Procesna analiza i definisanje modela optimizacije rekultivacije površinskih kopova

BOJAN V. DIMITRIJEVI, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

Stručni rad

UDC:622.271:630*233

622.271:626.877

DOI:10.5937/tehnika1506947D

Površinski kopovi su po pravilu otvoreni i veoma dinamički sistemi pod uticajem velikog broja tehničkih, ekonomskih, ekoloških i bezbedonosnih faktora i ograničenja u svim periodima životnog ciklusa. U ovom radu prikazana je dinamika usklađenost perioda površinske eksploatacije i faza i procesa rekultivacije. Tako je izvršena je analiza procesa rekultivacije površinskih kopova, a procesni tok upravljanja projektom rekultivacije determinisan je principijelnim modelom upravljanja rekultivacijom. Analizom procesa planiranja definisan je model optimizacije rekultivacije površinskog kopa.

Ključne reči: procesi, analiza, optimizacioni model, rekultivacija, površinska eksploatacija

1. UVOD

Površinsku eksploataciju energetske resurse čine pre svega površinski kopovi uglja, prostorno dominantni objekti velikih rudarskih basena. Eksploatacionu aktivnost, prate negativni ekološki uticaji na životnu sredinu šire okoline, što nas obavezuje na integralno planiranje, revitalizaciju, rekultivaciju i uređenje narušenog prostora za njegovo ponovno humano korišćenje u posteksploatacionom periodu.

Posteksploataciono saniranje i uređenje predela površinskih kopova i odlagališta, predstavlja sintetički multidisciplinarni kompleksan višefazni inženjerski projektni zadatak. Tako je, na osnovu teorijskih aspekata problema odlučivanja i upravljanja u najširem smislu, moguće je rešavanje navedenih fenomena na osnovne procese tehničke i biološke rekultivacije predela degradiranih površinskom eksploatacijom i analiziranje njihovog uticaja na faktore životne sredine.

Generalno, proces rekultivacije možemo podeliti na četiri osnovna potprocesa: tehnička rekultivacija, biološka rekultivacija, monitoring životne sredine i monitoring radne sredine.

Sistem upravljanje posmatran i realizovan kroz proces upravljanja sadrži potprocese: planiranje, organizovanje, praćenje realizacije i kontrola realizacije potprocesnih aktivnosti.

Kao ključni potproces, proces planiranja rekultivacije kroz sve faze razvoja površinskog kopa ima tri nivoa: preliminarne, operativne i finalne, i primenljiv je kako za nove površinske kopove tako i za površinske kopove u radu za koje to prethodno nije detaljno izvršeno.

Analizom mogućih modelskih pristupaka za podršku odlučivanju tokom rekultivacije, može se ostvariti najprikladnija modelska analiza prirodnih, tehničko-tehnoloških, pravno-ekonomskih i društveno-organizacionih faktora za podršku odlučivanja tokom rekultivacije.

Tako je, sagledavaju se teorijske mogućnosti primene modela nelinearnog programiranja, pre svega višekriterijumskih, višeatributnih i višeciljnih modela, kao što su Electra, Promethee, AHP, Vikor i dr.

U doktorskoj tezi [5] definisanjem nove metodologije u struktuiranju procesa upravljanja i odlučivanja postavljeno je rešenje Algoritma proceduralnog odlučivanja u postupku izbora rekultivacionog rešenja, odnosno izboru najboljeg-optimalnog rešenja prema zadatim kriterijumima i predloženim alternativnim rekultivacionim varijantama.

2. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Primenjena metodologija istraživanja (slika 1), predstavlja složen niz aktivnosti čiji je cilj da se determinišu procesi rekultivacije, utvrdi njihova međuzavisnost, njihova interna i eksterna vremenska dinamika i prostorna dinamika u funkciji svih perioda površinske eksploatacije i na kraju, na bazi utvrđenog kriterijuma optimalnosti, optimizuje donošenje odluke najboljeg

Adresa autora: Bojan Dimitrijević, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, ul. ušina 7

Rad primljen: 06.11.2015.

