

AKTUELNI PROBLEMI ROTORNIH BAGERA NA KOPOVIMA UGLJA U SRBIJI

Prof.dr Slobodan Ivković
Mr Miloš Tanasijević
Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

Daniela Ivković, MSc
The Northern Alberta Institute of Technology, Edmonton Canada

Rotorni bageri na kopovima uglja Srbije, u »Kolubari« i »Kostolcu« prosečno su stari preko 25 godina, a najstariji rade preko 35 godina. U toku su istraživanja sa ciljem da se ocene njihove preostale mogućnosti, te da se, prema rezultatima dosadašnjih analiza, verovatno preduzmu mere radi produženja njihovog veka. Te mere značajno prevazilaze uobičajene zahteve u okviru do sada sprovedenih postupaka održavanja.

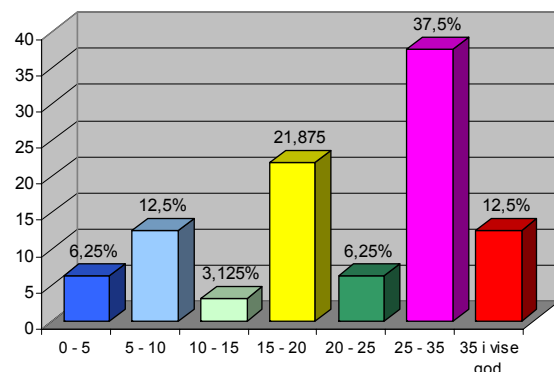
Ključne reči: Rotorni bager, rekonstrukcija

Zadovoljenje sve većih potreba za energijom u Srbiji, a posebno za električnom energijom, ima sve veće teškoće, što je načelno problem svuda u svetu. Hidroenergetski potencijali u Srbiji već su uglavnom anagažovani, a preostale su manje mogućnosti; ograničene su rezerve uglja i drveta; doprinos novih izvora energije (sunčeva energija, termalne vode, energija vetra, energija biomase, itd.) za sada je skroman; izgradnja novih nuklearnih elektrana u svetu u zastoju je. Nisu se ispunila očekivanja od pre nekoliko decenija da će se pronaći bolje tehnologije kod svih načina za obezbeđenje električne energije, te da će se izgradnjom novih postrojenja dobiti jeftinija energija, uz zadovoljenje uslova bezbednosti, sigurnosti funkcionisanja i manjeg zagadjenja okoline.

Ovo su osnovni razlozi zbog kojih je u svetu, a kasnije i kod nas došlo do promene u strategiji razvoja termoenergetskih postrojenja, pa je umesto gradnje novih termoelektrana, koje bi zamenile elektrane čiji je projektovani vek istekao, počela da se realizuje rekonstrukcija i modernizacija postojećih termoelektrana, sa ciljem da im se vek produži na procenjenih 10 do 15 godina. Pokazalo se da je ovo mnogo racionalnije, nego gradnja novih elektrana, te je to radjeno i u Srbiji.

U zimskom periodu, kada je električna energija najpotrebnija, oko 75% proizvode elektrane na lignit. Primera radi, tokom 2003. godine, od ukupno proizvedenih 33.436 GWh, termoelektrane na ugalj su proizvele 23.712 GWh. Ove elektrane ugljem snabdevaju

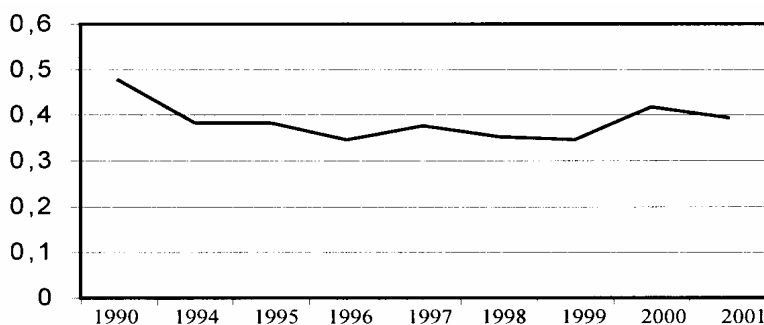
površinski kopovi iz kolubarskog i Kostolačkog basena, dok je doprinos rudnika sa podzemnom eksploatacijom u našoj energetici mali. Ključnu kariku u proizvodnji uglja čine velike mašine osnovne mehanizacije površinskih kopova, rotorni bageri, transporteri sa gumenom trakom, odlagači i druge mašine, kao i pomoćna mehanizacija. Rotorni bageri na našim kopovima dugo su u eksploataciji (slika 1.). Sa slike se vidi da je oko 50% u radu preko 25 godina.



