**UPRAVLJANJE IMOVINOM I ODRŽIVI RAZVOJ**

**U RUDARSKOJ INDUSTRIJI**

***ASSET MANAGEMENT AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT***

***IN MINING INDUSTRY***

Velimirović Gavrilo, student Master studija Univerziteta u Beogradu – Rudarsko-geološki fakultet

Đukić Miloš, student Master studija Univerziteta u Beogradu – Rudarsko-geološki fakultet

Prof. dr Predrag Jovančić, Univerzitet u Beogradu – Rudarsko-geološki fakultet

***Izvod:*** *Upravljanje opremom u rudarstvu i održivi razvoj zajedno imaju za cilj da se postigne što bolja proizvodnja, unapređivanje strategije eksploatacije kao i unapređivanje rudarske opreme, pritom ne ugrožavajući prirodne sisteme i životnu sredinu. Kvalitetnim upravljanjem rudarskom opremom/imovinom obezbeđuje se planirana proizvodnja mineralne sirovine i jalovine, bezbednost na radu, duži vek trajanja rudarske opreme, optimalno korišćenje mineralnih resursa kao i minimalni uticaj na životnu sredinu. Analizom životnog ciklusa LCA ( Life Cycle Analysis) može se pratiti citav zivotni ciklus jednog rudnika, od njegovog otvaranja, pa sve do njegovog zatvaranja, pritom da ispunjava sve uslove i kriterijume koje se nameću jednom rudniku.*

***Ključne reči:*** *upravljanje imovinom, rudarstvo, održivi razvoj, LCA analiza*

***Summary:*** *Asset management in mining and sustainable development, have the same goal, to achieve the best possible production, improving the exploitation strategy as well as improving mining equipment, without compromising the natural system and the environment. Quality management of mining equipment/asset ensures the planned production of  ore and mullock, safety, long service life of mining equipment, optimall utilization of mineral resources and minimal impact on the environment. TroughLife Cycle Analysis (LCA) ,the entire life cycle of a mine can be traced, from its opening until its closure, there by fulfilling all the requirements and criteria imposed upon mine.*

***Keywords:*** *asset management, mining, sustainable development, LCA analysis*

1. **Uvod**

Rudarska industrija u svetu predstavlja izuzetnu razvojnu granu. Poslednjih godina proizvodnja svih metaličnih, nemetaličnih i energetskih sirovina ima uzlaznu putanju gde i narednih decenija treba očekivati ubrzani tempo napredovanja. U tabeli 1 data je proizvodnja mineralnih sirovina u svetu u 2014. godini, dok je u tabeli 2 data proizvodnja mineralnih sirovina u Srbiji.

Tabela 1. Proizvodnja mineralnih sirovina u svetu u 2014. godini

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Sirova nafta | Prirodni gas | Ugalj  | Metali, nemetali  |
| 4316 x 106 t | 2856 x 109 m3 | 7927 x 106 t | 2735 x 106 t |

Tabela 2. Proizvodnja mineralnih sirovina u Srbiji u 2014. godini

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Sirova nafta | Prirodni gas | Ugalj  | Metali, nemetali  |
| 1,112 x 106 t | 0,630 x 109 m3 | 30 x 106 t | 23 x 106 t |

Ovakva proizvodnja je ostvarena prevashodno zahvaljujući primenjenoj opremi (rudarskim mašinama i uređajima), koja postaje sve raznovrsnija i mobilnija, visokosofisticirana i automatizovana. Inače, u 2014. godini u svetu je ostvarena zarada preko 5400 milijardi dolara od proizvedenih mineralnih sirovina.

Globalno upravljanje imovinom (*Asset Management*) u rudarstvu je vezano za proces istraživanja i proces eksploatacije. Drugim rečima, u okviru upravljanja spadaju period geoloških istraživanja, odnosno definisanja potencijala mineralnih sirovina, uticaja svetskog i regionalnog tržišta na mineralnu sirovinu, preko pravnih regulativa, finansijskih kalkulacija i transakcija, definisanja životnog veka rudnika, odnosno do optimalnog procesa i sistema održavanja opremom u rudarstvu. Rudarstvo koje poznajemo se ustvari definiše preko velikih investicionih ulaganja gde ispravno upravljanje imovinom u okviru procesa eksploatacije štiti početnu investiciju i na optimalan način ide ka ostvarenju zadatog cilja – ostvarenje profita u određenom vremenskom periodu, životnom veku rudnika.

