

doi: 10.67563/ASESCONF2026015F

Božidar S. Furundžić¹

HALL DEMOLITION SUPERVISION: CASE STUDY OF PSC CONVERTER HALL IN BOR

Summary: Reconstruction of a metallurgical facility, in order to expand its production capacity, sometimes requires strengthening, demolition, and construction of steel and/or reinforced concrete structures. Demolition of a structure is a risky job, which requires a lot of experience. Chinese company "ZiJin" has started the reconstruction of the Smelter and Refinery in Bor. In this paper, after reviewing the demolition design as preparatory work, expert supervision of the strengthening, demolition, and removal of the converter hall in the Smelter complex is presented. The design aspects of the demolition are considered, the demolition methodology is briefly described and photographs taken on the construction site are given. Expert supervision on the industrial hall Demolition works confirms the importance of knowing the particulars of building structures.

Keywords: hall, steel construction, strengthening, demolition, dismantling, supervision, Bor

NADZOR NAD RUŠENJEM ČELIČNE HALE: SLUČAJ HALE KONVERTORA I RAFINACIJE TOPIONICE U BORU

Rezime: Rekonstrukcija objekta metalurgije, radi proširenja proizvodnog kapaciteta, nekad zahteva ojačanje, rušenje i građenje čelične i/ili armirano-betonske konstrukcije. Rušenje konstrukcije je rizičan posao, koji zahteva dosta iskustva. Kinesko preduzeće "Ciđin" (ZiJin) otpočelo je rekonstrukciju Topionice i Rafinacije u Boru. U ovom radu, posle osvrta na projekat rušenja kao pripremni rad, prikazan je stručni nadzor nad ojačanjem, rušenjem i uklanjanjem hale konvertora u kompleksu Topionice u Boru. Razmotreni su konstruktorski aspekti rušenja, sažeto je opisana metodologija rušenja i date su fotografije snimljene na gradilištu. Stručni nadzor nad rušenjem industrijskih objekata potvrđuje značaj poznavanja specifičnosti građevinskih konstrukcija.

Ključne reči: hala, čelična konstrukcija, ojačanje, rušenje, demontaža, stručni nadzor, Bor

¹ CPM Consulting doo, Beograd, Srbija, bfurundzic@gmail.com

1. UVOD

Faza rušenja objekta je važna faza u njegovom ukupnom životnom ciklusu. Da bi se poboljšala ekološka održivost, važno je da se rušenje može izvršiti efikasno i bezbedno, tako da se maksimalna količina građevinskog materijala može reciklirati.

Rušenje je najopasnija građevinska operacija. Izvodi se na konstrukciji koja je oslabljena ili kao deo tekuće operacije ili kao rezultat prirodnih sila (oluja, poplava), požara, eksplozija ili dugotrajnog habanja. Opasnosti tokom rušenja su padovi, zaglavljivanje ili zakopavanje u materijal koji pada ili nenamerno urušavanje konstrukcije, buka, vibracije, prašina. Pored toga, radnici mogu biti izloženi opasnim gasovima, hemikalijama i biološkim agensima.

Jedan od najvećih izazova je planiranje, organizovanje i izvođenje radova na takav način da se nijedan deo konstrukcije ne može neočekivano urušiti. U ovom radu se razmatraju tipični problemi pri rušenju, i predstavljaju se mere prevencije i kontrole u toku izvođenja radova na rušenju industrijskih objekata.

2. PLANIRANJE RADOVA NA RUŠENJU

Radove na rušenju treba pažljivo isplanirati pre početka radova kako bi se mogli bezbedno obaviti. Planiranje uključuje identifikaciju opasnosti, procenu rizika i određivanje odgovarajućih kontrolnih mera uz konsultacije sa svim relevantnim učesnicima uključenim u posao, uključujući glavnog izvođača radova, izvođača radova na rušenju, građevinske inženjere i rukovaoce na mašinama koje se koriste u toku izvođenja radova.

3. OPASNOSTI I RIZICI STABILNOSTI KONSTRUKCIJE

Projektanti moraju da obezbede, u meri u kojoj je to razumno izvodljivo, da je rušenje građevinske konstrukcije projektovano bez rizika po zdravlje i bezbednost ljudi, u vezi sa pravilnim rušenjem i odlaganjem materijala od rušenja objekta.

