

**UTVRĐIVANJE KOLIČINE GENERISANOG GRAĐEVINSKOG OTPADA PRILIKOM
IZGRADNJE STAMBENIH ZGRADA****DETERMINATION OF THE AMOUNT OF GENERATED CONSTRUCTION AND
DEMOLITION WASTE DURING THE CONSTRUCTION OF BUILDINGS**

Nenad Pajić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

**Oblast – INŽENJERSTVO ZAŠTITE ŽIVOTNE
SREDINE**

Kratak sadržaj – U okviru rada potrebno je sagledati količinu i vrstu otpada koji se generiše u toku izvođenja radova na izgradnji višespratne stambene zgrade u Južno-Bačkom regionu, na koji način trenutno se upravlja otpadom koji nastane nakon građenja/rušenja objekata i na koje sve načine je moguće uticati na poboljšanje trenutnog stanja upravljanja građevinskim otpadom.

Ključne reči: Građevinski otpad, Upravljanje građevinskim otpadom, Redukcija, Ponovna upotreba

Abstract – As part of the work, it is necessary to look at the amount and type of waste that is generated during the construction of a multi-storey residential building in the South-Bačka region, in what way is the waste generated after the construction/demolition of buildings currently managed and in what ways can we influence the improvement of the current state of construction waste management.

Keywords: Construction waste, Construction waste management, reduce, reuse.

1. UVOD

Građevinski otpad uključujući otpad od rušenja postao je ključni problem današnjeg društva i neizbežna posledica čovekovog neodgovornog ponašanja s takvim otpadom. Otpad koji nastaje tokom gradnje i rušenja objekata predstavlja u kvantitativnom smislu jedan od najvećih izvora nastajanja otpada. Današnje društvo prepoznaje nekoliko načina za pravilno upravljanje građevinskim otpadom. Većina materijala koja je stvorena pri građenju ili rušenju građevina prethodno su bili karakterisani jednostavno kao otpad (šut). Građevinski otpad se dugo godina jednostavno deponovao na prostor koji je za to bio namenjen, reciklaža građevinskog otpada bila je van interesa, odnosno fokusirana na PET ambalažu i papir. Situacija se drastično promenila kada su počele prve studije o kategorizaciji otpada, posebno na deponijama. Statistika je pokazala da građevinski otpad zauzima značajan udeo u ukupnoj količini otpada. Ovo je rezultat ubrzanog rasta zelene gradnje u razvijenim zemljama.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Bojan Batinić, vanr. prof.

2. GRAĐEVINSKI OTPAD

Građevinski otpad, odnosno njegove količine nastaju u zavisnosti od broja stanovnika, količine izgradnje novih objekata i rušenja starih, zatim pri rekonstrukciji puteva, mostova i slično. Količina građevinskog otpada na nekom području može se proceniti prema nizu faktora kao što su: porast stanovnika, dozvoljeni trend izgradnje novih objekata i rušenja starih objekata, vrsti objekata za građenje odnosno rušenje, procene vezane za odlaganje otpada, prošli, sadašnji i budući trendovi, planiranje za sadašnji odnosno budući maksimalni broj stanovnika. Građevinski otpad se sastoji od 75% iskopanog materijala zajedno sa zemljom, 15-25% je otpad od rušenja i gradnje objekata i 5-10% su asfalt, beton i katran. Najveći deo građevinskog otpada je inertan (95%), odnosno ne podleže fizičkim, hemijskim ili biološkim promenama [1].

**3. ZAKONSKA REGULATIVA I CILJEVI
EVROPSKE UNIJE**

Evropska unija ima niz zakona i propisa koji se odnose na upravljanje građevinskim otpadom:

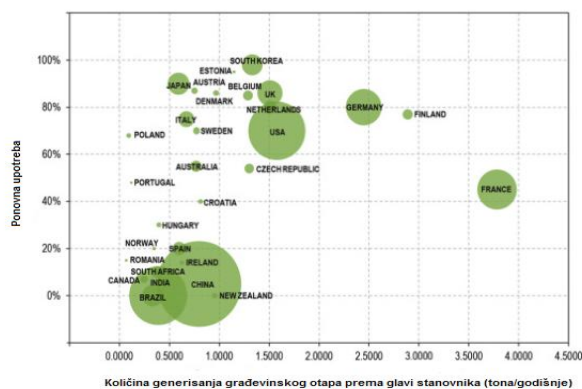
- Direktiva o otpadu (Directive 2008/98/EC)
- Direktiva o deponijama (Directive 1999/31/EC)
- Direktiva o recikliranju i odlaganju građevinskog otpada (Directive 2008/98/EC)
- Direktiva o ekološkom dizajnu (Directive 2009/125/EC)
- Direktiva o industrijskom zagađenju (Directive 2010/75/EU)

