životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa.

Kombinovana primena ocenjivanja značajnosti aspekata i određivanja međuzavisnih odnosa aspekata životne sredine metodom analitičkog hijerarhijskog procesa predstavlja način da se sprovodi postupak modeliranja sistema zaštite životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa, bez nametanja subjektivnih stavova pojedinca ili tima za donošenje odluka.

U radu je predstavljeno rešenje za ostvarivanje predložene polazne hipoteze, zasnovane na tvrdnji da usklađivanje energetske proizvodnje sa principima održivog razvoja, doprinosi očuvanju kvaliteta životne sredine, ublažavanju ekoloških problema i povećanju energetske efikasnosti. Ostvarivanje hipoteze je bazirano na primeni predloženog sistema upravljanja, identifikaciji aspekata životne sredine i korišćenju predloženog seta indikatora energetike. Osnovni uslovi ublažavanja posledica rudarsko-energetskog kompleksa su definisanje prihvatljive politike zaštite životne sredine i obezbeđivanje finansijskih sredstava. Očekivani naučni doprinosi istraživanja ostvareni su, počev od uočavanja nedostataka u sprovođenju politike životne sredine i primeni mera zaštite životne sredine, preko kreiranja osnove za višekriterijumsko odlučivanje, do predloga primene savremenih postupaka upravljanja i pripreme za primenu smernica standarda i propisa Evropske unije.

Primena postupaka višekriterijumskog odlučivanja ima velike prednosti u odnosu na donošenje subjektivnih odluka, a u disertaciji predviđena je i mogućnost paralelne primene postupka ocenjivanja i definisanja ljudskih resursa. Model unapređivanja sistema upravljanja može da se uz odgovarajuću adaptaciju primeni za različite sisteme. Korekcija vremena trajanja aktivnosti, u urađenom gantogramu i mrežnom planu, baziranom na primeni *MS projecta*, predstavlja vrlo jednostavan zadatak. Predloženi model omogućava analizu podataka o posledicama rada izvora zagađujućih materija, jednostavno određivanje značajnost aspekata, težinskih koeficijenta, indeksa konzistencije, rangova posledica i indikatora uticaja.

Rezultati istraživanja doktorske disertacije predstavljaju osnovu za dalja istraživanja uticaja rada rudarsko-energetskih kompleksa na kvalitet životne sredine, formiranje baze podataka, koja bi omogućilo izračunavanje vrednosti svih definisanih energetske indikatora, formiranje seta indikatora rudarsko-energetskog kompleksa i definisanje konkretnijih rešenja BSC metode. Postoji mogućnost daljih istraživanja LCA metodom, gde bi se kao osnova za definisanje životnog ciklusa uglja koristili rezultati istraživanja predstavljeni u radu.

Model sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskih kompleksa je univerzalan i primenjiv u praksi na sve slične rudarsko-energetske kompleksa što je kroz rad i prikazano upoređenjem sličnih rudarsko-energetskih kompleksa u Srbiji.

## ***LITERATURA***



## LITERATURA

1. Heleta, M, Projektovanje menadžment sistema životne i radne sredine, Univerzitet Singidunum, Beograd, 2010
2. Rajković, D., Integrisani sistemi menadžmenta u malim i srednjim preduzećima, Doktorska disertacija, Univerzitet u Kragujevcu, Mašinski fakultet u Kragujevcu, Kragujevac, 2010
3. Taradi, J., Grošanić, N., Model procesa planiranja sigurnosti i zaštite na radu u poslovnom sustavu, Zbornik radova, V Znanstveno-stručna konferencija s međunarodnim sudjelovanjem: "Menadžment i sigurnost", Hrvatsko društvo inženjera sigurnosti, Visoka škola za sigurnost, Čakovec, 2010, pp. 232-244
4. Taradi, J., Grošanić, N., Nikolić V., Model procesa upravljanja ljudskim resursima i znanjem- teorija i praksa, [https://bib.irb.hr/datoteka/584098.Taradi\\_GrosanicNikolic.pd](https://bib.irb.hr/datoteka/584098.Taradi_GrosanicNikolic.pd), Izvorni znanstveni članak, UDK/UDC 005.96:001
5. Arsovski, S., integrisani menadžment sistemi – modeli i realizovani sistemi, 35. Nacionalna konferencija o kvalitetu, Festival kvaliteta 2008., <http://www.cqm.rs/2008/pdf/35/53.pdf>, Kragujevac, 2008
6. Nabit, U., Klazinga, N., Walburg, J., The EFQM excellence model: European and Dutch experiences with the EFQM approach in health care, International Journal for Quality in Health Care 2000; Volume 12, Number 3, pp. 191–201
7. Castilla, J., Possible Ethical Implications in the Deployment of the EFQM Excellence Model, Journal of Business Ethics August 2002, Volume 39, Issue 1-2, pp. 125-134
8. Wilkinson G., Dale B., Integrated management systems: a model based on total quality approach, Managing Service Quality, Vol.11, Number 5, 2001., pp. 318-330
9. Wilkinson G., Dale B., An examination of the ISO 9001:2000 standard and its influence on the integration of management systems. Production Planning & Control, 13(03), 2002., pp. 284-297

10. Jorgensen T., Remmen A., Mellado D., Integrated management systems – three different levels of integration, *Journal of Cleaner Production* 14, 2005., pp. 713-722
11. Zeng S., Jonathan J.S., Lou G.X., A synergetic model for implementing an integrated management system: an empirical study in China, *Journal of Cleaner Production* 15, 2007., pp. 1760-1767
12. Karapetrovic S., Jonker J., Integration of standardized management systems: searching for a recipe and ingredients, *Total Quality Management*, 14(04), 2003., pp. 451-459
13. Karapetrovic, S., Casadesus, M., Implementing environmental with other standardized management systems: scope, sequence, time and integration, *Journal of cleaner production*, 17(05), 2009., pp. 533-540
14. Figge,F., Hahn, T., Schalteggwr, S., Wagner, M., The Sustainability Balanced Scorecard – Linking Sustainability Management to Business Strategy, *Business Strategy and the Environment*, Vol 11, pp. 269- 284, Wiley InterScience, 2001
15. Božikov, J., Modeliranje i simulacija, Definicije, Vrste modela, 2006 [http://bib.irb.hr/datoteka/347082.modeliranje\\_i\\_simulacija\\_-\\_v2a2.pdf](http://bib.irb.hr/datoteka/347082.modeliranje_i_simulacija_-_v2a2.pdf)
16. Brimicombe, A., GIS, Environmental Modeling and Engineering, Second edition, CRC Press, 2010
17. Quinn, N.W.T., Brekke, L.D., Miller, N.L., Heinzer, T., Hidalgo, H., Dracup, J.A., Model integration for assessing future hydroclimate impacts on water resources, agricultural production and environmental quality in the San Joaquin Basin, California, *Environmental Modelling & Software* 19, 2004, pp. 305–316
18. Alcamo, J., Doll, P., Henrichs, T., Kasper, F., Lehner, B., Rosch, T., Siebert, S., Development and testing of the WaterGAP 2 global model of water use and availability *Hydrological Sciences–Journal–des Sciences Hydrologiques*, 48(3), 2003, pp. 317/337
19. Britz, W., Verburg, P., Leip, A., Modelling of land cover and agricultural change in Europe: Combining the CLUE and CAPRI-Spat approaches, *Agriculture, Ecosystems & Environment* 142 (1–2), 2011, pp. 40–50

20. Alkemade, R., Oorschot, M., Miles, L., Nellemann, C., Bakkenes, M., Brink, B., The Economics of Ecosystems and Biodiversity, Ecological and economic foundations, London, 2010
21. Alkemade, R., Oorschot, M., Miles, L., Nellemann, C., Bakkenes, M., Brink, B., GLOBIO3: A Framework to Investigate Options for Reducing Global Terrestrial Biodiversity Loss, *Ecosystems* 2009., pp. 374-390
22. Herbruggen, B., Logghe, S., TREMOVE version 2.3, Simulation Model for European environmental transport policy analysis, International Conference „Transport and Air Pollution“ 2005, Graz, Belgium, 2005
23. Pesch, U., Huitema, D., Hisschemöller, M., "A boundary organization and its changing environment: the Netherlands Environmental Assessment Agency, the MNP" *Environment and Planning C: Government and Policy* 30(3), 2012, pp. 487–503
24. Pearson, R., Using the International Futures Global Modeling System (IFs) for Alternative Scenarios by the Numbers, *Forecasting intelligence*, [https://forecasters.org/pdfs/foresight/FSIssue22\\_pearson.pdf](https://forecasters.org/pdfs/foresight/FSIssue22_pearson.pdf)
25. Miler, R., Blair, P., Input-output analysis, Foundations and Extensions, Cambridge, University Press, 2009
26. Zwaan, B., Endogenous learning in climate-energy economic models – an inventory of key uncertainties, *Int. J. Energy Technology and Policy* 2, (1/2), 2004
27. Manne, A., An Integrated Assessment Model for Global Climate Change, Stanford University, 2004 <http://web.stanford.edu/group/MERGE/GERAD1.pdf>
28. Wier, M., An Environmental Macro/economic model for the Construction sector, *Environmental and resource Economics* 15, 2000, pp. 323-341
29. Sassi, O., Crassous, R., Hourcade, J-C., Gitz, V., Waisman, H., Guivarch, C., IMACLIM-R: a modelling framework to simulate sustainable development pathways, *International Journal of Global Environmental Issues* 10, Nos. 1/2, 2010, pp. 5-24
30. Atran, S., Medin, D., Ross N., The Cultural Mind: Environmental Decision Making and Cultural Modeling Within and Across Populations, American Psychological Association, *Psychological Review* 112 (4), 2005, pp. 744 –776