Rad prihvaćen: 11.11.2015.

rekultivacionog rešenja post-eksploatacionih predela predloženih površinskih kopova uglja.

U svojoj doktorskoj disertaciji [5] za potrebe određivanja optimalnog rekultivacionog rešenja predela izabrana je metoda višekriterijumskog odlučivanja Promethee. Na predstavljen metodološki na in su sagledani i determinisani procesi rekultivacije,

optimizovan proces izbora odlučivanja najboljeg, optimalnog rekultivacionog rešenja i izvršena praktična provera predloženog modela odlučivanja na površinskim kopovima uglja: Klenovnik (Kostola ki ugljenosni basen), Tamnava Zapadno Polje (Kolubarski ugljenosni basen), i Bogutovo Selo (Ugljevi ki ugljenosni basen). [3], [4], [6], [7], [13].

Slika 1 - Metodologija istraživanja

3. PROCESNA ANALIZA REKULTIVACIJE POVRŠINSKIH KOPOVA

3.1. Periodi razvoja površinskog kopa

Površinski kopovi su po pravilu otvoreni i veoma dinamički sistemi pod uticajem velikog broja tehničkih, ekonomskih, ekoloških i bezbedonosnih faktora i ograničenja u svim periodima životnog ciklusa. Životni ciklus svakog površinskog kopa, bez obzira na veličinu ili mineralnu sirovinu koja se eksploatiše, ima tri faze: pre eksploatacionu fazu, fazu eksploatacije i posle eksploatacionu fazu.

Pre eksploatacionu fazu površinskog kopa čine sve aktivnosti vezane za geološka istraživanja (rezerve i kvalitet mineralne sirovine, geomehanika, hidrogeologija itd.), tehno-ekonomske i ekološke analize različitih detaljnosti, izrada tehničke dokumentacije, eksploatacija i tenderske aktivnosti na nabavci planirane opreme za eksploataciju. Ova faza životnog ciklusa površinskog kopa još se zove i period analiza, istraživanja i planiranja. U zavisnosti od vremena realizacije radova na površinskom kopu, fazu eksploatacije čine period pripreme i otvaranja, period pune proizvodnje i period zatvaranja. U periodu pripreme i

otvaranja vrši se iš enje terena, izmeštanje tokova i komunikacija i odvodnjavanje ležišta od podzemnih voda. U tom periodu se deponuje plodni sloj materijala za kasniju rekultivaciju, izgrađuju se komunikacije i priprema prostor za objekte površinskog kopa. Priprema terena, uklanjanje humusnog sloja i odvodnjavanje vrši se po pravilu i u svim fazama perioda eksploatacije. Otvaranje površinskog kopa obuhvata radove na skidanju otkrivke za obezbe enje pristupa mineralnoj sirovini i omogu avanje realizacije planirane proizvodnje na otkrivci i mineralnoj sirovini. U ovom periodu izvode se vezni i etažni useci na svim etažama planirane konture otvaranja i formira se front radova potreban za period eksploatacije.

U periodu pune proizvodnje na površinskom kopu realizuju se u potpunosti radovi za planiranu proizvodnju na etažama otkrivke i mineralne sirovine. Osim radova na otkopavanju, u ovom periodu izvode se u kontinuitetu radovi na rekultivaciji i radovi na odvodnjavanju od površinskih i podzemnih voda. U periodu zatvaranja površinskog kopa prekida se sa otkopavanjem otkrivke, završava se sa otkopavanjem svih mogu ih rezervi mineralne sirovine, vrši se demontaža opreme i komunikacija i izvode završni radovi na rekultivaciji površinskog kopa. Na slici 2 šematski je prikazana dinami ka uskla enost perioda površinske eksploatacije i faza i procesa rekultivacije. [5].