Građevinski otpad i otpad od rušenja su prepoznati kao prioritetan problem za rešavanje u Evropskoj Uniji. Zemlje članice nastoje 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. Članice EU dodatnim posticajima i drugim propisima stimulišu ponovnu upotrebu recikliranog materijala, a time pridonose i buđenju ljudske svesti o načinu deponovanja otpada. Zemlje članice nastoje 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. Stoga će, uz poboljšanje postojećih sistema upravljanja otpadom biti ulaganja u inicijative za izbegavanje nastajanja otpada, recikliranja, te u infrastrukturu. Temeljeći se na nastavku sadašnjeg pristupa, program posebnu pažnju posvećuje potrebi značajnog poboljšavanja sprovođenju postojećih mera [2].

4. KOLIČINE GRAĐEVINSKOG OTPADA U SVETU

Količinu građevinskog otpada koji nastane prilikom izgradnje objekta na samom gradilištu je teško odrediti, ali procenjuje se da otpad čini 30% ukupne količine građevinskog materijala koji je dopremljen na gradilište. U Sjedinjenim Američkim Državama preko 600 miliona tona građevinskog otpada i otpada od rušenja generisano je u 2018. godini, od čega se procenjuje da je 48% ponovno upotrebljeno. Generisanje građevinskog otpada u SAD je poraslo za 342% u periodu od 1990. do 2018. godine. Beton i asfalt činili su 85% ukupno generisanog otpada u USA u 2018.

U EU se svake godine generiše više od 450 miliona tona građevinskog otpada i otpada od rušenja, što ga čini najvećim tokom otpada u kvantitativnom smislu, sa izuzetkom rudarskog i poljoprivrednog otpada. Trenutno se 75% građevinskog otpada i otpada od rušenja u EU odlaze na deponije, izuzetak su države Nemačka i Holandija koje su postigle stopu recikliranja građevinskog otpada od 80% [3].



Slika 1. Količina generisanja građevinskog otpada prema glavi stanovnika i njegova ponovna upotreba [4]

Zastupljenost i količina različitih materijala koji se generišu kao građevinski otpad je u svetu svuda jednaka. Najveći težinski udeo čine beton, cigla, blok 33%, zatim drvo 27%, ambalaža 18%, suva obloga 10%, metali 3%, specijalni otpad 1% i ostali otpad 10%.

5. PODELA GRAĐEVINSKOG OTPADA

Građevinski otpad se može podeliti s obzirom na mesto nastanka ili prema vrsti najzastupljenije komponente. Vrste građevinskog otpada definisane su Zakonom o upravljanju otpadom ("Sl. glasnik RS" br. 36/2009, 88/2010, 14/2016, 95/2018 – dr. zakon I 35/2023). Vrste materijala koje se mogu javiti u građevinskom otpadu:

- Zemljani radovi/iskop tla – zemlja, šljunak, pesak, glina, ilovača, kamen
- Niskogradnja – bitumen (asfalt) ili cementom vezani materijal, pesak, šljunak, drobljeni kamen
- Visokogradnja – beton, opeka, gips, prirodni kamen, vuna, striopor
- Mešani građevinski otpad – drvo, plastika, papir, karton, metal, kablovi, boja, lak, šut.

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 odlaze u posebne kontejnere. Pored mineralnih materijala sadrži i nemineralne materijale, kao npr. drvo, metal, sintetičke materijale, papir, karton, delove glomaznog otpada, te boje, lakove i sl [5].

5.1 Sastav građevinskog otpada

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 odlaze u posebne kontejnere. Pored mineralnih materijala sadrži i nemineralne materijale, kao npr. drvo, metal, sintetičke materijale, papir, karton, delove glomaznog otpada, te boje, lakove i sl [6].