Za održivi razvoj (*Sustainable Development*) se može reći da definiše zadovoljenje potreba sadašnjosti bez ugrožavanja mogućnosti budućih generacija da zadovolje vlastite potrebe.

Spona između upravljanja imovinom i održivim razvojem u rudarstvu predstavlja životni vek, ciklus rudnika i sve što je u korelaciji sa njim, pogotovo zaštita životne sredine.

Prema tome, sve važniji postaju sigurnost fukcionisanja, bezbednost, zdravlje zaposlenih, životna sredina, pouzdanost kompletne imovine, standardizacija sistema ali i troškovi proizvodnje i održavanja. Sva rudarska oprema u principu mora da ostvari određeno, zacrtano vremensko i kapacitetno iskorišćenje. Sa svim ovim promenama i izazovima koja nastaju, rudarska industrija traži dodatna i nova informaciona rešenja da bi se maksimalno iskoristila oprema/imovina, da se praktično poboljša upravljanje imovinom rudnika, da se kontroliše eskalacija kapitalnih i operativnih troškova, kao i unapređenje operativnog profita.

Da bi se obezbedio u potpunosti funkcionalan rad i proces upravljanja rudnikom i opremom sa optimiziranim informacijama, potrebno je kompletno saznanje o organizaciji i kontrola svih kritičnih mesta i opreme u okviru rudnika, kompletne istorije procesa održavanja, opravki, merenja, kalibracije i dijagnostikovanja, ali i postojanje informacija u realnom vremenu o radu i funkcionisanju rudarske opreme. Na slici 1 prikazana je sva složenost rudarske industrije.



*Slika 1. Eksploatacija, transport, prerada i priprema mineralnih sirovina – složenost rudarske industrije*

U Srbiji najveći energetski potencijal ima ugalj/lignit. Od ukupne električne energije koja se proizvede, 70% dolazi od uglja/lignita, a ostatak čine energija dobijena od hidropotencijala vodotokova i jedan mali deo od obnovljivih izvora energije.

1. **Upravljanje imovinom u rudarstvu – Asset Management**

Sistem upravljanja imovinom u rudarstvu se po mnogo čemu razlikuje od upravljanja imovinom u drugim industrijama. Različiti proizvođači opreme, razlika u gabaritima, različite tehnološke mogućnosti,vek upotrebe, relativna zastarelost opreme i ostali faktori, umnogome usložnjavaju taj proces. Kvalitetno upravljanje rudarskom imovinom/opremom obezbedjuje planiranu proizvodnju korisne mineralne sirovine i jalovine, kao i duži vek trajanja rudarske opreme tokom eksploatacije čineći taj sistem održivim.

Organizacioni ciljevi rudnika su u direktnoj korelaciji sa upravljanjem imovinom odnosno sa realizovanom dobiti. Šta čini dobit zavisiće od ovih ciljeva, kao i priroda i svrha rudnika, potrebama i očekivanjima određenih interesnih grupa koje su definisale tržište. Vrednost dobiti može biti povezana sa ekonomskim, ekološkim, socijalnim ili drugim odgovarajućim ishodima.

Priroda i svrha proizvodne rudarske kompanije, industrijski sektor i radno okruženje imaju jak uticaj na tip imovine koji je potreban za postizanje svojih ciljeva proizvodnje mineralne sirovine. Ovi faktori uticaja se moraju uzeti u obzir tokom projektovanja, planiranja, primene i unapređenja funkcija i celog sistema upravljanja imovinom. Koncepti i principi koji omogućavaju uspešno ostvarivanje ovih ciljeva su određeni, definisani sa međunarodnim standardom ISO 55000.

