

# Uklanjanje građevina

## RUŠENJE ARMIRANOBETONSKOG DIMNJAKA KOKSARE U BAKRU

### Dimnjak od gradnje do rušenja

Upravo je uspješno srušen sa zemljom armiranobetonski dimnjak koksare u Bakru, posljednji vidljivi ostatak negdašnjega industrijskog kompleksa u pitoresknom zaljevu, koji je ujedno bio i simbolom najvećega i najgorega zagađivanja naših obalnih prostora. Rušenje dimnjaka visokoga 250 m uspješno je u samo 103 radna dana polaganim "grickanjem", s pomoću specijalizirane te prilagođene opreme i mehanizacije, obavila tvrtka *Eurco* d.d. iz Vinkovaca. U toranj je bilo ugrađeno 3300 m<sup>3</sup> armiranog betona, 380 m<sup>3</sup> šamotne opeke, 58,5 t čeličnih konstrukcija i više od 400 t armaturnog željeza. Preostali će dio razgrađenog materijala biti do kraja godine usitnjen uz pomoć posebnoga pokretnoga drobilnog postrojenja i vjerojatno namijenjen daljnjoj uporabi.



Dimnjak prije rušenja

Cijela je priča počela znatno prije. U lijepom i prirodno zaštićenom Bakarskom zaljevu snažna je industrijalizacija započela krajem šezdesetih i početkom sedamdesetih godina prošlog stoljeća. Vladajuća je parola bila

### REMOVAL OF THE REINFORCED-CONCRETE STACK FROM THE BAKAR COKE PLANT

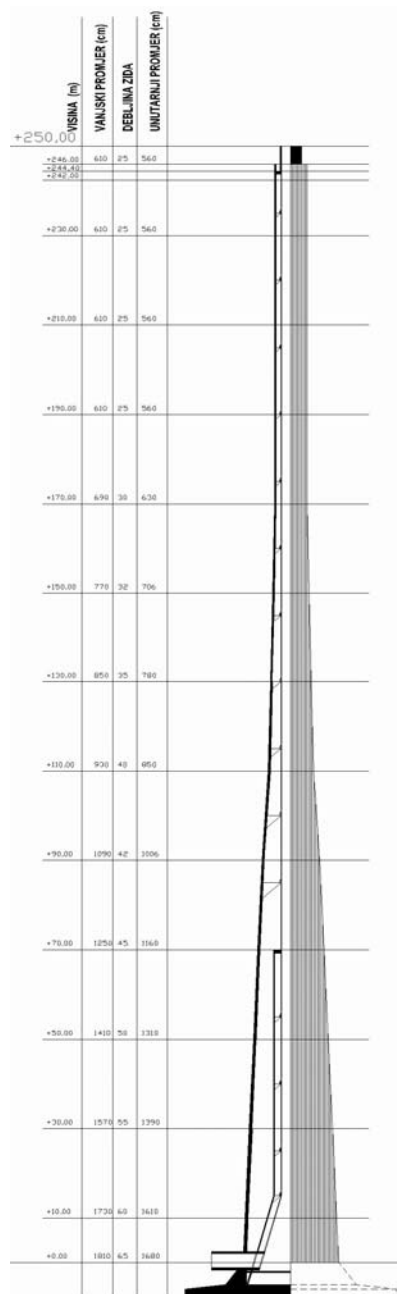
The Bakar coke plant's reinforced-concrete stack, rising to 250 m in height, was built in 1997. In 1994, the government decided to close down the coke plant because of its highly detrimental effect to natural environment. Thus all buildings forming part of this plant have in the meantime been demolished and removed from this locality, the stack now being the only remaining witness to the plant's existence. The stack was demolished by the company *Eurco* d.d. from Vinkovci, which specializes in this type of work. The company used a specially developed methodology and equipment to demolish this structure. In this respect, a special excavator was placed on top of the stack, and it gradually demolished the entire stack by biting off its parts and throwing them into the interior of the stack. Only a special internal lining, rising to 120 m in height, was demolished from the ground by gradual breaking of its segments. In the end, the final 30 meters of this structure were demolished from the ground by a special excavator. The demolition material is separated as appropriate and crushed using a mobile crushing plant, and will be reused. The stack was demolished in 103 working days, i.e. much earlier than expected. It should be noted that the demolition rate was highly dependant on weather conditions, so that the work had to be stopped every time the wind speed was considered unacceptable.