5.2 Vrste otpada prema svojstvima

Pod opasnim otpadom se smatra materijal koji:

- sadrži opasne komponente (azbest, katran, olovo, lepak)
- nakon dužeg boravka u agresivnim sredinama postaju agresivni (npr. objekti koji proizvode ili koriste hemikalije)
- nisu očišćeni od agresivne komponente ili su pomešani s istim.

Na novijim objektima možemo naći opasni i potencijalno opasni građevinski otpad, a neke vrste tih otpada su: lepkovi, izolacijski materijali, materijali na bazi azbesta, hidroizolacija, tečnosti na bazi katrana, tehnološki obrađeno drvo, neke vrste boja i premaza. Otpad koji možemo naći nakon rušenja objekata je materijal na bazi azbesta, električna oprema, drvo sa raznim premazima, materijali na bazi azbesta, izolacijski materijali. U neopasan otpad spadaju svi materijali koji nemaju opasne osobine kao što su crep, opeka, beton itd [7].

Inertni otpad je otpad koji ne podleže značajnim fizičkim, hemiskim ili biološkim promenama, pa samim tim ne ugrožava okolinu. Velike količine građevinskog otpada nastaju prilikom rušenja građevina ili pojedinih njihovih delova. Azbest je materijal koji se sastoji od sledećih vlaknastih silikata: krokidolit (plavi azbest), aktinolit, antofililit, krizotil (beli azbest), amozit (smeđi azbest) i tremolit. Svi tipovi azbesnih vlakana (krokidolit, amozit, antofililit, tremolit, krizotil) mogu prouzrokovati ozbiljne bolesti te je njegova upotreba u Republici Srbiji kao i celoj Evropskoj uniji zabranjena [8].

6. KOLIČINA I VRSTA GENERISANOG OTPADA U OKVIRU GRAĐEVINSKE FIRME G.P. „BEST IZGRADNJA“ NOVI SAD

U okviru istraživačkog dela rada posmatrana je količina i sastav generisanog otpada u građevinskom preduzeću "Best Izgradnja" iz Novog Sada. Firma "Best Izgradnja" bavi se visokogradnjom na području Južno-Bačkog regiona i trenutno ima preko 250 zaposlenih na 27 aktivnih gradilišta.

Kao građevinska firma koja se u najvećoj meri bavi izgradnjom višespratnih stambenih objekata količina generisanog otpada koji nastaje usled izvođenja radova na

takvim projektima ne razlikuje se od statistike koju smo naveli za područje Južno-Bačkog regiona. Najveći udeo otpada koji generiše firma GP Best Izgradnja DOO Novi Sad jeste otpad nastao usled rušenja ili izvođenja grubih građevinskih radova. To je uglavnom otpad sastavljen od delova betona, opeke, bloka, raznih materijala koji se koriste prilikom zidanja i izvođenja grubih građevinskih radova.

Problem slobodnog prostora nastaje zbog loših zakonskih regulativa u oblasti planiranja i izgradnje. Aktuelni zakon o planiranju i izgradnji dozvoljava investitorima da sa objektom koji grade zaimu 90% građevinske parcele. Samim tim prostor koji ostaje slobodan za skladištenje materijala, opreme, otpada itd. nije dovoljan.

7. KOLIČINA I SASTAV OTPADA NASTALOG USLED IZGRADNJE POSLOVNO-STAMBENOG OBJEKTA (P+1)

Na parceli: br. parc. 2290, K.O. Temerin, ukupne površine 3102 m², broj zavedenih objekata je 12. Predmet projekta je poslovno-stambena zgrada sa tri funkcionalne celine, spratnosti P+1. Poslovni prostor je organizovan na prizemnoj etaži za trgovinsku namenu tipa marketa, čija neto korisna površina poslovnog prostora L1 iznosi 623,80 m². Stambeni prostor je projektovan na spratnoj etaži i obuhvata površinu dva stana označenih kao S1-trosobni i S2-četvorosobni i zajedničkih prostorija na prizemlju i spratu, čija je neto korisna površina stambenog prostora 335,16 m².

