

Analiza problema i definisanje predloga mera unapređenja procesa upravljanja deponovanim pepelom u organizaciji „EPS – Termoelektrane Srbije, ogranak TENT“**Problem analysis and definition of proposals for measures to improve the process of ash disposal organized by "EPS – Termoelektrane Srbije, ogranak TENT"**

Magdalena Đurica, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – INDUSTRIJSKO INŽENJERSTVO

Kratak sadržaj – Na primeru organizacije „EPS – Termoelektrane Srbije, ogranak TENT“, prikazano je trenutno stanje procesa deponovanja pepela, izvršena je analiza problema primenom odgovarajućih metoda i tehnika i definisani su predlozi mera unapređenja ovog procesa. Takođe, predstavljeni su očekivani finansijski efekti predloženih mera unapređenja procesa i vremenske slika njihove realizacije.

Ključne reči: *Menadžment životnom sredinom, elektrofilterski pepeo, deponovanje pepela*

Abstract – *On the example of the organization "EPS - Termoelektrane Srbije, ogranak TENT", the current state of the ash disposal process is shown, the problem analysis is performed using appropriate methods and techniques and proposals for measures to improve this process are defined. Also, the expected financial effects of the proposed measures to improve the process and the time picture of their implementation are presented.*

Keywords: *Environmental Management, fly ash, ash disposal*

1. UVOD

Zabrinutost javnosti kada je reč o posledicama ekonomskih aktivnosti na životnu sredinu značajno se povećala poslednjih godina širom sveta. Velike ekološke katastrofe podstakle su globalnu raspravu o odgovornosti kompanija i istakle potrebu njihovog uključivanja u proces rešavanja ključnih pitanja u vezi sa zaštitom životne sredine. Privreda, kao i svaka druga ljudska delatnost, ima određeni uticaj na životnu sredinu, te je stoga inicijativa o afirmisanju društvene odgovornosti u prirodnom okruženju od podjednako značaja za sve kompanije, bez obzira na veličinu i vrstu delatnosti [1].

Delatnost preduzeća koje je tema ovog rada, jeste izdavanje, proizvodnja električne energije. Termoelektrane u toku procesa proizvodnje stvaraju otpad. Taj otpad nastaje kao posledica različitih procesa proizvodnje, a nama najupečatljiviji i veoma uočljiv je elektrofilterski pepeo (drugačije nazvan i leteći pepeo) tačnije deponije elektrofilterskog pepela.

Da bi došlo do redukcije otpada, preduzeća moraju posebno skrenuti pažnju na upravljanje otpadom.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nebojša Brkljač, docent.

To zahteva promenu stava i generalno prakse preduzeća gde se veća pažnja posvećuje sprečavanju i redukovanju otpada, nego njegovom tretiranju i uklanjanju.

U Termoelektranama „Nikola Tesla“ prepoznati su ključni projekti za zaštitu životne sredine:

- Rekonstrukcija elektrofiltera,
- Sistem za transport i deponovanje pepela i šljake,
- Izgradnja postrojenja za odsumporavanje i redukciju azotnih oksida (NO_x) primarnim merama,
- Kontinualno merenje emisije opasnih i štetnih materija na blokovima ogranka,
- Smanjenje uticaja deponija pepela na životnu sredinu,
- Sprečavanje negativnog uticaja otpada na zemljište i vodu (Skladište za privremno odlaganje otpada, Postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda) [2].

To dalje vodi integrisanom sistemu upravljanja otpadom. Dosadašnja praksa upravljanja otpadom pokazala je da ogromne količine nastalog otpada nije dovoljno samo prikupiti, reciklirati ili smanjiti količine otpada u njegovom nastajanju. U budućnosti, potrebno je pažnju okrenuti na kvalitetan način tretmana otpada, kao i na ekonomičniji i energetske prihvatljiviji način korišćenja ukupnih resursa [3].

Cilj rada jeste da se kroz rad preduzeća „EPS-Termoelektrane Srbije, ogranak TENT“ objasni proces deponovanja pepela, proces proizvodnje električne energije, kao i da se analizira njihov uticaj na životnu sredinu. Takođe, pažnja je kod procesa usmerena ka upravljanju i tretiranju otpada koji nastaje kao nusprodukt procesa proizvodnje električne energije.

