Upravljanje građevinskim otpadom u reciklažnom dvorištu "Mišić"

Rus, Ivan

Master's thesis / Diplomski rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:169:544899

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
RUDARSKO–GEOLOŠKO–NAFTNI FAKULTET
Diplomski studij rudarstva

UPRAVLJANJE GRAĐEVINSKIM OTPADOM U RECIKLAŽNOM DVORIŠTU „MIŠIĆ“

Diplomski rad

Ivan Rus
R-107

Zagreb, 2016.

Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet

Diplomski rad

UPRAVLJANJE GRAĐEVINSKIM OTPADOM U RECIKLAŽNOM DVORIŠTU „MIŠIĆ“

Ivan Rus

Diplomski rad je izrađen: Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za rudarstvo i geotehniku
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Sažetak

Diplomski rad izrađen je u svrhu prikaza načina recikliranja građevinskog otpada u reciklažnom dvorištu „Mišić“ sa sjedištem u Ivanovcu. Reciklažno dvorište se nalazi u Međimurju, a djeluje na prostorima Međimurske, Varaždinske i Koprivničko-križevačke županije. Težište je u sakupljanju i recikliranju inertnog građevinskog otpada i otpada od rušenja. Sakuplja se beton, opeka, crijep, pločice, keramika, mješavine betona, opeke, crijepa i keramike, staklo, zemlja i pijesak dobiven od pjeskarenja. Tvrtka „Mišić“ prepoznala je potencijal koji pruža recikliranje građevinskog otpada, što doprinosi očuvanju prirodnih resursa i smanjuje štetan utjecaj na okoliš, štedi prostor odlagališta otpada, smanjuje broj tzv. „divljih“ odlagališta, te ujedno sprječava narušavanje izgleda prirode. Postojeći iznimno mali udio recikliranja građevinskog otpada u Republici Hrvatskoj moguće je povećati strožom zakonskom regulativom te edukacijom i buđenjem svijesti javnosti za što čišći i zdraviji okoliš.

Ključne riječi: građevinski otpad, recikliranje, sakupljanje, oporaba, separiranje, drobljenje, sekundarne sirovine.

Diplomski rad sadrži: 34 stranice, 4 tablice, 20 slika, 13 referenci

Jezik izvornika: hrvatski.

Diplomski rad pohranjen: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta, Pierottijeva 6, Zagreb

Voditelj: Dr. sc. Gordan Bedeković, redoviti profesor RGNF

Ocjenjivači: Dr. sc. Gordan Bedeković, redoviti profesor RGNF
Dr. sc. Želimir Veinović, docent RGNF
Dr. sc. Tomislav Korman, docent RGNF

Datum obrane: 26. rujna 2016.

University of Zagreb
Faculty of Mining
and Petroleum Engineering

Graduate Engineering of Minig Thesis

MANAGEMET OF CONSTRUCTION WASTE AT RECYCLING YARD“MIŠIĆ”

Ivan Rus

Thesis complete in: University of Zagreb
Faculty of Mining, Geology and petroleum Engineering
Department of Mining Engineering and Geotechnics
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Abstract

Thesis was made for the purpose of presenting modes of construction waste recycling in recycling yard „Mišić“, situated in Ivanovac. The recycling yard is located in Međimurje, and operates in the areas of Međimurje, Varaždin and Koprivničko-križevačka county. The focus is in the collecting and recycling of the inert construction waste and demolition waste. Amongst collected si concrete, brick, roofing tile, tiles, ceramics, a mixtures of concrete, bricks, roofing tiles and ceramics, glass and sand obtained from blasting. The company „Mišić“ recognized the potential that provides recycling of construction waste, which contributes to the preservation of natural resources and reduces the harmful effect on the environment, saves landfills space, decreses the number of so called „wild“ landfills, and also prevents distortion of the image of the nature. Existing, but extremely small, portion of construction waste recycling in Croatia can be increased by implementing stricter legislation and by education and raising awareness amongst the public for the cleaner and helthier environment.

Keywords:construction waste, recycling, collecting, separates, grinding, recovery, secondary raw materials.

Thesis contains: 34 pages, 4 tabels, 20 figures, 13 references.

Original in: Croatian.

Thesis deposited in: Library of Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering,
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Supervisor: PhD Gordan Bedeković, Full Professor
Reviewers:PhD Gordan Bedeković, Full Professor
PhD Želimir Veinović, Assistant Profesor
PhD Tomislav Korman, Assistant Profesor

Date of defense: September 26th, 2016

Veliku zahvalnost u prvom redu, dugujem svom mentoru prof. dr. sc. Gordanu Bedekoviću zbog bezgraničnog strpljenja, stručnog vodstva, korisnih diskusija i savjeta.

Zahvaljujem se svim profesorima, asistentima, administrativnom osoblju i svim djelatnicima Fakulteta s kojima sam surađivao tijekom studija.

Puno hvala kolegama, prijateljima i djevojci na podršci tijekom cijelog studija.

Na kraju svim srcem zahvaljujem svojim roditeljima i braći, na strpljenju i neizmjernoj podršci kroz sve godine studija.

Sadržaj

Popis tablica……i
Popis slika……..….....ii, iii
Popis kratica……...iv

1. UVOD 1
2. GRAĐEVINSKI OTPAD 2
2.1. Općenito o građevinskom otpadu 2
2.2. Sastav građevinskog otpada 3
2.3. Karakterizacija građevinskog otpada 4
2.4. Prednosti i nedostaci recikliranog agregata 6
3. RECIKLIRANJE GRAĐEVINSKOG OTPADA U REPUBLICI HRVATSKOJ, EUROPSKOJ UNIJI I U SVIJETU 8
3.1. Važeća zakonska regulativa o građevinskom otpadu u Republici Hrvatskoj 8
3.2. Stanje građevinskog otpada u Republici Hrvatskoj 9
3.3. Recikliranje građevinskog otpada u Europskoj uniji 10
3.4. Recikliranje građevinskog otpada u svijetu 12
4. OBRT „MIŠIĆ“ 14
4.1. Nastanak i poslovanje obrta „Mišić“ 14
4.2. Tehnološki proces gospodarenja građevinskim otpadom u reciklažnom dvorištu „Mišić“ 19
4.3. Kategorija i kapacitet reciklažnog dvorišta 23
5. OPREMA ZA RECIKLIRANJE 25
5.1. Pokretno postrojenje za drobljenje 28
5.2. Pokretna postrojenja za sijanje 29
5.2.1. Vibracijska sita 30
6. ZAKLJUČAK 33
7. LITERATURA 34

POPIS TABLICA

Tablica 2-1. Podjela građevinskog otpada.....5

Tablica 2-2 Vrste građevinskog otpada koji se reciklira, porijeklo i primjena.....7

Tablica 3-1. Količina recikliranih građevinskih materijala u Republici Hrvatskoj i susjednim zemljama.....9

Tablica 5-1. Popis opreme pokretnih postrojenja za recikliranje građevinskog otpada.....26

POPIS SLIKA

Slika 2-1. Prikaz „divljeg“ odlagališta (www.glasistre.hr, 2013).....3

Slika 2-2. Sastav građevinskog otpada, (Bedeković, recikliranje građevinskog otpada).....3

Slika 4-1. Teren i postrojenje reciklažnog dvorišta „Mišić“ (privatna fotografija, 2016).....14

Slika 4-2. Vodonepropusni plato (privatna fotografija, 2016).....16

Slika 4-3. Razdvajanje građevinskog otpada (privatna fotografija, 2016).....17

Slika 4-4. Elektronička mosna vaga (privatna fotografija, 2016).....18

Slika 4-5. Kontejneri za odvojeno skupljanje otpada (privatna fotografija, 2016).....18

Slika 4-6. Hidraulički nastavci (privatna fotografija, 2016).....20

Slika 4-7. Utovar betonske šute bagerom (www.igh.hr, 2014).....21

Slika 4-8. Pokretna postrojenja za drobljenje i vibracijsko sito (privatna fotografija, 2016).....21

Slika 4-9. Reciklirani agregat opeke (privatna fotografija, 2016).....22

Slika 4-10. Drobilica i „Powerscreen commander“ uređaj za sijanje (privatna fotografija, 2016).....24

Slika 5-1. Kamion na vagi (privatna fotografija, 2016).....25

Slika 5-2. Utovarivač Volvo i bager gusjeničar (www.reciklaza-misic.hr).....27

Slika 5-3. Vibracijska rešetka za odvajanje jalovine (privatna fotografija, 2016).....28

Slika 5-4. „Power commander“ uređaj za prosijavanje

(https://www.closeassetfinance.co.uk/assets-for-sale/construction-and-recycling/1999 terex-powerscreen--510-rinser) 30