31. Rina, K., Singh, R. P., Shashtri, S., Kamal, V., Mukherjee, S., Geochemical Modeling of High Fluoride Concentration in Groundwater of Pokhran Area of Rajasthan, India, *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 86 (2), 2011, pp. 152-158
32. Barker, T., Scricciu, Serban, S., Modeling Low Climate Stabilization with E3MG: Towards a „New Economics“ Approach to Simulating Energy-Environment-Economy System Dynamics, *Energy Journal* 31, 2010, pp. 137-164
33. Miller, R., Lewis W., Merenski P., A value exchange model for the channel of distribution: Implications for management and research, *Journal of the Academy of Marketing Science* 13 (4), 1985, pp. 1-17
34. Stoiljković, V., Stojiljković, P., Stojiljković, B., Obradović, Z., *Integrirani sistemi menadžmenta, ISO 9001:2000, ISO 14001:2004 i OHSAS 18001:1999*, CIM College, Mašinski fakultet u Nišu, 2006
35. Savić, S., Stanković, M., *Teorija sistema i rizika*, Akademska misao, Beograd, 2012
36. Avlijaš, R., *Upravljanje projektom*, Univerzitet Singidunum, Beograd, 2014
37. Vujić, D., *Upravljanje ljudskim resursima, Izvor poslovne uspešnosti*, USEE-Unija fakulteta istočne Evrope, fakultet za pravne i poslovne studije, Prometej, Novi Sad, 2009
38. Barjaktarović L., *Upravljanje rizikom*, Univerzitet Singidunum, Beograd, 2013
39. Mišković D., *Upravljanje i zaštita životne sredine Evropske unije*, Univerzitet privredna akademija u Novom sadu, fakultet za ekonomiju i inženjerski menadžment u Novom sadu, 2011
40. Vujović, R., *Upravljanje rizicima i osiguranje*, Univerzitet Singidunum, Beograd, 2009
41. Mašić, B. i dr., *Menadžment, principi, koncept i procesi*, Univerzitet Singidunum, Beograd, 2010
42. Mišković, V., *Sistemi za podršku odlučivanju*, Univerzitet Singidunum, Beograd, 2013
43. Erić, D., Stošić, I., *Korporativno restruktuiranje*, Čigoje štampa, 2013

44. Micić, R., Organizacija, Praktikum, Ekonomski fakultet u Prištini, Kosovska Mitrovica, 2012
45. Pećanac, R., Razvoj i upravljanje inovacionim procesima, Srbija Invent, Zrenjanin, 2009
46. Krstić, I., Modeli za sistemsku analizu rizika tehnoloških sistema, Doktorska disertacija, Fakultet zaštite na radu u Nišu, Niš, 2010
47. Đorđević, A., Kauzalna analiza kvaliteta vazduha i zdravstvenog rizika od aerozagađenja, Doktorska disertacija, Fakultet zaštite na radu u Nišu, Niš, 2010
48. Palačić, D., Uticaj primene standarda OHSAS 18001 i ISO 14001 na poboljšanje performansi kvaliteta radne i životne sredine, Doktorska disertacija, fakultet zaštite na radu u Nišu, niš, 2015
49. Sergio Usón, S., Valero, A., Correas, L., Energy efficiency assessment and improvement in energy intensive systems through thermoeconomic diagnosis of the operation, *Applied Energy* 87, 2010, pp. 1989–1995
50. Herrera, I., Ruyck, J., Ocaña, V.S., Rubio, M., Martínez, R.M., Núñez, V., Environmental impact of decentralized power generation in Santa Clara City, Cuba: An integrated assessment based on technological and human health risk indicators, *Applied Energy*, *Applied Energy* 109, 2013, pp. 24–35
51. Massimiliano, M., Caputo, P., Costa, G., Paradigm shift in urban energy systems through distributed generation: Methods and models, *Applied Energy* 88, 2011, pp. 1032–1048
52. Rubio, R., Cespón, F., J., Ruyck, D, Guevara, O., Verma, V., Life cycle modeling of energy matrix scenarios, Belgian power and partial heat mixes as case study, *Applied Energy* 107, 2013, pp. 329–337
53. Arvidsson, R., Fransson, K., Fröling, M., Svanström, ., Molander, S., Energy use indicators in energy and life cycle assessments of biofuels: reviewand recommendations, *Journal of Cleaner Production* 31, 2012, pp. 54-61
54. Augutis, J., Krikstolaitis, R., Martisauskas, I., Peciulyte, S., Energy security level assessment technology, *Applied Energy*, *Applied Energy* 97, 2012, pp. 143–149

55. Becerra, T., X., Bravo, L., F. Bárcena, B., Methodology proposal for territorial distribution of greenhouse gas reduction percentages in the EU according to the strategic energy policy goal, *Applied Energy* 87, 2010, pp. 3552–3564
56. Soner A., Sogut, Z., Game theory approach in decisional process of energy management for industrial sector, *Energy Conversion and Management* 74, 2013, pp. 70–80
57. Zhang, X., Hu, H., Han, J., Deng, H., Xiao, H., Peng, H., Li, Y., Shen, F., Yang, X., Wu, J., Zhang, Y., Qi, H., Several novel indicators being applied to analyze the relationships between Chinese economic growth, energy consumption and its impact of emissions, *Ecological Indicators* 15, 2012, pp. 52–62
58. Grujic, N. R., Trifunovic, M. Pesic, Z., Electrical Energy Production from Coal and its impacts on Environment, *Journal of Environmental Protection and Ecology* 15, No 1, 2014, pp. 16–22
59. Sharifuddin, S., Methodology for quantitatively assessing the energy security of Malaysia and other southeast Asian countries, *Energy Policy* 65, 2014, pp. 574–582
60. Mendes, C., Souza, L., Kalid, R., Esquerre, K., Kiperstok, A., Assessment of the uncertainty associated with the energy indicator, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15, 2011, pp. 3156–3164
61. Liu, G., Baniyounes, A., Rasul, M., Amanullah, M., Khan, M., Fuzzy logic based environmental indicator for sustainability assessment of renewable energy system using life cycle assessment, *Procedia Engineering* 49, 2012, pp. 35-41
62. Dong, J., Chi, Y., Zou, D., Fu, C., Huang, Q., Ni, M., Energy environment–economy assessment of waste management systems from a life cycle perspective: Model development and case study, *Applied Energy* 114, 2014, pp. 400–408
63. Chang, M., Energy intensity, target level of energy intensity, and room for improvement in energy intensity: An application to the study of regions in the EU, *Energy Policy* 67, 2014, pp. 648–655
64. Loschel, A., Moslener, U., Rubbelke, D., Indicators of energy security in industrialised countries, *Energy Policy* 38, 2010, pp. 1665–1671

65. Ranaboldo, M., Martí, L., Villoria, A., Moreno, R., Heuristic indicators for the design of community off-grid electrification systems based on multiple renewable energies, *Energy* 50, 2013, pp. 501-512
66. Benetea B. (2013) Badiou-Bénéteau, A. Benneveau, F. G eret, H. Delatte, N. Becker, J.L. Brunet, Honeybee biomarkers as promising tools to monitor environmental quality, *Environ International* 60, 2013, pp 31-41
67. Francesco Graccev, Peter Zeniewski, A systemic approach to assessing energy security in a low-carbon EU energy system, *Applied Energy* 123, 2014, pp. 335-348
68. Reichl, J., Kollmann, A., The baseline in bottom-up energy efficiency and saving calculations – A concept for its formalisation and a discussion of relevant options, *Applied Energy* 88, 2011, pp. 422–431
69. Chang, M., Energy intensity, target level of energy intensity, and room for improvement in energy intensity: An application to the study of regions in the EU, *Energy Policy* 67, 2014, pp. 648–655
70. Patlitzianas,K., Doukas, H., Kagiannas, A., Psarras, J., Sustainable energy policy indicators: Review and recommendations, *Renewable Energy* 33, 2008, pp. 966–973
71. Kucukvar, M., Tatari, O., A comprehensive life cycle analysis of cofiring algae in a coal power plant as a solution for achieving sustainable energy, *Energy* 36, 2011, pp. 6352-6357
72. Nian, V., Chou, S., Su, B., Bauly, J., Life cycle analysis on carbon emissions from power generation – The nuclear energy example, *Applied Energy* 118, 2014, pp. 68–82
73. Lambert, J., Hall, C., Balogh, S., Gupta, A., Arnold, M., Energy, EROI and quality of life, *Energy Policy* 64, 2014, pp. 153–167
74. Shyu, C., Ensuring access to electricity and minimum basic electricity needs as a goal for the post-MDG development agenda after 2015, *Energy for Sustainable Development* 19, 2014, pp. 29–38
75. Pasimeni, M., Petrosillo, I., Aretano, R., Semeraro, T., Marco, A., Zaccarelli, N., Zurlini, G., Scales, strategies and actions for effective energy planning: A review, *Energy Policy* 65, 2014, pp. 165–174