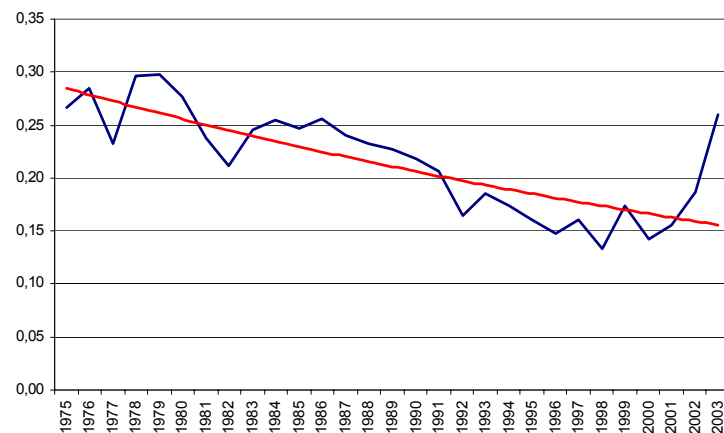
Slika 1. Starosna struktura rotornih bagera u Srbiji (2004.god)

Postoje potpuni i pouzdani podaci o osnovnim pokazateljima rada svih bagera, odnosno sistema, podaci o vremenskom iskorišćenju i kapacitativnom iskorišćenju. Ova dragocena i vrlo velika količina podataka u posedu je kopova i EPS-a, a nedavno je prikazana u studiji - Produžetak radnog veka osnovne opreme na površinskim kopovima uglja EPS-a – I faza rotorni bageri /5/. Iz te velike mase dragocenih podataka, na sl. 2 pokazano je u

ilustrovanom obliku ponašanje bagera na osnovu pokazatelja koeficijena vremenskog iskorišćenja, ukupno za sve rotorne bagere i na primeru bagera SRs470.



Slika 2. Ilustracija kretanja koeficijenta vremenskog iskorišćenja po godinama u "Kolubari"



Slika 3. Srednje vremensko iskorišćenje bagera SRs470

Na slici 2. prikazan je relativno kratak period od desetak godina, ali dovoljan da se vidi, da sistemi BTO, odnosno bageri, radu u stacionarnom stanju otkaza, koje se karakteriše približno jednakom frekvencijom otkaza u toku niza godina eksploatacije, iako su variranja vidljiva na dijagramu, zbog statističke prirode. Na slici 3. dato je vremensko iskorišćenje bagera SRs 470 u Kostolcu, na kome se vidi opadanje pa opet rast. Stacionarno stanje otkaza, koje je u literaturi davno opisano /1/, /3/, podrazumeva obnavljanje sistema merama održavanja, tj. zamenom elemenata koji otkazu, ili njihovom popravkom. Primer na sl.3 dat je najviše zato, da se vidi da značajni pad pouzdanosti bagera počinje devedesetih godina, u vreme sankcija, kada održavanje nije moglo da se izvodi na potrebnom nivou.

Približno konstantna pouzdanost bagera i celog sistema BTO (BTU) kroz dugi niz godina (sl.2), odgovara horizontalnom delu dobro poznate

krive kade (The Bathub Curve). U odnosu na pitanje o mogućnosti značajnog produženja veka rada rotornog bagera postupkom revitalizacije, potreban je odgovor na pitanje, kako se može zaustaviti porast frekvencije kvarova, tj. pad pouzdanosti, koji je predstavljen trećim, rastućim delom krive kade. U ovoj prilici ukratko iznosimo naše dugogodišnje razmišljanje na tu temu. Naravno da se na održavanje potrebnog nivoa pouzdanosti može uticati pojačanim merama kvalitetnog održavanja, ali na ceo proces presudnu ulogu ima tehnička i konstrukciona priroda sistema koja je u pitanju. Kod mašina visokog stepena konstrukcione razradjenosti kroz veliki broj ponovljenih konstrukcija i primene najboljih materijala za izradu (automobil, buldozer), izgledi da se pouzdanost održi na željenom nivou i posle niza godina eksploatacije, nisu povoljni. Suprotno ovom primeru, transporter sa gumenom trakom, ima takvu tehničku strukturu da je moguće održavanje na nivou konstantne

pouzdanosti u toku dugog niza decenija. Rotorni bageri su po svojoj prirodi izmedju ove dve krajnosti.