Objekat je projektovan na osnovu zahteva investitora definisanih projektnim zadatkom kao pretpostavkom za definisanje arhitektonsko građevinskog rešenja sa jedne strane i važećih planskih dokumenata, zakona, pravilnika, standarda i pravila struke sa druge strane. Kroz projektovanje ovog objekta vodilo se računa o zadovoljenju osnovnih potreba korisnika, ali i ambijentalnom uklapanju u užu i širu urbanistički kontekst. Težilo se unapređenju minimalnih zahteva kroz poboljšanje toplotnog komfora, akustičnog i na kraju i vizuelnog komfora korisnika. Posebna pažnja posvećena je energetske efikasnosti objekta u eksploataciji.



Slika 2. Situacija objekta koji se ruše na kat.parc. 2290 1-12

7.1 Načini odvojenog sakupljanja otpada, priprema za transport i privremeno skladištenje predmetnog otpada

Integralno upravljanje otpadom prema Zakonu o upravljanju otpadom (Sl. glasnik RS, br. 36/2009,

88/2010, 95/2018 - dr. zakon i 35/2023) podrazumeva sagledavanje otpada od njegovog nastajanja, preko sakupljanja, transporta, tretmana do odlaganja. Ukoliko se želi održivi sistem upravljanja otpadom, neophodno je sagledati sve opcije tretmana otpada. Neiskorišćen i nepravilno odložen otpad predstavlja potencijalnu opasnost za životnu sredinu i zdravlje ljudi, kao i izgubljen profit za preduzeće. Upravljanje otpadom od građenja i rušenja je skup aktivnosti i mera koje obuhvataju odvojeno sakupljanje, razvrstavanje, transport, skladištenje, pripremu za ponovnu upotrebu, ponovno iskorišćenje i/ili odlaganje građevinskog otpada [9].



Slika 3. Kontejner za odlaganje ambalažnog otpada

7.2 Načini za ponovno iskorišćenje otpada od građenja i rušenja

Veliki deo građevinskog otpada se može reciklirati. Materijali kao gvožđe su se i do sada izdvajali i iskorišćavali, ali za ostale materijale nije tako. Većina frakcija materijala generisanog za vreme građenja zgrada je moguće ponovo upotrebiti. Reciklaža podrazumeva drobljenje opeke i betona i pretvaranje u materijal pogodan za nasipanje terena ili slične svrhe.

Reciklaža građevinskog otpada doprinosi uštedi energije i smanjenju prostora potrebnog za odlaganje i smanjuje upotrebu prirodnih resursa. Otpadni materijal (beton, cigla, crep) koji nastaje prilikom rušenja objekta delom će se iskoristiti za nivelaciju parcele, a otpadni materijal (drvo) delom će se koristiti za ogrev. A drugi deo otpadnog materijala će se odlagati u predvićene kontejnere za otpadni materijal prema Uredbi o načinu i postupku upravljanja otpadom od građenja i rušenja.

7.3 Predvićene metode tretmana otpada od građenja i rušenja

Tretman otpada se neće vršiti na lokaciji Projekta. Tretman otpada od građenja i rušenja vrši operater koji poseduje dozvolu za tretman otpada od strane nadležnog organa zavisno od vrste i kategorije otpada. Na lokaciji je dozvoljeno samo razdvajanje različitih vrsta otpada u namenske kontejnere. Priprema terena obuhvata: obeležavanje granica parcele, postavljanje zaštitne ograde, postavljanje utvrđenih (stalnih) tačaka geodetske osnove, zaštita lokacije od mogućih štetnih geoloških procesa, raščišćavanje terena od rastinja (sečenje stabala sa vađenjem korenja, čupanje stabala, spaljivanje rastinja), uklanjanje objekata namenjenih rušenju, uklanjanje površinskog (humusnog) sloja zemljišta.



Slika 4. *Ostaci čelika nastali usled izvođenja radova na armiranju*

Predviđene metode tretmana otpada od građenja koje mogu biti primenjene od strane ovlašćenog operatera obuhvataju sledeće procese:

1. Sitnjenje krupnih komada betonskog otpada
2. Separacija i drobljenje betona i manjih delova armature
3. Sečenje i presovanje metalnog otpada i ambalažnog otpada kao priprema za dalje iskorišćenje/tretman
4. Tretman otpadnih kablova, razdvajanje plastike i metala, priprema za dalje iskorišćenje.