Upravljanje imovinom ostvaruje vrednost od imovine preko ispunjavanja organizacionih ciljeva. Ono što predstavlja vrednost će zavisiti od ovih ciljeva, kao i od prirode i svrhe proizvodne kompanije i potreba i očekivanja zainteresovanih strana. Vrednost se može odnositi na ekonomske rezultate, zaštitu životne sredine, uticaj na društvo ili neke druge oblike rezultata.

Upravljanje imovinom pruža podršku ostvarivanju koristi uz balansiranje/uravnotežavanje troškova i organizacionih performansi. Koristi od upravljanja imovinom mogu obuhvatiti, ali nisu ograničene, na sledeće:

1. Unapređenje finansijskih performansi.
2. Upravljanje rizikom.
3. Unapređenje usluga i izlaza/rezultata.
4. Korporativna i društvena odgovornost.
5. Iskazivanje usaglašenosti.
6. Veća reputacija.
7. Unapređena održivost organizacije.

Organizacija čiji ukupni sistem upravljanja obuhvata i integriše sistem upravljanja imovinom ima sveobuhvatni okvir koji joj omogućava povezivanje izlaza-rezultata i ciljeva sa specifičnim ciljevima organizacije. Organizacija koja je primenila sistem upravljanja imovinom može ostvariti značajne kompetitivne i operacione prednosti, tako što će joj resursi biti raspoloživi tamo gde se ostvaruje najveća dobit/benefit.

Dobro upravljanje optimizuje suprotstavljene prioritete korišćenja/eksploatacije i održavanja/nege u okviru rudnika. Drugim rečima, optimizira postojeće performanse opreme i dugoročne održivosti, odnos između velikih kapitalnih investicija i kasnijih operativnih troškova, rizika i performansi.

Osnovne smernice za uvođenje sistemom upravljanja imovinom daje standard ISO 55000, odnosno ISO 55001 osigurava minimalni skup zahteva za kvalitetno upravljanje imovinom, a ISO 55002 daje smernice o primeni tih zahteva. Sistem upravljanja imovinom je skup međusobno povezanih elemenata organizacije/rudnika, koji uspostavljaju politiku i ciljeve upravljanja imovinom kao i procese potrebne za postizanje tih ciljeva. Sistem upravljanja imovinom nije samo informacioni sistem – on uključuje i organizacionu strukturu, uloge, odgovornosti, poslovne procese, planove, rad, itd. Upravljanje imovinom je složena aktivnost i obuhvata sve delove organizacije rudnika. Imovina može služiti za više od jednog cilja, a može se koristiti na mnogo različitih funkcionalnih mesta. Uspostavljanje sistema upravljanja imovinom treba biti strateška odluka za rudnik.

1. **Održivi razvoj u rudarstvu – Sustainable Development**

Održivi razvoj obuhvata takav razvoj društva koji raspoloživim resursima zadovoljava ljudske potrebe, ne ugrožavajući prirodne sisteme i životnu sredinu, čime se osigurava dugoročno postojanje ljudskoj društva i njegovog okruženja. Koncept održivog razvoja predstavlja novu strategiju i filozofiju društvenog razvoja.

,, Održivi razvoj je razvoj koji zadovoljava potrebe sadašnjice, ne dovodeći u pitanje sposobnost budućih generacija da zadovolje vlastite potrebe”

U rudarskom sektoru, održivi razvoj znači da će ulaganja u projekte dobijanja mineralnih supstanci biti finansijski isplativa, tehnički prikladna, ekološki razumna i društveno odgovorna. Rudarske kompanije su uključene u proizvodnju neobnovljivih resursa, pod stalno rastućim pritiskom koncepta održivost proizvodnje, kako u strateškim procesima odlučivanja tako i u samom procesu delovanja.

Ekonomski razvoj, uticaj na okolinu i socijalna odgovornost moraju biti adekvatno sprovođeni/usaglašeni, a proizvodni odnosi moraju postojati između svih subjekata u procesu odlučivanja u rudarstvu (od Vlade do deoničara/vlasnika rudnika). Postizanjem ovakvog odnosa je jednostavno dobar način da rudnik pozitivno posluje.