76. Ardakani, F., Ardehali, M., Novel effects of demand side management data on accuracy of electrical energy consumption modeling and long-term forecasting, *Energy Conversion and Management* 78, 2014, pp. 745–752
77. Sharma, S., The relationship between energy and economic growth: Empirical evidence from 66 countries, *Applied Energy* 87, 2010, pp. 3565–3574
78. Vu G. (2012) Gang Wua, Lan-Cui Liu, Zhi-Yong Han, Yi-Ming Wei, Climate protection and China's energy security: Win-win or tradeoff, *Applied Energy* 97, 2012, pp. 157–163
79. Yang, F., Yang, M., Nie, H., Productivity trends of Chinese regions: A perspective from energy saving and environmental regulations, *Applied Energy* 110, 2013, pp. 82–89
80. Martos, H., Styles, D., Schoenberger, H., Identified best environmental management practices to improve the energy performance of the retail trade sector in Europe, *Energy Policy* 63, 2013, pp. 982–994
81. Heyne, S., Harvey, S., Assessment of the energy and economic performance of second generation biofuel production processes using energy market scenarios, *Applied Energy* 101, 2013, pp. 203–212
82. Finn, P., Fitzpatrick, C., Demand side management of industrial electricity consumption: Promoting the use of renewable energy through real-time pricing, *Applied Energy* 113, 2014, pp. 11–21
83. Axa, C., Bjørnenakb, T., Bundling and diffusion of management accounting innovations—the case of the balanced scorecard in Sweden, *Management Accounting Research* 16, 2005, pp. 1–20
84. Rudberg, M., Waldemarsson, M., Lidestam, H., Strategic perspectives on energy management: A case study in the process industry, *Applied Energy* 104, 2013, pp. 487–496
85. Welsch, M., Hermann, S., Howells, M., Rogner, H., Young, C., Rammad, I., Bazilian, M., Fischer, G., Alfstad, T., Gielen, D., Blanc, D., Röhr, A. Steduto P., Müller, A., Adding value with CLEWS – Modelling the energy system and its interdependencies for Mauritius, *Applied Energy* 113, 2014, pp. 1434–1445



86. Wua, L., Chenb B., Borc. I., Wua J., Structure model of energy efficiency indicators and applications, *Energy Policy* 35, 2007, pp. 3768–3777
87. Ardakani, F., Ardehali, M., Long-term electrical energy consumption forecasting for developing and developed economies based on different optimized models and historical data types, *Energy* 65, 2014, pp. 452-461
88. Iribarren, D., Vázquez-Rowe, I., Rugani, B., Benetto, E., On the feasibility of using emergy analysis as a source of benchmarking criteria through data envelopment analysis: A case study for wind energy, *Energy* 67, 2014, pp. 527-537
89. Mancarella, P., MES (multi-energy systems): An overview of concepts and evaluation models, *Energy* 65, 2014, pp. 1-17
90. Bozanic, V., Jovanovic, B., Standard ISO 5001:2011 – Benefits for leaders in the field of energy efficiency, *International renewable energy forum*, Novi Sad, 2012
91. Shin, J., Shin, W., Lee, C., An energy security management model using quality function deployment and system dynamics, *Energy Policy* 54, 2013, pp. 72–86
92. Рихмер, Л., Волков, Э., Покровский, В., Охрана водного и воздушного бассейнов от выбросов тепловых электростанций, Москва, Энергоиздат, 1981
93. Скалкин, Ф., Канаев, А., Копп, И., Энергетика и окружающей среда, Энергоиздат, Ленинград, 1981
94. Energy efficiency a worldwide review, Indicators, Policies, Evaluation, A report of the world energy council in collaboration with ADEME, ISBN 2 868 17 775 1, july, 2004, [www.worldenergy.org](http://www.worldenergy.org)
95. Popović A., Đinović J., Mikašinović B., Cvjetičanin N., Nešić V., Gavrilović M., Simonović B., Polić P., Ispiranje potencijalno toksičnih elemenata sa deponije pepela i šljake Termoelektrana “Kostolac A” i “Kostolac B”, Naučno-stručno savetovanje, Upravljanje zaštitom životne sredine u elektroprivredi, ELEKTRA I, Arandelovac, 2000
96. Đulaković, G., Mogućnost proizvodnje i kvalitet kabaste stočne hrane na nereaktivisanom zemljištu kostolačkih rudnika, Međunarodna konferencija-Upravljanje zaštitom životne okoline, Energetska efikasnost u energetici, Herceg Novi, 2004

97. Kosić D., Dilberović D., Kontrola kvaliteta vazduha u okolini TE "Nikola Tesla" Obrenovac od 1990. do 2001. godine, Međunarodna konferencija-Upravljanje zaštitom životne sredine u Elektroprivredi, ELEKTRA II, Tara, 2002
98. WHO. Air quality guidelines global update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, Copenhagen; 2005
99. Herrera, I., Ruyck, J., Ocana, V., Rubio, M., Martinez, Nunez, V., Environmental impact of decentralized power generation in Santa Clara City, Cuba: An integrated assessment based on technological and human health risk indicators, Applied Energy 109, 2013, pp. 24-35
- 100 Mahapatra D, Shukla P, Dhar S., External cost of coal based electricity generation: A tale of Ahmadabad city, Energy Policy 49, 2012, pp.253–65
101. Sekulić, V., Krstić, B., Komplementarnost u primeni CSF metoda i BSC modela u procesu strateškog upravljanja, Strateški menadžment 1-2, 2004, pp. 108-113
102. Pope, A., Burnett, R., Thun, M., Calle, E., Krewski, D., Kayuhiko, I., Thurston, G., Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution, The Journal of the American Medical Association 287, 2002, pp. 1132–1141.
103. Daniels., M., Dominici, F., Samet, M., Zeger, S., Estimating particulate mattermortality dose–response curves and threshold levels: an analysis of daily time-series for the 20 largest US cities, American Journal Epidemiol 152, 2000, pp. 397-406
104. Samoli, E, Touloumi, G, Terte, L., Schindler, C., Atkinson, R., Vonk, J., Rossi, G., Saez, M., Rabcyenko, D., Schwartz, J., Katsouyanni, K., Investigating the dose–response relation between air pollution and total mortality in the APHEA-2 multicity project, Occupational Environmental Medicine 60 (12), 2003; pp. 977-82
105. Samet, J., Zeger, S., Dominici, F., Curriero, F., Coursac, I., Dockery, D., Schwartz, J., Zanobetti, A., The national morbidity, mortality and air pollution study part II: Morbidity and mortality from air pollution in the United States. Baltimore, Maryland: Health Effects Institute, Number 94, 2000
106. Cizao R, Shilu T., Health effects of ambient air pollution – recent research development and contemporary methodological challenges. Environ Health 7, 2008, pp. 56-66

107. Ostro B. Outdoor air pollution: Assessing the environmental burden of disease at national and local levels. Environmental burden of disease 5, World Health Organization, 2004
108. Rabl A. Interpretation of air pollution mortality: number of deaths or years of life lost? J Air Waste Manage Association 5, 2003, pp. 41–50
109. Stieb, D., Judek, S., Burnett, R., Meta-analysis of time-series studies of air pollution and mortality: effects of gases and particles and the influence of cause of death, age, and season. Air Waste Management Association 52 (4), 2002, pp. 470–484
110. Cairncross, E., John, J., Zunckel, M., A novel air pollution index based on the relative risk of daily mortality associated with short-term exposure to common air pollutants, Atmospheric Environment 41, 2007, pp. 8442–8454
111. Marković, D., Đermati, Š., Gržetić, I., Veselinović, D., Fizičko-hemijski osnovi zaštite životne sredine, II knjiga, Izvori zagađivanja, posledice i zaštita, Univerzitet u Beogradu, Beograd, 1996
112. Elsewi, A., Grimm, S., Page, A., Straughan, R., Boron enrichments of plants and soils treated with coal ash. J. Plant Nutrition 3, 1981, pp. 409-427
113. Matic, Ž., Uklanjanje arsena iz deponijskih voda pepelišta termoelektrana, Međunarodna konferencija-Upravljanje zaštitom životne sredine u Elektroprivredi, ELEKTRA II, Tara, 2002
114. Čanak A., Deponije pepela EPS-a sa aspekta zaštite životne sredine, Energija i ekonomija, br. 3-4, 1997
115. Jančić, V., Cvijanović, P., Deponija pepela i šljake JP TE “Kostolac”-položaj, formiranje, eksploatacija, uticaj na životnu sredinu, monitoring i zaštita od uticaja deponije, IV međunarodni simpozijum Rudarstva i zaštite životne sredine, MER03, Vrdnik, 2003
116. Zakon o zaštiti životne sredine, “Službeni glasnik RS”, br. 66/91
117. Đorđević-Miloradović, J., Miloradović M., Vlajković, M. Fitoremedijacija - nova tehnologija za uklanjanje retkih elemenata i metala iz pepela, Međunarodna

konferencija-Upravljanje zaštitom životne sredine u Elektroprivredi, ELEKTRA II, Tara, 2002

118. Đikić, A., Ilić, Z., Marić, S., Babović, M., Influence of Flu-Ash of Kosovo Thermoelectric Powerplants on Properties of Soil Type Dystrophic Cambisol, I Regional Symposium "Chemistry and Environment", Srpsko hemijsko društvo, Vrnjačka banja, 1995

119. Jovanović, K., Uticaj termoelektrana "Bitolj" i "Negotino" na radnu životnu sredinu sa ekonomskog aspekta, Magistarski rad, Fakultet zaštite na radu, Niš, 1997

120. Račić, S., Erić, Lj., Marković, S., Testing presence PAH (polycyclic aromatic hydrocarbons) in soil under the influence of oil industry, Scientific-professional conference with international participation "Safety and health in work and environmental protection", At Banja Luka, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina, 2014

121. Životić, . Stojiljković, D, Jovović, A., Ćudić, V., Mogućnost korišćenja pepela i šljake sa deponije termoelektrane „Nikola Tesla“ kao otpada sa upotrebom vrednošću, Hemijska industrija 66 (3), 2012, pp. 403-412