Prikazan je proces deponovanja elektrofilterskog pepela, zatim su identifikovani problemi, otkriveni uzroci nastanka problema uz pomoć Ishikawa dijagrama, uzroci su analizirani u FMEA-i i na samom kraju ponuđena su rešenja za svaki od identifikovanih problema prikazani na gantogramu.

2. O PREDUZEĆU

Javno preduzeće „Elektroprivreda Srbije“ najveća je kompanija u Srbiji, privredni i energetske oslonac zemlje. Osnovne delatnosti JP EPS su proizvodnja, snabdevanje i distribucija električne energije, kao i trgovina električnom energijom. EPS je u potpunosti posvećen ostvarenju svoje misije, a to je sigurno snabdevanje kupaca električnom energijom, pod tržišno najpovoljnijim uslovima, uz stalno podizanje kvaliteta usluga, unapređenje brige o životnoj sredini i uvećanje dobrobiti zajednice u kojoj posluje. EPS nastoji da bude društveno odgovorna, tržišno orijentisana i profitabilna kompanija, konkurentna na evropskom tržištu.

skom tržištu i sa značajnim uticajem u regionu, prepoznata kao pouzdan partner domaćim i međunarodnim kompanijama [4].

Ukupna snaga osam termoelektrana JP EPS, u kojima radi 25 blokova, je 5.171 MW. Pogonsko gorivo je lignit.

Maksimalna godišnja proizvodnja elektrana kojima upravlja EPS, posmatrano od 1990. godine, ostvarena je 2013. godine - 37.433 GWh električne energije.

Od 1. juna 1999. godine EPS ne upravlja kapacitetima na području Kosova i Metohije.

U sastavu „Termoelektrane Nikola Tesla“ su:

- TE Nikola Tesla A (sa 6 blokova)
- TE Nikola Tesla B (sa 2 bloka)
- TE Kolubara (sa 5 blokova)
- TE Morava (sa jednim blokom)

Ogranak „Termoelektrane Nikola Tesla“ je najveći proizvođač električne energije u Jugoistočnoj Evropi. Ima 14 blokova čija je ukupna instalisana snaga 3.288 MW, što je jedna trećina instalisanih kapaciteta „Elektroprivrede Srbije“.

TENT godišnje proizvede više od 50% električne energije u Srbiji. Najveći blokovi se nalaze u TE „Nikola Tesla B“. To su blokovi B1 i B2, sa po 580 MW raspoložive snage.

U termoelektranama „Kolubara“, „Morava“ i „Panonske termoelektrane-toplane“ proizvedeno je 1.183 GWh, što čini 3% proizvodnje EPS-a.

U sastavu TE „Kostolac A i B“ su:

- TE Kostolac A (sa 2 bloka)
- TE Kostolac B (sa 2 bloka)

TE „Kostolac A i B“ godišnje proizvedu 5.989 GWh, što čini 17% proizvodnje električne energije EPS-a, a sve to je omogućeno instalisanom snagom od 921 MW. Karakteristično za sve termoelektrane je da im se kao otpadni materijal javlja:

- Elektrofilterski (leteći) pepeo
- Pepeo sa dna ložišta (šljaka)

3. ANALIZA PROBLEMA

Nakon izvršene analize stanja u TENT-ovim ograncima i utvrđivanjem količine pepela produkovane radom termoelektrana došli smo do zaključka da je deponovanje pepela jedan od najupečatljivijih problema, jer se ne čini dovoljno po pitanju njegove sanacije, a ima ogroman potencijal iskorišćenja u drugim industrijama i stvorile bi se velike uštede novca, a ujedno i rešio problem deponovanja i potencijalnih opasnosti prouzrokovanih deponovanjem kao vidom rešenja.

3.1. Problem: Odlaganje pepela na deponijama

Prilikom rada termoelektrana javlja se problem prekomernog nagomilavanja otpada (naglasak je stavljen na elektrofilterski pepeo) na deponijama, bez većeg iskorišćenja u industriji cementa, građevinskoj i putarskoj industriji.