U skladu sa Zakonom o zaštiti životne sredine prirodni resursi su obnovljive ili neobnovljive geološke, hidrološke i biološke vrednosti, koje se direktno ili indirektno, mogu koristiti ili upotrebiti, a imaju realnu ili potencijalnu ekonomsku vrednost, a prirodna dobra su: zaštićena prirodna dobra i javna prirodna dobra. Prirodne resurse je potrebno koristiti na održiv način što znači, obezbediti njihovu raspoloživost u budućnosti i umanjiti štetni uticaj na životnu sredinu. Upravljanje prirodnim resursima i njihovo održivo korišćenje zahteva primenu sledećih načela:

1. Stopa regeneracije obnovljivih resursa mora biti veća od njihovog korišćenja;
2. Eksploatacija neobnovljivih resursa mora biti u održivim granicama ili u granicama na kojim se njihova potrošnja može kompezovati povećanjem produktivnosti obnovljivih ili neobnovljivih resursa;
3. Kapacitet ispuštanja štetnih materija mora biti u skladu sa njihovom preradom u neškodljive ili manje škodljive po okolinu

Prirodni resursi obezbeđuju pet osnovnih funkcija:

1. funkciju izvora (proizvodnja obnovljivih i neobnovljivih resursa, biomase, itd.);
2. funkciju primaoca (apsorpcija otpadnih tokova, kao što su otpad i zagađujuće materije);
3. funkciju kruženja (globalni ciklusi kruženja materije, obnavljanje biomase);
4. informacionu funkciju (genski fondovi, model ili prototip tehničkih sistema);
5. rekreativnu i druge funkcije (zadovoljenje obrazovnih, duhovnih, estetskih, kulturnih, turističkih, zdravstvenih potreba ljudi).

Rudarska industrija predstavlja krucijani faktor ekonomskog prosperiteta jedne države. I kao takva se suočava sa raznim izazovima iz ekonomske, socijalne i sfere očuvanja životne sredine koje ujedno čine aspekte održivog razvoja. Neki od ključnih izazova u rudarstvu predstavljaju isplativost rudarske industrije, posed i korišćenje zemljišta, lokalno stanovništvo, sektor upravljanja, pristup informacijama i dr.

Da bi implementiranje strategije održivosti bilo moguće potrebno je poznavati određene principe i načela.

**Analiza životnog ciklusa** (LCA – Life Cycle Analysis) razvijena od eMergy indikatora razvoja i predstavlja tehniku praćenja, korišćenja energije i materijala svih resursa tokom celukupnog veka jednog proizvoda i usluga. LCA se može primeniti i na aspekt životne sredine odnosno uticaja odredjenog proizvoda/usluga ili sistema na nju, kroz čitav put eksploatacije, obrade, korišćenja i odlaganja;

**Princip upotrebe tehnologija prihvatljivih za životnu sredinu** - ističe značaj promocije eko-inovacija i korišćenje tehnologija prihvatljivih za životnu sredinu, u skladu sa ETAP (*The Environmental Technologies Action Plan*), koji je EK usvojila 2004. godine;

**Princip "neka cena bude prava"** – razvoj i implementacija instrumenata koji treba da obezbede da se korišćenje prirodnih resursa i uticaji na životnu sredinu reflektuju u ceni;

**Načelo ,,zagadjivač plaća”** predstavlja naknadu koju zagadjivač plaća ekvivaletnu aktivnostima zagadjivanja. U skladu sa propisima, zagadjivač snosi ukupne troškove koji uključuje troškove rizika po zivotnu sredinu i troškove uklanjanja nanete štete;

1. **Korelacija Asset Management – Sustainable Development**

Na osnovu razmatranja ova dva pojma, upravljanje imovinom i održivi razvoj, može se zaključiti da se često preklapaju osnovni postulati ova dva elementa. Odnosno, u nekim slučajevima možemo ih smatrati sinonimima – dva pojma istog značenja. U tabeli 3 su date osnovne veze između upravljanja imovinom i održivog razvoja u industriji rudarstva.

