

Uklanjanje građevina

TEHNOLOGIJE RUŠENJA GRAĐEVINA

Rušenju građevina pristupa se zbog potrebe oslobađanja prostora za novu izgradnju ili korištenja tog prostora za druge namjene, što može biti motivirano ekonomskim, tehničkim, sigurnosnim ili ekološkim razlozima. Najčešće se rušenju pristupa zbog dotrajalosti građevine ili potrebe za prenamjenom prostora, što je posebno uočljivo u razvijenim urbanim sredinama gdje vrijednost zemljišta određuje tip i vrstu, a time i vrijednost građevine koja se na tom prostoru može nalaziti. Iskustvo pokazuje da u slučajevima kada cijena zemljišta premaši trenutnu vrijednost građevine, ekonomski razlozi prisiljavaju vlasnike da stare građevine uklone, a prostor prenamijene ili ga iskoriste za izgradnju novih građevina, čija je vrijednost u pravilu višestruko veća od uklonjenih.

U iznimnim situacijama, kao što je slučaj kod većih prirodnih katastrofa ili ratnih djelovanja na urbanim prostorima, problem rušenja i uklanjanja većeg broja građevina nameće se kao jedan od prioritarnih poslova koje treba obaviti ili zbog pristupa do ozlijeđenih osoba ili zbog omogućavanja normalnog života ljudi. Ovakvih slučajeva bilo je puno tijekom prošlog stoljeća (potresi u Japanu, Indiji, Kini itd.), ali nažalost i početkom ovog (rat u Hrvatskoj, razaranja Vukovara i mnogih drugih hrvatskih gradova). Strojevi i oprema koji se danas u svijetu koriste za rušenje građevinskih objekata doživljavaju vrlo intenzivan razvoj, što se odražava i na primijenjene tehnike i postupke rada. U tekstu je dan kratki osvrt na povijest rušenja, obrazloženi su osnovni pojmovi te su prezentirane osnove tehnologije strojnog rušenja.

S obzirom da rušenje ima izravan utjecaj na okoliš, ovu djelatnost je potrebno promatrati u kontekstu

planiranja i korištenja prostora sukladno važećim zakonima i propisima. Stoga je ekološki aspekt rušenja od posebnog interesa ne samo za stručnu nego i za širu javnost.

Osnovni pojmovi u rušenju

Rušenje građevina je svaki postupak kojim se djelomično ili u cijelosti ruše konstruktivni dijelovi građevina ili građevina u cjelini. Pod pojmom rušenje najčešće se podrazumijeva rušenje cijele građevine, neovisno o primijenjenoj tehnologiji. Uklanjanje je aktivnost koja obuhvaća:

- (a) zbrinjavanje zaostataka tehnološkog procesa,
- (b) zbrinjavanje i izmještanje opreme,
- (c) rušenje,
- (d) zbrinjavanje iskoristivog građevinskog otpada,
- (e) trajno deponiranje neiskoristivog otpada.

Reciklaža materijala obuhvaća aktivnosti koje se prema vremenu izvođenja mogu grubo podijeliti na dvije osnovne grupe:

- a) reciklaža u fazi pripreme građevine za rušenje, što obuhvaća postupke sortiranja i odlaganja materijala koji imaju upotrebnu vrijednost u zatečenom obliku i koje treba kao takve sačuvati u postupku rušenja ili ih je potrebno ukloniti radi sprečavanja trajnog zagađenja okoliša prilikom deponiranja (plastika, staklo, bitumeni itd.)
- b) reciklaža u fazi obrade materijala nakon rušenja, što obuhvaća sve postupke drobljenja, usitnjavanja pročišćavanja i prosijavanja materijala nastalog rušenjem (drobilice, uređaji za pročišćavanje vodom ili zrakom, sita za

prosijavanje i izdvajanje frakcija materijala) te zbrinjavanje sekundarnih sirovina (metal, plastika, staklo itd.).

