

Ekološki aspekti rušenja građevinskih objekata

mr.sc. Željko Marić, dipl.ing.str., Marija Sočić, dipl.ing.građ.



● Primjena građevinskog stroja u rušenju objekata

Rušenju građevinskih objekata 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 prenamjene ili ga iskoriste za izgradnju novih objekata, čija je vrijednost u pravilu višestruko veća od uklonjenog objekta. 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

U radu se daje kratki opis najznačajnijih svjetskih tehnologija rušenja građevina, s posebnim osvrtom na tehnologiju strojnog rušenja bagerima gusjeničarima i specijalnim hidrauličkim alatima. Ukazano je na ekološki aspekt recikliranja građevinskog otpada, uz kratki osvrt na problem sigurnosti kod rušenja.

hrvatskih gradova). Strojevi i oprema koji se danas u svijetu koriste za rušenje građevinskih objekata doživljavaju vrlo intenzivan razvoj, što se odražava i na primjenjene 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 i ekološki aspekt rušenja od posebnog interesa ne samo za stručnu nego i za širu javnost.

Osnovni pojmovi u rušenju

Rušenje građevinskih objekata je svaki postupak kojim se djelomično ili u cjelosti ruše konstruktivni dijelovi objekta ili objekt u cjelini. Pod pojmom rušenje najčešće podrazumijevamo rušenje cijeloga objekta, neovisno o primjenjenoj tehnologiji.

Uklanjanje je aktivnost koja obuhvaća: (a) zbrinjavanje zaostataka tehnološkog procesa, (b) zbrinjavanje i izmještanje opreme, (c) rušenje, (d) zbrinjavanje iskoristivnog građevinskog otpada, (e) trajno deponiranje neiskoristivnog otpada.

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

a) reciklaža u fazi pripreme objekta 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, bitmeni 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 građevinskih objekata 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, postupke rušenja možemo podijeliti na:

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

Najvažnije tehnologije rušenja

S obzirom da su danas u svijetu dominantne dvije tehnologije rušenja - tehnologija rušenja eksplozivom i tehnologija strojnog rušenja (sa nekoliko najvažnijih izvedenica, npr. drobljenjem i rezanjem), u nastavku se daje njihov kratki opis radi sagledavanje komparativnih prednosti i nedostataka.

Rušenje eksplozivom je najčešće primjenjivo u slučajevima kada se radi o vrlo visokim objektima ili o objektima do kojih je onemogućen pristup strojevima. Zbog toga, ova tehnologija se primjenjuje tamo gdje je to jedini praktično izvodiv način rušenja.

Bitni nedostaci ovog postupka su: a) nakon rušenja objekta, opet je potreban rad građevinskih strojeva, jer samim rušenjem nije završen i postupak uklanjanja. Materijal nastao rušenjem objekta eksplozivom nije pogodan za manipulaciju te ga je potrebno dodatno 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 sa ispunama od amirnog betona)

c) vrlo često nije moguće u potpunosti kontrolirati način na koji će objekt pasti

d) postoji velika opasnost za ljude i druge građevine u blizini od nehotičnog stradavanja

e) u urbanim sredinama ovaj postupak je potpuno neprihvatljiv zbog sigurnosnih razloga

S obzirom na način djelovanja stroja na građevinu, strojno rušenje

na na bager sajlaš)

b) rušenje rezanjem (dijamantne pile u kombinaciji sa bušenjem i dizalicama; ovaj oblik rušenja se danas sve više koristi, najčešće kod djelomičnog rušenja objekata)

c) rušenje drobljenjem (primjenom bagera sa dugačkim rukama i specijalnim hidrauličkim alatima namijenjenim za drobljenje betona i rezanje armaturnog željeza).