Završena konstrukcija može izdržati mnogo veća opterećenja (npr. vetar i druga pokretna opterećenja) nego kada je konstrukcija u fazi rušenja. Imajući ovo na umu, neophodno je da projektant pruži uputstva rušiocu o tome kako će konstrukcija moći da ostane u stabilnom stanju dok je u fazi rušenja i demontaže.

Projektanti koji razvijaju specifikacije rušenja ili procedure za rušenje konstrukcije treba da razmotre moguće dostupne metode rada i povezane rizike po zdravlje i bezbednost radnika. Projektanti bi tada trebalo da uzmu u obzir predloženi metod rušenja i dostupne kontrolne mere prilikom izrade bilo kakve konačne projektne dokumentacije za rušenje objekta.

Ako projektna dokumentacija nije dostupna, ili postoji zabrinutost da je konstrukcija oštećena ili oslabljena (npr. požarom ili propadanjem), onda kompetentna osoba (po pravilu građevinski inženjer) treba da sprovede inženjersko istraživanje i dostavi svoj izveštaj o inženjerskom istraživanju.

Pri razmatranju rizika od rušenja treba uzeti u obzir posebno sledeće stavke projekta rušenja:

- stabilnost i konstruktivni integritet konstrukcije u svim fazama rušenja, uključujući sastavljene sklopne delove, pojedinačne komponente, kao i završene postavljene nove spregove, i po potrebi druge nove konstruktivne elemente, sklopove
- najveća dozvoljena brzina vetra za delimično porušene objekte/ sklopove
- efekat predloženog redosleda rušenja na stabilnost prostorne konstrukcije
- zahtevi stabilnosti za sve komponente konstrukcije, pošto se ona naizmenično ruši prema zahtevima građevinskog inženjera
- blizina susednih objekata, kanala, jama, cevi, i sličnih pozicija od interesa za rušenje
- procena stručnih lica u vezi opterećenja u svim fazama rušenja
- obezbeđivanje jasnih uputstava za privremeno učvršćivanje sklopova konstrukcije

- postrojenje koje se koristi za radove, uključujući veličinu, tip, položaj i pokrivenost predloženih mašina za rušenje, treba da bude naznačeno na planu lokacije. Lokacije sa jasno naznačenim mestima istovara i skladišta treba da budu prikazane u odgovarajućoj razmeri
- potreba da se obezbedi da je tlo zbijeno u skladu sa projektovanim specifikacijama kako bi se omogućilo bezbedno pomeranje i korišćenje mašina za rušenje
- predložene metode za rukovanje teškim, glomaznim ili opasnim komponentama
- potrebe za posebnim aranžmanima za podizanje velikih tereta treba da budu detaljno opisane na crtežima konstruktivnih elemenata kako bi se olakšalo bezbedno podizanje
- rukovanje, podizanje, skladištenje, slaganje i transport komponenti, u zavisnosti od njihove veličine, oblika i težine
- obezbeđivanje bezbednog pristupa i bezbednih radnih površina.²

4. INŽENJERSKI ASPEKTI RADOVA NA RUŠENJU

Neka od pitanja koja treba uzeti u obzir prilikom preduzimanja inženjerske analize kada su u pitanju radovi na rušenju i uklanjanju objekata uključuju:

- razmatranje Projekta izvedenog stanja objekta koji se ruši (ako je dostupan)
- identifikacija tipa konstruktivnog sistema objekta koji je predmet rušenja i uklanjanja
- vršenje pretrage za inženjerskim detaljima koji specificiraju veličinu, vrstu i konfiguraciju armature i čvrstoću materijala (ako su dostupni) i proučavanje dokumenata na koje se poziva
- procena trenutne nosivosti konstrukcije, uzimajući u obzir:
 - zahtevane čvrstoće relevantnih konstruktivno tehničkih standarda aktuelnih u vreme izgradnje i zahteve za čvrstoćom i opterećenja, kao i uslove koji su aktuelni u fazi rušenja objekta
 - degradacija originalnih svojstava korišćenih materijala usled vremena, vremenskih uslova, habanja ili drugih štetnih uzroka, i
 - kapacitet prostorne konstrukcije kao celine i pojedinačnih elemenata da izdrže predviđena opterećenja bez:
 - prevremenog kolapsa bilo kog elementa; ili
 - deformisanje do mere koja će dovesti do statičke nestabilnosti samog elementa ili grupe povezanih elemenata i sklopova
- procena bilo kakvog gubitka čvrstoće konstrukcije koji je rezultat bilo kakvih primenjenih destruktivnih metoda ispitivanja na licu mesta
- identifikacija i lokacija podnih prodora da bi se olakšala konstrukcija ili strukturalne nepravilnosti
- procenjivanje da li se predložene metode i redosled rušenja mogu izvršiti bez izazivanja nepredviđenog urušavanja celine i/ili dela konstrukcije, i
- identifikaciju svih drugih detalja konstrukcije u pogledu čvrstoće, stabilnosti, nosivosti konstrukcije ili sadržaja koji će uticati na izbor metoda/ procedure rušenja²

5. STUDIJA SLUČAJA: HALA KONVERTORA I RAFINACIJE TOPIONICE U BORU

Dana 19.04.2022. je u topionici kompanije Serbia Zijin Copper u Boru zaustavljena proizvodnja i ispraznjena fleš-peć čime je počeo peto-mesečni remont (maj – septembar 2022) metalurških agregata u tom postrojenju, kao deo tehničke rekonstrukcije i izgradnje novih konvertora, anodnih peći, livne mašine i drugih delova postrojenja topionice sa rafinacijom, čiji je cilj da se stari topionički sistemi i podsistemi povežu sa novim.

² Code of practice – Demolition Work, July 2012

Potvrđena su predviđanja da do 2025, proizvodni godišnji kapacitet je prestigao projektovanih 200.000 tona katodnog bakra i 5 tona zlata godišnje.

Rušenje i uklanjanje objekta Konvertorske hale i rafinacije i njenih delova kao i drugih topioničarskih objekata u okviru kompleksa topionice u Boru ima za cilj povećanje proizvodnih kapaciteta topionice, pa je trenutna tehnička rekonstrukcija obuhvatila zamenu zastarele opreme i unapređenje mera zaštite životne sredine. Projekat tehničke rekonstrukcije obuhvata rekonstrukciju svih metalo prerađivačkih i pomoćnih objekata unutar kompleksa topionice sa ciljem povećanja kapaciteta prerade rude bakra, a rušenje sa uklanjanjem dotrajalih konstrukcija je prvi korak ka tom cilju.

Rušenje Hale konvertora deo je projekta novih investicionih ulaganja i izgradnje novih pogona čiji je cilj rekonstrukcija postojeće Topionice u Boru i povećanje kapaciteta postojeće fleš-smelting tehnologije koja odgovara na sve zahteve očuvanja zdrave sredine, uštede energije, dobijanja bakra i zlata boljeg kvaliteta, kompleksnijeg iskorišćenja sirovina kao i ostarivanja visokih tehnno-ekonomskih pokazatelja u proizvodnji bakra.

Ovakva brownfield investicija ima povoljan uticaj na životnu sredinu u kojoj se nalazi postrojenje, jer smanjuje emisiju gasova, poboljšava kvalitet vazduha i vode u Boru i okolnim mestima.

5.1. METODOLOGIJA RUŠENJA

5.1.1. Predmet radova rušenja

Predmet radova na projektu rušenja Konvertorske hale u okviru topionice sa rafinacijom (TiR) predstavljaju aktivnosti na planiranju, pripremi i realizaciji radova na kompletnom uklanjanju stare Konvertorske hale u 2 faze. Objekat Konvertorska hala je izveden kao dvobrodna. Hala je u osnovi dimenzija 40,30m x 80,50m. Konstrukcija hale je čelična sa rešetkastim stubovima i oslonjena na armirano-betonske temelje samce. U radove na uklanjanju ušlo je rušenje svih delova predmetnog objekta uključujući: uklanjanje opreme i instalacija, rušenje celicne hale i rušenje armirano-betonske temeljne konstrukcije objekta.

5.1.2. Aktivnosti na planiranju

U aktivnosti vezane za planiranje samog posla ušlo je upoznavanje sa funkcijom pojedinih instalacija i opreme koja se nalazi unutar objekta Hale konvertora i rafinacije. Zbog neposredne opasnosti prilikom uklanjanja bilo je bitno definisati pravila i redosled uklanjanja opreme i instalacija.

