

**„ RUDARSTVO 2022“**

**13. simpozijum sa međunarodnim učešćem**

**- Održivi razvoj u rudarstvu i energetici**

***“MINING 2022“***

**13st Symposium with international participation**

**Sustainable development in mining and energy**

**ZBORNIK RADOVA**

***PROCEEDINGS***

**Hotel „ Fontana “, Vrnjačka Banja**

**23. - 26. maj 2022.**

**ZBORNIK RADOVA/ PROCEEDINGS**

**Organizatori:**

**Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina**

**Privredna komora Srbije**

**Izdavač / *Publisher***

**Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina**

**Urednik / *Editor***

**Miroslav Ignjatović**

**Štampa / *Printed by***

**Akadska izdanja**

**Tiraž / *Copies***

**180**

**ISBN: 978-86-80420-25-7.**

**Beograd, 23 maj 2022**

### **13. Simpozijum „Rudarstvo 2022“**

*Održivi razvoj u rudarstvu i energetici*

#### **NAUČNI ODBOR**

prof.dr Ljubiša Andrić, ITNMS, Beograd; dr Miroslav Ignjatović, Privredna komora Srbije; dr Dragan Radulović, ITNMS, Beograd; Prof. dr Neđo Đurić, Tehnički institut, Bjeljina; prof.dr Grozdanka Bogdanović, Tehnički fakultet; dr Dragana Jelisavac Erdeljan, MRE R. Srbije; dr Branislav Marković, ITNMS, Beograd; prof. dr Jovica Sokolović, Tehnički fakultet, Bor; prof.dr Predrag Jovančić, RGF, Beograd; dr Slavica Mihajlović, ITNMS, Beograd; dr Dragana Ranđelović, ITNMS, Beograd; dr Vladimir Jovanović, ITNMS, Beograd; Prof. Snežana Ignjatović, RGF, Beograd; dr Nevad Ikanović, JP Elektroprivreda BiH, prof.dr Omer Musić, RGG fakultet, Tuzla; dr Nataša Đorđević, ITNMS, Beograd; dr Zlatko Dragosavljević, rudnik GROT; dr Zajim Hrvat, JP Elektroprivreda BiH; Prof.dr Marina Dojčinović, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd; dr Edin Lapandić, JP Elektroprivreda BiH, dr Miro Maksimović, RiT „Ugljevik“, Ugljevik, dr Rada Krgović, JP EPS, Ogranak RB Kolubara; dr Aleksandra Patarić, ITNMS, Beograd; dr Branko Petrović, JP EPS, Ogranak RB; Kolubara; mr Jadranka Vukašinović, JP EPS, Ogranak RB Kolubara; mr Šefik Sarajlić, RMU Đurđevik; dr Dimšo Milošević, RiT „Ugljevik“, Ugljevik; dr Milisav Tomić, JP EPS, Ogranak RB Kolubara; dr Halid Čičkušić, ZDR „Kreka“, BiH, dr Milica Vlahović, IHTM, Beograd; dr Sanja Martinović, IHTM, Beograd; mr Žarko Nestorović, JPEPS, Ogranak HE Đerdap

#### **PROGRAMSKI ODBOR**

dr Miroslav Ignjatović, Privredna komora Srbije; Milan Jakovljević, JP EPS; Danko Prokić, JP EPS; Andrea Radonjić, Rio Tinto; Jovica Radisavljević, ZiJin Bor Copper doo Bor; Prof. dr Milanka Negovanović, RGF, Beograd; Branko Đukić, JP PEU, Resavica; Borivoje Stojadinović, IRM Bor; Ivan Filipov, rudnik Kovin; Drago Vasović, rudnik Veliki Majdan; Mr Šahbaz Lapandić, rudnik mrkog uglja Banovići

**SADRŽAJ / CONTENTS: Plenarna predavanja / Plenary Presentations**

**FITORUDARENJE NIKLA: RAZVOJ, METODE I MOGUĆNOST PRIMENE U SRBIJI**

Branislav Marković, Dragana Randelović, Gvozden Jovanović, Miroslav Sokić 5

**NAUČNA STRUČNA VALIDACIJA BENTONITSKOG MINERALNOG RESURSA, NA OSNOVU FIZIČKO-HEMIJSKIH I MINERALOŠKIH ISPITIVANJA UZORKA BENTONITA IZ LEŽIŠTA „BIJELO POLJE“ – OPŠTINA BAR**