Slika 2 - Dinami ka uskla enost perioda površinske eksploatacije i faza i procesa rekultivacije

3.2. Upravljanje rekultivacijom preko procesa

Danas je jedan od najprihva enijih savremenih modela upravljanja poslovnim sistemima, upravljanje preko poslovnih procesa. Proces rekultivacije kao poslovni sistem modelovan je preko svojih potprocesa: tehni ka rekultivacija, biološka rekultivacija, monitoring životne i monitoring radne sredine, a upravljanje realizovano kroz proces upravljanja koji sadrži potprocese: planiranje, organizovanje, pra enje realizacije i kontrola realizacije poslovnih aktivnosti.

Model procesa upravljanja rekultivacijom prikazan je na slici 3. [5], [8].

Iz prethodne analize može se zaklju iti da je ključni proces za efikasnu i efektivnu realizaciju rekultivacije proces planiranja i s tim u vezi on je ključan i za upravljanje rekultivacijom. Planiranje rekultivacije kroz sve faze životnog ciklusa površinskog kopa obuhvata preliminarne, operativne i finalne planove. Proces planiranja rekultivacije površinskog kopa je multidisciplinarnan i dugoro an projekat koji sadrži niz analiza, studija i izvo a kih projekata i ima za cilj da obezbedi fizi ko-mehani ku stabilnost i hemijsku neutralnost odlagališta i drugih površina koje su bile zahva ene radovima ili drugima aktivnostima površinske eksploatacije, demontažu opreme, potrebne aktivnosti na reciklaži i potrebne aktivnosti na stvaranju uslova za uspostavljanje biodiverziteta kakav je bio pre

rudarskih aktivnosti ili boljih. Proces planiranja rekultivacije kroz sve faze razvoja površinskog kopa ima tri nivoa: preliminaran, operativni i finalni i može se primeniti za nove površinske kopove i one u radu a za koje prethodno nije vršeno detaljno planiranje zaštite životne sredine [13].

Slika 3 - Procesni model upravljanja rekultivacijom

4. ZAKLJUČAK

S obzirom da je u radu proces planiranja rekultivacije definisan kao ključan za ukupnu efektivnost i efikasnost realizacije rekultivacije površinskog kopa to je i akcentiran u modelu optimizacije upravo stavljen na ovaj proces. U procesu planiranja, odnosno izbora modela rekultivacije od koga zavise sve dalje planske aktivnosti, kao optimizaciona metoda korišćena je metoda višekriterijumskog odlučivanja Promethee. Važno je ista i da je definisani model moguće koristiti u

svim planskim i eksploatacionim fazama površinskog kopa, bez obzira da li se radi o novom ili površinskom kopu na kojem se vrši eksploatacija.

Iterativnost modela omogućuje korektivne mere tokom realizacije planova rekultivacije i s tim u vezi optimalno donošenje odluka o konačnom planu rekultivacije i rehabilitacije prostora u fazi zatvaranja površinskog kopa. Model optimizacije upravljanja procesima rekultivacije na površinskim kopovima prikazan je na slici 4.

Slika 4 - Model optimizacije upravljanja procesima rekultivacije na površinskim kopovima

POTVRDA

Autor potvrđuje da je ovaj rad rezultat Projekta Energetske efikasnosti Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije: Unapređenje tehnologije površinske eksploatacije lignita u cilju povećanja energetske efikasnosti, sigurnosti i zaštite na radu, br. 33039 kojim rukovodi prof. dr Nikola Lilić.

LITERATURA

- [1] Abath J. R. de Almeida A. T, Outsourcing multi-criteria decision model based on PROMETHEE method (Report), Journal of Academy of Business and Economics, International Academy of Business and Economics, Vol. 9, No I, 2009.
- [2] Brans J. P, Mareschal B, PROMETHEE methods, Figueira J, Greco S, Ehrgott M, eds Multiple decision criteria state of the art surveys, Springer, p. 163-196, 2005.
- [3] Dimitrijević B, Izbor rekultivacionog rešenja površinskog kopa Tamnava Zapadno polje višekriterijumskom analizom, 6. Meunarodna konferencija UGALJ 2013, str. 37-42, 2-5 oktobra, Zlatibor, 2013.
- [4] Dimitrijević B, Miljanović I, A selection of land reclamation solution at the Bogutovo Selo-Ugljevik open pit mine by multi-attribute analysis, Rudarski Vesnik, Rudarski Institut Beograd, 2014.
- [5] Dimitrijević B, Optimizacija upravljanja procesima rekultivacije površinskih kopova uglja, Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, 2014.
- [6] Dimitrijević B, Lilić N, Izbor rekultivacionog rešenja na primerima površinskih kopova uglja višekriterijumskom analizom, 11. Meunarodna konferencija o površinskoj eksploataciji OMC 2014, Zbornik radova, str. 43-54, Jugoslovenski Komitet za površinsku eksploataciju Saveza inženjera rudarstva i geologije Srbije, Vrnjačka Banja, ISBN:978-86-83497-21-8, 2014.