Sve ovo je prouzrokovano nedovoljnim znanjem, neuređenosti zakona i regulative, nepoštovanjem prirodnog okruženja, nespornosti na promene koje su u svetu uveliko u upotrebi i drugo.

Na osnovu snimka stanja i proučavanja literature indentifikovani su sledeći uzroci:

- Velika količina pepela na deponijama
- Neznanje
- Nedovoljna obučenosť

- Propusti u primeni zakona i regulativa za primenu elektrofilterskog pepela u industriji
- Razvejavanje pepela sa deponije
- Ekonomski uslovi
- Loš kvalitet uglja
- Loš i slabo primenjen sistem otkupa pepela
- Otvoren prostor
- Visok sadržaj sumpora u uglju
- Održavanje sistema transporta pepela
- Nedekvatno deponovanje
- Loša organizacija rada
- Nedostatak inovacija
- Visoki troškovi održavanja deponija
- Visoki troškovi deponovanja
- Ne pridržavanje procedura rada
- Zastarelost tehnologije
- Nadzor zaposlenih
- Neusklađena zakonska regulativa
- Neangažovanje nadležnih institucija
- Začepljenje prihvatnog levka

Klasifikacija uzroka po grupama:

- Prva grupa: Učesnici
- Druga grupa: Okolina
- Treća grupa: Metode rada
- Četvrta grupa: Sredstva rada

Upotrebom Ishikawa metode utvrđeni su uzroci problema i klasifikovani u četiri osnovne grupe. Kao ključan problem predstavljeno je odlaganje velikih količina pepela na deponije.

Uzroci koji su prepoznati kao glavni su:

3.2. Prva grupa – Učesnici

Zaposleni u organizaciji bi trebali da budu bolje upoznati sa prednostima prodaje elektrofilterskog pepela i njegovog iskorišćenja kao alternativnog materijala ili čak zamenskog u industriji cementa. Iako uvedene zakonske uredbe o upotrebi pepela i dalje nisu u značajnoj meri procesuirane, s tog aspekta dolazimo u situaciju da na deponijama leži oko 12 miliona pepela i šljake, a svega na deponijama na koje se odlaze pepeo iz TENT-ovih termoelektrana oko 3 miliona tona generisanog pepela.

Što nam govori da postoje stavke zakona koje se ne ispunjavaju u predviđenoj meri i loše organizovana prodaja pepela za građevinsku industriju, putarsku i drugo. Takođe dolazimo do toga da su nadležne institucije nedovoljno zainteresovane za rad na ovom problemu, treba da se radi na usklađivanju zakonskih regulative.

Veoma je važno napomenuti da organizacija rada kao i edukacija zaposlenih ovde igra veliku ulogu kako bi se znalo koje poslove treba da izvrši zaposleni na kom radnom mjestu, koji su mu zadaci i odgovornosti. Dobrom organizacijom rada i potrebnom obučenošću zaposlenih utiče se na sprečavanje neadekvatnog postupanja prilikom obavljanja svojih radnih zadataka. Nadzor zaposlenih će doprineti efikasnijem i efektivnijem poslovanju organizacije. Inače nedovoljno znanja i manjak motivacije mogu da utiču na stanje u preduzeću i da prouzrokuju problem.

3.3. Druga grupa - Okolina

Odlaganje pepela može da utiče na okolinu kao i okolina na odlaganje. Deponije pepela se nalaze na otvorenom prostoru, u blizini naselja, a u njenoj okolini se nalaze njive, pepeo koji se razvejava prilikom jačih vetrova, rasipa se po

okolnim mestima, zagađujući vazduh, zemljište, vegetaciju i narušava zdravlje ljudi jer mala količina dospeva u disajne organe. Na nekim deponijama postoji sistem rasprskavanja, sađenja vegetacije, pravljenje hidrosmeše (mešavina pepela i vode) koja se potiskuje kroz cevovod i tako se pepeo deportuje na deponiju ali to nije dovoljno da se ovaj problema sanira. Na taj način smanjujemo vremenom kvalitet pepela koji da bi imao upotrebu vrednost mora da zadovoljava određenu klasu.