Dragan S. Radulović, Ljubiša Andrić, Branislav Ivošević, Dejan Todorović, Vladimir Jovanović, Sonja Milićević, Jelena Petrović 23

**TEHNOLOŠKE KARAKTERISTIKE LIGNITA KOLUBARSKOG UGLJONOSNOG BASENA, SRBIJA**

Bogoljub Vučković, Dragana Životić, Biljana Radovanović 38

**POBOLJŠANJE TEHNOLOGIJE PODVODNE EKSPLOATACIJE UGLJA NA RUDNIKU KOVIN Ivan Filipov 48**

**PRIMENA SAVREMENIH TEHNOLOGIJA KOD IZRADE VERTIKALNIH JAMSKIH PROSTORIJA-OKANA**

Duško Đukanović, Nemanja Đokić 59

**PROIZVODNJA ČVRSTOG BIOGORIVA OD OTPADNE BIOMASE POSTUPKOM HIDROTERMALNE KARBONIZACIJE**

Jelena Petrović, Marija Simić, Marija Ercegović, Marija Koprivica, Marija Kojić, Jelena Milojković, Jelena Dimitrijević 71

**STRATEGIJA RUDARSKIH KOMPANIJA ZA VREME PANDEMIJE COVID-19**

Slavica Miletić, Dejan Bogdanović, Miroslav Ignjatović, Emina Požega, Zdenka Stanojević Šimšić, Vesna Conić 77

**TERMALNA ANALIZA MEHANIČKI AKTIVIRANOG NATRIJUM KARBONATA I NJEGOVE FAZNE PROMENE TOKOM VREMENA RELAKSACIJE**

Nataša Đorđević, Slavica Mihajlović, Sanja Martinović, Milica Vlahović 85

**KARAKTERIZACIJA UZORKA HOLOVIM EFEKTOM I VAN DER PAUOVOM METODOM**

Emina Požega, Nikola Vuković, Danijela Simonović, Milijana Mitrović, Slavica Miletić, Miloš Janošević, Miomir Mikić 93

**RECIKLAŽA OTPADA KOJI SADRŽI MATERIJALE NA BAZI KARBONATNIH MINERALNIH SIROVINA**

Slavica Mihajlović, Nataša Đorđević, Vladan Kašić, Vladimir Jovanović 107

## Saopštenja / Contributions

### PROCESNA ANALITIKA

Zorica Gojak 125

### DEFINISANJE OPTIMALNE KONTURE POVRŠINSKOG KOPA ZAGRAĐE 5 KOD BORA

Daniel Kržanović, Radmilo Rajković, Miomir Mikić, Milenko Jovanović 118

### OSKULTACIJA FLOTACIJSKIH JALoviŠTA

Sandra Milutinović, Ivan Svrkota, Ljubiša Obradović, Miomir Mikić 125

### PRIMENA KOMBINOVANIH (HIBRIDNIH) MATERIJALA U GEOMEMBRANAMA

Milenko Jovanović, Daniel Kržanović, Radmilo Rajković, Miomir Mikić, Emina Požega 136

### ANALYSIS OF STABILITY OF THE FINAL SLOPE OF THE OPEN PIT MINING OUTH DISTRICT OF THE COPPER MINE MAJDANPEK IN THE NORTHWESTERN PART - LANDSLIDE ZONE

Radmilo Rajković, Daniel Kržanović, Miomir Mikić, Milenko Jovanović, Emina Požega 144

### REKULTIVACIJA SPOLJAŠNJEG ODLAGALIŠTA JALOVINE SARAKA POVRŠINSKOG KOPA „VELIKI KRIVELJ”, SRBIJA

Miomir Mikić, Milenko Jovanović, Radmilo Rajković, Igor Svrkota 152

### REKULTIVACIJE ODLAGALIŠTA KONCENTRATA PIRITA, FLOTACIJSKOG JALoviŠTA I ODLAGALIŠTA NEUTRALIZACIONOG MULJA NA LOKACIJI ČUKARU PEKI, SRBIJA