Danas se u svijetu tehnologija rušenja sa kuglom gotovo više i ne koristi, iako je sredinom prošlog stoljeća, pored eksploziva, bila najvažnija i najčešće primjenjivanja tehnologija za rušenje. Danas je u svijetu najraširanija 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 (DEMOLITION izvedbe) razlikuju se od ostalih bagera "normalne izvedbe" po cijelom nizu karakteristika koje im omogućavaju efikasan rad u otežanim uvjetima rušenja građevina. Najznačajnije karakteristike koje razlikuju DEMOLITON izvedbe bagera od običnih su slijedeće:

(a) produžene ruke bagera radi većeg dohvata alata za rušenje (20 ili 24 m), pa čak i >50 m (slika 1)

(b) kontrategovi za stabilizaciju stroja kod rada sa dugačkim rukama

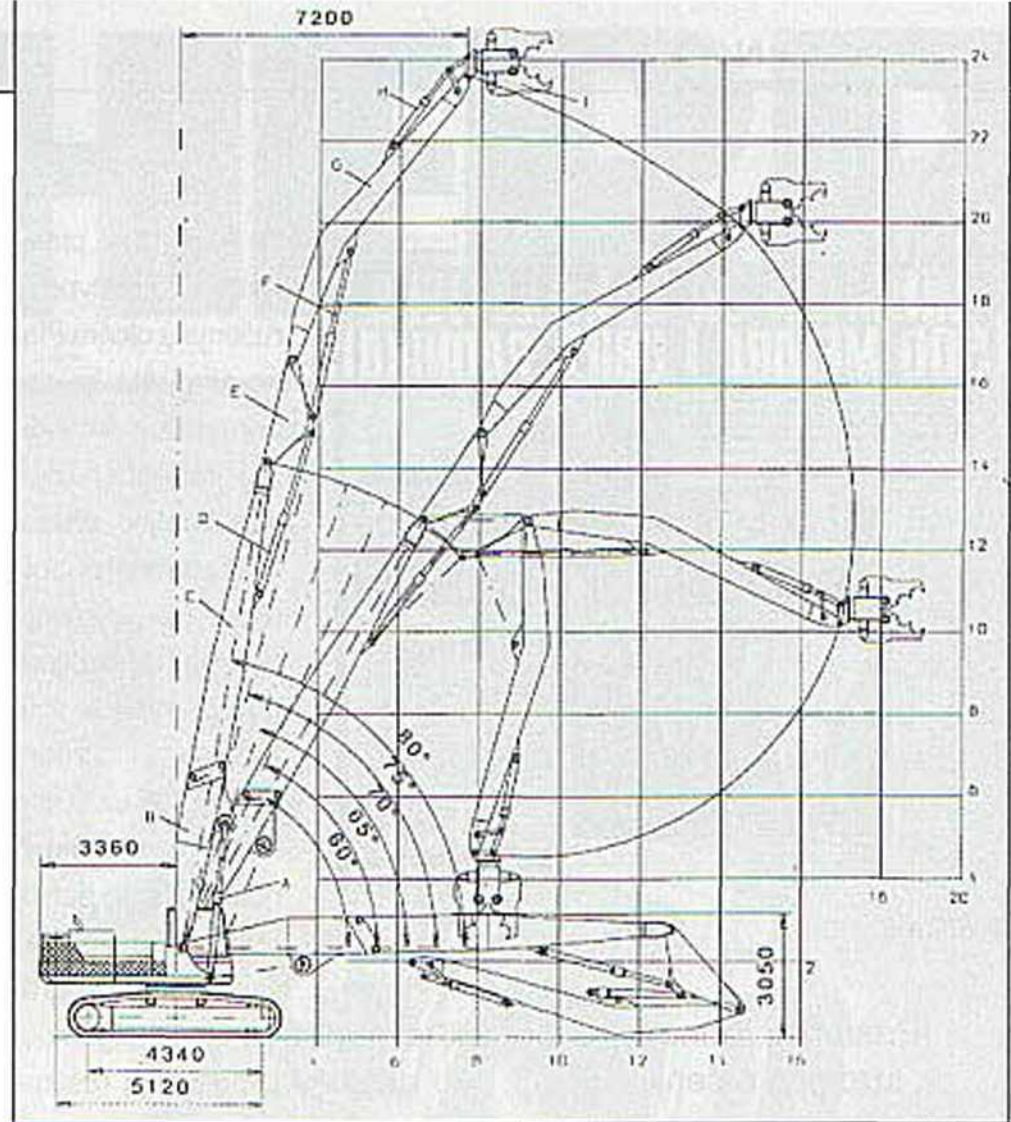
(c) pojačani donji postroj

(d) pojačani protok

a) rušenje udarom (kugla montira-



• Slika 2



• Slika 1, Dijagram rada PC-450 VN

(do 50%) i pojačani tlak u hidrauličkom sustavu (do 350 bar) radi omogućavanja rada sa teškim hidrauličkim alatima (alati od 1,5 do 4.5 tone težine)

(e) proširene i produžene gusjenice bagera (LC izvedba) radi smanjivanja opterećenja (kg/cm²) i povećanja stabilnosti stroja

(f) dodatna zaštite kabine

(g) brze spojke za brzu izmjenu alata za rušenje 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 zažeti slijedećim odrednicama:

a) Povećanje dohvata: razvijanje bagera sa sve dužim rukama, dohvata 50-tak metara i više. (Slika 2)

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 dohvatu 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 korištenje prirodnih materijala iz ograničenih prirodnih resursa.

Kako se ne smije rušiti
Slučajevi koji zorno pokazuju kako se ne smije rušiti uvijek su u središtu pozornosti javnosti jer svaki slučaj neplanskog ili nestručnog rušenja predstavlja veliku opasnost ne samo za imovinu nego i za živote ljudi. (Slika 3)



• Slika 3

Prednosti tehnologije strojnog rušenja

S obzirom na sve navedeno, očito je da za rušenje objekata u urbanim sredinama tehnologija strojnog rušenja danas predstavlja najkvalitetnije i najsigurnije rješenje.