Pored ovih faktora tu imamo i faktore koje nameće sama priroda, kao što su pojave podzemnih voda, visok sadržaj sumpora u uglju koji znatno utiču na kvalitet proizvodnje i drugi.

Deponovanje nije i ne bi trebalo da bude trajno rešenje!

3.4. Treća grupa - Metode rada

Uz sve mere zaštite koje su do sada preduzete u sklopu organizacije, i dalje se javljaju propusti u radu i dospevanju štetnih materija u okolinu. Pa i direktno na same deponije, utičući na kvalitet pepela i na kvalitet okoline (tla, voda, vazduha). Inovacije se pojavljuju svakodnevno, postojanje konkurencije i pojava nove znatno utiče na tržište i ekonomsku stabilnost organizacije. Članstvo u EU zahteva ispunjenje određenih poglavlja od kojih se dovodi na red poglavlje 27 o zaštiti životne sredine. Tako da i ste strane status otpada bi morao da bude rešen i saniran u odgovarajućim razmerama, jer su druge države dokazale kako može da se iskoristi otpad, elektrofilterski pepeo, i smanji njegov štetan uticaj na životnu sredinu.

Sistem otkupa pepela je na nezadovoljavajućem nivou, jer se teži potpunom isokrišćenju tog materijala. Takođe troškovi deponovanja i održavanja istih su visoki, i neisplativi na dugoročne staze.

3.5. Četvrta grupa - Sredstva rada

Održavanje osnovnih sredstava rada kao što su kamioni, trakasti transporter, cevi sa vodom, bageri su potencijalni zagađivači tla, vode i atmosfere.

Sve to utiče na kvalitet pepela koji da bi dospeo u odgovarajuću primenu mora da zadovoljava klasu F i C. U velikoj meri to zavisi i od vrste uglja lignita koji se koristi, od njegovih fizičkih i hemijskih karakteristika. Na kvalitet pepela utiče takođe njegovo dugogodišnje stajanje na deponiji, jer vremenom dolazi do hemijskih reakcija unutar pepela i spoljnih faktora.

Potrebno je redovno proveravati funkcionalnost opreme, vršiti redovno održavanje kako ne bi došlo do većih otkaza ili havarije.

Nakon sprovedene analize i identifikovanja uzroka, utvrđeno da neadekvatno odlaganje i loše uređen sistem otkupa, kao i postojanje odgovarajuće zakonske regulative utiču ponajviše na problem odlaganja pepela na deponije.

Nakon izvršenog sortiranja rizika po RPN-u nastavljamo dalje sa FMEA analizom i donosimo odluku o tome na koje otkaze bi se morali fokusirati.

U našem slučaju fokus će biti usmeren na one otkaze koji najviše utiču na naš iskazani problem:

- Loš i slabo pripremljen sistem otkupa
- Visoki troškovi deponovanja
- Neusklađena zakonska regulativa
- Nedovoljna obučenost
- Neangažovanje nadležnih institucija.

4. MERE UNAPREĐENJA

Pepeo iz EPS-ovih TE pokazao je odlične karakteristike kao sirovina i cementare su zainteresovane za njegovo korišćenje. Aktuelna izgradnja obilaznica oko Beograda, autoputa Horgoš – Požega u sklopu Koridora 10, kao i Koridora 11, dodatno bi omogućila upotrebu pepela i šljake na najbolji mogući ekološki i ekonomski način.

Mogućnosti upotrebe pepela i šljake su ogromne, a pred EPS-om, drugim javnim preduzećima, državnim institucijama i širom društvenom zajednicom je niz aktivnosti kojima bi se povećao plasman ovih materijala u industrijske svrhe. Najzastupljeniji nusproizvodi u Srbiji, pepeo i šljaka, nastali kao produkt sagorevanja uglja u termoelektranama, kod nas se gotovo simbolično koriste u industrijske svrhe (cementna industrija, izgradnja puteva, industrija građevinskih materijala).