Miomir Mikić, Sandra Milutinović, Milenko Jovanović, Daniela Urošević 170

### MONITORING FORMIRANOG ODLAGALIŠTA U OTKOPANI PROSTOR PK KRAKU BUGARESKU CEMENTACIJA 1

Miomir Mikić, Emina Požega, Radmilo Rajković, Daniel Kržanović 188

### BUDUĆNOST UGLJA U ENERGETICI REPUBLIKE SRBIJE NAREDNIH DECENIJA

Mirko Ivković, Vladimir Todorović, Boban Branković, Zorica Ivković, Dejan Dramlić 179

### BUDUĆNOST PODZEMNE GASIFIKACIJE UGLJA SA ASPEKTA ODRŽIVOG RAZVOJA

David Petrović, Duško Đukanović, Nemanja Đokić, Vladimir Todorović 190

### ANALIZA REZERVU UGLJA PREDISPONIRANIH ZA SISTEM PODZEMNE EKSPLOATACIJE U REPUBLICI SRBIJI

Ivković Zorica, Tošić Dražana, Dramlić Dejan 201

### UTICAJ SLOŽENIH RUDARSKO- GEOLOŠKIH FAKTORA NA IZBOR NAČINA OTKOPAVANJA ŠIROKOČELNOM OTKOPNOM TEHNOLOGIJOM

Halid Čičkušić, Kenan Herco, Šefik Sarajlić 209

### POSTUPAK IZRADE KVALITETNIH GEOLOŠKIH PODLOGA U SLUŽBI PRIMENJENE GEOLOGIJE, LEŽIŠTE UGLJA „POLJE G“, KOLUBARSKI UGLJONOSNI BASEN, SRBIJA

Slobodan Lalatović 220

### ZNAČAJ I REALIZACIJA GEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA ZA IZGRADNJU TE “KOLUBARA B”

Miodrag Kezović 233

### DETALJNA ANALIZA PRVOG UGLJENOG SLOJA U DELU LEŽIŠTA “TAMNAVA-ZAPADNO POLJE”

Miodrag Kezović 227

<b>KOMPJUTERSKI SIMULACIONI MODEL DISKONTUNUALNOG SISTEMA KSPLOATACIJE UGLJA NA POVRŠINSKIM KOPOVIMA</b>	
Dimšo Milošević, Miro Maksimović	259
<b>ODREĐIVANJE UKUPNE ŽIVE U UGLJU POMOĆU ANALIZATOR AMA-254</b>	
Rada Krgović, Jadranka Todorović	269
<b>PREGLED OSNOVNIH SIROVINA ZA PROIZVODNJU ČELIKA U SVIJETU U RAZDOBLJU OD 2000. DO 2022. GODINE</b>	
Mirko Gojić, Stjepan Kožuh, Ivana Ivanić	294
<b>KOMASACIJA I ODRŽIVO KORIŠĆENJE POLJOPRIVRENOG ZEMLJIŠTA</b>	
Milan Trifković, Miroslav Kuburić, Jelena Tatalović, Žarko Nestorović	308
<b>KOMPLEKSNOST SISTEMA ODVODNJAVANJA NA PK GACKO</b>	
Aleksandar Ateljević, Dušan Nikčević, Nenad Lasica, Petar Marković, Ranko Stojanović	313
<b>MODELIRANJE ZAGAĐENJA ZEMLJIŠTA U ZONI RUDNIKA SA POVRŠINSKOM EKSPLOATACIJOM LIGNITA, PRIMENOM DALJINSKE DETEKCIJE i GIS-a</b>	
Milislav Tomić	325
<b>POJAM, ZNAČAJ I NAČIN FORMIRANJA ORGANIZACIONE KULTURE U DELATNOSTI RUDARSTVA</b>	
Blagoje Aleksić	334
<b>PRIMENA ANTRACITA KAO TEHNOLOŠKE SIROVINE U SPECIJALNE NAMENE</b>	
Bojana Maksimović, Branislav Stakić, Jovica Sokolović, Ivana Ilić	350
<b>UNAPREĐENJE UPRAVLJANJA POMOĆNOM MEHANIZACIJOM NA PK „DRMNO“ PRIMENOM KONCEPTA PAMETNOG RUDARSTVA</b>	
Filip Todorović, Goran Anđelić	357