122. Pantelić, G., Eremić, Savković, M., Tanasković, I., Javorina, V., Vuletić, V., Ispitivanje povećanja prirodne radioaktivnosti u radnoj i životnoj sredini termoelektrana u Obrenovcu, Međunarodna konferencija-Upravljanje zaštitom životne sredine u Elektroprivredi, ELEKTRA II, Tara, 2002

123. Pivić, R., Mrvić, V., Brebanović, B., Cokić, Z., Neophodnost navodnjavanja u cilju zasnivanja biljnog pokrivača na odlagalištima pepela, Termoelektrana "Kostolac i "Obrenovac"", Međunarodna konferencija-Upravljanje zaštitom životne sredine u Elektroprivredi, ELEKTRA II, Tara, 2002

123. Linares, P, Munoz, L, Ramos, A, Montes, J., Internalisation of externalities into energy decision-making: a model for the social optimisation of the operation of power systems, In: 2nd Atlantic workshop on energy and environmental economics, Vigo, 2006

124. Exxon Mobil. The outlook for energy: A view to 2040; 2015

125. Zvingilaite, E., Human health-related externalities in energy system modelling the case of the Danish heat and power sector, *Applied Energy* 88 (2), 2011, pp. 535–544.
126. Rendell, E., Ginty, K., *Environmental Management Systems, A Guidebook for Improving Energy and Environmental Performance in Local Government*, Five Winds, International, 2004
127. Klöpffer W., The role of SETAC in the development of LCA, *The International Journal of Life Cycle Assessment* 11, 2006, pp. 116-122
128. Stefanović, Lj., Marković, Z., Bakić V., Cvetinović, A., Turnanić, V., Jovanović, M., Emisija gasova sa efektom staklene bašte u toplanama javnih preduzeća daljinskog grejanja u gradovima Srbije, *Termotehnika* 2011, XXXVII, 2, 183-195
129. Wang, X., Mauzerall, D., Evaluating impacts of air pollution in China on public health: implications for future air pollution and energy policies, *Atmospheric Environment* 40, 2006, pp. 1706-1721
130. Službeni glasnik SRJ, Međunarodni ugovori, broj 2/97., 1997
131. Zakon o potvrđivanju Kjoto protokola uz Okvirnu konvenciju Ujedinjenih nacija o promeni klime (Službeni glasnik RS, br. 88/07, 2027)
132. Reisinger, H., Cravens K., Tell, N., Prioritizing Performance Measures Within the Balanced Scorecard Framework, *Management International Review* 43(4), 2003, pp. 429-437
133. Huang, D., Zhang, X., Huang, A Dynamic Decision Approach for Long-Term Vendor Selection Based on AHP and BSC. *Lecture Notes in Computer Science* 3645, 2005, pp. 257-265
134. Epstein, M., Wisner, P., Using a Balanced Scorecard to Implement Sustainability, *Environmental Quality Management* 11, 2001, pp. 1-10
135. Lee, Amy H.I., Chen, W.C., Chang, C.J., A fuzzy AHP and BSC Approach for Evaluating Performance of IT Department in the Manufacturing Industry in Taiwan, *Expert Systems with Applications* 34, 2008, pp. 96-107

136. Varma, S., Wadhwa, S., Deshmukh, S.G., Evaluating Petroleum Supply Chain Performance: Application of Analytical Hierarchy Process to Balanced Scorecard, *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics* 20 (3), 2008, pp. 343-356
137. Jovanovic, J., Krivokapic, Z., AHP in Implementation of BSC, *International Journal for Quality research*, 2(1), 2008, pp. 59-67
138. Alptekin (2008) Alptekin, N., Construction of Balanced Scorecard Using Analytic Hierarchy Process, *Marmara Üniversitesi İİBF Dergisi* 25 (2), 2008, pp. 677 – 691
139. Huang, H.C., Designing a Knowledge-Based System for Strategic Planning: A Balanced Scorecard Perspective, *Expert Systems with Applications* 36 (1), 2009, pp. 209-218
140. Leung, C., Lam, K.C., Cao, D., Implementing The Balanced Scorecard Using The Analytic Hierarchy Process & The Analytic Network Process, *Journal of the Operational Research Society* 57, 2006, pp. 682-691
141. WORLD ENERGY OUTLOOK 2015 FACTSHEET, Global energy trends to 2040, International Energy agency, OECD/IEA, 2015  
[http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebiste/2015/WEO2015\\_Factsheets.pdf](http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebiste/2015/WEO2015_Factsheets.pdf)
142. Coal Facts, World coal association, BP Statistical Review of World Energy 2014  
[http://www.worldcoal.org/sites/default/files/coal\\_facts\\_2014%2812\\_09\\_2014%29.pdf](http://www.worldcoal.org/sites/default/files/coal_facts_2014%2812_09_2014%29.pdf)
- 143 Godišnji izveštaj 2014 Elektroprivrede Srbije, Javnog preduzeća JP EPS Beograd  
[http://www.eps.rs/GodisnjiIzvestaji/Godisnjak\\_EPS\\_2014\\_07082015\\_sr.pdf](http://www.eps.rs/GodisnjiIzvestaji/Godisnjak_EPS_2014_07082015_sr.pdf)
144. Kričković, A., Mašine za površinsku eksploataciju uglja - Kostolački ugljeni baseni, ISBN 978-86-905691-4-4 (TKK), Rudarsko-geološki fakultet : Elektroprivreda Srbije, Beograd, 2011
145. Studija opravdanosti sa idejnim projektom obezbeđivanja potrebnih količina uglja za rad postojećih termoelektrana u “TE-KO” Kostolac i novog bloka B3 (350 MW)
146. Energetski bilansi Republike Srbije, za 2013. godinu, Ministarstvo energetike, razvoja i zaštite životne sredine, „Službeni glasnik RS“, 122/12
147. Studija o proceni uticaja na životnu sredinu za projekat izgradnje novog bloka B3 na lokaciji TE „Kostolac B“, Nosilac projekta JP Elektroprivreda Srbije, Beograd, PD

Termoelektrane i kopovi „Kostolac“ d.o.o., Kostolac, Obradivač konzorcijum Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet i Rudarsko-geološki fakultet, Beograd 2013

148. Izveštaju o stanju životne sredine u Republici Srbiji, u 2012. godini, Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine Republike Srbije, Agencija za zaštitu životne sredine, Beograd, 2013

149. Izveštaju o stanju životne sredine, u Republici Srbiji u 2013. godini, Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine Republike Srbije, Agencija za zaštitu životne sredine, Beograd, 2015

150. Izveštaju o stanju životne sredine, u Republici Srbiji u 2014. godini, Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine Republike Srbije, Agencija za zaštitu životne sredine, Beograd, 2015

151. Godišnjeg izveštaja o stanju kvaliteta vazduha u Republici Srbiji, za 2014. godinu, Agencija za zaštitu životne sredine, Beograd, 2015

152. Godišnjeg izveštaja o stanju kvaliteta vazduha u Republici Srbiji, za 2013. godinu, Agencija za zaštitu životne sredine, Beograd, 2014

153. Uredba o utvrđivanju programa kontrole kvaliteta vazduha u državnoj mreži („Sl. gl. RS“ br. 58/11)

154. Zakon o zaštiti vazduha, „Službeni glasnik Republike Srbije”, br. 36/09 i 10/13

155. Izveštaj o periodičnim merenjima emisije štetnih i opasnih materija u vazduh iz TE „Kostolac“ - A, Blok 2, br. E-27/08, februar 2009. god., Laboratorija za zaštitu životne sredine, Rudarski institut D.O.O. Beograd

156. Izveštaj o periodičnim merenjima emisije štetnih i opasnih materija u vazduh iz TE „Kostolac A“, Blok 1 . Kotao1, br. E-28/08, februar 2009. god., Laboratorija za zaštitu životne sredine, Rudarski institut D.O.O. Beograd

157. Izveštaj o periodičnim merenjima emisije štetnih i opasnih materija u vazduh iz TE „Kostolac B“, Blok 1, br. E-30/08, februar 2009. god., Laboratorija za zaštitu životne sredine, Rudarski institut D.O.O. Beograd

158. Izveštaj o pojedinačnim merenjima emisije štetnih i opasnih materija u vazduh iz TE „Kostolac B“, Blok 1, br. E-15/09, decembar 2009. god., Laboratorija za zaštitu životne sredine, Rudarski institut D.O.O. Beograd

159. Izveštaj o periodičnim merenjima emisije štetnih i opasnih materija u vazduh iz TE „Kostolac B“, Blok 2, br. E-16/09, decembar 2009. god., Laboratorija za zaštitu životne sredine, Rudarski institut D.O.O. Beograd

160. Izveštaj o pojedinačnim merenjima emisije štetnih i opasnih materija u vazduh iz TE „Kostolac A“, Blok 2, br. E-17/09, decembar 2009. god., Laboratorija za zaštitu životne sredine, Rudarski institut D.O.O. Beograd

161. Izveštaj o periodičnim merenjima emisije štetnih i opasnih materija u vazduh iz TE „Kostolac B“, Blok 2, br. E-26/08, februar 2009. god., Laboratorija za zaštitu životne sredine, Rudarski institut D.O.O. Beograd

162. Izveštaj o periodičnim merenjima emisije štetnih i opasnih materija u vazduh iz TE „Kostolac A“, Blok 1 . Kotao1, br. E-29/09, decembar 2009. god., Laboratorija za zaštitu životne sredine, Rudarski institut D.O.O. Beograd

163. Izveštaj o pojedinačnim merenjima emisije štetnih i opasnih materija u vazduh iz TE „Kostolac A“, Blok 1 . Kotao 2, br. E-30/09, decembar 2009. god., Laboratorija za zaštitu životne sredine, Rudarski institut D.O.O. Beograd