Planom je bila obuhvaćena kompletna procedura rušenja sa redosledom demontaže opreme i redosledom rušenja konstruktivnih elemenata čelične prostorne konstrukcije. Redosled rušenja je bio definisan na osnovu dispozicije noseće konstrukcije, položaja opreme i instalacione infrastrukture, i dispozicijom samog objekta kao i položajem u odnosu na susedne objekte, veličinom fronta rada, usvojenim rasporedom deponija srušenog materijala i mera bezbednosti u samom kompleksu i u okolini gradilišta.

5.1.3. Privremeni radovi i ojačanje postojeće konstrukcije

Pre prijave početka izvođenja radova na uklanjanju opreme i rušenju obavezno je isključivanje svih postojećih elektro instalacija, vodovodne, kanalizacione, toplovodne, tehnološke i gasne mreže. Potrebno je proveriti da li su svi cevovodi isključeni sa izvora komunalnih i procesnih fluida.

U okviru organizacije gradilišta bilo je potrebno formirati šemu organizacije gradilišta sa prikazom lokacija za kancelarije (kontejnerskog tipa) za učesnike na projektu, prostorije za smeštaj radnika i alata koje izvođač koristi prilikom izvođenja radova i lokaciju ostalih pomoćnih

prostorija. Definisane su lokacije na gradilištu gde će se deponovati i klasifikovati porušen material u toku izvođenja radova.

Pre početka izvođenja radova bilo je potrebno proveriti postojanje šahtova ili rovova koji mogu uticati na bezbednost tokom izvođenja radova. U slučaju postojanja nebezbedenih šahti, rovova i ostalih prepreka neophodno ih je obeležiti i obezbediti.

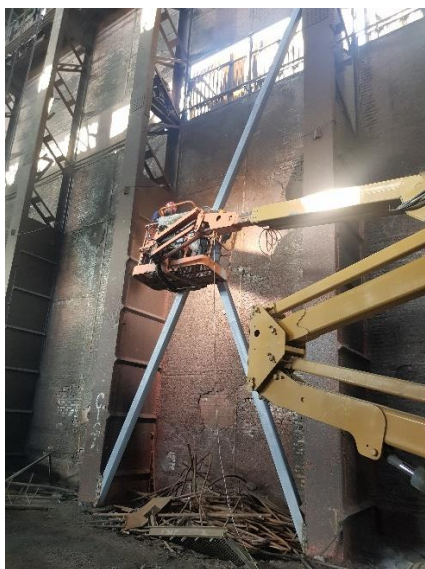
Za konstrukciju koja je planirana da ostane nakon rušenja u neposrednoj blizini, pre početka izvođenja radova na rušenju, bilo je predviđeno ukrućenje korišćenjem horizontalnih i vertikalnih spregova za ukrućenje konstrukcije (X spregovi unakrsne dijagonale od HOP zatvorenih profila koji se zavaruju za stubove pomoću čvornih limova ili direktno).

Unakrsni X spregovi koji su stavljeni u podužnom pravcu hale prikazani su na slici br. 1 i 2 i oni se sastoje od kutijastih HOP profila dimenzija 160x160x5mm i ovim spregovima se omogućava dodatna stabilnost dela hale koji se ruši u fazi 2. Stabilnost preostale ojačane prostorne konstrukcije se proverava numerički na dejstva vetra i seizmike prema EC standardima.

Za X dijagonale, spregove koji dodatno ukrućuju preostalu konstrukciju hale, osnovni material je celik S235JRG2, svi sučeoni zavareni spojevi su 100% zavareni, ugaoni šavovi max $a_s=0.7x_{tmin}$, minimalna debljina šava je 4mm, kvalitet šavova je nivo kvaliteta C.

Izvođenjem radova prema projektu rušenja gde su prvo postavljeni spregovi za ukrućenje preostalog dela konvertorske hale (faza 2) i neposrednom primenom metodologije rušenja objašnjenim u sledećim poglavljima, postignut je zadatak da se u obe faze sruši i očisti – odnese na reciklažu preko 3780 tona čelika prostorne konstrukcije konvertorske hale sa rashladnim komorama i konvertorima.