I pored toga što su se naši stručnjaci bavili ovim problemom još od sredine prošlog veka, što je u proteklom periodu bilo dosta pojedinačnih slučajeva upotrebe pepela i šljake, i što su nam i te kako poznata iskustva najrazvijenijih zemalja sveta – pepeo i šljaka još uvek se kod nas ne koriste na zadovoljavajući način. Iz Sektora za zaštitu životne sredine Direkcije EPS-a za strategiju i investicije rečeno je da su glavne prepreke za to **neusklađena zakonska regulativa** i **izostanak većeg angažovanja nadležnih institucija**, kao i **neodgovarajući kvalitet pepela i šljake**.

Izgradnjom silosa u sklopu rekonstrukcije tehnologije za prihvatanje, malovodni transport i deponovanje pepela i šljake, što je započeto 2009. godine, „Elektroprivreda Srbije” je prvi put omogućila otpremu i dalju upotrebu suvog letećeg pepela i šljake potencijalnim kupcima. Trenutno su u funkciji takva postrojenja u TENT-u B, TE „Kolubara A” i TE „Kostolac B”, a pepeo iz njih ustupa se fabrikama cementa „Holcim” iz Novog Popovca, „Titan” iz Kosjerića i „Lafarž” iz Beočina. Iako se radi o malim količinama isporučenog pepela, značajno je da je on kao sirovina pokazao odlične karakteristike i da postoji interesovanje cementara za njegovo korišćenje [5].

Institut za ispitivanje materijala je 2011. godine za potrebe „Elektroprivrede Srbije” sproveo izuzetno obimna istraživanja i ispitivanja letećeg i deponijskog pepela iz TE na lignit u sastavu EPS-a i izradio studiju „Primena i plasman pepela nastalog u elektranama EPS”. Najpre je analiziran kvalitet suvog letećeg pepela iz silosa i deponija u odnosu na standarde EN 450-1 i SRPS.B.C1.018 radi utvrđivanja mogućnosti njihove upotrebe u malterima, betonu, opeci, hidrauličnom kreču, vezivu za stabilizaciju puteva i asfaltnim mešavinama i kao mineralni dodatak cementu.

U pogledu hemijskih karakteristika i sadržaja mikroelemenata tj. koncentracije teških metala i arsena, svi uzorci letećeg pepela zadovoljili su kriterijume propisane navedenim standardom. U pogledu fizičko-mehaničkih karakteristika (granulometrijski sastav uzoraka pepela) rezultati su bili nešto slabiji, ali uz dodatne korekcije sastava, podešavanjem proizvodnih parametara, njegov kvalitet mogao bi da se poboljša. Institut je izveo i istražno bušenje na deponijama TENT-a i TE „Kostolac”, analizirao uzorke i u ovom slučaju došao do zadovoljavajućih rezultata. Od uzoraka letećeg pepela iz silosa ili elektrofiltera i onog sa deponija, pripremljeni su uzorci maltera, betona, opeke, hidrauličnog kreča, veziva za stabilizaciju

puteva i asfaltne mešavine. Rezultati analize uzoraka bili su zadovoljavajući, a u Sektoru za zaštitu životne sredine predočene su ogromne mogućnosti i ušteda.

Leteći pepeo i šljaka koriste se u izgradnji puteva, u proizvodnji cementa (kao sirovina i mineralni dodatak), u proizvodnji veziva i maltera, betona, blokova za izgradnju stambenih objekata, crepova, vatrootpornih zidova, izolacionih materijala, za fundiranje, temeljenje i injektiranje, u proizvodnji opeke, kao filter za plastiku i boje, za stabilizaciju i dehidrataciju muljeva, kao dodatak zemljištu i kao đubrivo, u proizvodnji veštačkog zeolita i nizu drugih mogućih primena. Upotrebom na ovaj način bilo bi moguće utrošiti na stotine i stotine hiljada tona pepela i šljake, uštedela bi se energija koja je potrebna za proizvodnju standardnih materijala, a kvalitet svih proizvoda koji sadrže pepeo ili šljaku znatno je poboljšan.