# RECIKLAŽA OTPADA KOJI SADRŽI MATERIJALE NA BAZI KARBONATNIH MINERALNIH SIROVINA

Slavica Mihajlović, Nataša Đorđević, Vladan Kašić, Vladimir Jovanović

*Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, Beograd*

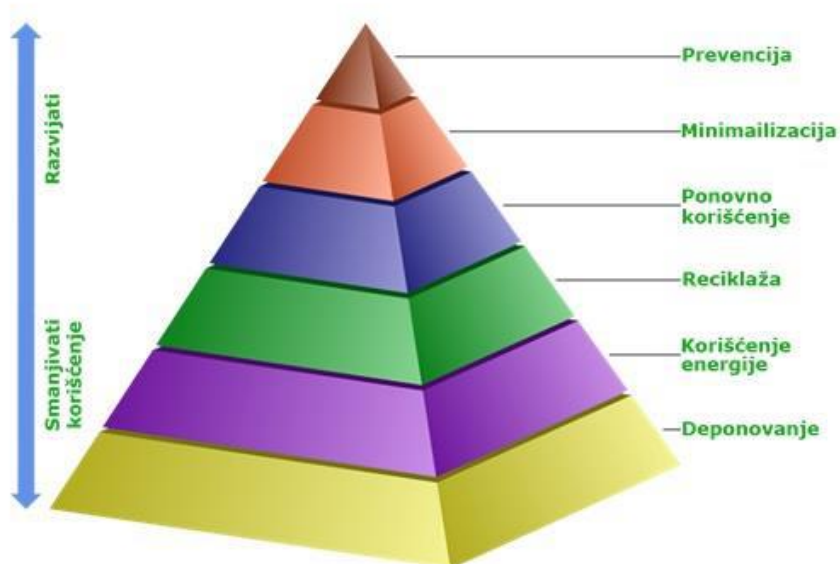
## **Apstrakt**

*U radu je prikazan značaj reciklaže otpada na bazi karbonatnih mineralnih sirovina nastalog u oblasti građevinarstva. Ova vrsta otpada može negativno da utiče na životnu sredinu ako se sa njime ne postupa na propisan način. Reciklaža je jedino rešenje za smanjenje količine građevinskog otpada koji se nalazi na deponijama. Kako bi se građevinske firme stimulisale da prihvate reciklažu otpada, kao sastavni deo svog poslovanja, države sprovode različite strategije za unapređenje primene reciklaže u praksi. Podsticaj reciklaže, korišćenja sekundarnih sirovina i razvoj alternativnih tehnologija su izuzetno važni sa aspekta održivosti prirodnih resursa koji su neobnovljivi ili teško obnovljivi. Pozitivna iskustva razvijenih zemalja u oblasti reciklaže, mogu da nam budu dobar primer za uspešnu sanaciju otpada i u našoj zemlji.*

**Ključne reči:** *karbonatne mineralne sirovine, građevinski otpad, deponije, reciklaža.*

## 1. UVOD

Karbonatne mineralne sirovine imaju primenu u različitim industrijskim granama. Posebno se uzdvaja oblast građevinarstva u kojoj se ove mineralne sirovine najviše koriste, pa u skladu sa tim u ovoj oblasti nastaju i velike količine otpada, tzv. građevinski otpad. Velike količine otpada koji sadrži materijale na bazi krečnjaka, kreča, kamena i kamenih agregata nastaju rušenjem dotrajalih stambenih i fabričkih objekata, rekonstrukcijom kompletne putne infrastrukture, kao i tokom izgradnje novih objekata. Izuzetno je važno stalno praćenje i analiziranje nastalog otpadnog materijala u cilju kontrolisanog prikupljanja, selekcije (sortiranja), deponovanja i recikliranja [1]. Konstantno povećanje građevinskih projekata širom sveta dovodi do stvaranja sve većih količina građevinskog otpada. Ako se ne deponuje na pravi način i ako se ne reciklira, otpad iz građevinske industrije može da bude ozbiljan zagađivač životne sredine. Reciklaža je jedino rešenje za smanjenje količine građevinskog otpada koje se nalaze na deponijama. Kako bi se građevinske firme stimulisale da prihvate reciklažu otpada, kao sastavni deo svog poslovanja, države sprovode različite strategije za unapređenje primene reciklaže u praksi. Međutim, mala, srednja i velika preduzeća se suočavaju sa različitim izazovima u primeni ovih strategija zbog svojih različitih organizacionih karakteristika [2]. Poslednjih godina, prepoznavajući problem koji nastaje formiranjem velikih količina otpada, razvijene zemalje u prvi plan stavljaju aktivnosti koje sprečavanje nastanak otpada, a ne samo praćenje tokova otpada i njegovo tretiranje. Redosled postupnja sa otpadom, hijerarhija otpada, prikazan je na slici 1 [3].