Tabela 3. Korelacija Asset management – Sustainable development

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Asset management** | **⟶****⟶****⟶****⟶****⟶****⟶****⟶** | **Sustainable development** |
| Unapređenje finansijskih performansi. | Ostvarivanje profita tokom celog životnog ciklusa i optimizacija. Očuvanje vrednosti imovine. Maksimalno iskorišćenje. |
| Upravljanje rizikom. | Minimalan uticaj na životnu sredinu, povećanje bezbednosti, smanjenje gubitaka. |
| Unapređenje usluga. | Stalno, permanentno ispunjavanje potreba, ostvarivanje željenog nivoa usluga. |
| Korporativna i društvena odgovornost. | Dobrobit šire društvene zajednice u kojoj se nalazi rudarska kompanija. |
| Iskazivanje usaglašenosti. | Poštovanje standarda, tehnoloških procesa, poslovne politike na svim nivoima. |
| Veća reputacija. | Zadovoljstvo svih involviranih strana sa aspekta dobrobiti od rudarske kompanije. |
| Unapređena održivost organizacije. | Upravljanje kratkoročnim i dugoročnim efektima, troškovima i performansama koji utiču na održivost tokom životnog veka. |

Sistematski i koordinisane aktivnosti i prakse kroz koje menadžment rudnika optimalno i održivo upravlja svojom imovinom i sistemima, njihovih povezanih performansi, rizika i rashoda nad njihovim životnim ciklusima u svrhu postizanja strateškog plana, predstavlja pojam upravljanja imovinom. Upravljanje imovinom predstavlja značajno veći obim nego samo održavanje i brigu o fizičkim sredstvima (zaštita investicija), odnosno dosta je bliži osnovnoj, centralnoj svrsi rudarske kompanije. Dobro upravljanje sredstvima razmatra i optimizira suprotstavljene prioritete korišćenja sredstava i negu imovine, kratkoročnih mogućnosti performansi opreme i dugoročne održivosti, a između kapitalne investicije i kasnijih operativnih troškova, rizika i performansi. Svi ovi parametri su okrenuti sadašnjosti ali i budućnosti, pri čemu se preklapaju elementi upravljanja imovinom i održivog razvoja.

Životni ciklus upravljanja imovinom takođe je više od prostog razmatranja troškova kapitalnih i operativnih troškova u okviru prethodno utvrđenih pretpostavki o veku imovine. Ako se želi optimizirati kompletan ciklus, ceo sistem imovine mora uključivati izloženost riziku i atributima performansi, da bi se ostvarila ekonomska dobit kao rezultat optimizacije (u zavisnosti od projektovanja, korišćenja, održavanja, zastarelosti i drugih faktora). Ovo podseća na životni vek opreme koja se koristi u rudarstvu, a što je dato na slici 2 (u principu, postoji dosta teorija definisanja životnog ciklusa). Na slici 3 dat je principijelni životni vek rudnika. Teoretski, životni vek/ciklus obuhvata sledeće vremenske faze:

* Koncepcijsko i idejno rešenje;
* Razvoj i projektovanje;
* Proizvodnja (montaža) opreme i puštanje u rad;
* Korišćenje (eksploatacija) i održavanje;
* Rashodovanje (otpis, zatvaranje).



*Slika 2. Faze životnog ciklusa opreme u rudarstvu*



*Slika 3. Faze životnog ciklusa rudnika*

’’Pametne’’ rudarske kompanije optimiziraju svoje poslovanje kada su ’’dobra’’ vremena, kada mogu da priušte potrebne promene i na taj način da iskoriste prednosti povećanog prihoda i profita, odnosno kada je proizvod sa konkurentnom cenom. ’’Pametne’’ rudarske kompanije moraju da izvrše nadgradnju upravljanja imovinom pomoću održivog razvoja, poštujući elemente životnog ciklusa – ono što diktira uslove i jednom i drugom segmentu je najčešće zaštita životne sredine (ako se ispoštuju svi ekonomsko-finansijski zahtevi).