Slika 5-5. Vibracijsko sito (privatna fotografija, 2016).....31

Slika 5-6. Čelična mreža (Levanić, D. , Mineral, 1997).....31

Slika 5-7. Gumena mreža (Levanić, D. , Mineral, 1997).....32

Slika 5-8. Plastična mreža (Levanić, D. , Mineral, 1997).....32

POPIS KORIŠTENIH KRATICA I SIMBOLA

EU- Europska unija

GO- građevinski otpad

NN- Narodne novine

ONTO- Očevidnik o nastanku i tijeku otpada

1. UVOD

U modernome društvu gotovo svaka stvar, materijal, uređaj ili objekt nakon kraćeg ili duljeg vremena postane otpad. I dok priroda svoje otpatke u procesu kruženja tvari i energije ponovno iskorištava, čovjek je stvorio niz sintetskih materijala koji se u ovaj proces ne mogu uključiti. Oni se gomilaju narušavajući ravnotežu u prirodi i postaju gospodarski, ekološki i zdrastveni problem današnjice, koji pred društvo postavljaju zadatak posebne brige za otpad. Moglo bi se reći odnosno zapitati da li je čovjek na putu da oponaša prirodu i sve više otpada reciklira, i iskorištava na najbolji mogući način odnosno da ne zagađuje okoliš i ima što manji ili nikakav utjecaj na okoliš. Otpad kojeg ima najviše je građevinski otpad i jedan od najvećih problema je kako ga zbrinuti odnosno reciklirati da bi ista sirovina ponovno došla u upotrebu i tako sačuvala neiskorištene primarne sirovine za buduće generacije. Što je to ustvari građevinski otpad, vrste i količine, kako se skladišti i koji su strojevi i postupci potrebni za njegovo recikliranje, tematika je i zadaća ovog rada. Odgovore na većinu ovih pitanja, i kako to izgleda i provodi se u praksi, moguće je dobiti u brojnim tvrtkama i reciklažnim dvorištima,a u ovom radu to će biti obrađeno na primjeru reciklažnog dvorišta „Mišić“. U reciklažnom dvorištu vrši se sakupljanje građevinskog materijala, sakupljanje otpada mineralnog podrijetla iz termičkih procesa i iz procesa površinske obrade metala, zatim oporaba građevinskog otpada mehaničkom obradom i privremeno skladištenje građevnog otpada. Pod pojmom recikliranje podrazumijeva se postupak sakupljanja odbačenih proizvoda, razvrstavanje i njihova prerada u materijale koji se pod nazivom sekundarna sirovina mogu koristiti za izradu novih proizvoda druge, slične ili iste namjene. Riječ recikliranje je nastala iz riječi: RE + CYCLE = ponovno kruženje. Postoji puno proizvoda napravljenih od materijala i sirovina koje se mogu reciklirati, kao npr. proizvodi napravljeni od plastike, metala, papira, kartona, stakla i dr.

2. GRAĐEVINSKI OTPAD

2.1. Općenito o građevinskom otpadu

Građevinski otpad i otpad od rušenja je materijal koji proizlazi iz građenja, rušenja, adaptacije ili rekonstrukcije građevina, bilo na površini bilo pod zemljom. Građevinski otpad ima znatnu financijsku vrijednost, a tehnologije za separaciju i reciklažu građevinskog otpada prihvaćene od struke, lako su dostupne i u pravilu jeftine. I najvažnije, postoji tržište za agregate od građevinskog otpada koje nalazi niz primjena u građevinarstvu počevši od cestogradnje, drenažnih radova, zamjene prirodnog agregata recikliranim agregatom u betonu i drugim primjenama. Pravilnik o gospodarenju građevinskim otpadom (NN 38/08) opisuje građevni otpad kao otpad nastao prilikom gradnje građevina, rekonstrukcije, uklanjanja i održavanja postojećih građevina, te otpad nastao od iskopanog materijala, koji se bez prethodne obrade ne može koristiti za građenje. Slika 1-1. prikazuje nam primjer kako se najčešće nepropisno odlaže građevinski otpad u Republici Hrvatskoj. Dvije su vrste građevinskog otpada prema porijeklu: građevni otpad koji nastaje tijekom gradnje novih građevina i rekonstrukcije postojećih gdje se u istu skupinu može staviti i otpad nastao tijekom proizvodnje građevinskih proizvoda kao što su beton i opeka. U građevinski otpad koji nastaje prilikom uklanjanja i održavanja postojećih građevina pripadaju:

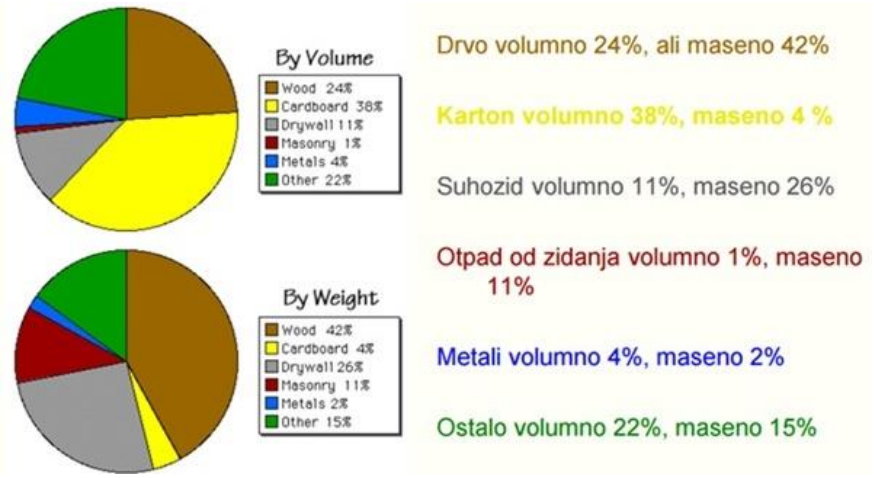
- zemlja, pijesak, šljunak, glina, ilovača, kamen kao posljedica zemljanih radova i iskopa tla;
- bitumen (asfalt), ili cementom vezani materijal, pijesak, šljunak, drobljeni kamen kao posljedica građenja objekata niskogradnje;
- beton, opeka, malter, gips, plinobeton, prirodni kamen kao posljedica izvođenja objekata visokogradnje;
- drvo, plastika, papir, karton, metal, kablovi, boja, lak i drugi miješani otpad na gradilištu kao posljedica ostalih građevinskih operacija.



Slika 2-1. Prikaz „divljeg“ odlagališta građevinskog otpada

2.2. Sastav građevinskog otpada

Količine otpada na nekom području ovise o broju stanovnika, aktivnosti u građenju novih odnosno rušenju starih objekata, nepredviđenih projekata kao npr. urbanistički zahvati, popravak i rekonstrukcije cesta i mostova, raščišćavanja nakon elementarnih nepogoda. Slika 2-2. prikazuje maseni i volumni sastav građevinskog otpada.



Slika 2-2. Građevinski otpad – volumen, masa i sadržaj (Bedeković, Recikliranje i obrada otpada)

2.3. Karakterizacija građevinskog otpada

Građevinski otpad obično se definira prema mjestu nastanka odnosno o vrsti najzastupljenije komponente. Jedna od općenitih podjela SAD-a:Tip 1:otpad o građenja i rušenja cesta, mostova, stambenih objekata, uređenje zemljišta i sl. Tip1 otpada sadrži 40 % betona i asfalta (rušenje cesta i mostova), te zemlje i kamenja (stijena) 20 % (iskopi kao priprema za građenje i čišćenje terena). Drvo ili otpad u kojem prevladava drvo zastupljen je sa 30 % (panjevi, granje, palete, drvena građa, itd.), a nastaje tijekom čišćenja terena, uređenja okoliša i radova na obiteljskim stambenim zgradama. Metal i plastika u ovom tipu otpada zastupljeni su sa 10 % (rušenje betonskih konstrukcija, radovi u obiteljskim stambenim zgradama). Maseni udio prethodno spomenutih pojedinih vrsta otpada izražen je u postocima. Ako su ove grupe otpada posebno deponirane, recikliranje je relativno jednostavno, no u slučaju da su pojedine vrste otpada međusobno pomiješane, recikliranje može biti vrlo složeno.