Slika 1. Hijerarhija otpada

Ponovna upotreba određenog materijala i proizvoda su prioritetni ciljevi savremenog društva. Naime, pre nego što se dostigne krajnja faza životnog veka materijala i proizvoda, odnosno pre nego što se svrstaju u kategoriju otpada, neophodno je da nađu svoju ponovnu primenu. Recikliranje može da pomogne da se smanji potrošnja primarnih resursa zbog upotrebe recikliranih. Međutim, sam postupak reciklaže se ne bavi uzrocima nastanka otpada, već samo posledicama. Takođe, procesi reciklaže su praćeni utroškom određene energije i pri tome stvaraju novi otpad. Sve navedeno ukazuje da postoji mnogo nerešivih prepreka i praksa je daleko od potpunog 100 % recikliranja. Zato je prevencija otpada i njegova dalja upotreba potpuno drugačija od reciklaže, jer se bavi uzrocima, a ne posledicama. Prepreka na tom putu je nemogućnost da se procesi stvaranja otpada stave ispred ekonomskog rasta i ekonomske dobiti [4].

## 2. GRAĐEVINSKI OTPAD

Građevinski otpad, koji je vremenom postao veliki ekološki problem u većini zemalja širom sveta, pa tako i sve vidljiviji problem i u našoj zemlji, nastajao je uporedo sa razvojem građevinske industrije. Osnovni razlog koji je doveo do ekološkog problema ove vrste je, nesumnjivo, odsustvo svesti čoveka o posledicama po životnu sredinu koje nastaju stvaranjem velikih količina otpada i njegovim nepropisnim odlaganjem, slika 2. Sve je to uticalo da se razvijene zemalja ozbiljno posvete rešavanja ekoloških problema dajući veliki značaj održivom razvoju i uvođenju postupka reciklaže otpada. 99





Slika 2. Divlje deponije građevinskog otpada

Na godišnjem nivou u Srbiji se, prema dostupnim podacima, stvara od 1 milion do 1,5 miliona m<sup>3</sup> građevinskog otpada. U našoj zemlji je reciklažna industrija prilično nerazvijena, a u prilog tome govori podatak da se svega 15 % ukupnog otpada (u koji spada i građevinski otpad) reciklira, što je izuzetno mali procenat u poređenju sa razvijenim zemljama. Prema podacima Asocijacije za zaštitu životne sredine, na teritoriji naše zemlje registrovano je 134 deponije na kojima se odlaže građevinski otpad. Naša zemlja je nedovoljno razvijena u pogledu reciklaže građevinskog otpada. Podaci ukazuju na činjenicu da se takav otpad ne posmatra kao potencijal za preradu i ponovnu upotrebu za određenu namenu. Prema navodima Srpske asocijacije za rušenje, dekontaminaciju i reciklažu, potrebno je da se implementiraju postojeće regulative evropskih zemalja koje daju uspešne rezultate iz ove oblasti [5, 6]. Međutim, njihova implementacija neće dati dobre rezultate sve dok se ne pristupi na isti način, i sprovođenju zakona, i sprovođenju kaznenih mera zbog njegovog nepoštovanja. U oblasti građevinske industrije otpad se može podeliti u nekoliko grupa i to [7]:

1. Zemlja, pesak, šljunak, glina, ilovača, kamen (nastaju tokom zemljanih radova i iskopavanja tla); 2. Bitumen (asfalt), ili cementom vezani materijal, pesak, šljunak, drobljeni kamen (nastaju tokom niskogradnje); 3. Beton, opeka, malter, gips, plinobeton, prirodni kamen (nastaju tokom visokogradnje); 4. Drvo, plastika, papir, karton, metal, kablovi, boja, lak i drugi mešani otpad na gradilištu( nastaju tokom ostalih građevinskih operacija).