Na slici 4 dat je princip povezanosti procesa Upravljanja imovinom i procesa Održivog razvoja. Ono što ih spaja je Životni vek/ciklus (rudnika/opreme), a ono što utiče na optimalno ostvarenje svih premisa Upravljanja imovinom i Održivim razvojem je Zaštita životne sredine.



*Slika 4. Povezanost upravljanja imovinom i održivog razvoja u rudarstvu*

1. **ZAKLJUČAK**

Ovde su date preporuke za uviđenje sistemskog upravljanja opremom/imovinom u rudnicima. Upravljanje opremom/imovinom predstavlja ključan faktor u postizanju organizacionog strateškog plana, ostvarenja bilansirane proizvodnje uz optimalan nivo troškova, gde kompanija optimalno i održivo upravlja svojom imovinom i sredstvima, tj samim tim štiti svoju investiciju, kao i da izvrši nadgradnju upravljanja imovinom pomoću održivog razvoja, uz to da zadovolji sve parametre i kriterijume koje mu nameće sam održivi razvoj, što sa ekonomskog, tehničkog ili socijalnog aspekta. Neki kriterijumi od tih aspekata predstavlja zaštita životne sredine, korišćenje prirodnih resursa na održiv način što znači, obezbediti njihovu raspoloživost u budućnosti, bezbednost ljudstva u radu, a sa ekonomskog aspekta da bude isplativo.

**LITERATURA**

1. Jovančić, P., Tanasijević, M., Ignjatović, D. (2015), *"Upravljanje imovinom i proaktivni sistem nadzora pri održavanju opreme u rudnicima"*, 40. Naučno-stručni skup Održavanje mašina i opreme ОМО2015, jun 23-26, 2015, Mašinski fakultet Beograd, Srbija, i Hotel Mogren, Budva, Crna Gora, Zbornik radova na CD-u, ISBN 978-86-84231-39-2
2. Studija ’’Izbor optimalnog sistema održavanja u JPPK Kostolac’’, Univerzitet u Beogradu – Rudarsko-geološki fakultet i Elektrotehnički fakultet, 2006.
3. Jovančić P. (2016), *"Asset management and condition monitoring on maintenance of mining equipment lignite mines''*, 13th International symposium Continuous Surface Mining ISCSM 2016, 12-14 September 2016, Belgrade – Serbia, Hotel Metropol Palace, Conference Proceedings, pp. 197-207, ISBN 978-86-83497-23-2
4. Projekat iz oblasti tehnološkog razvoja Ministarstva nauke Republike Srbije (TR17019) ’’Unapređenje organizacije održavanja na površinskim kopovima elektroprivrede Srbije uvođenjem proaktivnog sistema nadzora’’, Univerzitet u Beogradu – Rudarsko-geološki fakultet, Mašinski fakultet i Elektrotehnički fakultet, 2008-2011.
5. Jovančić, P., Ignjatović, D., Tanasijević, М., (2012), *''Savremeni koncepti održavanja rudarske opreme''*, 10th International Symposia Mechanization and Automation in Mining and Energetics MAREN2012, Organised by University of Belgrade – Faculty of Mining and Geology, Public Enterprise "Electric Power Industry of Serbia", Mining basin "Kolubara", TPPs and OCMs "Kostolac", TPPs "Nikola Tesla" – Obrenovac, June 6-7, 2012, Lazarevac, Serbia, Conference Proceedings Presentation, ISBN 978-86-7352-254-8
6. ISO 55000 (Draft): Asset Management – Overview, principles and terminology
7. Jovančić, P., Ignjatović, D., Tanasijević, М. (2012), ''*Proactive monitoring system for basic mining equipment at open pit mines of Electric Power Industry of Serbia*'', XXI International Congress on Maintenance and Asset Management – EUROMAINTENANCE 2012, May 14-16, 2012 – Sava Centar, Belgrade, Serbia, Conference Proceedings, pp. 622-630, ISBN  978-86-89141-00-9, COBISS.SR-ID 190591244
8. Ivezić, D., Živković, M., Energetika i održivi razvoj – Indikatori održivosti, Univerzitet u Beogradu – Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, 2015.