U praksi se pokazalo da je povećan stepen sigurnosti u radu operatera unutar preostalih sklopova hale i svih učesnika rušenja hale, ako se poveća broj spregova za ukrućenje u odnosu na numerički dobijen, tako da je numerički dokazan neophodan broj spregova uvećan za 20% zbog mogućnosti incidenata npr. udara mehanizacije u pojedine glavne rešetkaste stubove hale.



Slika 1: Ojačanje postojećeg objekta Hale konvertora sa rafinacijom – rad iz lifta



Slika 2: Ojačanje postojećeg objekta Hale konvertora sa rafinacijom – zavarivanje kutijastih profila

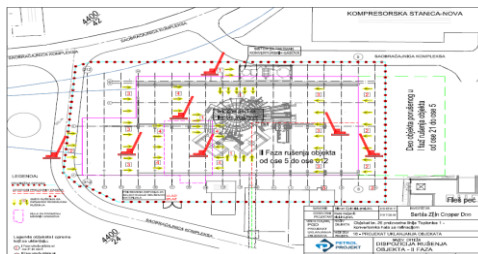
5.1.4. Obim izvođenja radova

Obim radova obuhvatao je rušenje Konvertorske hale i rafinacije sa svom tehnološkom opremom i postojećom infrastrukturom. Objekat je izveden kao dvobrodna hala dimenzija 40,30m x 80,50m. Rušenje je podeljeno u 2 faze:

- u I fazi se uklanja deo objekta Hale konvertora sa rafinacijom, od ose 21 do ose 5 (Slika 3);
- u II fazi se uklanja preostali deo objekta Hale konvertora sa rafinacijom, od ose 5 do ose 012 (Slika 4);



Slika 3: Grafički prikaz I faze



Slika 4: Grafički prikaz II faze

5.1.5. Realizacija radova

Pripremni radovi podrazumevaju fizičko isključenje svih instalacija koje dolaze do objekta bez obzira na to da li je instalacija u funkciji ili ne. Isključenje instalacija vrši se prema klauzulama iz pravilnika BZR i PPZ.

Prilikom izvođenja radova koriste se tehnike sečenja profila i obaranje čeličnih sklopova moćnim bagerima (vezuju se sajle za venac bagera), sečenje hidrauličkim makazama, sečenje gorionicima i spuštanje sklopova autodizalicama. Kod nestabilnih i opasnih-nebezbednih platformi i slično koriste se samohodni AB liftovi ili telehendleri, i sečenje iz korpe. Bageri sa dugim granama i dohvatom od 30m su ključne mašine pri rušenju.

5.1.6. Ljudski resursi

Prilikom rušenja od ljudskih resursa angažuju se:

- inženjeri građevine,
- rukovaoci bagerima (posebno sa dugim rukama – strelom),
- dizaličari,
- sekači gorionicima (autogeno plameno sečenje brenerima).

5.1.7. Odabir metodologije

Prilikom odabira metodologije rušenja Hale konvertora i rafinacije vodilo se računa o tome da se odabere takva metodologija rada koja smanjuje ili potpuno isključuje visoko rizične operacije, kao što su rad radnika na visini, rad sa otvorenim plamenom i slično. Tehnologija sečenja brenerom (gasno-plameno sečenje) i spuštanje pojedinih isečenih delova pomoću autodizalice je dugotrajan proces, koji pored autodizalice za spuštanje isečenih delova zahteva i obezbeđenje uslova za rad na visini za radnike koji seku. Ovaj način rušenja je bio predviđen za rušenje rizičnih pozicija gde se samo na ovaj način može obezbediti sigurnost i preciznost radova. Po pravilu brzina rušenja je uslovljena brzinom rada sekača, najviše na visini, koji su usko grlo radova na rušenju.

Gde god je bilo moguće, odabrana optimalna metodologija rada je bila sečenje opreme i konstrukcije hidrauličnim makazama na bageru guseničaru sa radnom strelom potrebnog dohvata, sa spuštanjem isečenih delova na tlo. Rad radnika svodio se u ovom slučaju na isključenje i demontažu opreme i instalacija. Nakon demontaže opreme i instalacija na objektima,

počelo se sa mašinskim rušenjem objekta. Ove radove radnici su mogli izvoditi sa postojećih radnih platformi, nakon kojih angažovanje radnika prestaje i pristupa se mašinskom rušenju.