Metode i tehnologije rušenja građevina tijekom vremena su se mijenjale, kako je napredovala tehnika i kako su ljudima na raspolaganju stajali sve napredniji i snažniji strojevi te različita tehnička rješenja. S obzirom na način na koji se građevina ruši, postupci rušenja mogu se podijeliti na:

- a) ručno rušenje
- b) rušenje eksplozivom
- c) rušenje udarom (kugla na bagerusajlašu)
- d) rušenje rezanjem (u kombinaciji s različitim vrstama dizalica)
- e) rušenje drobljenjem (hidraulički bageri gusjeničari sa specijalnim alatima).

Danas su u svijetu dominantne dvije tehnologije rušenja - tehnologija rušenja eksplozivom i tehnologija strojnog rušenja (s nekoliko najvažnijih izvedenica, npr. drobljenjem i rezanjem).

Rušenje eksplozivom

Rušenje eksplozivom je najčešće primjenjivo u slučajevima kada se radi o vrlo visokim građevinama ili o građevinama do kojih je onemogućen pristup strojevima. Zbog toga se ova tehnologija primjenjuje tamo gdje je to jedini izvodivi način rušenja. Bitni nedostaci ovog postupka su:

- a) anakon rušenja građevine opet je potreban rad građevinskih strojeva, jer samim rušenjem nije završen i postupak uklanjanja. Materijal nastao rušenjem građevine eksplozivom nije pogodan za manipulaciju te ga je potrebno dodatno



Rušenje specijalnim strojevima 250 m visokog dimnjaka koksare u Bakru

usitniti na veličinu pogodnu za manipulaciju i nastavak reciklažnog procesa

- b) konstrukcija mora biti "pogodna" za miniranje (teško provedivo kod prostornih konstrukcija i kod konstrukcija s ispunama od armiranog betona)
- c) vrlo često nije moguće u potpunosti kontrolirati način na koji će građevina pasti
- d) postoji velika opasnost za ljude i druge građevine u blizini od nehotičnog stradavanja
- e) u urbanim sredinama ovaj postupak je potpuno neprihvatljiv iz sigurnosnih razloga

Strojno rušenje

S obzirom na način djelovanja stroja na građevinu, strojno rušenje može biti:

- a) rušenje udarom (kugla montirana na bager sajlaš)
- b) rušenje rezanjem (dijamantne pile u kombinaciji s bušenjem i dizalicama; ovaj oblik rušenja se danas sve više primjenjuje, najčešće kod djelomičnog rušenja građevine)
- c) rušenje drobljenjem (primjenom bagera s dugačkim rukama i specijalnim hidrauličkim alatima namijenjenim za drobljenje betona i rezanje armaturnog željeza).

Danas se u svijetu tehnologija rušenja s kuglom gotovo više i ne koristi, iako je sredinom prošlog stoljeća, pored eksploziva, bila najvažnija i najčešće primjenjivanja tehnologija za rušenje.

Zamijenila ju je tehnologija strojnog rušenja pomoću građevinskih strojeva pripremljenih i prilagođenih za ovakve poslove (bageri gusjeničari) i opremljenim pripadajućim specijalnim hidrauličkim alatima za drobljenje betona i rezanje armaturnog željeza.

Izvedbe hidrauličkih bagera specijalno opremljenih za rušenje (*demoliton* izvedbe) razlikuju se od ostalih bagera "normalne izvedbe" po cijelom nizu karakteristika koje im omogućavaju učinkovit rad u otežanim uvjetima rušenja građevina.

Najznačajnije karakteristike koje razlikuju bagere za rušenje od običnih su sljedeće:

- (a) produžene ruke bagera radi većeg dohvata alata za rušenje (20 ili 24 m), pa čak i >50 m
- (b) kontrategovi za stabilizaciju stroja kod rada s dugačkim rukama
- (c) pojačani donji ustroj
- (d) pojačani protok (do 50%) i pojačani tlak u hidrauličkom sustavu (do 350 bar) radi omogućavanja rada s teškim hidrauličkim alatima (alati od 1,5 do 4,5 tone težine)
- (e) proširene i produžene gusjenice bagera (*LC* izvedba) radi smanjivanja opterećenja (kg/cm^2) i povećanja stabilnosti stroja
- (f) dodatna zaštite kabine
- (g) brze spojke za brzu izmjenu alata za rušenje
- (h) povećana ukupna masa bagera 30-40% u odnosu na normalnu izvedbu baznog stroja

Svjetski trendovi

Razvoj tehnologije rušenja definitivno ide u pravcu specijalizacije i povećanja dohvata i učinka strojeva za rušenja.