164. Izveštaj o ispitivanju br. E-14/10, Pojedinačna merenja emisije štetnih i opasnih materija u vazduh u TE „Kostolac A“, Blok 1 - Kotao1, u 2010. godini, Laboratorija za zaštitu životne sredine, Rudarski institut D.O.O. Beograd

165. Izveštaj o ispitivanju br. E-15/10, pojedinačna merenja emisije štetnih i opasnih materija u vazduhu TE „Kostolac A“, Blok 1 . Kotao 2 u 2010. god., Laboratorija za zaštitu životne sredine, Rudarski institut D.O.O. Beograd

166. Izveštaj o ispitivanju br. E-16/10, Pojedinačna merenja emisije štetnih i opasnih materija u vazduh u TE „Kostolac A“, Blok 2, u 2010. godini, Laboratorija za zaštitu životne sredine, Rudarski institut D.O.O. Beograd

167. Izveštaj o ispitivanju br. E-17/10, Pojedinačna merenja emisije štetnih i opasnih materija u vazduh u TE „Kostolac B“, Blok 1, u 2010. godini, Laboratorija za zaštitu životne sredine, Rudarski institut D.O.O. Beograd



168. Pravilniku o graničnim vrednostima emisije, načinu i rokovima merenja i evidentiranja podataka, „Službeni glasnik Republike Srbije”, br. 30/97 i 35/97
169. Interna dokumentacija, Rezultati merenja imisija sumpordioksida, čedi i taložnih materija u PD TE „Kostolac“,
170. Godišnji izveštaj o ispitivanju br.I-09/10, Merenje imisija sumpor-dioksida, čedi i taložnih materija u PD „TE-KO Kostolac“, za 2009. godinu, Laboratorija za zaštitu životne, Rudarski institut, Beograd
171. Izveštajima o ispitivanju I-04/10, Merenja imisija sumpor-dioksida, čedi i taložnih materija u PD „TE-KO Kostolac“, za januar 2010. god.
172. Izveštajima o ispitivanju I-07/10, Merenja imisija sumpor-dioksida, čedi i taložnih materija u PD „TE-KO Kostolac“, februar 2010 .god.
173. Izveštajima o ispitivanju II-12/10 Merenja imisija sumpor-dioksida, čedi i taložnih materija u PD „TE-KO Kostolac“, za period od 12.3. 2010. do 6.4. 2010. godine
174. Izveštajima o fizičko-hemijskom ispitivanju vode br. OV 1341. Izveštaji o fizičko-hemijskom ispitivanju vode br. OV 134 (30.3.2009), Zavod za javno zdravlje, Požarevac
175. Izveštaji o fizičko-hemijskom ispitivanju vode br. OV188 (23.4.2009.), Zavod za javno zdravlje, Požarevac
176. Izveštaji o fizičko-hemijskom ispitivanju vode br. OV262 (27.5.2009), Zavod za javno zdravlje, Požarevac
177. Izveštajima o fizičko-hemijskom ispitivanju vode OV350 Izveštaji o fizičko-hemijskom ispitivanju vode br. OV350 (25.6.2009.), Zavod za javno zdravlje, Požarevac
178. Izveštaji o fizičko-hemijskom ispitivanju vode br. OV441 (29.7.2009), Požarevac
179. Izveštaji o fizičko-hemijskom ispitivanju vode br. OV554 (27.8.2009), Zavod za javno zdravlje, Požarevac
180. Izveštaji o fizičko-hemijskom ispitivanju vode br. OV645 (24.9.2009.), Zavod za javno zdravlje, Požarevac
181. Izveštaji o fizičko-hemijskom ispitivanju vode br. OV727 (22.10.2009.), Zavod za javno zdravlje, Požarevac

182. Izveštaji o fizičko-hemijskom ispitivanju vode br. OV821 (19.11.2009.), Zavod za javno zdravlje, Požarevac
183. Izveštaji o fizičko-hemijskom ispitivanju vode br. OV881 (10.12.2009.), Zavod za javno zdravlje, Požarevac
184. Čanak, A., Deponije pepela EPS-a sa aspekta zaštite životne sredine, Energija i ekonomija, br. 3-4, 1997
185. Todorović, P., Razvoj-životna sredina-edukacija, Zbornik radova, Kvalitet životne sredine i ekonomski razvoj, Fakultet zaštite na radu, Niš, 1998
186. Tomanec R., Tanić S., Vakanjac B., Karakterizacija EFP iz TES "Nikola Tesla", Obrenovac, Srbija, IV međunarodni simpozijum Rudarstva i zaštite životne sredine, MER03, Vrdnik, 2003
187. Jančić, V., Cvijanović, P., Deponija pepela i šljake JP TE "Kostolac", položaj, formiranje, eksploatacija, uticaj na životnu sredinu, monitoring i zaštita od uticaja deponije, IV međunarodni simpozijum Rudarstva i zaštite životne sredine, MER03, Vrdnik, 2003
188. Interna dokumentacija, Uverenje o utvrđenom karakteru otpada, Institut za zaštitu na radu, A.D., Novi Sad
189. Izveštaj o ispitivanju otpada (br. O 079-12), Instituta za zaštitu na radu, A.D., Novi Sad
190. Izveštaj o utvrđenom karakteru otpada br. O 079-12 (27.4.2010.god), Instituta za zaštitu na radu, A.D., Novi Sad
191. Izveštajem o opisivanju otpada, Instituta za zaštitu na radu, A.D., Novi Sad, od 9.9.2009.god. 192. Izveštajem o opisivanju otpada, Instituta za zaštitu na radu, A.D., Novi Sad, od 21.9.2010. god.
193. Zakonom o zaštiti od jonizujućih zračenja i o nuklearnoj sigurnosti, „Službeni glasnik Republike Srbije”, br.36/2009 i 93/2012
194. Pravilnikom o graničnim vrednostima radioaktivnosti kontaminacije životne sredine i o sprovođenju dekontaminacije, „Službeni glasnik Savezne Republike Jugoslavije”, br. 9/99

195. Uredbom o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha, „Službeni glasnik Republike Srbije”, br. 11/2010 i 75/2010
196. Uredbom o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha, „Službeni glasnik Republike Srbije”, br. 63/2013
197. Donić, M., Značaj standard i standardizacije u oblasti zaštite životne sredine – Serija standarda ISO 14000, Institut za standardizaciju Srbije, Beograd
198. A Guide to the Project Management, Bodz of knowledge, A guide to the project manage  
ment body of knowledge: PMBOK, Third Edition, Project Management Institute, Inc. All rights reserved, 2004
199. Popović, Ž., Britanski standardi iz serije BS 6709-2002, [http://www.vibilia.rs/srpski/izvestaj/0409/britanski-standard\\_agm25\\_150605.pdf](http://www.vibilia.rs/srpski/izvestaj/0409/britanski-standard_agm25_150605.pdf)
200. Dean, J., Mark P. Does decision process matter? A study of strategic decision-making effectiveness'. *Academy of Management Journal* 39, 1996, pp. 368-396
201. Calantone, R., Benedetto, C., Schmidt, J., Using the Analytic Hierarchy Process in New Product Screening, *The Journal of Product Innovation Management*, 16, 1999, pp. 65-76
202. Janačković, G., Modeli upravljanja integrisanim sistemima zaštite zasnovani na interaktivnom timskom radu, Doktorska disertacija, Fakultet zaštite na radu u Nišu, Niš, 2015
203. Anđelković, B., Osnovi sistema zaštite, Fakultet zaštite na radu u Nišu, Niš, 2010
204. Alonso, J., Lamata, M., Consistenci in the analytic hierarcgy process: A new approach, *International journal of uncertainty, fuzziness and knowledge-based systems* 14, 2006, pp. 445-459
205. Baker, D., Bridges, D., Hunter, R., Johnson, G., Krupa, J., Murphu, J., Sorenson, K., Guidebook to Decision-Making Methods, WSRC-IM, 2002-00002; Department of Energy, USA
206. Caputo, A., Pelagagge, P., Salini, P., AHP-based, methodology for selecting safety devices of industrial machinery, *Safety Science* 53, 2013, pp. 202-218

207. Baker, Bieker, T., Gminder, C.U., Towards a Sustainability Balanced Scorecard Institute for Economy and the Environment, University of St. Gallen, 2001
208. Harrison, E. Frank, The managerial decision-making process III, Boston: Houghton Mifflin, 1987
209. Wind, Y., An analytic hierarchy process based approach to the design and evaluation of a marketing driven business and corporate strategy, *Mathematical Modelling* 9, (3-5), 1987, pp. 285-291
210. Dorweiler, V., Legal case planning via the analytic hierarchy process: Litigation—or—conflict resolution, *Mathematical Modelling* 9, (3-5), 1987, pp. 251-261
211. Saaty, T.L., G. Vargas, Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process, The Seven Pillars of the Analytic Hierarchy Process, *International Series in Operations Research & Management Science* 175, DOI: 10.1007/978-1-4614-3597-6\_2, 2012, 9781461435969-c2.pdf
212. Malenović, J., Janačković, G., Environmental aspects ranking: The AHP approach, in Proc. of the 4th International Conference Life Cycle Engineering and Management ICDQM-, Belgrade, Serbia, 2013, pp. 360-365
213. Saaty, T., Axiomatic foundation of the Analytic Hierarchy Process, *Management Science.*, 32 (7), 1986, pp. 841–855
214. Malenović Nikolić J., Ristović, I., Vasović, D., System modelling for environmental management of mining and energy complex based on the strategy principles of sustainable balanced scorecard method (SBSC), *Journal of Environmental Protection and Ecology*, Balkan Environmental Association (B.EN.A.), 2015, pp. 1082-1090
215. Janačković, G., Evaluation of safety approaches in small and medium enterprises by means of Analytic Network Process, The 1st Virtual Multidisciplinary Conference QUAESTI, Zilina, Slovakia, 2013, pp. 29-35
216. Janačković, G., Savić, S., Stanković M., Selection and ranking of occupational safety indicators based on fuzzy AHP: Case study in road construction companies, *South African Journal of Industrial Engineering*, 24(3), 2013, 175-189