- [7] Dimitrijević B, S. Vujčić, I. Matic, S. Marijanac, J. Nikolić, V. Colaković, -
-
“
”
“
”
-
”, ISSN: 0015-
3273 / Multiattribute Model Support in Selecting the
Land Reclamation at the Open Pit Mine „Klenovnik“
of the Coal Basin „Kostolac“, Journal of Mining
Science, Springer, ISSN: 1062-7391 (print version),
ISSN: 1573-8736 (electronic version),
.
.
2
2014.
- [8] <http://link.springer.com/article/10.1134/S106273911402015X>;
- [9] Jović V, Modeliranje osnovnih poslovnih procesa
površinske eksploatacije uglja, Magistarski rad, Ru-
darsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu,
2009;
- [10] Kukrika M, Dimitrijević B, Predlog metodologije za
merenje performansi procesa, Zbornik radova 10.
Meunarodna naučna konferencija o površinskoj ek-
sploataciji Opencast Mining Conference - OMC
2012, Zlatibor, str 167-176, Jugoslovenski Komitet
za površinsku eksploataciju Saveza inženjera ruda-
rstva i geologije Srbije, ISBN 978-88-83497-40-5,
2012.
- [11] Pavlović V, Rekultivacija površinskih kopova i odla-
gališta, Naučna monografija, Rudarsko-geološki fa-
kultet Univerziteta u Beogradu, Jugoslovenski Ko-
mitet za površinsku eksploataciju, Beograd, 2000.
- [12] Pavlović V, Sistemi površinske eksploatacije, Nau-
čna monografija, Rudarsko-geološki fakultet Univer-
ziteta u Beogradu, Jugoslovenski Komitet za površi-
nsku eksploataciju, Beograd, 1998.
- [13] Pavlović V. i saradnici, Tehnički projekat otkrivanja
uglja na površinskom kopu Bogutovo selo Ugljevik
za period od 2004. do 2008, Rudarsko-geološki faku-
ltet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2004.
- [14] Pavlović V. i dr., Open pit mine spoil dump recu-
ltivation design and eco-control model, 3rd Inter-
national Conference AMIREG 2009, Athens, Gre-
ece, 2009;
- [15] Vujić S, Čvejić J, Miljanović I, Dražić D,
Projektovanje rekultivacije i uređenja predela povr-
šinskih kopova, Rudarsko-geološki fakultet Univer-
ziteta u Beogradu i Akademija inženjerskih nauka
Srbije, Beograd, 2009.
- [16] Vujić S, Dimitrijević B, Nikolić J, Milošević D,
Makar N, Marijanac S, Izbor rekultivacionog rešenja
površinskog kopa Klenovnik višeatributnom anali-
zom: Modelski pristup kod izbora, XL SYM-OP-IS
2013, Zlatibor 8-12 septembar, 2013.

SUMMARY

PROCESS ANALYSIS AND OPTIMIZATION MODELS DEFINING RECULTIVATION SURFACE MINES

Surface mines are generally open and very dynamic systems influenced by a large number of technical, economic, environmental and safety factors and limitations in all stages of the life cycle. In this paper the dynamic compliance period surface mining phases and of the reclamation. Also, an analysis of the reclamation of surface mines, and process flow management project recultivation is determined by the principled management model reclamation. The analysis of the planning process is defined by the model optimization recultivation surface mine.

Key words: *processes, analysis, optimization model, recultivation, surface mine*