



## PROCJENA STANJA I SANACIJA PROIZVODNE HALE U SKLOPU FABRIKE ŠEĆERA U CRVENKI SA ASPEKTA TRAJNOSTI I PROMENE NAMENE

### ASSESSMENT AND REPAIR OF PRODUCTION HALL IN THE SUGAR FACTORY IN CRVENKA FROM THE ASPECT OF DURABILITY AND CHANGE OF PURPOSE

Dejan Šipovac, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

#### Oblast – GRAĐEVINARSTVO

**Kratka sadržaj** – Rad se sastoji iz teorijskog i praktičnog dijela. U teorijskom dijelu su opisani požari u industrijskim objektima: uzroci požara, neki od najvećih požara, zakonska regulativa za zaštitu od požara. U praktičnom dijelu urađena je procjena stanja konstrukcije hale u sklopu fabrike „Crvenka“. Kako bi se utvrdio stepen oštećenja i dao prijedlog sanacionih radova, sproveden je detaljan vizuelni pregled svih dostupnih elemenata konstrukcije. Zaključeno je da na AB i zidanim elementima postoje brojni defekti i oštećenja. Na osnovu analize registrovanih defekata i oštećenja dat je prijedlog sanacionih radova u cilju povećanja trajnosti konstrukcije hale.

**Ključne reči:** procjena stanja, defekti, oštećenja, sanacija, požari u industrijskim objektima

**Abstract** – The paper consist of a theoretical and a practical part. The theoretical part describes fire hazards in industrial buildings: causes of fire hazards, some of the largest fire hazards, legal regulations for fire protection in industrial buildings. The assessment of the construction of the hall withing the sugar factory „Crvenka“ A.D. was carried out in the practical part. In order to determine the level and cause of demages, as well as the type of repair measures, a detail visual inspection of structural elements was undertaken. Large number of defects and demages has been detected. Based on the analysis of those demages and defects, repair measures were suggested in order to improve the durability of the structure.

**Keywords:** assessment, defects, demages, repair, fire hazards in industrial buildings

#### 1. POŽARI U INDUSTRIJSKIM OBJETIMA

Nagli razvoj industrije uticao je na povećanja broja različitih havarija i rizika, ali istovremeno je doveo i do razvoja nauke o održavanju i pouzdanosti tehničkih sistema, kao najefikasnijeg načina zaštite od različitih hazardnih situacija. Pojavom i razvojem opreme, računara i različitih tehnologija javljaju se i novi načini borbe protiv neželjenih događaja, čiji broj raste proporcionalno tehničko-tehnološkom razvoju same industrije.

Nastanak i razvoj požara je složeni proces, a posljedica je

#### NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Mirjana Malešev, red. prof.

hemijskih i fizičkih procesa sa karakteristikama tehnološkog procesa, građevinskog materijala koji čini konstrukciju objekta, prisustvo zapaljivih materijala, kao i pouzdanosti tehničkih sistema za zaštitu od požara u sklopu objekta.

#### 1.1. Uzroci požara u industrijskim objektima

Najčešći uzroci pojave požara u industrijskim objektima:

- Zapaljiva prašina,
- Toplotni radovi,
- Zapaljivi proizvodi,
- Neispravna oprema i mašine,
- Električne opasnosti.

Često dolazi do multiplikacije opasnosti (multirizika), pa na primjer u kombinaciji poput toplotnih radova i zapaljive prašine ti rizici postaju ozbiljni. U slučaju raspršivanja prašine u zatvorenom prostoru moguća je pojava i eksplozija.

#### 1.2. Zakonska regulativa u zaštiti od požara industrijskih objekata u Republici Srbiji

Požare je vrlo teško spriječiti, pa se pitanjem ovoga rizika intenzivno bave državne vlade koje svoje strategije zaštite od požara kontinuirano unaprijeđuju.

Pravilnikom o tehničkim normativima za zaštitu od požara industrijskih objekata u Republici Srbiji propisuju se tehnički zahtjevi u pogledu zaštite od požara industrijskih objekata, odnosno njihovu izgradnju, dogradnju i rekonstrukciju.

Pravilnik se sastoji od 50 članova, u kojima se govori o uvodnim odredbama, pristupu za vatrogasna vozila, građevinskim mjerama za spriječavanje prenosa požara, evakuacionim putevima, tehnološkim mjerama bezbjednosti, sistemima ventilacije i grijanja, električnim instalacijama, liftovima, posebnim sistemima i mjerama, te se daju odredbe za proračunsko određivanje potrebne otpornosti na požar elemenata konstrukcije.

#### 1.2.1. Građevinske mjere za spriječavanje prenosa požara

U sklopu pravilnika za zaštitu od požara industrijskim objekata daju se sledeća pravila, kao građevinske mjere, za spriječavanje prenosa požara:

- Bezbjedna udaljenost objekata (član 8), koja se ispunjava postavljanjem objekta na bezbjedonosno rastojanje ili izgradnjom posebnog zida prema susjednom objektu koji

može spriječiti prenos eksplozivne smješe požara i efekata eksplozije.