## 2. UPRAVLJANJE GRAĐEVINSKIM OTPADOM

### 2.1. Odlaganje na deponiju

Jedan od načina sanacije građevinskog otpada je odlaganje na određenu i propisno formiranu deponiju. Zakopavanje otpada u zemlju je najjeftiniji način njegovog tretmana koji ne iziskuje velika finansijska ulaganja, slika 3. Međutim, na ovaj način se često zauzima plodno zemljište, čime se smanjuju raspoložive obradive površine. Takođe, zagađujući agensi iz otpada mogu da kontaminiraju zemljište, a zatim podzemne vode i površinske vodotokove. Sve više zemalja je vremenom shvatilo da deponije koje prihvataju građevinski otpad imaju ograničen kapacitet i da nisu dobro rešenje za sanaciju otpada. Zbog svega navedenog pojedine zemlje su već zatvorile ili planiraju da zatvore deponije.



Slika 3. Deponija građevinskog otpada [8]

## 2.2. Reciklaža građevinskog otpada

Pored odlaganja otpada na deponije, drugi mnogo prihvatljiviji način upravljanja građevinskim otpadom je reciklaža. Od svih građevinskih materijala najviše se reciklira opeka (35 %), beton (20 %), drvo (12 %), pesak (10 %), plastika (8 %), čelik (3 %) i ostalo (12 %) [9]. Postupak reciklaže uključuje prikupljanje, ponovnu preradu i vraćanje materijala u primarni ili sekundarni krug proizvodnje građevinskih materijala. Osnovni ciljevi reciklaže i ponovne upotrebe građevinskog otpada su [10]:

1. Smanjenje velikih količina otpada koji nastaju rušenjem, rekonstrukcijom i izgradnjom objekata, a koji bi završio na deponiji, uključujući i divlje deponije i
2. Očuvanje mineralnih sirovina koje bi bile utošene u proizvodnji novih materijala.

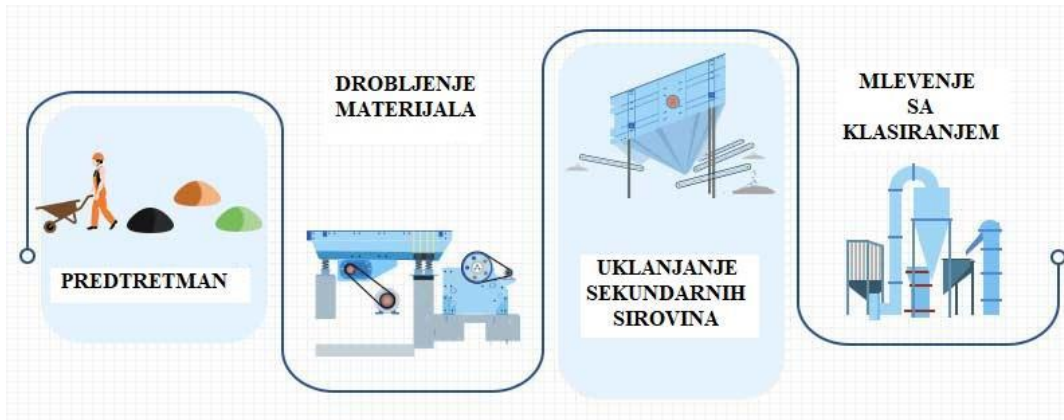
Praksa je pokazala da se postupkom reciklaže mogu proizvesti dovoljno kvalitetni materijali za dalju upotrebu, čime se smanjuje potreba za eksploatacijom prirodnih resursa iz kojih se inače dobijaju ti materijali. Ovo je jako važno imajući u vidu činjenicu da su prirodni resursi ograničeni, neobnovljivi ili teško obnovljivi. Na ovaj način se daje veliki doprinos kontrolisanoj eksploataciji mineralnih sirovina i održivom razvoju [11, 12]. U okviru reciklaže materijala neophodno je sprovesti procese obeležavanja, sortiranja, prikupljanja, drobljenja i ispitivanja kako bi se dobili agregati koji mogu ponovo da se koriste u različitim oblastima. Njihova najčešća primena je u izgradnji saobraćajnica, zatim prilikom uređenja zemljišta i kao agregat za betonske proizvode. Prema vremenu izvođenja, reciklaža obuhvata aktivnosti koje se mogu podeliti u dve grupe i to [7, 10]:

1. Reciklaža u fazi pripreme objekta za rušenje
2. Reciklaža u fazi obrade materijala posle rušenja 101

Prva faza obuhvata postupke sortiranja i odlaganja materijala koji imaju upotrebnu vrednost u zatečenom obliku kao što su crep, vrata ili prozori i koje treba sačuvati da ne dođe do

njihovog oštećenja tokom rušenja. Takođe, u fazi pripreme objekta za rušenje potrebno je ukloniti sve ono što može da dovede do trajnog zagađenja životne sredine kao što je plastika, staklo, bitumen i drugo.