217. Sokać, D., Primjena višekriterijumskog odlučivanja u odabiru najpovoljnije ponude, Hrvatski ogranak međunarodne elektrodistribucijske konferencije, 2. savjetovanje, 2010, <http://www.ho-cired.hr/wp-content/uploads/2013/06/SO6-07.pdf>
218. Kaplan, R.S., Norton, D.P., 1992. The Balanced Scorecard - Measures that Drive Performance. Harvard Business Review 70(1), 1992, pp. 71-79
219. Kaplan, R.S., Conceptual Foundations of the Balanced Scorecard, Harvard Business School, Harvard University, Working Paper 10-074, <http://www.hbs.edu/faculty/Publication%20Files/10-074.pdf>
220. Figge, F., Hahn, T., Schaltegger, S., Wagner, M., The Sustainability Balanced Scorecard – Linking Sustainability Management to Business Strategy, Business Strategy and the Environment 11, pp. 269- 284, 2002
221. Dias, I., Reijnders, L., Antunes, P., From environmental Performance Evaluation to Eco-Efficiency and Sustainability Balanced Scorecard, Wiley InterScience DOI: 10.1002, [http://pascal.iseg.utl.pt/~socius/publicacoes/wp/lina\\_lucas\\_paula\\_2002\\_environmental\\_quality\\_management.pdf](http://pascal.iseg.utl.pt/~socius/publicacoes/wp/lina_lucas_paula_2002_environmental_quality_management.pdf)
222. Bieker, T., Gminder, C.U., Towards a Sustainability Balanced Scorecard Institute for Economy and the Environment, University of St. Gallen, 2001, [http://backup.oikos-international.org/fileadmin/oikosinternational/international/Summer\\_Academies\\_\\_old\\_ones\\_/edition\\_2001/Papers/Paper\\_Bieker\\_Gminder.pdf](http://backup.oikos-international.org/fileadmin/oikosinternational/international/Summer_Academies__old_ones_/edition_2001/Papers/Paper_Bieker_Gminder.pdf)
223. Callaghan, J., Savage, A., Minz, S., A Re-Balanced Scorecard: A Strategic Approach to Enhance Managerial Performance in Complex Environments, International Journal of business Excellence 3, 2010, DOI:10.1504
224. Hudej, M., Multivarijabilni modeli upravljanja u rudarstvu, Doktorska disertacija, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, 2013
225. Nacionalna strategija održivog korišćenja prirodnih resursa i dobara, Službeni glasnik Republike Srbije, br, 33, 2012

226. Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies, Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies, United Nations publication Sales No. E.08.II.A.2 ISBN 978-92-1-104577-2, New York, 2007
227. Lippmann M., Frampton, M., Schwartz, J., Dockery, D., Schlesinger, R., The U.S. Environmental Protection Agency Particulate Matter Health Effects Research Centers Program: a midcourse report of status, progress, and plans, Environ Health Perspect, 111 (8), 2003, pp. 1074-92
228. EEA Report No 5/2013, Environment and human health, Joint EEA-JRC report, Report EUR 25933 EN ISSN 1725-9177 European Environment Agency, European Union, 2013
229. Krstić, N., Program za finansijsku investiciju u oblasti životne sredine ujedinjenih nacija, UNEP FI, Bankarstvo 5, 2003, UDK 336.581:502.14 ; 502.131.1,  
<http://www.ubs-asb.com/Portals/0/Casopis/2013/5/UBS-Bankarstvo-5-2013-Krstic.pdf>
230. Veljković, N., Indikatori održivog razvoja: Srbija i svet, Agencija za zaštitu životne sredine, <http://indicator.sepa.gov.rs/o-indikatori>
231. Organizacija za ekonomsku saradnju i razvoj (Organisation for Economic Cooperation and Development), SIGMA, Zajednička inicijativa OECD i Evropske unije, Evropski pokret u Srbiji, Beograd, 2006,  
[http://www.parlament.gov.rs/upload/documents/seio/sigma\\_23.pdf](http://www.parlament.gov.rs/upload/documents/seio/sigma_23.pdf)
232. Agencija za zaštitu životne sredine republike Srbije (Serbian Environmental Protection Agency - SEPA), <http://www.sepa.gov.rs/>
233. Nacionalna lista indikatora životne sredine Republike Srbije, „Službeni glasnik Republike Srbije“, br.37/2011
234. List of EEA indicators, 2015, <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/about/list-of-eea-indicators>
235. Primary energy consumption by fuel, Indicator Specification — expired Created 07 Oct 2004 Published 11 Mar 2005 Last modified 11 Sep 2015,  
<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/primary-energy-consumption-by-fuel>

236. EN16 Final Energy Consumption by Sector, Indicator Fact Sheet, 2007, <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/en16-final-energy-consumption-by-sector>
237. EN17 Total Energy Intensity, Indicator Fact Sheet, 2007, <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/en17-total-energy-intensity>
238. Interna dokumentacija, Studija o proceni uticaja TE „Kostolac“
239. Zakon o zaštiti životne sredine ("Sl. glasnik RS", br. 135/2004, 36/2009, 36/2009, 72/2009 i 43/2011 - odluka US)
240. Zakon o integrisanom sprečavanju i kontroli zagađivanja životne sredine ("Sl. glasnik RS", br. 135/2004 i 25/2015)
241. Zakon o zaštiti zemljišta ("Sl. glasnik RS", br. 112/2015)
242. Zakon o vodama ("Sl. glasnik RS", br. 30/2010 i 93/2012)
243. Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control)
244. Regulation (EC) No 1221/2009 of the European Parliament and of the Council of 25 November 2009 on the voluntary participation by organisations in a Community eco-management and audit scheme (EMAS), repealing Regulation (EC) No 761/2001 and Commission Decisions 2001/681/EC and 2006/193/EC
245. Directive 2006/21/EC of the European Parliament and of the Council of 15 March 2006 on the management of waste from extractive industries and amending Directive 2004/35/EC
246. Decision No 280/2004/EC of the European Parliament and of the Council of 11 February 2004 concerning a mechanism for monitoring Community greenhouse gas emissions
247. Council Directive 80/68/EEC of 17 December 1979 on the protection of groundwater against pollution caused by certain dangerous substances (OJ L 20, 26.1.1980, p. 43). Directive as amended by Directive 91/692/EEC (OJ L 377, 31.12.1991, p. 48)

248. Vasović, D. Malenović Nikolić, J., Janačković, G. 2016. Evaluation and assessment model for environmental management under the Seveso III, IPPC/IED and Water Framework Directive, Journal of Environmental Protection and Ecology, Balkan Environmental Association (in press, corrected proof, Ref No 2653/15.12.2015)