Bilo je predviđeno korišćenje bagera guseničara sa radnom strelom vertikalnog dohvata više od 25m pomoću koje bager nosi hidraulične makaze za sečenje i ostale uređaje.

5.2. PLAN DEMONTAŽE I RUŠENJA

Prvo se uklanjaju najpristupačniji delovi objekta, cevovodi i infrastruktura koja povezuje halu sa susednim objektima. Instalirana oprema u objektu se uklanja u prvim fazama rušenja da bi se oslobodio prostor za naredne etape rušenja. Ovakav redosled rušenja obezbeđuje prvo rušenje delova objekata manjih gabarita i njihovim uklanjanjem omogućava bolju radnu poziciju mašina za rušenje i mašina za utovar prilikom rušenja delova objekta većih dimenzija i veće visine. Na ovaj način, oslobađanjem više frontova rada, omogućava se bolja paralelizacija radova i moćnost rada više mašina u istom trenutku na različitim pozicijama. Redosled rušenja objekta je definisan logičkim sledom rušenja same konstrukcije objekta kojim se obezbeđuje bezbednost prilikom rušenja objekta: prvo se ruši krovni pokrivač, potom se objekat ogoli od TR limova, skidaju se sednvič paneli, obloga, sledi skidanje preostalih delova opreme, cevovoda, instalacija, pa se zatim kreće sa rušenjem nosećih čeličnih sklopova konstrukcije. Konstrukcija se ruši metodom odozgo na dole i prvo se skida krovna konstrukcija, potom glavne čelične rešetke i na kraju glavni čelični rešetkasti stubovi.

Nakon što se završe radovi na uklanjanju objekta do kote nula (kote terena), kreće se u lupanje-vadenje tj. čupanje temelja objekta.

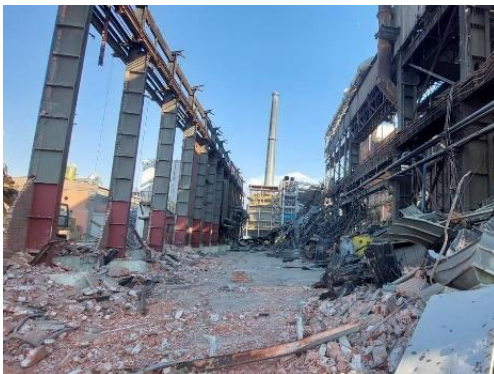
5.3. FOTO-DOKUMENTACIJA



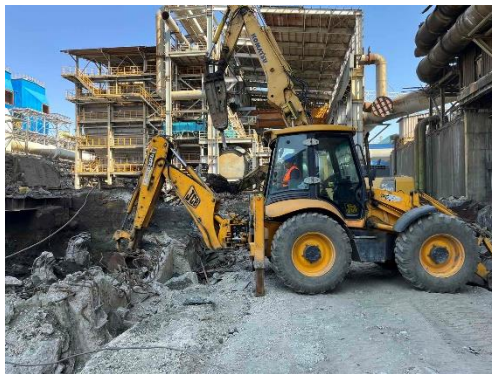
Slika 5: Hala konvertora izmedju osa A i B – glavni brod hale (pre rušenja)



Slika 6: Prikaz Hale konvertora i rafinacije u toku izvođenja radova na rušenju sa prikazom cevovoda i instalacija



Slika 7: Prikaz nosećih čeličnih stubova Hale konvertora i rafinacije koji se ruše