Tip 2: Otpad od građenja javnih, industrijskih i sličnih građevina sadrži otpad od rušenja, drvo, metal, karton i ostali miješani otpad (tekstil, sintetski građevni materijali i sl.). Otpad od rušenja potječe od građenja i rušenja poslovnih i javnih objekata, tvorničkih hala i zastupljen je sa 25 %. Otpad drva zastupljen je sa 33 %, metala sa 20 %, kartona 12 %, a ostalo s 10 %. Udjeli pojedinih vrsta otpada izraženi su u volumnim postocima. Ovaj otpad obično dolazi kao mješavina i relativno se teško reciklira. Njemačka praksa dijeli građevinski otpad u četiri skupine. Prva je otpad iz iskopa koji nastaje pri svim građevinskim djelatnostima kako u niskogradnji tako i visokogradnji (gradnja cesta, mostova, stambenih i industrijskih objekata i sl.). Ovaj materijal obično sadrži zemlju, pijesak, šljunak, veće ili manje komade stijena, ovisno na kakvom se terenu obavlja iskop i do koje dubine.

Nadalje, otpad od građenja sadrži sve one materijale koji se koriste u visokogradnji, niskogradnji i inženjerskim konstrukcijama. Ovisno o starosti i konstrukcijskim značajkama građevine otpad sadrži različita anorganska i organska onečišćenja. Obično su to iskop tla, armirani i nearmirani beton, opeka, vapno, kamen, šljunak, pijesak, žbuka, gips, keramika, lagani građevinski materijali, metal, te organske nečistoće kao npr. drvo, plastika papir, karton, bitumen, boje, ljepila i dr.

U nastavku, otpad od rekonstrukcije cesta sadrži beton, šljunak, pijesak, kamenje od popločenja, rubno kamenje, zemlju, te asfaltom vezanu kamenu sitnež (valjani i lijevani asfalt). Asfaltni otpad dobiven glodanjem i razbijanjem većih komada prerađuje se u uređajima za miješanje asfalta, dok se ostali otpad prerađuje u standardnim postrojenjima za recikliranje građevinskog otpada. Nadalje, otpad sa gradilišta vrlo je heterogenog sastava, a nastaje pri izgradnji novih ili rušenju starih objekata, kao i pri rekonstrukciji kuća i stanova. Obično se odlaže u posebne kontejnere. Pored mineralnih materijala sadrži i nemineralne materijale, kao npr. drvo, metal, sintetske materijale, papir, karton, dijelove glomaznog otpada, te boje, lakove, otapala i sl. Osnovna karakterizacija otpada koja se primjenjuje sadržava informacije o proizvodnom procesu u kojem je otpad nastao, podatke o sastavu otpada i ponašanja pri eluiranju, procjenu očekivanih posljedica odlaganja otpada obzirom na njegova svojstva, mjere koje se trebaju poduzeti pri odlaganju, ključne parametre, raspon sastava i promjenjivost karakterističnih svojstava otpada za proizvodni proces. Podjela građevinskog otpada prema Njemačkom modelu prikazana je u tablici 1.

Tablica 2-1. Podjela građevinskog otpada

GRAĐEVINSKI OTPAD			
Iskop zemlje to jest prirodnog tla	Otpad od rekonstrukcija cesta	Građevinska šuta	Otpad s gradilišta
- Plodni dio tla - Dublji iskopi zemlje - Pijesak - Šljunak - Kamen - Glina	- Asfalt - Nasipni kameni i šljunčani materijali - Betonski komadi	- Kamen - Šuta - Cigla - Dijelovi zida - Pločice - Crijep - Gips	- Drvo - Ambalaža - Kabeli - Plastika - Staklo - Papirne stvari - Metali - Boje i lakovi

2.4. Prednosti i nedostaci recikliranog agregata

Spomenuti ćemo neke od prednosti građevinskog otpada. Ekološki doprinos je itekako bitan. Procesom recikliranja, količina materijala odložena u prirodu se smanjuje te se ujedno smanjuje potreba za eksploatacijom prirodnih resursa koji su ograničeni. Jedna od prednosti je svakako i ušteda energije. Prema Kaima Tehnical Research Institute (2002) proces recikliranja može se odvijati na samom mjestu rušenja pokretnim postrojenjima za drobljenje te se na taj način smanjuje potrošnja energije (i troškovi) za transport materijala od mjesta nastanka otpada do pogona za preradu otpada od rušenja. Ovakvom primjenom postupka recikliranja utječe se na smanjenje emisije CO_2 (nema emisije pri transportu materijala do pogona, a isti se materijal može promijeniti za ponovnu izgradnju objekta). Reciklirani agregat je po cijeni prihvatljiviji od prirodnog agregata ako je proces recikliranja dobro organiziran. Izvođači također ostvaruju uštedu pri odvozu materijala u pogone za reciklažu je ne plaćaju naknadu za odlaganje otpada. Bitna prednost je i otvaranje radnih mjesta u samim pogonima za recikliranje agregata, kao i u institutima i ustanovama čija je zadaća ispitati i unaprijediti svojstva recikliranog agregata. S većom primjenom ovakvog recikliranog agregata raste i potreba za bolje obrazovanim kadrom kako bi reciklirani agregat mogao zamijeniti prirodni u širem području primjene. Naravno, korištenje recikliranih agregata ima i neka ograničenja, odnosno nedostatke. Na primjer, nečistoće i nepoznati sastojci recikliranih materijala, koji su većinom nusprodukti drugih industrija, mogu umanjiti trajnost i čvrstoću kolnika. Ovakav nedostatak se ponajviše očituje i kroz trenutačno najzastupljeniji reciklirani materijal u asfaltnim mješavinama, reciklirani asfalt, za kojega se smatra da, zbog godina korištenja, sadrži nepoznata onečišćenja i/ili teške metale koji mogu utjecati na zdravlje ljudi te trajnost i kvalitetu konačnog proizvoda. Osim toga, neki od recikliranih materijala su porozniji od prirodnih agregata, stoga treba upotrijebiti više asfaltnog veziva kako bi mješavina bila dostatne kvalitete, a to je suprotno od početne ideje o što manjem negativnom utjecaju na okoliš. Tablica 2. prikazuje vrste građevinskog otpada koji se reciklira, porijeklo i primjenu.

Tablica 2-2. Vrste građevinskog otpada koji se reciklira, porijeklo i primjena

Vrsta materijala	Porijeklo	Primjena
Miješani lom od rušenja u visokogradnji s lomom opeke	Stambena gradnja, visokogradnja	Dodatni materijal za proizvodnju zidnih elemenata, betona, laganog betona, stabiliziranje, ispuna, nasipavanje, završni slojevi podova.
Čisti lom opeke	Proizvodnja opeke	Dodatni materijal za proizvodnju zidnih elemenata, betona, laganog betona, drenažni slojevi, ispuna, nasipavanje.
Mineralni otpad	Industrogradnja, visokogradnja	Nasipavanje, izgradnja sportskih terena.
Reciklirani pijesak	Industrogradnja, visokogradnja	Podloga za postavljanje cijevi pri uvođenju infrastrukture (plin, voda itd.).
Reciklirani pijesak	Cestogradnja	Nevezani gornji slojevi, nevezani donji slojevi, vezani nosivi slojevi, izgradnja poljoprivrednih putova, dodatni materijali za proizvodnju asfalta.
Betonski lom	Cestogradnja, izgradnja mostova, industrogradnja	Nevezani gornji slojevi, nevezani donji nosivi slojevi, cementom vezani nosivi slojevi, izgradnja poljoprivrednih putova, dodatni materijali za proizvodnju betona, drenažni slojevi
Miješani asfaltni/betonski lom	Cestogradnja, parkirališta, izgradnja mostova	Nevezani gornji nosivi slojevi, nevezani donji nosivi slojevi, vezani nosivi slojevi

3. RECIKLIRANJE GRAĐEVINSKOG OTPADA U REPUBLICI HRVATSKOJ, EUROPSKOJ UNIJI I U SVIJETU

3. 1. Važeća zakonska regulativa o građevinskom otpadu u Republici Hrvatskoj

Važeće propise u Republici Hrvatskoj koji se odnose na građevinski otpad može se podijeliti u tri glavne skupine:

Skupina 1. - propisi koji uređuju postupanje s građevinskim otpadom

1. Zakon o otpadu
2. Pravilnik o gospodarenju otpadom
3. Uredba o uvjetima za postupanje opasnim otpadom
4. Pravilnik o uvjetima za postupanje s otpadom
5. Pravilnik o gospodarenju građevinskim otpadom

Skupina 2. - propisi koji uređuju ili imaju utjecaj na nastajanje građevinskog otpada i kasnije postupanje s njim

1. Zakon o zaštiti okoliša, studija o utjecaju na okoliš, studija o utjecaju na okoliš pri uklanjaju građevine, inspekcijske odredbe.
2. Zakon o prostornom uređenju- određivanje načina postupanja s građevinskim otpadom u lokacijskoj dozvoli
3. Zakon o gradnji- pravila koja se odnose na projekte (projekt građevine, projekt uklanjanja) - određivanje načina postupanja s građevinskim otpadom u građevinskoj dozvoli

Skupina 3. - propisi koji uređuju uporabu građevinskog otpada za druge namjene

1. Zakon o otpadu,odredbe koje uređuju oporabu (svakog) otpada
2. Zakon o prostornom uređenju, građevinski otpad i nasipavanje voda (more, jezera, rijeke), građevinski otpad i planiranje terena
3. Zakon o gradnji, propisi o pogodnosti za okoliš, propisi o građevinskim proizvodima.
4. Zakon o rudarstvu, građevinski otpad kao mineralna sirovina

Regulativa je iscrpna, a s obzirom da je Republika Hrvatska članica Europske unije od 2013. godine, mora poštovati zakone Europske unije odnosno uskladiti usklađivati svoje zakone prema važećim pravilima i propisima Europske unije.