***PRILOZI***

**PRILOG P1**

**DIJAGRAMI TOKOVA**

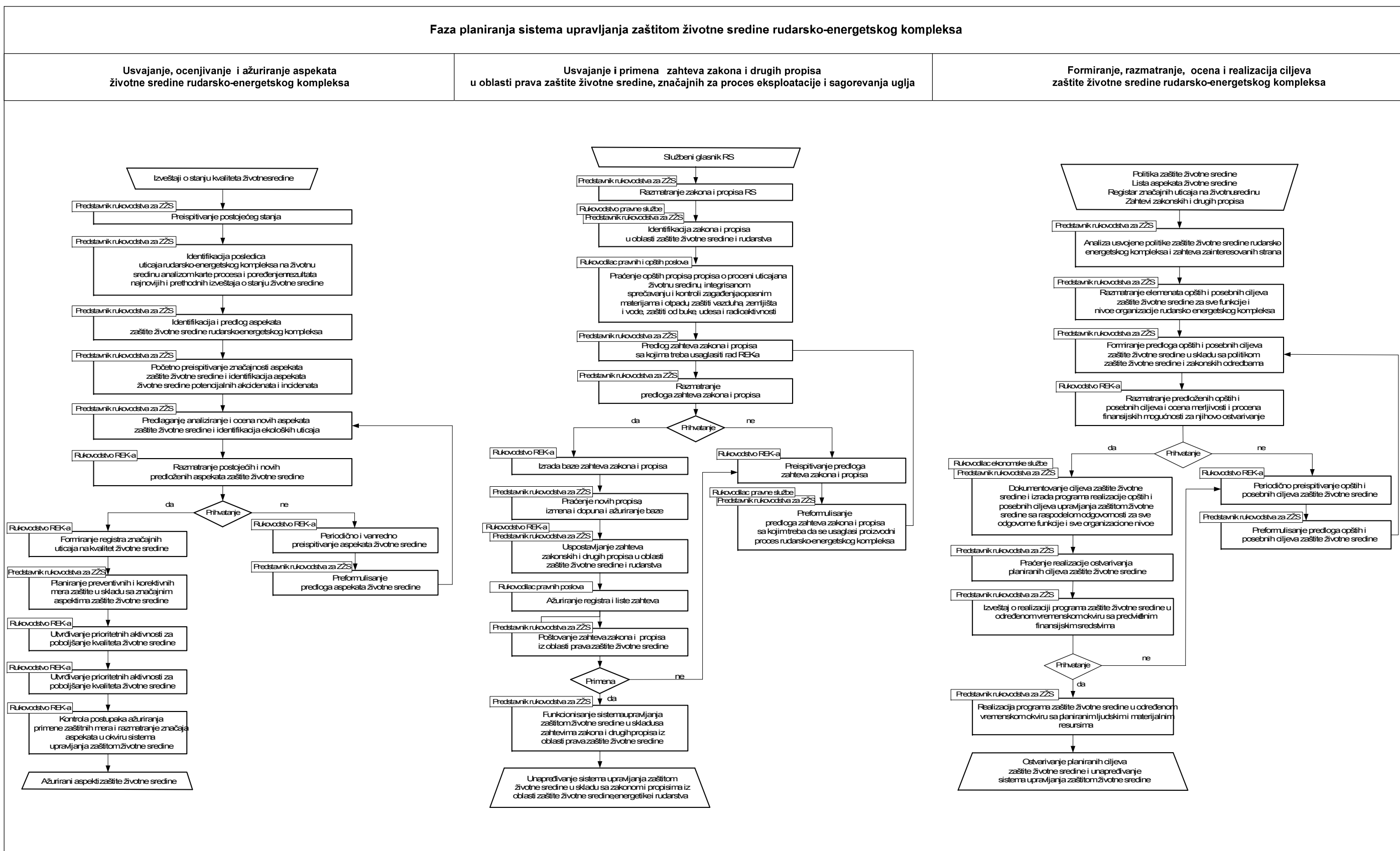
**PLANIRANJA, REALIZACIJE I KONTROLE**

**SISTEMA UPRAVLJANJA ZAŠTITOM ŽIVOTNE**

**SREDINE RUDARSKO-ENERGETSKOG KOMPLEKSA**

# Prilog 1-1 Dijagrami tokova planiranja sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa

## Faza planiranja sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa



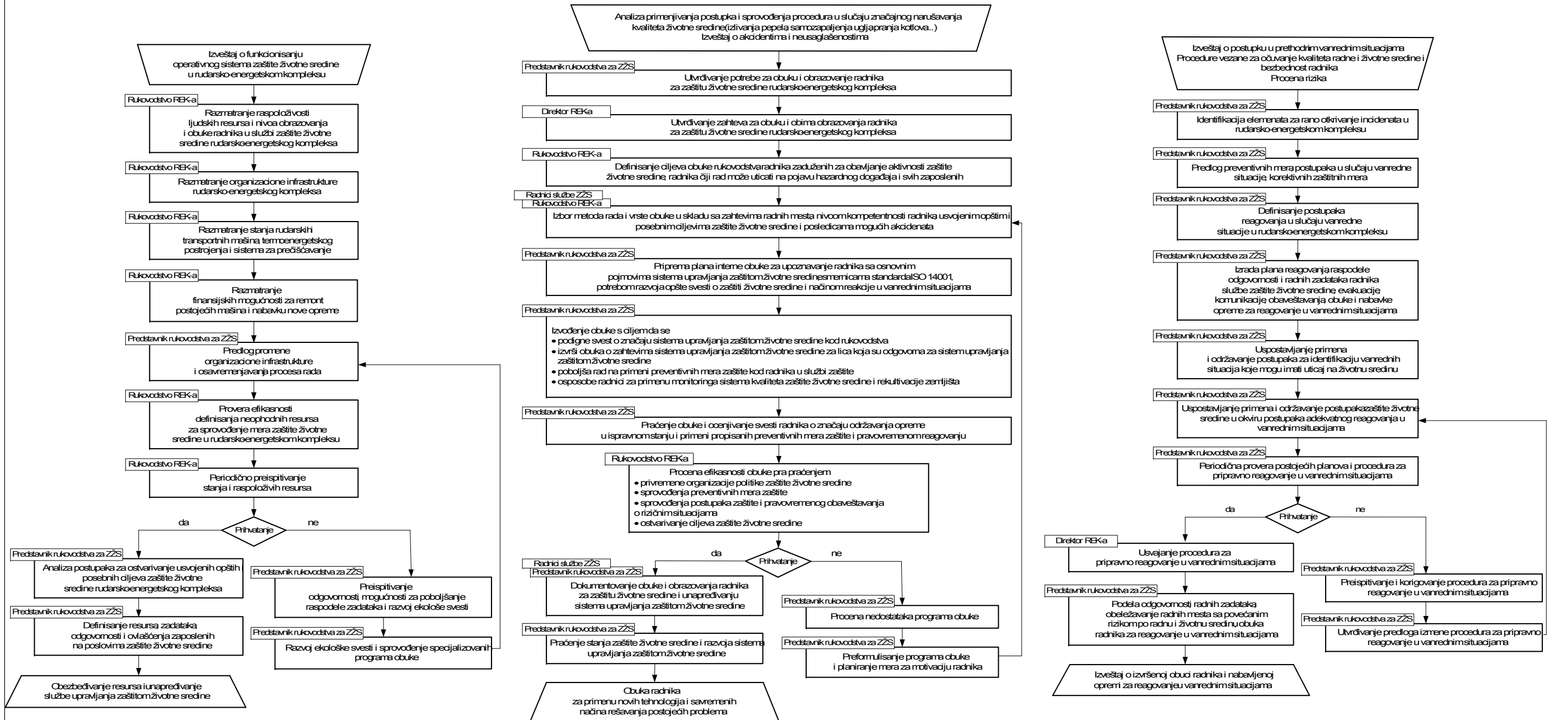
Prilog 1-2 Dijagrami tokova realizacije upravljanja sistemom zaštite životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa

Faza realizacije upravljanja sistemom zaštite životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa

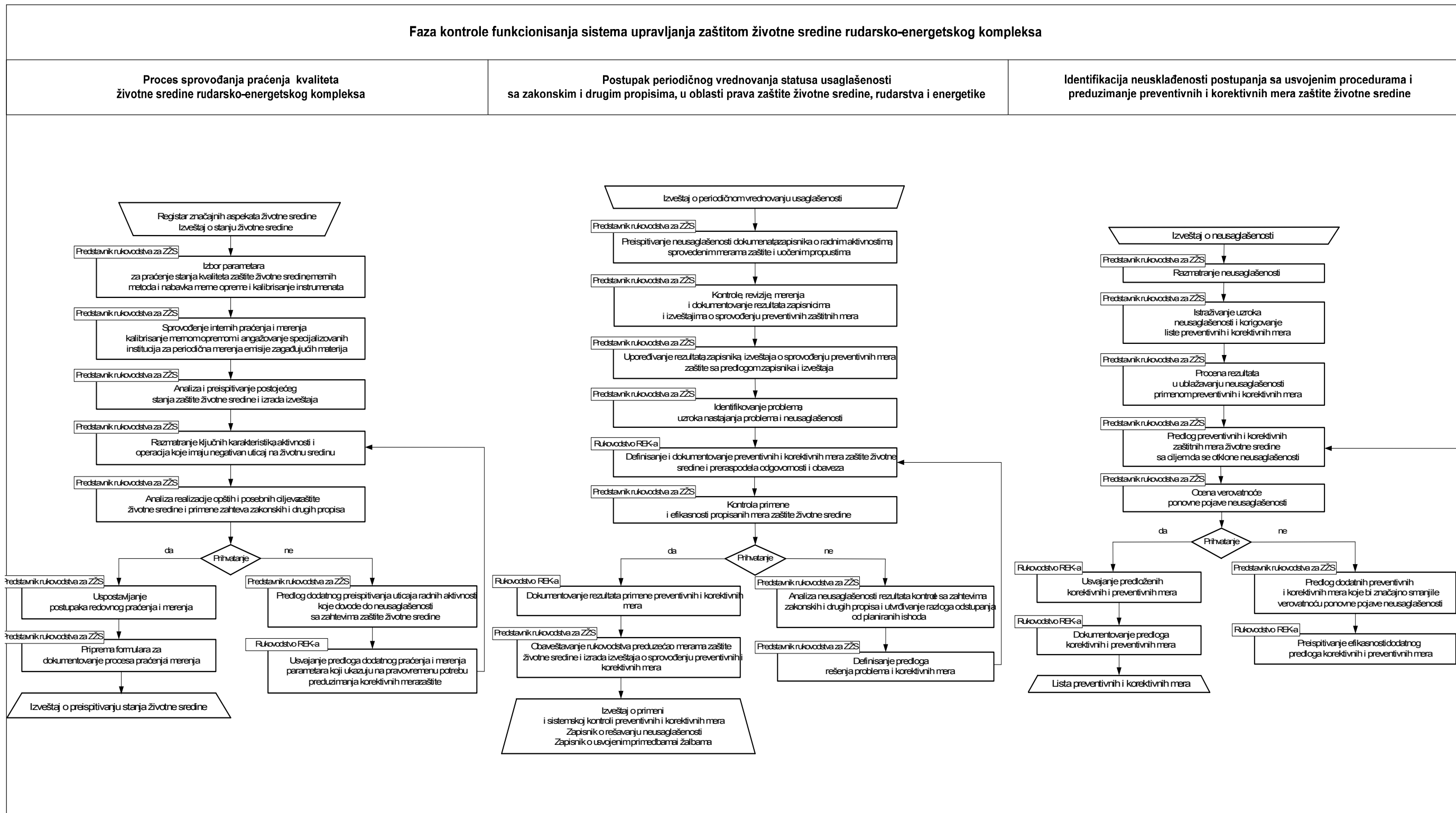
Definisanje radnih aktivnosti i obezbeđivanje materijalnih, tehničkih i ljudskih resursa rudarsko-energetskog kompleksa

Razvoj i realizacija obuke i obrazovanja radnika za zaštitu životne sredine u rudarsko-energetskom kompleksu