Dugogodišnjim istraživanjima i praćenjem domaćih i inostranih dostignuća razvijena je i široka paleta gotovih suvih praškastih proizvoda za završne i specijalne radove u građevinarstvu, kao i oprema za njihovu proizvodnju. Ovi proizvodi omogućavaju potrošačima znatnu uštedu vremena i novca, s obzirom na to da je na mestu ugradnje potrebno dodati samo određenu količinu vode (u zavisnosti od specifične namene) i izvršiti homogenizaciju. U Sektoru za zaštitu životne sredine spontano je nastala ideja za brendiranje tih proizvoda - Dodati samo vodu [5].

Kao jedna od glavnih mera unapređenja uviđena tokom dosadašnjeg rada i istraživanja potencijalnog iskorišćenja pepela kao alternativne ili zamenske mase u industriji cementa, izgradnji puteva i železnica, stavljen će biti akcenat na povećanje prodaje pepela, cementarama širom Srbije, a kao primer biće uzeta Beočinska fabrika cementa – Lafarge ad., zatim izgradnja koridora, i mogućnost primene u izgradnji donjeg sloja pruge. Da bi to moglo da se sprovede potrebno je izvršiti određene promene unutar kompanije, koje su navedene u nastavku, a vezane su za probleme indentifikovane u FMEA tabeli.

Prioritetna obaveza EPS-a (akcije koje treba sprovesti da bi se mogao pepeo upotrebiti u daljim rešenjima) je:

- Dovođenje kvaliteta suvog letećeg pepela u silosima (korekcija granulometrijskog sastava) u okviru zahteva standarda SRPS EN 450 – 1, bilo kroz korekcije u proizvodnom procesu, bilo kroz promene u projektnim rešenjima,
- Obuka kadra u laboratorijama TE,
- Osposobljavanje laboratorija za kontrolu kvaliteta u skladu sa navedenim standardom, kao i potencijalna akreditacija tih laboratorija,
- Potrebno je i pripremiti pravilnike o kvalitetu predmetnih materijala kako bi bilo moguće njihovo sertifikovanje, neophodno za prodaju, a posebno za izvoz.

Akcije koje treba sprovesti kako bi se pospešila mogućnost prodaje i upotrebe pepela koja je i navedena u dva potencijalna rešenja, biće predstavljene univerzalno za sve. Jer ukoliko se te akcije ne sprovedu dalja realizacija neće biti moguća.

5. ZAKLJUČAK

U cilju smanjenja negativnih uticaja na životnu sredinu potrebno je vršiti kontinuirano praćenje i poboljšanje sistema zaštite životne sredine i preduzimati preventivne i korektivne mere zaštite životne sredine. Težiti da se poslovanje organizacije uvek odvija u skladu sa propisanim zakonima i ISO standardima. Na ovaj način Srbija bi bila ekološki osveščena i spremna da bude za jedan stepenik konkurentnija zemljama EU i sveta.

6. LITERATURA

- [1] <http://odgovornoposlovanje.rs/csr/zivotna-sredina> (Datum pristupa: 2020-09-26)
- [2] http://www.eps.rs/cir/tent/Pages/Zastita_sredine.aspx (Datum pristupa: 2020-09-26)
- [3] <http://www.quality.unze.ba/zbornici/QUALITY-%202003/056-R117.pdf> (Datum pristupa: 2020-09-26)
- [4] <http://www.eps.rs/cir/Pages/%D0%9E%D1%81%-D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D0%B8-%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D0%B0%D1%86%D0%B8.aspx>, (Datum pristupa: 2020-10-25)
- [5] <https://serbia-energy.eu/sr/srbijazakoni-prepreka-za-vece-koriscenje-pepela-ideja-zvana-dodati-samo-vodu/>, (Datum pristupa: 2020-10-20)

Kratka biografija:



Magdalena Đurica rođena je 22.10.1996. godine u Novom Sadu. Osnovnu školu „Jovan Grčić Milenko“ završila u BEOČINU. 2011. godine upisala srednju saobraćajnu školu „Pinki“ u Novom Sadu, smer poštanski saobraćaj. 2015. godine upisala Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu. Diplomski rad iz oblasti Industrijskog inženjerstva odbranila 2019. godine, a od oktobra 2019. godine pohađa master studije na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, oblast Industrijsko inženjerstvo.

Kontakt adresa: magdalenadurica@gmail.com