Ovi trendovi su prepoznatljivi i mogu se sažeti slijedećim odrednicama:

- a) Povećanje dohvata: razvijanje bagera sa sve dužim rukama, dohvata 50-tak metara i više (primjeri: varijabilna teleskopska ruka dohvata 28-40 m bagera Case 800CX i ruka dohvata 51 m na bageru Komatsu PC 750SE)
- b) Specijalizacija: razvijanje novih vrsta hidrauličkih alata (alati prilagođeni za specifične primjene – škare sa više noževa i različitih oblika itd.)
- c) Povećanje učinka: uvođenje novih vrsta opreme za separaciju i sekundarnu obradu agregata (odnosi se i na fazu pripreme za rušenje i na fazu reciklaže nakon rušenja).

Zahvaljujući napretku tehnike i razvoju materijala, danas postoje komercijalno raspoloživi bageri koji zahvaljujući svojoj težini, snazi i dohvatima mogu obavljati najveći dio svih poslova rušenja u urbanim sredinama, gdje je potrebno rušiti zgrade visine do 15 katova.

Isto tako, postoje i komercijalno raspoloživi strojevi koji u poslovima reciklaže nude učinke potrebne da bi reciklaža postala i komercijalno zanimljiva. Dodatni poticaj u pravcu intenziviranja poslova reciklaže daju i razvijene države u obliku stimuliranja reciklaže kao i dodatnog poreznog opterećenja kod korištenja prirodnih materijala iz ograničenih prirodnih resursa.

Prednosti tehnologije strojnog rušenja

S obzirom na sve navedeno, očito je da za rušenje građevina u urbanim sredinama tehnologija strojnog rušenja danas predstavlja najkvalitetnije i najsigurnije rješenje. Iz mnoštva prednosti koje ova tehnologija ima, ovdje se naglašava slijedeće:

- a) sigurno i učinkovito rušenje, bez vibracija, buke ili prašine (vode ne zavjese)

- b) troškovno vrlo učinkovito i uspoředivo sa ostalim tehnologijama rušenja
- c) s ekološkog aspekta ovo je jedino prihvatljivo rješenje rušenja građevina.

Sigurnosni aspekti rušenja

S obzirom na primjenu strojeva velike snage kao i činjenicu da je zbog starosti ili poremećene stabilnosti građevine uvijek moguće nekontrolirano rušenje pojedinih dijelova građevina, rušenje je vrlo zahtjevan i rizičan posao sa strane sigurnosti. Stoga je problemu sigurnosti radnika i opreme kao i sigurnosti okoline građevine (radi prolaznika i trećih osoba) potrebno prije svakog rušenja posvetiti veliku pozornost.

Odgovorni projektant dužan je problem sigurnosti posebno obraditi u okviru *Projekta uklanjanja* koji je podloga za izdavanje *Dozvole za uklanjanje*. U okviru *Projekta rušenja* daju se osnove tehnologije rušenja, način oslobađanja veza pojedinih elemenata građevine, odabir strojne opreme itd.

Na temelju odobrenog *Projekta uklanjanja* vrši se operativno planiranje svih aktivnosti rušenja u okviru *Plana gradilišta* kojega priprema rukovoditelj gradilišta i u njemu detaljno planira sve elemente potrebne za izvršenje rušenja.

Uz dosljednu primjenu svih propisa i mjera zaštite, te uz točno izvođenje svih aktivnosti rušenja definiranih u *Projektu uklanjanja* i *Planu gradilišta* moguće je jamčiti sigurnost svih sudionika u postupku rušenja građevina.

Utjecaj rušenja na okoliš

Utjecaj rušenja na okoliš može se sagledati kroz:

- a) utjecaje kod izvođenja radova rušenja (rad strojeva: buka, prašina, zagađenje zraka, neplanirani kvarovi na strojevima-gubitak ulja i sl.)

- b) utjecaji kod deponiranja materijala nastalog rušenjem (deponiranje građevinske šute, deponiranje neopasnog tehnološkog otpada, deponiranje opasnog tehnološkog otpada).