Iz mnoštva prednosti koje ova tehnologija ima, ovdje naglašavam slijedeće:

- a) sigurno i učinkovito rušenje, bez vibracija, buke ili prašine (vodene zavjese)
- b) troškovno vrlo učinkovito i usporedivo sa ostalim tehnologijama rušenja
- c) sa ekološkog aspekta ovo je jedino prihvatljivo rješenje rušenja građevinskih objekata

Sigurnosni aspekti rušenja

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

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 koristi 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 korištenjem sirovina 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 objekta (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. (Slika 4). Objekt je u tijeku rata pretrpio vrlo velika oštećenja tijekom granatiranja i izravnih tenkovskih gađanja. Budući da sanacija objekta nije bila isplativa. Ministarstvo za javne radove, obnovu i graditeljstvo (MJROG) donijelo je odluku o uklanjanju objekta radi oslobađanja prostora za izgradnju buduće Gospodarske zone Vukovar. Konstrukcija objekta je vrlo kvalitetno 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 sa dugačkim rukama dohvata 24 m i specijalnim hidrauličkim alatima za drobljenje betona i sjedenje 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 sa višenamjenskom rukom od 20 m. S obzirom na visinu objekta od 32 m, za dohvat 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 pomo-

ću specijalnog alata - krešera montiranog na bager KOMATSU PC 450 b) u drugoj fazi materijal je recikliran u mobilnom drobilničnom 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 6001 otpadnog željeza.

Rušenju i uklanjanju objekata 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 gusjeničara 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 minimiziraju 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.

Prikazani primjer rušenja u ratu oštećene zgrade Borovo-Commercea u Vukovaru radi stvaranja slobodnog prostora za izgradnju buduće Gospodarske zone Vukovar, demonstrira praktični aspekt filozofije uklanjanja građevinskih objekata.



Slika 4, primjer rušenja objekta Borovo Commerce u Vukovaru