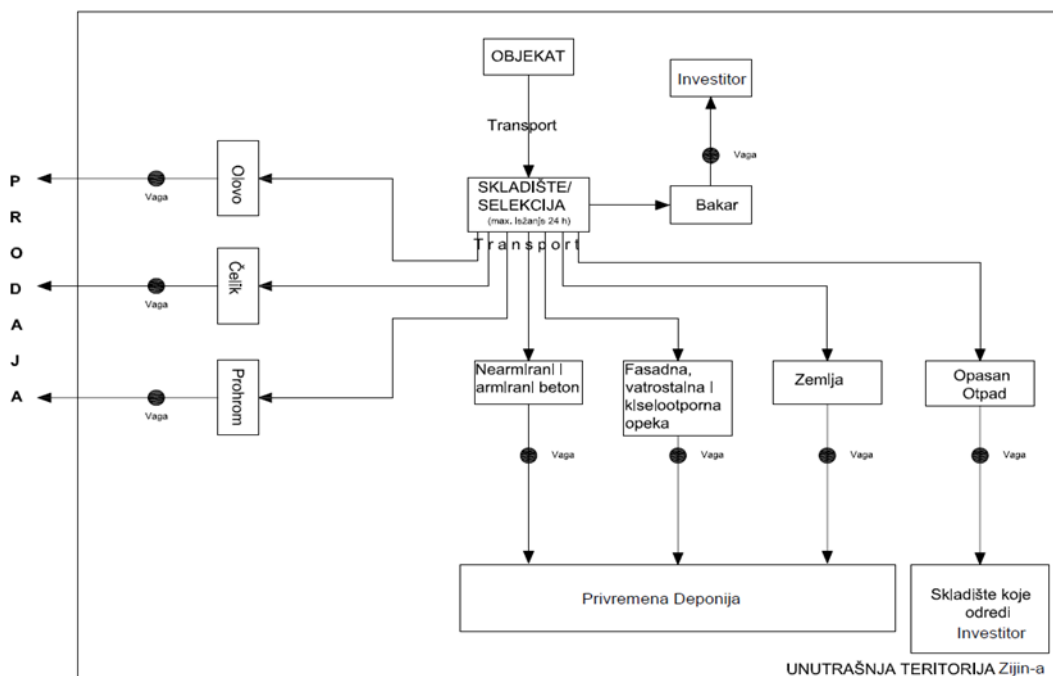
Slika 8: Prikaz izvođenja radova na rušenju temelja Hale konvertora i rafinacije

5.4. KRETANJE MATERIJALA PRI RUŠENJU I UKLANJANJU OBJEKTA

Tokom uklanjanja objekta i njegovih delova, porušeni materijal se razvrstavao i odlagao prema vrsti materijala odnosno kategorizaciji otpada, u prethodno predviđenim zonama za njegovo odlaganje.

Kontrola procesa i praćenje količina definisane su objedinjenom procedurom koja je usvojena za sve učesnike na projektu:

- Materijal koji se dobije pri rušenju se privremeno skladišti na predviđenom mestu. Na ovom mestu se primarno priprema materijal: čisti, odvaja i usitnjava po potrebi. Na ovom privremenom skladištu, materijal sme da se zadržava samo 24 časa. Na ovo skladište sme da se doprema samo materijal dobijen u procesima rušenja.
- Nakon završene selekcije, materijal se po vrstama odvozi na mesto skladištenja pojedinačnih materijala. Kontrolu utovara i istovara vrši Investitor i Stručni nadzor. Ova pojedinačna konačna skladišta treba da budu ograđena i zaštićena. Monriranje sistema video nadzora je preporučljivo kako bi se kontrolisalo stanje na ovim skladištima. Na ova skladišta sme da se doprema samo materijal dobijen u procesu rušenja.
- Olovo, čelik i prohm (prohromski čelici) se mere pri utovaru za transport sa konačnih skladišta. Merenje se vrši na kamionskim i vagonskim vagama. Kontrolu utovara i merenja vrši Investitor i Stručni nadzor. Pri svakom merenju izdaje se overena Potvrda o merenju.
- Otpad koji Investitor označi kao opasan, nakon merenja i izdavanja potvrde o merenju, trajno se odlaze.
- Otpad koji nije opasan i nije upotrebljiv, nakon merenja i izdavanja potvrde o merenju, odlaze se na predviđeno mesto.