Ključni i najvažniji utjecaj rušenja objekata ogleda se kroz problem deponiranja građevinske šute. Odlaganjem građevinske šute na gradske deponije nastaje višestruka šteta za društvo jer se umjesto njenog recikliranja i ponovnog korištenja za potrebe nove izgradnje, za te iste potrebe rabi se novi prirodni materijal iz prirodnih, neobnovljivih izvora. Stoga je širi društveni interes da se sav građevinski šut nastao rušenjem građevina reciklira i na taj način se umanjiti potreba za sirovinama iz prirodnih izvora. Da bi reciklaža građevinske šute bila efikasna i ekonomski isplativa, cijeli postupak je potrebno organizirati na planski i sustavan način, koji će uključivati sve korake procesa:

- (1) priprema građevine (odvajanje i selekcioniranje materijala po vrstama),
- (2) strojno rušenje,
- (3) reciklaža (drobljenje i usitnjavanje, prosijavanje) te
- (4) ponovno korištenje materijala.

Primjer izvedenih radova

Primjena tehnologije strojnog rušenja i uklanjanja građevina može se vidjeti na primjeru zgrade *Borovo-Commercea* u Vukovaru. Građevina je u tijeku rata pretrpila vrlo velika oštećenja tijekom granatiranja i izravnih tenkovskih gađanja. Budući da sanacija građevine nije bila isplativa, *Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva* (MZOPUG) donijelo je odluku o njezinom uklanjanju radi oslobađanja prostora za izgradnju buduće *Gospodarske zone Vukovar*. Konstrukcija građevine je vrlo kvalitetno



Faze rušenja građevine *Borovo-Commerce* u Vukovaru

izvedena, sa armaturom presjeka do 40 mm i betonom marke MB 50 i više. Rušenje je obavljeno u roku 45 dana uz primjenu bagera gusjeničara opremljenih s dugačkim rukama dohvata 24 m i specijalnim hidrauličkim alatima za drobljenje betona i sječenje armature. Za izvršenje rušenja angažirano je ukupno 6 bagera gusjeničara različitih veličina (od najmanjeg težine 15 do najvećeg 65 tona). Za rušenje najviših dijelova zgrade korištena su dva bagera s dugačkim rukama 24 m i jedan s višenamjenskom rukom od 20 m. S obzirom na visinu zgrade od 32 m, za dohvata najviših dijelova izrađena je privremena pristupna rampa u visini od 7 m. Posao izmještanja materijala i pripreme pristupne rampe obavio je veliki bager 65 tona sa žlicom volumena 2,6 m³. Reciklaža materijala je obavljena u dvije faze:

- a) u prvoj fazi obavljeno je grubo izdvajanje armaturnog željeza pomoću specijalnog alata – krešera montiranog na bager *Komatsu PC 450*
- b) u drugoj fazi materijal je recikliran u mobilnom drobilicom postrojenju (*Brown-Lenox 4226 ST*) na veličinu zrna 0-65 mm. Srušeno je i reciklirano ukupno više od 14.000 m³ materijala i prikupljeno više od 600 t otpadnog željeza.

Zaključak

Rušenju i uklanjanju građevina pristupa se zbog sigurnosnih, tehničkih ili ekonomskih razloga, kako bi se oslobodio prostor za novu izgradnju ili prenamjenu prostora. Najsigurnija i najsuvremenija tehnologija je strojno rušenje pomoću bagera gus

jeničara uz primjenu specijalnih hidrauličkih alata posebno razvijenih za rušenje. Zbog neupitnog utjecaja rušenja na okoliš, nužno je poduzeti sve potrebne mjere kako bi se materijal nastao rušenjem na sustavan način prikupio i reciklirao na mjestu nastanka, te ponovno upotrijebio za neke druge namjene kod buduće nove izgradnje. Primjenom reciklaže građevinskog šuta nastalog rušenjem smanjuju se štetni utjecaji rušenja na okoliš, reciklirani materijal se ponovno koristi za novu izgradnju i čuvaju se prirodni resursi za buduće generacije, čime se štite širi društveni interesi.

Mr. sc. Željko Marić, dipl.ing.str.

Marija Sojčić, dipl.ing.građ.

EURCO d.d. za graditeljstvo inženjering