3.2. Stanje građevinskog otpada u Republici Hrvatskoj

U Hrvatskoj se 2007. godine recikliralo samo 5 % građevinskog otpada, a 2008. godine udio recikliranja građevinskog otpada nije prelazio 7 %, dok je izdvajanje sekundarnih sirovina iznosilo oko 11 %. U pojedinim jedinicama lokalne samouprave više od 80 % otpada odloženog na tzv. „divlja“ odlagališta čini građevinski otpad. Osim otpada nastalog rušenjem građevina, postoji otpad koji je nastao u tijeku proizvodnih procesa građevinskih elemenata. Primjerice, u opekarskoj industriji u procesu proizvodnje i transporta unutar tvornice može doći do oštećenja proizvoda koji postaju neupotrebljivi za prodaju. Sve ove činjenice daju naslutiti kako postoji još mnogo prostora za djelatnost reciklaže građevinskog otpada u Hrvatskoj. Već sastav otpada, stupnjevi reciklaže i količina ukupnog građevinskog otpada daju naslutiti kako postoji realni potencijal za uporabu takvih materijala pri proizvodnji novih građevinskih materijala s malim udjelom ugljika koji bi bili iznimno konkurentni na tržištu.
Procijenjena količina građevinskog otpada u RH je 2,3 milijuna tona godišnje. Želja i cilj je da se reciklira 80 % građevinskog otpada do 2025. godine. Količine građevinskog materijala koji se reciklira u Republici Hrvatskoj u usporedbi sa susjednim zemljama prikazane su tablici 3.

Tablica 3-1. Količina recikliranih građevinskih materijala u Republici Hrvatskoj i zemljama u okruženju.

Zemlja	Količina građevinskog otpada (milijuni t)	Količina koja se oporabljuje (%)
Bugarska	7,8	nema podataka
Mađarska	10,12	16
Slovenija	2,0	53
Srbija	1,0	0
Hrvatska	2,34	7
Rumunjska	21,71	nema podataka

3.3. Recikliranje građevinskog otpada u Europskoj uniji

Građevinski otpad i otpad od rušenja su prepoznati kao prioritetan problem za rješavanje u Europskoj Uniji. Članice EU dodatnim poticajima i drugim propisima stimuliraju ponovnu uporabu recikliranog materijala, a time pridonose i buđenju ljudske svijesti o načinu deponiranja otpada. Ekološkim naknadama destimuliraju uporabu prirodnog materijala i tako potiču primjenu recikliranog materijala. Količina građevinskog otpada u EU iznosi 850 milijuna tona godišnje, odnosno 31 % mase ukupnog otpada. Trenutačno se reciklira 61,8 % građevinskog otpada, a najsvjetliji primjeri su članice Nizozemska, Danska, Njemačka, Irska koje recikliraju više od 80 %. Na primjeru Danske može se uočiti kako riješiti problem građevinskog otpada. Do 1984. godine Danska je reciklirala samo 11 % građevinskog otpada. Nezadovoljni učinkom, 1987. godine uveli su „porez na otpad“ te se od tada udio recikliranog građevinskog otpada iz godine u godinu povećavao. Cilj do 2020. godine prema planovima i strategijama EU je reciklirati 80 % građevinskog otpada.

Europska Unija nema jedinstvenu pravnu regulativu za upravljanje građevinskim otpadom, kao što je to slučaj za neke druge vrste otpada. Sistem upravljanja građevinskim otpadom mora zadovoljavati opće ciljeve i zahtjeve određene propisima EU koji uređuju upravljanje otpadom, a to su:

- Direktiva o otpadu (2006/11/EZ)
- Direktiva o odlagalištu otpada (1999/31/EZ)
- Direktiva o opasnom otpadu (91/698/EEZ, izmijenjena Direktivom 94/31/EEZ i Uredbom 166/2006)
- Direktiva o sprečavanju zagađenja okoliša azbestom (87/217/EEZ izmijenjena Direktivom 91/692/EEZ i Uredbom EZ 807/2003).

Temelji politike upravljanja otpadom u EU sadržani su u Rezoluciji Vijeća Europe o strategiji upravljanja otpadom (97/C76/01) koja se temelji na Okvirnoj direktivi o otpadu (74/442/EEC) i ostalim propisima o upravljanju otpadom u EU. Utvrđeno je pet osnovnih načela:

- hijerarhija upravljanja otpadom,
- samoodrživost postrojenja za odlaganje uključujući i reciklažna dvorišta,

- najbolja raspoloživa tehnologija,
- udaljenost odlagališta otpada,
- odgovornost proizvođača otpada.

Uz navedena, nastoje se ostvariti i sljedeća načela:

- Zajednička definicija otpada u svim državama članicama
- Okvirne direktive o otpadu obavezna je za sve države članice i primjenjuje se na sav otpad bez obzira je li on namijenjen odlaganju ili ponovnoj upotrebi. Uz to, lista otpada iz Europske liste otpada (ranije: Europski katalog otpada) pruža zajedničku terminologiju za različite vrste otpada.
- Poticanje čistije proizvodnje i korištenja čistih proizvoda

Poticanje razvoja čistije proizvodnje i potrošnje čistih proizvoda omogućuje smanjivanje utjecaja proizvoda na okoliš tokom njihova vijeka trajanja što se može postići poboljšanim korištenjem resursa, smanjivanjem emisija iz proizvodnje i upravljanja otpadom.

- Poticanje korištenja privrednih instrumenata

Cilj ovog pristupa je utjecati na zaštitu okoliša tržišnim mehanizmima: uvesti naknade i obaveze plaćanja za stvaranje otpada kao i stimulaciju za reciklažu otpada i ponovnu upotrebu, uspostaviti promet otpadom i njegovo odlaganje: uspostaviti dozvole za emisije kod proizvodnje otpada, uspostaviti certifikate za recikliranje, uvesti naknade i „pologe“ na ambalažu napitaka, itd. Reguliranje prometa otpadom- potrebno je propisati i uspostaviti sistem kontrole i nadzora nad prekograničnim prometom otpada uz obavezu država članica EU na uspostavu nacionalnog sistema za nadzor i kontrolu, kako bi se osigurao visoki stupanj zaštite okoliša i ljudskog zdravlja te osiguralo provođenje načela o upravljanju otpadom propisanih Direktivom o otpadu 75/442/EEZ. Zaštita okoliša i unutrašnje tržište- Zakonom o zaštiti okoliša nastoji se uspostaviti ravnoteža između potrebe za visokim nivoom zaštite okoliša i potrebe za odgovarajućim propisima kako bi se osiguralo funkcioniranje unutrašnjeg tržišta. Time se omogućuje upravljačkim subjektima da djeluju unutar EU-a, a ujedno se uspostavlja izjednačeno područje djelovanja za otpad uspostavom zajedničkih pravila, istodobno poštujući legitimne želje država članica da definiraju i provedu politike i mjere upravljanja otpadom na nacionalnom nivou. To se posebno odnosi na pošiljke otpada. Zakonodavstvo koje regulira ovo pitanje ima cilj osigurati da se otpad odvozi na najbliže moguće područje odlaganja i da države članice EU-a ne izvoze otpad. Općenito, Komisija

nastoji da otpad koji se proizvede unutar EU-a i koji se ne može reciklirati ili iskoristiti za povrat energije bude zbrinut unutar granica EU-a. Šesti akcijski program za okoliš „Okoliš 2010: naša budućnost, naš izbor“, usvojen 2001. predstavlja stajalište Europske komisije o zaštiti okoliša, te unutar njega nove inicijative o otpadu za prvo desetljeće 21. stoljeća.Temeljeći se na nastavku sadašnjeg pristupa, Program posebnu pažnju posvećuje potrebi značajnog poboljšavanja provođenju postojećih mjera država članica. Kako su lokalne vlasti često upravo one koje nose teret provođenja zahtjeva zakonodavstva EU-e o otpadu, Komisija namjerava poboljšati njihovu uključenost u pripremi zakonodavstva i pružiti podršku njihovoj međusobnoj razmjeni iskustava. Za zemlje kandidate ističe se da će povećana potrošnja i promjena načina života vjerojatno dodatno opteretiti ionako preopterećene sisteme upravljanja otpadom i komunalnu infrastrukturu. Stoga će, uz poboljšanje postojećih sistema upravljanja otpadom, prioritet biti i ulaganja u inicijative za izbjegavanje nastajanja otpada, recikliranja, te u infrastrukturu.