REVITALIZACIJA STARIH BAGERA

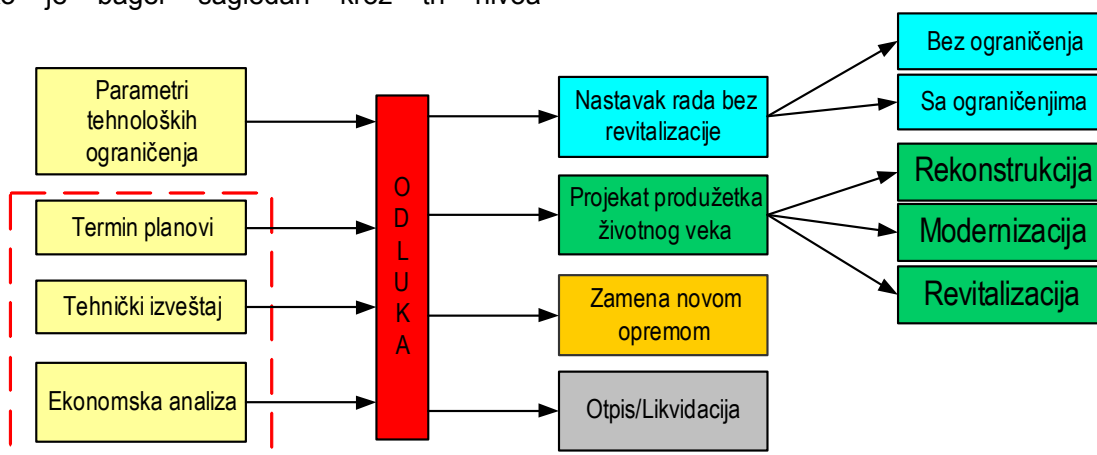
Predstoji revitalizacija naših najstarijih rotornih bagera. Kao podloga za taj posao na RGF-u uradjena je, već pomenuta, studija - Produžetak radnog veka osnovne opreme na površinskim kopovima uglja EPS-a – I faza rotorni bageri. Studija sadrži metodologiju utvrđivanja odnosno istraživanje stanja svih bagera u kolubarskom i kostolačkom basenu pojedinačno. Globalno iz ovog istraživanje proistekao je osnov softverskog modela ocene bagera: integralna baza podataka koja ima dva glavna segmenta. Prvi segment baze podataka formiran je iz fondovske dokumentacije bagera, vezane za čitav životni ciklus, koja se odnosi na osnovne parametre funkcionisanja bagera (proizvodnja, vreme rada, koeficijenti iskorišćenja, struktura vremena zastoja i dr.). Drugi, obimniji, delikatniji i zahtevniji segment baze podataka formiran je iz upitnika (koje su autori Studije kreirali za ovo istraživanje), a koje su popunjavali najbolji poznavaoци i najkompetentniji operativci iz Kolubare i Kostolca koji decenijama rade na eksploataciji i održavanju bagera. Definisane nivoe strukturnih celina bagera i hijerarhijsko sagledavanje obima koji je bilo predmet ekspertskih ocena, postavili su autori Studije. Tako je bager sagledan kroz tri nivoe

hijerarhije, pri čemu je najviši sklop, zatim podsklop i konačno komponenta – element.