"državni interes", a to je u zaljev i na njegove rubove "uguralo" koksaru, luku i *Inino* postrojenje. Koksara se gradila sredinom sedamdesetih godina, a njezin se golemi dimnjak počeo podizati 1977. Veliku je visinu vjerojatno diktiralo nastojanje da ispušni plinovi što manje naškode okolišu. Dimnjak se gradio gotovo godinu dana, gradila ga je *Vatrostalna* iz Zenice, odnosno njezin beogradski pogon ili *OOOR* kako se to tada zvalo.

Koksara je počela s radom 1978. i u 16 je godina rada prerađeno 16 milijuna tona ugljena, 440 tisuća tona koksno katrana i 5 milijuna prostornih metara koksno plina. No kako je političkom voljom u Bakarskom zaljevu instalirana koksara, isto je tako političkom odlukom i uklonjena. Najprije je početkom rujna 1994. Vlada donijela odluku o hitnom izdvajanju tvrtke *Koksar* iz *Željezare Sisak*, s tim da sve nepodmirene obveze, troškove demontaže i sanacije terena preuzme državni proračun. Koksara, u kojoj je bilo zaposleno

570 radnika, prestala je s proizvodnjom 26. rujna 1994. Danas svi ističu da je gradnja koksare na nasutom terenu uz morsku obalu bila zaista katastrofalna odluka, ali se isto tako obično ne propušta istaknuti da je njezinim zatvaranjem riječka luka izgubila 2 milijuna tona prometa.

U međuvremenu je *Koksar* d.o.o. preuzeo obvezu razgradnje svih građevina bivše koksare. Srušeno je desetak zgrada visokih i do 40 metara, a prostor negdašnjega tvorničkog kruga gotovo je potpuno izravnano. Čak su se i okolni pokosi zazelenjeli. Dugo je vremena odolijevao jedino osamljeni i zloslutni dimnjak kojega je hitno uklanjanje bio uvjet da bi se uklonile moguće prijetnje dolasku neke nove industrije. U međuvremenu se naime govorilo da će se dimnjak pokušati iskoristiti kao spalionica otpada, ponajprije za spaljivanje tla zagađenog koksno katranom. To je izazvalo ogorčenje i proteste okolnog stanovništva za koje je ta visoka i ne baš lijepa građevina bila i ostala simbolom svih nevolja koje su pre-



Presjek stijenki dimnjaka

živjeli u proteklih nekoliko desetljeća. Bilo je i drugih ideja, poput onih da dimnjak bude sušionicom pršuta ili da posluži za tzv. "base jumping" (skakanje padobranom s visoke građevine), što je i iskušano prije nekoliko godina. Predlagalo se također da vrh dimnjaka posluži kao vidikovac s restoranom ili da bude okosnica budućega bakarskoga zabavnog parka.

Sve je to dakako bilo neizvedivo jer je bakarski dimnjak bio građen namjenski, isključivo za proizvodnju koksa, i bilo bi ga vrlo teško rabiti za neke druge namjene. Uostalom vijek trajanja takvih građevina i nije dulji od 50 godina, a čini se da ni gradnja nije bila baš najsolidnija. Ako bi se zanemarila činjenica da je bio sastavni dio proizvodnje koja je izrazito agresivna prema okolišu, njegovo bi održavanje stajalo mnogo novca. U međuvremenu je korozija znatno oštetila njegovu unutrašnjost, a otpao je i dio željezne zaštite te stuba na vanjskom plaštu.

### Projekt uklanjanja

Početkom 2005. raspisan je natječaj za uklanjanje dimnjaka, a potreban je novac osiguralo Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva. Na natječaju je kao najpovoljniji prihvaćen projekt tvrtke *Eurco* iz Vinkovaca, našega najrenomiranijega i najopremljenijega dioničkog društva za razgradnju i uklanjanje starih i oštećenih građevina te saniranje zagađenih površina. Iako se slične visoke građevine u svijetu ruše eksplozivom, to u ovom slučaju nije dolazilo u obzir zbog blizine rafinerije, infras-



Dimnjak s ugladenim čeličnim tornjem

strukture, naselja i mora. Osim toga takvo rušenje uzrokuje goleme oblake prašine i dinamička opterećenja na temeljno tlo koja mogu uzrokovati određena pomicanja. Stoga je odabrana tehnologija strojnog uklanjanja s posebnom opremom prilagođenom rušenju armiranobetonskih konstrukcija i izrazito visokih građevina koja je prvi put primijenjena u Hrvatskoj. U Europi se takva tehnolo-



Podizanje radne platforme na vrh dimnjaka

logija, posebno u Njemačkoj, primjenjuje posljednjih desetak godina, a valja reći da se u svijetu tek 1 posto građevina uklanja uz pomoć eksploziva, iako su takva rušenja atraktivna za medije pa se čini da ih ima mnogo više. Sva ostala rušenja obavlja posebno osposobljeno osoblje sa specijaliziranom opremom. Današnje su metode znatno brže, sigurnije i jeftinije, čemu su pridonijeli propisi vezani uz okoliš i zaštitu na radu, ali i razvoj tehnologije. Negdašnju dizalicu, kuglu za rušenje i utovarivač zamijenili su hidraulični bageri sa specijaliziranim hidrauličnim ala-

njer bila je Virna Mattias, dipl. ing. građ.