3.4. Recikliranje građevinskog otpada u svijetu

Godišnje se diljem svijeta stvaraju ogromne količine građevinskog otpada, što uzrokuje gospodarske, ekološke i društvene probleme, koji se razlikuju od zemlje do zemlje. Na primjer, Američka agencija za zaštitu okoliša (engl. United States Environmental Protection Agency - US EPA, 2002) procijenila je da se svake godine u SAD-u stvara oko 136 milijuna tona građevinskih ostataka, od čega većina nastaje rušenjem (48 %) i renoviranjem (44 %). Sandler i Swingle (2006) utvrdili su da se samo od 20 do 30 % nastalog građevinskog otpada u SAD-u reciklira, dok u Ujedinjenom Kraljevstvu oko 70 milijuna tona građevinskog materijala i zemlje završi kao otpad. U Australiji se gotovo 1 tona krutog otpada po osobi šalje na odlagališta svake godine, a procjenjuje se da građevinski otpad čini od 16 do 40 % ukupnog komunalnog krutog otpada. U Hong Kongu se količina građevinskog otpada koji se stvara godišnje više nego udvostručila u razdoblju od 1993. do 2004. Prema izvještaju hongkonškog Odjela za zaštitu okoliša, 2007. godine je oko 2900 tona građevinskog otpada dnevno odlazilo na odlagališta otpad. Nadalje, 2008. godine Kina je proizvela 29 % komunalnog krutog otpada u svijetu, od čega je gotovo 40 % činio građevinski otpad. Problemi koji nastaju zbog građevinskog otpada posebno su teški u zemljama u razvoju, s jedne strane jer se u tim zemljama odvijaju velike građevinske aktivnosti zbog potrebe za urbanizacijom i razvojem infrastrukture, što dovodi do stvaranja ogromnih količina građevinskog otpada, no s druge strane strukture koje odlučuju stavljaju najveći naglasak na

tradicionalne projektne ciljeve, naime na trošak, trajanje radova, kvalitetu i sigurnost, pri čemu izostavljaju okoliš, a o reciklaži takvog otpada ne vode ili ne vode dovoljno računa. Stoga je upravljanje građevinskim otpadom u ovim zemljama još uvijek u početnoj fazi u kojoj povezana regulativa zaštite okoliša nije još dovoljno razvijena, a primjena praksi upravljanja otpadom i recikliranja otpadom je na niskoj razini.

4. OBRT „MIŠIĆ“

4.1. Nastanak i poslovanje obrta „Mišić“

Obrt „Mišić“ je osnovan 1972. godine kao obrt za obavljenje javnog prijevoza motornim vozilima u slobodnom cestovnom prijevozu i kao takav uspješno posluje do danas. U 2005. godini poslovanje se širi na pružanje usluga pripremnih i zemljanih građevinskih radova. S obzirom na obim djelatnosti građevinskih zemljanih radova i neprestane potrebe za zbrinjavanjem građevinskog otpada, tijekom 2011. godine pokrenut je postupak ishođenja potrebnih dozvola za gradnju reciklažnog dvorišta. Formirana je parcela od 28 940 m² u Ivanovcu, zapadno od dijela naselja Preloge, od kojeg je udaljena 415 m što je u skladu s Izmjenom i dopunom Prostornog plana uređenja grada Čakovca. Konfiguracija terena na parceli je takva da u središnjem dijelu parcele postoji prirodna depresija nepravilnog oblika, koja je za 3,0 do 3,5 m niža od okolnog terena (Pavlic V. , 2015). Konfiguracija terena vidljiva je na slici 4-1.



Slika 4-1. Teren i postrojenje reciklažnog dvorišta „Mišić“

Pokretno postrojenje za drobljenje otpada smješteno je upravo u tom dijelu, što predstavlja prednost u pogledu zaštite okoliša zbog smanjenog širenja buke i prašine. Tijekom 2011. godine izgrađeno je reciklažno dvorište, postavljeno je postrojenje za obradu građevinskog otpada, te je dobivena uporabna dozvola. Sjeverozapadna Hrvatska dobila je još

jedno takvo postrojenje na tim prostorima. Plan gospodarenja otpadom obrta "Mišić" usklađen je sa tri područja zakonske regulative vezane uz otpad: zakoni i pripadajući propisi u području zaštite okoliša, zakoni i pripadajući propisi u području gospodarenja otpadom te zakoni i pripadajući propisi iz područja građenja i prostornog uređenja. Planski dokument predmetni plan gospodarenja otpadom usklađen je i sa ostalim dokumentima: Strategijom gospodarenja otpadom RH (NN130/05), Planom gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje od 2007. do 2015. godine (NN 85/07), Planom gospodarenja otpadom u Međimurskoj županiji i Planom gospodarenja otpada za grad Čakovec. Okvir cjelovitog sustava gospodarenja otpadom sadrži načelo IVO (načelo izbjegavanja-vredovanja-odlaganja). Reciklažno dvorište će u tom smislu biti u funkciji izbjegavanja nastajanja građevinskog otpada putem skupljanja i smanjivanja potencijalnih opasnih svojstava provođenjem postupaka vrednovanja. Vrednovanje uključuje odvojeno sakupljanje, reciklažu i fizikalnu obradu. Moguća je i mehanička obrada građevinskog otpada koja podrazumijeva fizikalne procese uključujući razvrstavanje koji mijenjaju svojstva građevinskog otpada s ciljem smanjivanja volumena radi jednostavnijeg rukovanja i poboljšavanja iskoristivosti tog otpada. Vrlo važan cilj reciklažnog dvorišta obrta „Mišić" je stvaranje dodatne vrijednosti otpadnog materijala oporabom, ukidanje statusa otpada na način da se iz otpadnog materijala dobije građevinski proizvod, reciklirani agregat za primjenu u graditeljstvu. Termin industrijski proizveden agregat je iz europskih normi specifikacija građevinskih proizvoda agregata i nalazi se u hrvatskim normama (HRN EN). Reciklirani agregat od građevinskog otpada može se koristiti u građevinske svrhe ukoliko udovaljava normama i uvjetima propisanim posebnim propisom odnosno građevinskom regulativom. Vrste građevinskog otpada određene su Uredbom o kategorijama, vrstama i klasifikaciji otpada s katalogom otpada i listom opasnog otpada (NN 50/05). Uz građevinski otpad, privremeno će se skladištiti i obrađivati otpad korištenog kvarcnog pijeska porijeklom iz termičkih procesa u ljevačkoj industriji i otpada pjeskarenjem u metalnoj industriji. Prije samog prihvata pijeska od pjeskarenja u reciklažnom dvorištu „Mišić", pravni subjekti su dužni dostavljati izvješće o ispitivanju fizikalnih i kemijskih svojstava istog otpada, tj. dokaz o inertnosti takvog materijala. Ukupna godišnja količina otpada kojom će se gospodariti na lokaciji u Ivanovcu iznosi 20 000 t. Godine 2014. reciklirano je u obrtu „Mišić" 12 000 t otpada od čega najviše mješavine bitumena (6976 t), betonskog loma (2262 t), crijepa i pločica (36 t), te iskopa od zemlje (15 t). Kapaciteti prihvaćanja građevinskog otpada i proizvodnje rastu iz dana u dan, i podnesen je zahtjev ministarstvu Zaštite okoliša i prirode za povećanje kapaciteta otpada kojim će se gospodariti u sljedećoj godini, kapacitet koji je zatražen iznosi 40 000 t.

Pravilnikom o gospodarenju otpadom (NN 23/07, 111,07) i Pravilnikom o gospodarenju građevinskim otpadom (NN38/08) u fazi projektiranja i izvođenja građevine osigurani su tehničko-tehnološki uvjeti kojima mora udovoljavati građevina za reciklažno dvorište. U sjevernom dijelu parcele, blizu kolnog ulaza nalazi se elektronička mosna vaga za vaganje građevinskog otpada uz koju je smještena vagarska kućica. Vaga (Slika 4.-4.) je ugrađena u kolnik, i ima nosivosti do 50 t. Pristupne kolno pješačke staze i manipulativne površine prostornog prostora u svrhu obrade i privremenog skladištenja građevinskog otpada (GO) nakon obrade su pošljunčane. Vodonepropusni betonski plato za dovoz građevinskog otpada sastoji se od skladišno-manipulativno radnog platoa dimenzija 23,80 m x 22 m, kojemu je na sjevernoj strani priključena betonska površina dimenzija 13,35 m x 7,70 m u sklopu radnog platoa (slika 4-2. i 4-3.) namijenjena privremenom skladištenju sekundarnih sirovina.