Zbog ograničenosti prostora ovog rada detaljnija analiza datog koncepta neće biti detaljnije izložena. Treba napomenuti da zaključak procene životnog veka bagera se daje na osnovu odgovarajuće ekonomske analize i treba da definiše odgovor na pitanje kakva je dalja budućnost bagera, odnosno:

- bager ostaje na istom zadatku u režimu uobičajenog održavanja i u ovom trenutku nisu potrebni zahvati revitalizacije;
- bager treba revitalizovati postupcima rekonstrukcije i modernizacije, koji treba da dovedu mašinu u stanje da može u svom produženom veku da funkcioniše na potrebnom nivou, tj. sa karakteristikama koje su za korisnika prihvatljive, odnosno u ovom slučaju radi nastavka rada na istom zadatku, radi produženja veka; ili bager treba revitalizovati postupcima rekonstrukcije i modernizacije radi prelaska na zadatke na drugom kopu ili na bitno izmenjene zadatke;
- bager treba otpisati i povući iz upotrebe, jer ni jedna od prethodnih opcija nije ekonomski isplativa odnosno otpis mašine i nabavka nove, sposobnije i savremenije, koja će postojeću zameniti.

Na slici 3. U ilustrovanom obliku je prikazan model donošenja odluke o nastavku životnog ciklusa rotornog bagera.



Slika 4. Dijagram donošenja odluke

Jedan od mogućih izlaza, navedenog modela procene životnog veka rotornog bagera je upravo i revitalizacija. Ambicija je da se merama u okviru revitalizacije, ne samo produži

radni vek, što je osnovni cilj, već da se poboljšaju osnovne karakteristike bagera (pouzdanost u radu, sigurnost

funkcionisanja, pogodnost za održavanje, bezbednost ljudi, ekološki aspekt i drugo). Pri tome treba napomenuti da u širem smislu produženje veka, tj. revitalizacija nastaje i kroz proces održavanja, naročito na većim opravkama bagera, tako da se reč revitalizacija može definisati kao sveobuhvatni zahvat koji se izvodi na osnovu precizno obradjenog projekta, u kontinuitetu i koji po vremenu trajanja, ceni i obimu radova prevazilazi sve što je na bageru do sada radjeno, a sadrži u sebi i rekonstrukcije i modernizacije. Pri tome posebno treba imati u vidu raspoloživa materijalna sredstva, predviđena za tu namenu, koja su takodje ograničavajući faktor za donosioca odluke.

Procesom revitalizacije vrši se zamena ili opravka neispravnih elemenata i sagledavaju se svi nedostaci koji su se u manjoj ili većoj meri ispoljavali u prethodnoj eksploataciji bagera, a nakon revitalizacije raspolagalo bi se saznanjem kakvom mašinom raspoložemo u narednom periodu, tj. znatno objektivnije bi se sagledala radna sposobnost mašine za naredni period eksploatacije.

Tendencija u svetu je drastično smanjivanje broja novoprodučenih bagera, dok se poslednjih godina naglo povećava broj izvršenih aktivnosti na produžetku radnog veka bagera u različitim obimima. Uzroci krize u produkciji novih bagera su višestruki, kao što su tranzicija u zemljama istočne Evrope, drastičan pad proizvodnje uglja zbog smanjene tražnje za električnom energijom tog porekla (jeftiniji izvori energije kao što je gas, nuklearna energija), itd. Očigledan primer takvih tendencija je i najveći svetski proizvođač rotornih bagera Thyssen Krupp, koji je do devedesetih godina prošlog veka u svetu prodao preko 450 mašina različitih kapaciteta, a tokom poslednje decenije isporučio samo 2 bagera u Evropi i još nekoliko za kinesko tržište. Za isto vreme izvršeno je preko 35 revitalizacija. Isti je slučaj i sa druga dva velika proizvođača MAN-TAKRAF-om i FAM-om.

Period znatnog smanjenja broja proizvedenih bagera nije iskorišćen za projektovanje novih modela i prototipova već je to vreme iskorišćeno za usavršavanje postojećih modela. Uvodjenje novih, savremenih tehnologija na bagerima se naročito uočava u sledećim domenima:

- novih konstrukcija rotornog točka sa novim tipovima uležištenja i oslanjanja,

- primenjenih materijala za gusenični transportni uređaj,
- primenjivanih materijala na presipnim mestima,
- intezivnije primene hidrauličkih sistema,
- primene planetarnih reduktora,
- značajne primene saznanja iz oblasti logistike i dijagnostike,
- uvođenje sistema globalnog pozicioniranja (GPS),
- sistema automatskog upravljanja i kontrole,
- novih elektro pogona,
- nove elektro opreme, itd.