Izrada i sprovođenje programa pripravnosti za reagovanje u vanrednim situacijama rudarsko-energetskog kompleksa



Prilog 1-3 Dijagrami tokova kontrole funkcionisanja sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa



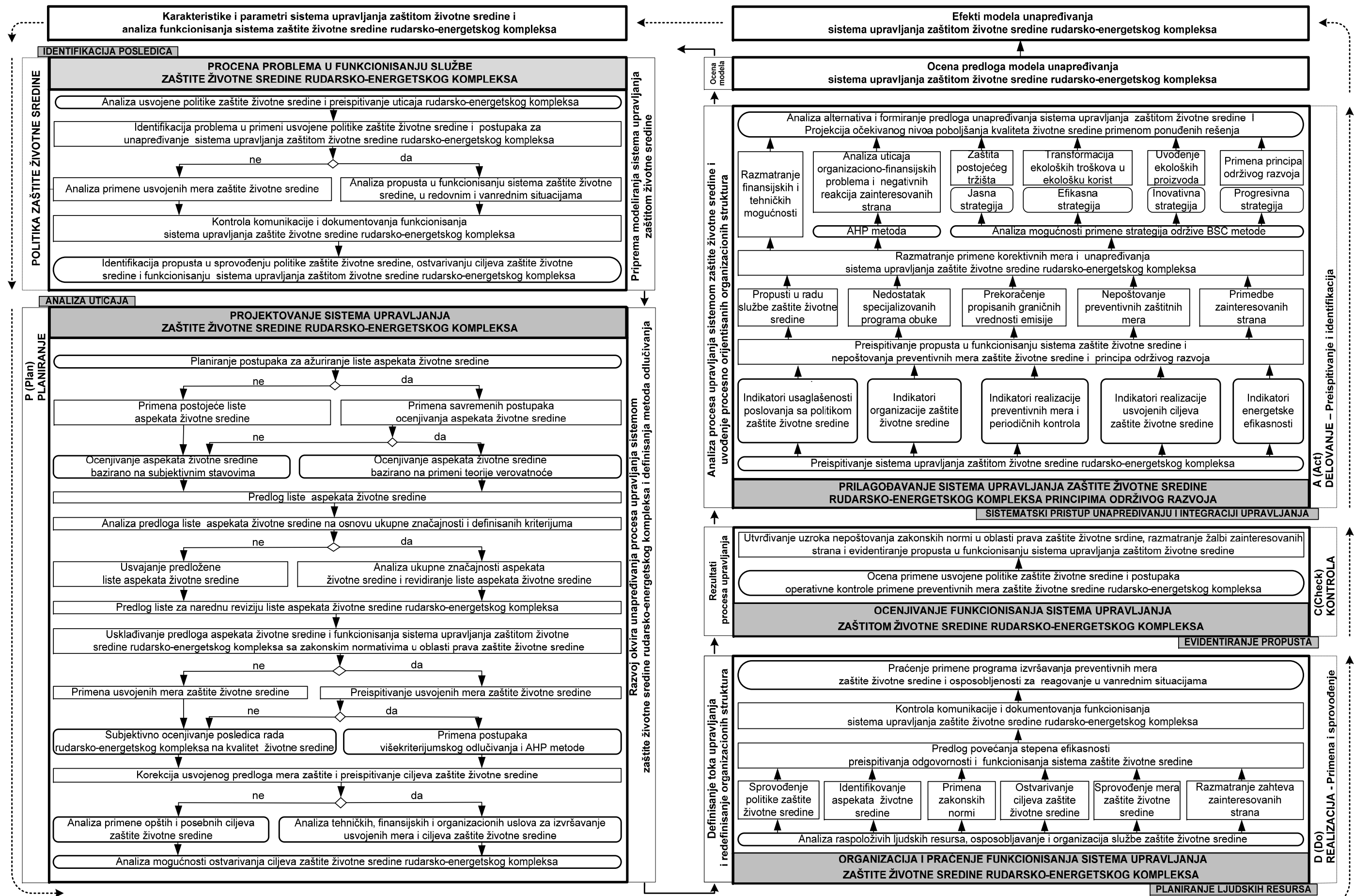
**PRILOG P2**

**MODEL UPRAVLJANJA**

**ZAŠTITOM ŽIVOTNE SREDINE**

**RUDARSKO-ENERGETSKOG KOMPLEKSA**

**Prilog 2 Model unapređivanja sistema upravljanja zaštitom životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa**



POLITIKA ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE

P (Plan) PLANIRANJE

Priprema modeliranja sistema upravljanja zaštitom životne sredine

Razvoj okvira unapređivanja procesa upravljanja sistemom zaštite životne sredine rudarsko-energetskog kompleksa i definisanja metoda odlučivanja

Ocjena modela

Analiza procesa upravljanja sistemom zaštite životne sredine i uvođenje procesno orijentisanih organizacionih struktura

Rezultati procesa upravljanja

Definisanje toka upravljanja i redefinisavanje organizacionih struktura

Ocjena modela

Analiza procesa upravljanja sistemom zaštite životne sredine i uvođenje procesno orijentisanih organizacionih struktura

Rezultati procesa upravljanja

Definisanje toka upravljanja i redefinisavanje organizacionih struktura

A (Act) DELOVANJE – Preispitivanje i identifikacija

C (Check) KONTROLA

D (Do) REALIZACIJA – Primena i sprovođenje

**PRILOG P3**

**GANTOV DIJAGRAM**

**MODELA UPRAVLJANJA**

**ZAŠTITOM ŽIVOTNE SREDINE**

**RUDARSKO-ENERGETSKOG KOMPLEKSA**





## **BIOGRAFIJA**

Jelena Malenović Nikolić je rođena u Knjaževcu, 15.3.1974. godine. Osnovnu i srednju školu završila je u Knjaževcu kao nosilac Vukovih diploma. Školske 1993./94. godine upisala je Fakultet zaštite na radu. Dana 14.10.1998. godine završila je studije, na smeru Zaštita životne sredine, sa opštim uspehom 9,02 u toku studija, ocenom 10 na diplomskom ispitu. Diplomom o stečenom visokom obrazovanju i stručnom nazivu diplomirani inženjer zaštite životne sredine stekla je 14.10.1998. godine. Dobila je povelju Univerziteta u Nišu, kao najbolji diplomirani student Fakulteta zaštite na radu, u školskoj 1998./99. godini.

Upisala je poslediplomske studije i položila sve ispite s prosečnom ocenom 10. Diplomom o akademskom nazivu magistar tehničkih nauka-zaštite životne sredine stekla je 12.10.2007. godine. Magistarski rad je uradila pod nazivom „Indikatori održivih termoenergetskih sistema zasnovanih na uglju površinskih kopova“.

Profesionalnu karijeru je počela na Fakultetu zaštite na radu u Nišu. Angažovana je u izvođenju vežbi iz predmeta Energija i životna sredina 2000. godine. Izvodila je vežbe iz predmeta Planiranje i kontrola kvaliteta životne sredine, Uvod u zaštitu radne i životne sredine, Životna sredina i osnovi zaštite, Urbana ekologija i prostorno planiranje, Energetski procesi i okruženje, Urbana ekologija, Osnovi sistema zaštite, Indikatori kvaliteta radne i životne sredine i Monitoring životne sredine.

Učestvovala je u projekatima resornog ministarstva, iz oblasti tehnološkog razvoja i energetske efikasnosti: TP 17021A: Istraživanje tehnologija transporta uglja iz rudnika kroz prirodne i urbane sredine.

Učestvovala je u organizacionim odborima naučnih i stručnih skupova („Zaštita radne i životne sredine u sistemu nacionalnog i evropskog obrazovanja“ i „Ekonomski aspekti zaštite radne i životne sredine“).

Obavlja poslove vezane za procenu rizika u radnoj sredini od 2007. godine. Član je Centra za transfer tehnologija.

Autor je poglavlja u nacionalnoj monografiji i više od 50 naučnih i stručnih radova.

Прилог 1.

## Изјава о ауторству

Потписани-а Јелена Р. Маленовић Николић

Број индекса P277

### Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

МОДЕЛИРАЊЕ СИСТЕМА УПРАВЉАЊА ЗАШТИТОМ ЖИВОТНЕ

СРЕДИНЕ У РУДАРСКО-ЕНЕРГЕТСКИМ КОМПЛЕКСИМА

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанда

У Београду, 11.4.2016.год.

Јелена Маленовић Николић

Прилог 2.

## Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора Јелена Р. Маленовић Николић

Број индекса P277

Студијски програм Рударско инжењерство

Наслов рада МОДЕЛИРАЊЕ СИСТЕМА УПРАВЉАЊА ЗАШТИТОМ ЖИВОТНЕ  
СРЕДИНЕ У РУДАРСКО-ЕНЕРГЕТСКИМ КОМПЛЕКСИМА

Ментор Проф. Др Ивица Ристовић, ванредни професор

Потписани/а Јелена Маленовић Николић

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

**Потпис докторанда**

У Београду, 11.4.2016.год.

Јелена Маленовић Николић

Прилог 3.

## Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

МОДЕЛИРАЊЕ СИСТЕМА УПРАВЉАЊА ЗАШТИТОМ ЖИВОТНЕ

СРЕДИНЕ У РУДАРСКО-ЕНЕРГЕТСКИМ КОМПЛЕКСИМА

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство

2. Ауторство - некомерцијално

3. Ауторство – некомерцијално – без прераде

4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима

5. Ауторство – без прераде

6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

У Београду, 11.4.2016.год.

Потпис докторанда

*Јелена Марковић Ковачић*