Slika 4-2. Vodonepropusni plato, na kojem se privremeno odlaže i razdvaja građevinski otpad



Slika 4-3. Razdvajanje građevinskog otpada na vodonepropusnom platou (lijevo je asfaltni lom, dok je u desnom boksu betonski lom)

Za skladištenje otpadnih materijala kao npr. staklo, drvo, željezo, i ostali otpad koriste se 4 metalna kontejnera plave boje zapremine 5 m³ od kojih je jedan zatvorenog, a preostala 3 otvorenog tipa (Slika 4-5.). Plato je smješten na gornjem nivou terena uz sjeveroistočni rub depresije, blizu drobilice koja je smještena uz isti rub, ali u depresiji, radi lakšeg punjenja drobilice i gravitacijskog spuštanja materijala na niži nivo. Između platoa na gornjoj koti i površine na kojoj je postavljena drobilica na donjoj koti napravljen je potporni zid visine 3,5 m. U slučaju pojave opasnog otpada u zaprimljenom građevinskom lomu privremeno skladištenje će se obavljati u zatvorenom, vodonepropusnom, zaključanom prostoru, posebno građevinskom kontejneru, u plastičnim boksevima. Površine za obavljanje djelatnosti obrade (drobljenje i klasiranje) i privremenog skladištenja građevinskog proizvoda nastalog obradom GO smještene u središnjem dijelu parcele u postojećoj depresiji. Građevine u reciklažnom dvorištu su: vagarska kućica, vaga, vodonepropusni plato za dovoz i privremeno odlaganje građevinskog otpada i korištenog ljevačkog pijeska, te pijeska od pjeskarenja.



Slika 4-4. Elektronička mosna vaga



Slika 4-5. Kontejneri za odvojeno sakupljanje željeza, plastike, stakla, i dr.

4.2. Tehnološki proces gospodarenja građevinskim otpadom u reciklažnom dvorištu „Mišić“

Sakupljanje GO uključuje prikupljanje, razvstavanje i miješanje otpada u svrhu odvoza na privremeno skladištenje prije oporabe. Transport GO se odvija od mjesta nastanka otpada do reciklažnog dvorišta, gdje se otpad zaprima. Tada počinje proces vizualne procjene, vaganja, razvrstavanja, odnosno po potrebi i miješanja. Ako se napr. radi o korištenom ljevačkom pijesku ili pijesku od pjeskarenja postoji mogućnost miješanja sa građevinskim lomom prije drobljenja kako bi se poboljšala fizikalna svojstva mješavine agregata, po pitanju granulometrijskog sastava agregata, zavisno o krajnjoj namjeri korištenja. Obrt „Mišić“ bavi se prijevozom rasutih tereta pa postoji mogućnost dovoza građeviskog otpada vlastitim vozilima. Za svaku vrstu skupljenog otpada koji se dopremi na lokaciju u Ivanovcu vodi se zapisnik o nastanku i tijeku otpada na očevidniku o nastanku i tijeku otpada (ONTO) za svaku vrstu otpada. Da bi se otpad zaprimio u reciklažno dvorište „Mišić“ i pravilno razvrstao na radnom platou kao privremenom deponiju, potrebno je pristupiti osnovnoj karakterizaciji otpada. Sukladno Zakonu o otpadu (NN 178/04, 111/06, 60/08, 87/09), Pravilniku o gospodarenju otpadom (NN 23/07, 111/07) i Pravilniku o gospodarenju GO (NN 38/08) oporaba otpada može biti iznimno i na gradilištu, tj. na mjestu nastanka, jer obrt posjeduje mobilno postrojenje za drobljenje. U tom smislu regulirano je da u tom slučaju obrt „Mišić“ kao izvođač radova, taj otpad može oporabiti u okviru registrirane djelatnosti i odgovarajuće dozvole za gospodarenje otpadom. Prije obrade, sakupljeni otpad se istovaruje i privremeno skladišti na vodonepropusnom platou ukupne površine 640 m². Sastoji se od prvog dijela s dimenzijama 23,80 m x 22,00 m na koji se dovozi otpad i kojemu je na sjevernoj strani priključena površina drugog dijela s dimenzijama 13,35 m x 7,70 m, na kojem se nalaze kontejneri za privremeno odlaganje sekundarnih materijala. To su materijali koji se nalaze u dopremljenom građevinskom otpadu, sortiraju se i izdvajaju ručno, moraju se zbrinuti na propisan način i odvesti naza to predviđeno odlagalište (metal, guma, plastika, karton, staklo, obojane kovine i sl.). Bagerom ili utovarivačem se vrši utovar dopremljenog otpada u usipni koš drobilice koji je smješten uz rub, u depresiji. Oporaba građevinskog otpada recikliranjem, kao postupka ponovne obrade radi se zbog njegovog ponovnog iskorištavanja u materijalne svrhe i primjeni u graditeljstvu. Oporaba uključuje mehaničku obradu, ali osim spomenutog miješanja postoji i mogućnost razvrstavanja, postupcima kojima dolazi do promjene značajki otpada, smanjenju količine i mogućnosti izdvajanja sekundarnih sirovina (npr. metala) iz građevinskog otpada.

Proizvodno-tehnološka koncepcija i tomu prilagođena strojno-logistička konstrukcija dijeli se u načelu na 3 osnovna dijela:

1. Primarna obrada,
2. Sekundarna obrada,
3. Završna obrada.

1. Primarni dio osnovne koncepcije reciklažnog dvorišta obuhvaća prihvat građevinskog otpadnog loma privremenim skladištenjem na vodonepropusnom platou, zatim sijanje materijala radi izdvajanja jalovine i sekundarnih sirovina i primarno sitnjenje građevinskog krupnog loma pomoću hidrauličkih nastavaka na bagerima: hidrauličkog čekića i škara za rezanje, koji su prikazani na slici 4-6.



Slika 4-6. Hidraulički nastavci: udarni čekić i škare za rezanje

2. Sekundarna obrada započinje utovarom prikazanim na slici 4-7. i primarnim drobljenjem građevnog loma u pokretnom postrojenju za drobljenje prikazan na slici 4-8. Uz izdvajanje jalovine (zemlja) i sekundarnih sirovina (željezo i čelik odvaja se „kontrolnim magnetom“ prije drobilice). U usipnom košu radi se primarno odvajanje jalovine i nepoželjnih čestica na rešetci dodavača koji se nalazi ispod prihvatnog bunkera. Pri samom izlazu iz drobilice nalazi se vibracijsko sito gdje se dobivaju i deponiraju odsjev (klasa 60/45 mm) i prosjev (klasa -45 mm). Sa ovih deponija jedinstvenog agregata utovarivačem se drobljeni agregat transportira na površine predviđene za privremeno odlaganje recikliranog agregata kao građevinskog proizvoda.



Slika 4-7. Utovar betonske šute bagerom sa vodonepropusnog platoa



Slika 4-8. Pokretno postrojenje za drobljenje i vibracijsko sito „Powerscreen commander“

3. Završna obrada agregata u reciklažnom dvorištu „Mišić“ uključuje konačno završno sijanje, po potrebi pranje recikliranog agregata koji može biti pomiješan sa koherentnim česticama, ponekad ponovo drobi radi „popravljanja“ granulometrijske krivulje prosijanog recikliranog agregata i odlaganje konačnog proizvoda sa kontrolom konačnog proizvoda koja uključuje laboratorijska ispitivanja agregata.

Reciklažno dvorište građevinskog otpada „Mišić“ ima mogućnost proizvoditi sljedeće reciklirane agregate:

- reciklirani betonski drobljeni agregat,
- reciklirani asfaltni drobljeni agregat,
- reciklirani miješani agregat od rušenja,
- reciklirani mineralni otpad,
- reciklirani agregat od čiste opeke,
- reciklirani mineralni agregat šute miješane s lomom opeke.

Primjer gotovog proizvoda nastalog od čistog loma opeke prikazan je na slici 4-9.