Najkompletnija revitalizacija kod nasa je izvršena na havarisanom rotornom bageru SRs 1200 24/4, interna oznaka G-2, koji je radio na površinskom kopu "Polje D". I pored višedecenijskog iskustva u korišćenju bagera, koje je stvorilo uslove da se rad i održavanje bagera odvijaju na vrlo dobrom nivou, događale su se i velike havarije. Primera radi, navedeni rotorni bager SRs 1200 24/4, je nakon požara koji je izazvan otkazom prevojnog bubnja na pretovarnom uređaju potpuno havarisan (slika 4.). Tokom 2002. i 2003. godine izvršena je njegova kompletna revitalizacija, pri čemu je u potpunosti zamenjena gornja gradnja bagera. Ukupna investicija iznosila je oko 7 miliona evra, odnosno oko 60% cene novog bagera. U okviru ove revitalizacije izvršeni su sledeći radovi:

- Pogon kopanja zamenjen novim (sa 400 na 630 kW), čime je povećana specifična sila kopanja i omogućeno da ovaj bager otkopava i ugalj.
- Ugradjen je novi radni točak (novi tip uležištenja, radni točak sa jednim zidom i dr.) sa novim kašikama.
- Povećan kapacitet sa 3465 na 4100 m³/h.
- Ugradjena je kompletno nova čelična konstrukcija gornje gradnje.
- Rekonstruisan je kugliban (kugle povećane sa 110 mm na 150 mm).
- Ojačana je platforma i donji stroj.
- Primenjeno je rešenje sa tri pogona kružnog kretanja, umesto postojeća dva.

- Rekonstruisan način podizanja strele radnog točka i uvedena je kontrola zatega manometrima.
 - Produžen je pretovarni uređaj sa mogućnošću veće visinske razlike u odnosu na bager.
 - Izmeštena je kućica na pretovarnom uređaju.
 - Elektro oprema je u potpunosti zamenjena. Ugradjena najsavremenija oprema sa frekventim upravljanjem.
 - Modernizovani su krajnji prekidači.
 - Primenjen je kontejnerski način montaže elektro opreme na strelu balasta.
- Navedeni primer pokazuje kompleksnost revitalizacionih aktivnosti na jednom bageru.



Slika 5. SRs 1200 (G II) posle havarije 1995. godine

UMESTO ZAKLJUČKA

Problem revitalizacije bagera davno je uočen /3/, međutim tada je bilo prećih poslova te on nije dovoljno ozbiljno shvaćen.

Danas su problemi revitalizacije i vrlo aktuelni i uglavnom se sprovode uz presudnu ulogu samih proizvođača (nemački bageri na kopovima Rumunije, Madjarske, Bugarske ...). Mi smo na stanovištu da imamo dovoljno iskustva i znanja, kao i tehničku bazu u srpskoj mašingradnji, da to uradimo sami.

LITERATURA:

1. Bazovsky I., Reliability, Theory and Practice, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.Y., 1962
2. J. Todorović., Inžinjerstvo održavanja tehničkih sistema, Jugoslovensko društvo za motore i vozila, Beograd 1993.
3. S.Ivković, Otkazi elemenata rudarskih mašina, monografija, RGF, 1997.
4. S.Ivković, Potreba za revitalizacijom i modernizacijom rudarske opreme koja obezbeđuje ugalj za termoelektrane,

Rudarski glasnik, vol. 29, Nr 2, Beograd 1990

5. Studija - Produžetak radnog veka osnovne opreme na površinskim kopovima uglja EPS-a – I faza rotorni bageri, RGF Beograd 2004.

ACTUAL PROBLEMS OF BUCKET WHEEL EXCAVATORS ON THE SERBIAN OPEN PITS MINE

Kolubara and Kostolac, are old 25 years in average, and some of them over 35 years are old. The research of their lifetime and remainder of their opportunities, are in procedure. As results of this investigation, can create principles, which will prolong lifetime of bucket wheel excavator demands. These principles exceed usual demands, which was practised during conventional proceeding of maintenance.

Key words: *Bucket wheel excavators, reconstruction*