Slika 9: Dijagram kretanja materijala dobijenog u procesima rušenja

5.5. KONTROLA KOLIČINA IZVEDENIH RADOVA

Potvrdom o preuzetom materijalu dobijaju se kumulativni prikazi količina porušenog materijala po danima merenja. Na osnovu dobijenih količina vodi se tabelarni pregled kontrole količina izmerenog čelika i čelika predviđenog projektom rušenja (čelika ugovorenog sa specijalizovanim podizvođačem za rušenje – TEIKOM d.o.o., da se poruši i usitni za dalji odvoz kamionima), praćenje procentualne realizacije izvedenih radova, odvojenim po fazama, kako je i izvedeno rušenje Konvertorske hale i rafinacije, sa svom tehnološkom opremom i postojećom infrastrukturom. Potvrda o preuzetom materijalu ujedno je i dokaznica za naplatu količina izvedenih radova.

Pregled izvedenih aktivnosti i kontrola ugovorenog roka za izvođenje radova faze I i faze II praćena je na osnovu dinamičkog plana realizacije koji je sadržao sve ključne aktivnosti, rizike, potencijalna kašnjenja i koji je redovno revidovan prema stvarnim datumima izvođenja svih ugovorenih pozicija radova, tokom trajanja radova na rušenju.

Sav porušeni materijal za koji Ugovorom nije predviđena naplata deponovan je na za to predviđenu lokaciju. Odvojeni su čelični delovi porušenog materijala od materijala drugih vrsta koji su deo sklopa označenog kao sekundarne sirovine.

6. ZAKLJUČAK

Nova savremena metalurška oprema zahteva nove građevinske konstrukcije sa vekom trajanja od najmanje 50 godina, tako da se projektuje rušenje i nova izgradnja konvertorske hale sa 4 konvertora, umesto skupih rekonstrukcija i sanacija, koje se pokazuju kao ekonomski neopravdane kada po nekoliko desetina godina treba da nose opremu velike ekonomske vrednosti. Tehnologije se menjaju, ali metalurška oprema i odgovarajući metalurški sistemi odolevaju brzim promenama, posebno jer su primenjena metalurška rešenja u Boru u topionici sa rafinacijom pokazala dosada odlične rezultate. Zato su nove kineske investicije išle u pravcu novih konvertora

i povećanja kapaciteta fleš peći, a ne u pravcu promene tehnologije fleš peći. Rušenje postojećih hala je prvi trošak u ovakvim investicionim rešenjima. U teškim industrijama gde je periodično potrebno zameniti zastarelu ili dotrajalu opremu, ključno je da se dotrajale građevinske konstrukcije koje nose takvu opremu zamene novim, koje imaju nov životni vek trajanja konstrukcije, a zbog ograničenosti prostora u topionici u Boru, takve investicije su po običaju brownfield. U radu je dat osvrt na operacije koje se obavljaju u procesima rušenja i uklanjanja objekta industrije, u slučaju brownfield projekta. Akcenat je stavljen na projekat ojačanja postojeće konstrukcije koja se ruši, kako bi se sačuvala prostorna stabilnost do poslednje faze rušenja dvobrodne hale. Specifičnosti građevinskih konstrukcija industrijskih hala su ključne pri odabiru redosleda radnji koje se predviđaju detaljnom metodologijom rušenja, kao što su i najbitnije za pravilan izbor novih ukrućenja i novih konstruktivnih elemenata, ojačanja neophodnih za realizaciju rušenja građevinskih konstrukcija teških više hiljada tona. Stručni nadzor nad rušenjem industrijskih hala zahteva poznavanje svih specifičnosti kako projekta rušenja tako i metodologije izvođenja rušenja.

LITERATURA

- [1] Ivana Batalo-Dobromirović, dipl.inž.građ., Rade Kajganić, dipl.inž.građ. Projekat uklanjanja objekta Hale konvertora i rafinacije, "Pertorl Projekt" doo, Pančevo, februar 2022.
- [2] Code of practice – Demolition Works, Safe Work Australia, July 2012
- [3] Internet web sajt: <https://kolektiv.co.rs/>.
- [4] Arizanović, D., Petronijević, P., Beljaković, D.: Tehnologija građevinskih radova grubi građevinski radovi. Građevinski fakultet u Beogradu, 2015.
- [5] Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu („Sl. glasnik RS“, br. 101/2005, 91/2015 i 113/2017 – dr. zakon)
- [6] Pravilnik o sadržaju elaborata o uređenju gradilišta („Sl. glasnik RS“, br. 121 od 24. decembra 2012, 102 od 11. decembra 2015)
- [7] Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu od požara ("Sl. glasnik RS", br. 22/2019)