Slika 4-9. Reciklirani agregat loma opeke spreman za daljnu upotrebu

Radi izbjegavanja nastanka otpada i povećanja postotka reciklaže građevinskog otpada, potrebno je u fazi planiranja učiniti sljedeće: planirati građevine sa što dužim vijekom trajanja, obratiti pažnju na čitav životni vijek ugrađenih materijala, omogućiti jednostavno odvajanje dijelova građevine s kratkim životnim vijekom radi olakšavanja odvajanja otpada, izrađivati projekte rušenja kod planiranja gradilišta, koordinirati sve tvrtke koje rade na jednom gradilištu, organizirati odvajanje na licu mjesta te dogovoriti oporabu iskoristivih materijala.

4.3. Kategorija i kapacitet reciklažnog dvorišta

Sukladno Pravilniku o gospodarenju otpadom (NN 23/07, 111/07), Pravilniku o gospodarenju građevinskim otpadom (NN 38/08) i Pravilnika o načinima u uvjetima odlaganja otpada kategorijama i uvjetima rada za odlagališta otpada (NN 117/07, 111/11) građevina reciklažnog dvorišta je građevina namijenjena razvrstavanju, mehaničkoj obradi i privremenom skladištenju građevinskog otpada. Iz uvjeta skladištenja i kasnijeg odlaganja prema regulativi implicira se i zaključuje da je kategorija građevine određena kao građevina za inertan i neopasan otpad te kruti otpad. Kapacitet reciklažnog dvorišta „Mišić“ određen je proizvodno-tehnološkim odrednicama samo reciklažnog dvorišta i ovisi o infrastrukturi, sadržaju i kapacitetu građevina i uređaja odnosno proizvodno-tehnološke i logističke opreme. Nazivni učinak postrojenja je osjetno veći od predviđene godišnje količine građevinskog otpada koji se očekuje zbrinuti (definirana planirana godišnja proizvodnja iznosi 20 000 t). Maksimalan kapacitet određen je protokom materijala kroz drobilicu, a iznosi 100 t/h, sukladno tome dnevni učinak iznosi od 700 do 800 t, ako se radi punim kapacitetom. Drobilica i strojevi za sijanje (slika 4-10.) ne rade svakodnevno, nego samo po potrebi. Manipulativni strojevi na vodonepropusnom platou (bageri i utovarivači), kao i pokretna postrojenja za sijanje koje sljedi nakon drobljenja svojim kapacitetom mogu zadovoljiti kapacitet drobilice. Kapacitet drobilice ne ovisi samo o tehničkim značajkama drobilice nego i o usklađenosti kontinuiranog hranjenja drobilice, primarnog sijanja i kontinuiranog deponiranja usitnjenog materijala.



Slika 4-10. Drobilica i Powerscreen commander uređaj za prosijavanje

5. OPREMA ZA RECIKLIRANJE

Oprema koja se koristi u reciklažnom dvorištu „Mišić“ sastoji se od proizvodnih, transportnih i pogonskih uređaja: kamiona, drobilice, rešetke i sita, bagera, utovarivača, transportnih traka i kontejnera, a prikazani su u tablici 5-1. Transportno sredstvo kamion na slici 5-1. dovodi građevinski otpad u reciklažno dvorište i prvo ide na vagu. Zatim se materijal koji je dovezen istovari na vodonepropusni plato, u boks predviđen za njegovu vrstu otpada. Nakon toga provodi se postupak sitnjenja hidrauličkim škarama, ili hidrauličkim čekićem ukoliko je to potrebno, odnosno ako su neki dijelovi otpada prevelike frakcije za kapacitet bunkera. GO se nakon sitnjenja otpremana drobljenje. Ispred drobilice nalazi se vibracijska rešetka (slika 5-1.), kojoj je zadatak odvojiti jalovinu prije ulaska u drobilicu. Pod jalovinom misli se na zemlju koja je zahvaćena prilikom utovara. Nadalje materijal prolazi magnetski separator, kako ostaci željeza nebi oštetili drobilicu. Nakon drobilice transportna traka odvodi materijal u našem slučaju, na vibracijsko sito s mogućnosti mokrog postupka. Nakon klasiranja materijal se odvaja trakama na dvije deponije klasa -45 mm i 60/45 mm.



Slika 5-1. Kamion na vagi

Tablica 5-1. – Popis opreme pokretnih postrojenja za recikliranje građevinskog otpada

VRSTA UREĐAJA/OPREME	NAZIV PROIZVOĐAČA	TIP	NAMJENA
Utovarivač	CASE	921B	Utovar i unutarnji transport
Utovarivač	Volvo	L180C	Utovar i unutarnji transport
Bager gusjeničar	Hyundai	Robex 210 LC	Utovar i primarno sitnjenje
Bager gusjeničar	Liebherr	R912HD-SL Litronic	Utovar i unutarnji transport
Rovokopač	Hyundai	Robex 290 NLC-7	Utovar i primarno sitnjenje udarnim čekićem i klještima
Bager	Liebherr	A902 Litronic	Utovar i izdvajanje željeza iz otpada magnetom
Pokretno postrojenje za drobljenje	Maschinenfabrik Liezen	RCI 100/130	Sitnjenje materijala
Vibracijska rešetka	TIM Environment Products	TS – 2500	Završno sijanje materijala
Pokretno postrojenje za sijanje	Powerscreen	Commander 510	Sijanje materijala
Pokretno postrojenje za mokro sijanje (pranje)	Finlay Hydrascreens	OMAGH 165S	Sijanje materijala
Kontejneri za željezo		N80 ¾	Skladištenje otpada izdvojenog iz građevinskog otpada



Slika 5-2. Utovarivač Volvo i bager gusjeničar

5.1. Pokretno postrojenje za drobljenje

Prihvatni bunker je izrađen od čelika otpornog na trošenje u kojem se nalazi vibracijska rešetka prikazana na slici 5-3. Ima iznimnu otpornost na trošenje u području kontakta s materijalom, a kontinuiranim punjenjem osigurava se rad drobilice bez praznog hoda (veći stupanj iskorištenja). Maksimalna ulazna veličina komada betona koji se utovaruju strojevima prikazanim na slici 5-2. , kreće se od 600 do 1200 mm, promjer čelične armature do 15 mm, dok je kapacitet usipnog bunkera od 5 do 10 m^3. Nakon drobljenja, izdrobljeni materijal odlazi na sito gdje se provodi primarno sijanje materijala odnosno odvajanje jalovine najčešće zemlje. Pogon sita je preko elektromotora sa prijenosnikom, dok se prijenos snage vrši preko kardanskog vratila. Sito je opremljeno sa prosjevnom površinom od čelične pletene žice. Udarna drobilica uz kontinuirano doziranje iz prihvatnog bunkera može postići kapacitet od 100 do 120 t/h.Dakle, drobljenje je samo u jednom stupnju. Izdrobljeni materijal sadrži od 50 do 60 % zrna manjih od 32 mm. Ova postrojenja obično nisu opremljena s uređajima za otprašivanje i zaštitu od buke tako da mogu biti u pogonu samo ograničeno vrijeme. Za njihovu izgradnju potrebna je građevinska dozvola i verificiran tehnološki projekt, što nije uvjet za mobilna postrojenja kakva se koriste u ovom reciklažnom dvorištu. Također, potrebne su razne suglasnosti koje proizlaze iz Zakona o otpadu, Zakona o zaštiti okoliša, Zakona o zaštiti zraka i drugih zakona koji definiraju ovu problematiku. Upravljačka elektronika zaštićena je od prašine, vlage, a moguć je i daljinski sustav upravljanja. Magnetski separator odvaja metal prije drobljenja.



Slika 5-3. Vibracijska rešetka za odvajanje jalovine

5.2. Pokretna postrojenja za sijanje

Na reciklažnom dvorištu „Mišić“ osim udarne drobilice (Maschinenfabrik Liezen RCI 100/130), neophodni dijelovi opreme za recikliranje GO su i dva mobilna postrojenja za sijanje, Powerscreen Commander 510 (slika 5-4.) i Finlay Hydrascreens Omagh 165 S i uređaj za prosijavanje TIM Environ-ment Products TS-2500. Postrojenje je postavljeno kao stacionarno (svi dijelovi postrojenja imaju mogućnost mobilnosti) kako bi procesi u oporabi bili u funkciji proizvodnje agregata, te sijanje/frakcioniranje anorganske komponente građevinskog otpada, gdje se dobiva građevinski proizvod reciklirani agregat za raznu namjenu. Transportna traka materijal iz drobilice prebacuje direktno u vibracijsko sito, koje pomoću vibracije i rešetki otvora -45 mm i 60/45 mm izdvajaju materijal na deponij. Putem transportnih traka drobljeni agregat se transportira i pada na hrpe agregata ovisno o broju sita kojima se želi klasirati agregat. Sa deponija prosijanog agregata utovarivačem se drobljeni agregat transportira na površine predviđene za privremeno odlaganje recikliranog agregata kao građevnog proizvoda nastalog materijalnom oporabom građevnog otpada (sekundarna sirovina). Završni postupci reciklažnog dvorišta „Mišić“ odvijaju se na donjoj razini, a ovisno o namjeni može se materijal višestruko drobiti u drobilici, odnosno klasirati u dvama preostalim postrojenjima za sijanje.