Cijena je radova iznosila 9,4 milijuna kuna (bez PDV-a), a posao je zaključen na rok od 240 dana, u što su uračunani pripremni radovi, uklanjanje te recikliranje i odvoz srušenoga materijala.

Projekt i razgradnja prilagođeni su značajkama dimnjaka koji se sastojao od tri cijevi - vanjskoga armiranobetonskog omotača, unutrašnjega armiranobetonskog omotača (samo od dna do 70 m visine) i omotača od šamotne opeke koji je štutio armira-

je promjer tog dijela bio građen od opeke, a odgovarao je unutrašnjem promjeru prethodnog dijela – 5,6 m.

U pripremama za uklanjanje uz dimnjak je montiran poseban toranj s rešetkastim čeličnim prostornim nosačima, koji je sidren u vanjski plašt dimnjaka na svakih 9 m, zajedno s radnom platformom. Ta je platforma, široka 7,5 m, služila za vertikalni prijevoz radnika, rešetkastih elemenata tornja te prijenos manjih tereta. Brzina podizanja platforme bila je 7 m u minuti, što znači da je za dolazak na vrh dimnjaka trebalo približno 35 minuta.

### Faze rušenja

Cijeli je posao podijeljen u četiri faze. U prvoj je fazi dimnjak "grickanjem" srušen do 120 m, u drugoj je sa zemlje pažljivo razgrađena unutarnja armiranobetonska obloga visoka 70 m, u trećoj je "grickanjem" s vrha dimnjak skraćen do 30 m visine, a u posljednjoj je, četvrtoj fazi, preostalih 30 m tornja srušeno sa zemlje.

U prvoj je fazi najprije s radne platforme hidrauličnim škarama uklonjena kruna dimnjaka zidana opekom. Opeka je urušena u sredinu dimnjaka, a na taj je način zapravo srušen cijeli dimnjak (s izuzetkom posljednjeg dijela), pa je izbjegnuto podizanje prašine te povećana sigurnost rušenja i djelatnika. Radnici na vrhu bili su u stalnoj vezi s radnicima koji su na dnu zdrobljeni i odrezani materijal iznosili iz podnožja dimnjaka u trenucima kada bi prestajali radovi na vrhu.

Nakon rušenja krune na vrhu dimnjaka su montirane dvije dizalice. Jedna je služila za prijenos opreme po vrhu dimnjaka, a uz pomoć druge je u dijelovima s vanjske strane podignut bager s hidrauličnim postoljem i nogama te montiran na vrhu dimnjaka. Potom je montirana zaštitna radna skela oko plašta dimnjaka koja je poslužila kretanju strojara



Podizanje bagera na vrh

tima, kao što su škare, čekići, krešeri (čeljusti za lomljenje) i sl. Ujedno je pri svim segmentima rušenja značajna primjena računalne tehnologije. Stručnjaci iz *Eurca* ovaj su zahtjevan posao shvatili i kao stručni izazov jer se slični poslovi ipak rijetko rade. Projekt rušenja izradila je Marija Sojčić, dipl. ing. građ., a suradnik je bio Andreas Stanić, dipl. ing. građ. Voditelj poslova razgradnje bio je Ivan Milidrag, dipl. ing. stroj., a na gradilištu (bolje rečeno rušilištu) bilo je, ovisno o vrsti poslova, prosječno dvadesetak radnika. Nadzor je obavljala tvrtka *Rijekaprojekt inženjering* d.o.o., a nadzorni inžer-

nobetonsku konstrukciju od temperature i utjecaja štetnih plinova. Valja istaknuti da su od dna do vrha značajno smanjivani i promjer i debljine stijenki dimnjaka. Promjer je na razini tla bio 18,1 m, a zid je bio debljine 0,65 m. S visinom su padali i promjer i debljina zida, pa je na 70 m visine (gdje prestaje unutrašnji armiranobetonski zid) promjer bio 12,5 m, a širina zida 0,45 m. S rastom su se te veličine i dalje smanjivale, da bi na visini od 190 m do vrha bile 6,1 m (vanjski promjer) i 0,25 m (debljina zida). Valja reći da su posljednja 4 metra dimnjaka služila za prihvat glave dimnjaka i da





Rušenje na vrhu dimnjaka

i daljinskom upravljanju bagerom i njegovim alatima te pomoćnim radnicima koji su rezali armaturu i u unutrašnjost dimnjaka ubacivali preostali materijal.