Druga faza obuhvata sve postupke usitnjavanja: drobljenje sa prosejavanjem i mlevenje sa klasiranjem, zatim uređaje za čišćenje vodom ili vazduhom i zbrinjavanje izdvojenih sekundarnih sirovina kao što su metal, plastika, staklo i drugo, slika 4.



Slika 4. Postupci reciklaže u fazi obrade materijala posle rušenja [8]

Imajući u vidu značaj reciklaže nameće se zaključak da postrojenja za reciklažu i primenjena tehnička rešenja moraju da budu sastavni deo složenog sistema upravljanja otpadom. Međutim, ne znači da samo složeni sistemi reciklaže, koncipirani kao veliki centri, mogu da daju dobre rezultate. Nekada je za postupak reciklaže neophodna samo jednostavna mobilna drobilica za usitnjavanje. Na slici 5 prikazana je mobilna drobilica za usitnjavanje betona od kog se dobija pesak. Pesak dobijen na ovaj način može potpuno da zameni prirodni pesak u procesu dobijanja blokova, cigli ili drugih građevinskih materijala. Izbor načina reciklaže koji će biti primenjen zavisi od uslova na terenu gde se nalazi građevinski otpad, kao i od vrste i količine građevinskog otpada koji treba reciklirati [10]. Bogate zemlje su počele intenzivno da daju podsticajna sredstva građevinskim preduzećima kako bi reciklažu usvojili kao neizostavni deo u svom poslovanju. Naime, olakšava im se kupovina mobilnih, prenosivih, postrojenja za usitnjavanje, koja na licu mesta, gde se vrši rušenje objekta, pretvaraju nastali otpad u agregate za dalju upotrebu. Jedno kompletno mobilno postrojenje za reciklažu građevinskog otpada prikazano je na slici 6 [14]. Prikazano mobilno postrojenje ima široku primenu kako za drobljenje rovne mineralne sirovine, tako i za reciklažu građevinskog otpada. Sastoji se od jedinice za drobljenje, jedinice za prosejavanje sa sistemom za dovod i transport i drugih pomoćnih uređaja.





Slika 5. Mobilna drobilica za beton [13]

Razlika u odnosu na statično postrojenje za reciklažu otpada je u tome što je osnovna oprema mobilnog postrojenja instalirana na šasiji tipa guseničara ili točka. Pored sistema za napajanje, drobljenje, prosejavanje i transportnog sistema, postrojenje je opremljeno sistemom za kontrolu prašine kako bi se smanjilo zagađenje vazduha tokom celog procesa. U odnosu na namenu i svrhu drobljenja (ruda ili otpad) strukture ove opreme su različite, ali sve one imaju zajedničke prednosti kao što su:

1. Kompaktna i čvrsta šasija koja doprinosi stabilnosti proizvodnog procesa.
2. Visok odnos upotrebe i mobilnosti, odnosno mogućnost kretanja i premeštanja shodno lokacijama gde se vrši rušenje objekata.
3. Eliminisanje troškova izgradnje statične fabrike i transporta otpada do fabrike.
4. Jednostavna instalacija, rad i održavanje.



Slika 6. Mobilno postrojenje za reciklažu

### 2.3. Zakonodavni okviri upravljanja otpadom

U našoj zemlji postoji *Zakon o upravljanju otpadom* prema kome opšta definicija otpada podrazumeva, kako otpad koji nastaje tokom izgradnje, tako i otpad koji nastaje rušenjem dotrajalih objekata. Cilj ovog zakona je da se obezbede uslovi za:

1. Upravljanje otpadom na način kojim se ne ugrožava zdravlje ljudi i životna sredina;
2. Prevencija nastajanja otpada, posebno razvojem čistijih tehnologija i racionalnim korišćenjem prirodnih bogatstava;
3. Ponovno iskorišćenje i reciklaža otpada, izdvajanje sekundarnih sirovina iz otpada i korišćenje otpada kao energenata;
4. Razvoj postupaka i metoda za odlaganje otpada;
5. Sanacija neuređenih deponija otpada;
6. Praćenje stanja postojećih i novoformiranih deponija otpada i
7. Razvijanje svesti o upravljanju otpadom.