Power Commander razdvaja agregat na dvije klase: -45 mm i 60/45 mm. Ima masu od 20 t, maksimalne visina trake iznosi 2,75 m, dužina transportne trake 12,75 m, a širina trake 0,8 m.

U mehaničkom sklopu nalaze se 2 postavljena sita jedno iznad drugog, a prosijavanje se vrši kontinuirano, uz korištenje gravitacijske sile i mehaničkog vibriranja. Broj vibracija iznosi od 1000 do 1500 u minuti.



Slika 5-4. „Power commander“ pokretno postrojenje za sijanje

5.2.1. Vibracijska sita

Sita su sastavni dio procesa separacije, odnosno samostalna postrojenja za sijanje u ovom slučaju prerađenog građevinskog otpada. Posebno su organizacijski, tehnološki i logistički pogodna kao polupokretna sita na kotačima. Vibracijska sita dio su završnog dijela obrade građevinskog materijala. Slika 5-5. prikazuje vibracijsko sito u ovom slučaju s prosjevnim površinama koje kao konačne proizvode daju klase 8/4 mm, 16/8 mm, dok se zrna krupnija od 16 mm odlažu na deponij, a kasnije na ponovno drobljenje.

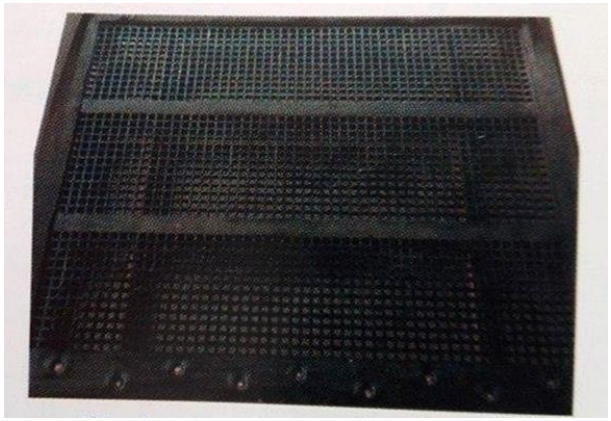


Slika 5-5. Vibracijsko sito

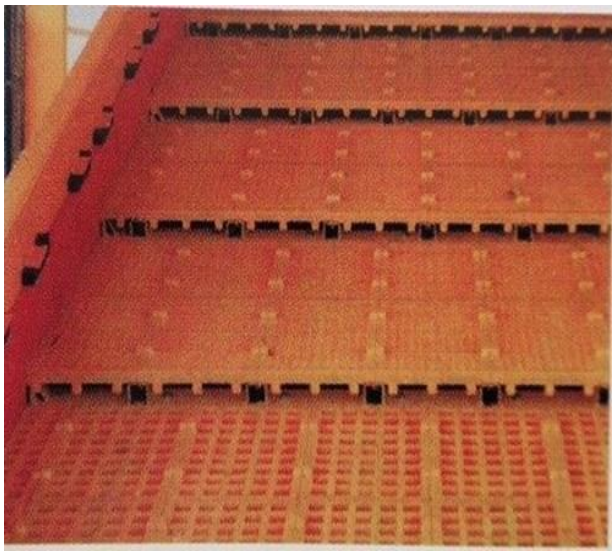
Obzirom da se pojmom „sito“ u praksi često podrazumijeva prosjevna površina, a zapravo predstavlja stroj za sijanje sa svim svojim sastavnim dijelovima, u nastavku ćemo rabiti pojam „mreža“ koji se u praksi često koristi umjesto izraza „prosjevna površina“. Održavanje mreža vrši se s obzirom na čistoću mreže odnosno začepljenosti otvora na mreži, tj. da nema zaglavljenih zrna. Vrlo je bitna i istrošenost mreže, a ne smije imati ni deformacija pojedinih otvora, puknuće pletiva i sl. Iznimno je bitna i pravilna napetost mreže koja je u ovisnosti o vrste mreže i održavanju opreme. Vrste materijala od kojeg su izrađene mreže, odnosno prosjevne površine su čelična žica, guma, plastika (slike 5-6. , 5-7. i 5-8.).



Slika 5-6. Čelična rešetka



Slika 5-7. Gumena rešetka



Slika 5-8. Plastična rešetka

6. ZAKLJUČAK

Građevinski otpad ponajprije zbog velikih količina (odnosno mase) predstavlja veliki problem u gospodarenju otpada u cijelom svijetu, pa tako i u Hrvatskoj. Nesavjesnim postupanjem s građevinskim otpadom uzrokuje se povećanje volumena otpada na odlagalištima, a isto tako, nepotrebno se „razbacuju“ resursi, te se nagrđuje i onečišćuje okoliš. Itekako je potrebno putem medija i drugih raznih institucija informirati i educirati kako stručne ljude tako i cjelokupno stanovništvo. Veoma važni sudionici u tome su najviša i izvršna tijela države, lokalne vlasti, zainteresirani poslodavci, i na kraju svaki stanovnik trebao bi težiti i biti zainteresiran za čišći, zdraviji i ljepši okoliš. Reciklažno dvorište „Mišić“ svjetla je točka gospodarenja građevinskim otpadom u Republici Hrvatskoj i primjer dobro organiziranog i ekološkog djelovanja u zaštiti okoliša. Pokazuju dobar primjer kako očuvanje okoliša i prirodnih resursa, nije samo gubitak novca i vremena, već se pravilnim postupanjem postiže zarada, otvaranje novih radnih mjesta i, u svakom slučaju čuva se kvaliteta prostora u kojem živimo. Naime, jedina zapreka u svemu tome jesu ljudi i brojne tvrtke koji ne postupaju sukladno zakonskoj regulativi te moralu društva; odlaganjem građevinskog otpada na „divlja“ odlagališta oni ruše cijenu usluga odvoza građevinskog otpada. Prema tome, potrebna je povećana kontrola odlaganja i recikliranja građevinskog otpada, a ujedno i povećanje broja propisa, normi i preporuka koje bi spriječile odlaganja građevinskog otpada na „divlja“ odlagališta i osigurale konstantnu primjenu recikliranog agregata odnosno bolju provedbu postojeće zakonske regulative.

7. LITERATURA

1. Dokšanović, F; Farkaš, M; Njegovanić, N, 2012. ,Tržišna prihvatljivost građevinskog materijala s malim udjelom ugljika: Materijali i mogućnosti smanjenja utjecaja na okoliš (1-20 str.)
2. Europska komisija, 1.7.2014., Komunikacija komisije europskom parlamentu, O prilikama za učinkovito korištenje resursa u građevinskom sektoru, Bruxelles
3. Filetin, T. , 2012. , Građevinski otpad, Zagreb: Fakultet strojarstva i brodogradnje
4. Građevinski otpad-mogućnosti recikliranja-nova gospodarska djelatnost, 2013, http://korak.com.hr/korak-043-rujan-2013-gradevinski-otpad-mogucnosti-recikliranja-nova-gospodarska-djelatnost/, 15.08.2016.
5. Pavlić, V. , 2015. , Elaborat gospodarenja otpadom, Zajednički autoprijevozнички obrt „Mišić“, Čakovec, Elaborat
6. Recikliranje građevinskog otpada, http://recikliraj.hr/recikliranje-gradevinskog-otpada/, 17.08.2016.
7. Levanić, D. , Recikliranje građevinskog otpada, Mineral, Zagreb 1997., 10-14 str.
8. Reciklažno dvorište „Mišić“, http://www.reciklaza-misic.hr/mehanizacija/, 25.08.2016.
9. Štirmer, N. , Bjegović, D. , 2012. , Gospodarenje građevinskim otpadom i mogućnosti upotrebe građevinskog otpada, Zagreb
10. Štirmer, N., 2012., Radovi Zavoda za znanstveni i umjetnički rad: Utjecaj građevnog materijala na okoliš, (293-317str.)
11. Vajda, S. , 2013. ,Obveze proizvođača otpada u RH; (319 str.)
12. Zakonska regulativa, http://www.igh.hr/conwas/index_files/Page417.htm, 01.08.2016.

Neobjavljeno:

13. Bedeković, G. , skripta, predmet; Recikliranje i obrada otpada; Rudarsko-geološko-naftni fakultet