Kako se slobodnim padom rušio vanjski armiranobetonski omotač dimnjaka, tako se vrlo brzo urušio i unutrašnji omotač od šamotne opeke koji je metalnim konzolama na svakih 15 m bio pridržan uz betonski

plašt. Tako je vrlo brzo srušeno svih 380 m<sup>3</sup> opeke i izvučeno kroz otvor u podnožju.

U drugoj se fazi rušio unutarnji armiranobetonski plašt dimnjaka. Za to je bilo potrebno proširiti postojeći otvor u vanjskome omotaču i otvoriti još dva. Potom su u unutrašnjem plaštu također otvorene rupe koje su se sukcesivno proširivale u skladu s očekivanim smjerom urušavanja. Ba-



Rušenje ostataka dimnjaka s tla

ger je svojom alatkom drobio unutrašnji plašt, a da pritom ni u jednom slučaju njegova kabina nije bila u unutrašnjosti dimnjaka. Bager je najprije proširivao prve dvije rupe, a potom se preseljavao na treću stranu, suprotnu od smjera rušenja, gdje i najmanja sila bila dovoljna za urušavanje tog dijela dimnjaka. Pritom se unutrašnji plašt oslanjao o vanjski i to je omogućavalo priželjkivani smjer rušenja. Nakon rušenja unutrašnjeg plašta obavljalo se izvlačenje betonskih ostataka i armature i unutrašnjost je dimnjaka poravnana s kotom okolnog terena.

Zatim se bager na vrhu zamijenio s novim i jačim jer je vanjski promjer od 9 m bio prevelik za dohvata nogu prvog bagera. Bageri su zamijenjeni kroz dimnjak, a podizani su i spuštani uz pomoć čelične grede, koloturika i čeličnog užeta. Pošto je bager, koji je također imao hidraulično postrojenje sa šest nogu, podignut na visinu od 120 m, uklonjena je zaštitna radna skela te nastavljeno s rušenjem do kote od 30 m.

Tada je bager zajedno s hidrauličnim postoljem i nogama teleskopskom autodizalicom nosivosti 180 t skinut s vrha dimnjaka. Daljnje je rušenje izvedeno sa zemlje bagerom gusjeničarom teškim 45 t, s rukom dohvata od 24 m. Prije početka te faze rušenja od srušenog je materijala pripremljena posebna rampa.

Dimnjak se počeo rušiti 12. svibnja, a srušen je 10. studenoga 2005. Brzina rušenja ovisila je i o vremenskim uvjetima jer su se radovi na vrhu dimnjaka prekidali uvijek kada bi brzina vjetra dostizala 8 m u sekundi pri tlu. Predstavnici izvođača nisu krili svoje zadovoljstvo što je unatoč složenosti sve obavljeno u skladu s projektom i bez ijednog sigurnosnog problema. Računaju da će svi poslovi uklanjanja dimnjaka biti završeni do kraja 2005.

Početku i kraju rušenja dimnjaka bivše koksare u Bakru bili su nazoč-

ni brojni novinari i političari. Najmanje je bilo samih Bakrana koji su svojim organiziranim i spontanim protestima i potaknuli brže rušenje dimnjaka. Nisu doduše imali ništa posebno ni vidjeti, osobito u početku kada su tek oni koji su bili opremljeni dalekozorima mogli uočiti početak radova na 250 m visokoj armirano-betonskoj grdosiji.

Rušenje dimnjaka samo je još jedna faza u saniranju okolnog tla i podmorja za koje je također utvrđeno da je zagađeno. Razmontirat će se podvodni tunel i od uljnog onečišćenja sanirati podmorje i tlo od koksnog katrana u bivšem kemijskom postrojenju. Za to će u sljedeće tri godine Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost izdvojiti 18 milijuna kuna, iako će to vjerojatno stajati mnogo više. No računa se da će, kao i sada, određena financijska sredstva dati i državni proračun, ponajprije Ministarstvo gospodarstva, te se vjeruje da bi konačna razgradnja koksare



Razgradnja posljednjih ostataka dimnjaka

bila dovršena do kraja 2008. odnosno tijekom 2009. Taj bi rok svakako trebalo poštovati kako se ne bi dogodio jedan neobičan apsurd, na koji je duhovito upozorio predsjednik Re

publike Stjepan Mesić prigodom prošlogodišnje posjete Bakru, da razgradnja traje onoliko koliko je koksara i radila!

Branko Nadilo, Marija Sojčić