Kako bi se na pravi način tretirao građevinski otpad neophodno je pojačati kontrolu sprovođenja zakona. Prema iskustvima drugih zemalja neophodno je da zakonodavni okviri budu jasno definisani i da promovišu recikliranje, sertifikaciju i ekonomske podsticaje, kao glavne postulate [7]. Što se tiče kontrole od strane države, može se izvesti u dve faze. U prvoj fazi, fokusirati se na gradilišta, kao mesto gde se otpad proizvodi u značajnim količinama (uključiti male i srednje projekte). U drugoj fazi, nadzor bi trebalo preneti na pogone, postrojenja i deponiju otpada, uključujući transportna preduzeća [16]. Imajući u vidu značaj održivosti prirodnih resursa, kao jedan od strateških ciljeva razvijenih zemalja, koji je dao dobre rezultate u praksi, je podsticaj reciklaže, korišćenja sekundarnih sirovina, razvoja alternativnih tehnologija i zamena neobnovljivih resursa [7]. Pozitivna iskustva razvijenih zemalja i korist od uvođenja reciklaže otpada mogu da budu osnova za rešavanje problema otpada i u našoj zemlji. Pojedine države su već uvele posebne takse i novčane naknade kako bi podstakle postupak recikliranja. Naime, uvedene su takse na otpad koji se ne reciklira već se odlaze na deponijama. Zbog toga je cilj svih onih industrija koje stvaraju otpad njegovo uvođenje u ciklus reciklaže i ponovna upotreba za određene namene, a ne odlaganje i formiranje deponija.

### 3. ZAKLJUČAK

Građevinski otpad odlagan na deponijama je vremenom postao veliki ekološki problem. Jedan od načina smanjenja količine deponovanog otpada je uvođenje postupaka reciklaže. Postrojenja za reciklažu i primenjena tehnička rešenja su sastavni deo složenog sistema upravljanja otpadom. Izbor načina reciklaže zavisi od uslova na terenu gde se nalazi građevinski otpad, kao i od vrste i količine građevinskog otpada koji treba reciklirati. Jedno od rešenja je primena mobilnih, prenosivih, postrojenja za usitnjavanje, koja na licu mesta, gde se vrši samo rušenje objekta, pretvaraju nastali otpad u agregate za dalju upotrebu. Kako bi se na pravi način tretirao građevinski otpad neophodno je pojačati kontrolu sprovođenja zakona. Zakonodavni okviri moraju biti jasno definisani uz konstantno promovisanje recikliranja, sertifikacije i ekonomskog podsticaja, kao svojih glavnih postulata.

## Zahvalnica

Autori se zahvaljuju Ministarstvu prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije na podršci istraživanjima prikazanim u radu (ugovor br. 451-03-68/2022-14/200023).

## LITERATURA

- [1] S. Mihajlović, Krečnjak-ekološka mineralna sirovina, Monografija (2020), 154, ISBN 978-86-82867-29-6. Izdavač: Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, Beograd. Štampa: Akademska izdanja, Zemun
- [2] M.O. Mazen, A.R.Rahimi, A. Saud, Construction waste recycling: Enhancement strategies and organization size, Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, 2022, 103114.
- [3]<https://www.metaling.rs/karakteristike-odrzivog-upravljanja-otpadom.html> (pristup 25. 4. 2022.)
- [4] A. Bartl, Moving from recycling to waste prevention: A review of barriers and enables, Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy, 2014, 32, 9, 3-18.
- [5] V. Pavlović, B. Kolonja, M. Ilić, R. Milanović, Održiva strategija upravljanja mineralno-sirovinskim kompleksom Republike Srbije, Zbornik radova, IX Međunarodna konferencija o površinskoj eksploataciji „OMC 2010“, Vrnjačka Banja, Srbija, 20-23. Oktobar 2010, 370-375, ISBN 978-86-83497-15-7. Izdavač: Jugoslovenski komitet za površinsku eksploataciju
- [6] V. Simić, J. Živanović, Č. Beljić, D. Životić, M. Radivojević, Održivo upravljanje kamenim agregatima-međunarodni projekat SARMa, Zbornik radova, IX Međunarodna konferencija o površinskoj eksploataciji „OMC 2010“, Vrnjačka Banja, Srbija, 20-23. Oktobar 2010, 280-285, ISBN 978-86-83497-15-7. Izdavač: Jugoslovenski komitet za površinsku eksploataciju