8. ZAKLJUČAK

Otpad koji nastaje tokom gradnje i rušenja objekata predstavlja u kvantitativnom smislu jedan od najvećih izvora nastajanja otpada. Kroz ovaj rad posmatrana je izgradnja jedne prosečne višestambene zgrade, kao i količine otpada koji nastaje usled izgradnje objekta. Problem upravljanja otpadom od građenja/rušenja je kompleksne prirode i rešavanje ovog problema zahteva izmenu zakona i pravilnika pre svega u oblastima kao što su planiranje i izgradnja objekata, a potom i usklađivanje uredbe o načinu i postupku upravljanja otpadom od građenja i rušenja. Poboljšanje stanja upravljanja otpadom od građenja/rušenja zahteva strateški pristup i primenu inovativnih rešenja koja integrišu ekološke i ekonomske ciljeve. Postoje mnoge mogućnosti za unapređenje u različitim fazama procesa – od projektovanja do realizacije. Kako bi poboljšali stanje potrebno je da zakon prepozna i investitora kao jednog od odgovornih u lancu nastajanja otpada na samom gradilištu, kao i njegovim pravilnim upravljanjem. Takođe kako bi smanjili same količine otpada koji nastane na gradilištu potrebno je uvesti podsticajne mere za korišćenje recikliranih materijala za izgradnju objekata. To su samo neki od načina na koji zemlje u Evropi utiču na smanjenje nastanka otpada prilikom izgradnje/rušenja objekata. Početkom 2023. godine napravljeni su prvi koraci ka poboljšanju trenutnog stanja, doneta je izmena uredbe o načinu i postupku upravljanja otpadom od građenja i rušenja. Investitor je u obavezi da zavodu za urbanizam prilikom podnošenja zahteva za izdavanje građevinske dozvole dostavi dokument pod nazivom „Plan upravljanja otpadom“ koji će da predvidi vrstu i količine otpada koji će nastati tokom izgradnje-rušenja objekta, kao i načine za njegovo pravilno skladištenje, odvoz i tretman. Investitor je donošenjem ovog dokumenta dužan da se pridržava obaveza navedenih u „Planu upravljanja otpadom“.

9. LITERATURA

- [1] José-Luis Gálvez-Martos Ioan-Robert Istrate, in *Advances in Construction and Demolition Waste Recycling*, 2020
- [2] <https://www.bigrentz.com>
- [3] <https://www.stonecycling.com>
- [4] <https://eko-vest.com>
- [5] Đukić V. 2012. Mogućnost upravljanja građevinskim otpadom u Republici Srpskoj, Panevropski univerzitet APEIRON, Banja Luka
- [6] Cerovec Ivan, Fakultet za geotehniku i inženjering u Zagrebu, Upravljanje građevinskim otpadom, Završni rad 2020-10-18
- [7] Plan upravljanja neopasnim građevinskim otpadom, China road & Bridge Corporation D.O.O Peking, NR Kina, Podgorica 2018
- [8] Akcioni plan upravljanja otpadom od građenja i rušenja u gradu Beogradu za period 2022-2030, Beograd, Januar 2022.
- [9] Kontak J. 2016. Građevinski otpad od nastaka do korišćenja, Univerzitet Sever, Varaždin

Kratka biografija:



Nenad Pajić rođen je 22.07.1996. godine u Novom Sadu, Srbija. Osnovne studije započeo je 2015. godine na Fakultetu Tehničkih Nauka u Novom Sadu, na studijskom programu Inženjerstvo zaštite životne sredine. Nakon završetka osnovnih studija, iste godine upisuje master akademske studije na istom fakultetu, na studijskom programu Inženjerstvo zaštite životne sredine.



Bojan Batinić (1981) je vanredni profesor na Departmanu za inženjerstvo zaštite životne sredine u Novom Sadu. Dosadašnji naučno-istraživački rad orijentisan je na analizu fizičko-hemijskih karakteristika komunalnog otpada, modelovanje i projekciju budućih karakteristika otpada, analizu sistema sakupljanja i transporta otpada, mogućnosti iskorišćenja posebnih tokova otpada i sl. Stečena stručna znanja implementirao je kroz učestvovanje na preko 40 projekata saradnje sa privredom iz oblasti zaštite životne sredine i upravljanja otpadom. Rezultate svog naučno-istraživačkog rada publikovao je kroz 17 radova u međunarodnim časopisima sa SCI liste, kao i preko 60 saopštenja na skupovima međunarodnog i nacionalnog značaja.