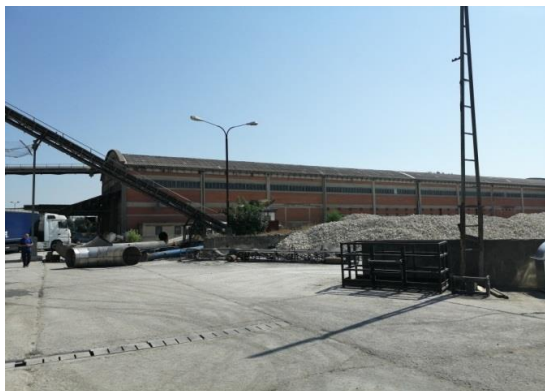
- Skladištenje zapaljivih materija (član 9) na udaljenosti manjoj od 6 metara od zida objekta.
- Podjela na požarne sektore (član 10) u zavisnosti od visine na kojoj se sektor nalazi u odnosu na kotu terena.
- Fasada objekta (član 11) – definisanje položaja zidova i požarne otpornosti istih na granicama požarnih sektora.

## 2. PROCJENA STANJA OBJEKTA

### 2.1. Opis konstrukcije

Predmetni objekat se nalazi u sklopu fabrike šećera „Crvenka“ A.D. u Ulici Masarikova broj 7, opština Kula. Objekat je po namjeni projektovan kao proizvodna hala, ali se proizvodnja u međuvremenu proširila i preselila u nove objekte, dok je predmetna hala pretvorena u podno skladište – magacin za skladištenje rezanca (Slika 1).

Objekat je prizemne spratnosti sa visinom sljemena krova na koti +13.45m od kote okolnog terena. Ukupna dužina objekta iznosi 101.10m, dok mu je širina 20.60m – zbog veličine objekta fizički je podijeljen (dilatan) na dva identična dijela.



Slika 1 – Izgled hale (južna fasada)

Dispoziciono, hala se sastoji od ukupno 10 polja (2 dijela po 5 polja), gdje je svako polje dužine 10m. Kalkanski zidovi, u poprečnom pravcu, su podijeljeni na 3 polja, od kojih su dva dužine 6.50m, dok je jedno, srednje, polje dužine 7.0m.

Konstrukciju objekta čine armiranobetonski elementi i zidani zidovi (ispuna). Kao glavni vertikalni elementi predviđeni su AB stubovi pravougaonog i „I“ poprečnog presjeka, te vertikalni serklaži kao ukrute zidanih zidova. Kao elementi koji povezuju sve vertikalne elemente konstrukcije predviđene su AB grede i AB horizontalni serklaži pravougaonog poprečnog presjeka.

Krovna konstrukcija objekta je armiranobetonska i sastoji se od glavnih, lučnih, nosača obrnutog „T“ poprečnog presjeka i sekundarnih nosača, armiranobetonskih rebara „T“ poprečnog presjeka. Fundiranje objekta obavljeno je na temeljima samcima međusobno povezanih temeljnim gredama.

Zidani zidovi izvedeni su po cijelom obimu objekta (između AB stubova) od pune opeke u dva reda, odnosno u debljini od 25cm.

### 2.2. Procjena stanja – vizuelni pregled objekta

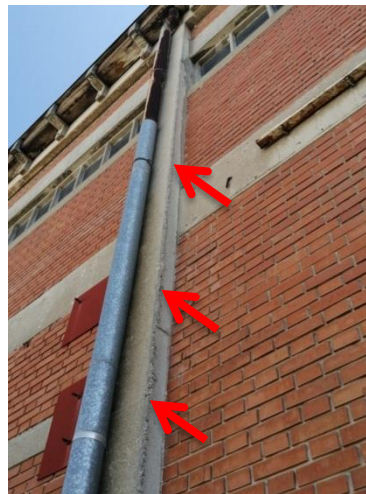
Detaljnim vizuelnim pregledom obuhvaćeni su svi dostupni elementi konstrukcije:

- Armiranobetonski stubovi,
- Armiranobetonske grede,
- Armiranobetonski vertikalni serklaži,
- Armiranobetonski horizontalni serklaži,
- Armiranobetonska krovna konstrukcija,
- Zidani zidovi (zidana ispuna).

Vizuelnim pregledom detektovan je veliki broj defekata na AB elementima konstrukcije, kao što su: vertikalna i horizontalna linijska segregacija, geometrijske imperfekcije, mala debljina zaštitnog sloja, rupičasta/šupljikava površina betona, betonska jezgra i vidljivi prekidi betoniranja. Na zidanim elementima (zidana ispuna) registrovan je samo jedan tip defekata u vidu neadekvatnog izvođenja, odnosno nepostojanju adekvatne veze između zidanih zidova i AB vertikalnih serklaža objekta.

Vizuelnim pregledom registrovana su oštećenja na AB konstruktivnim elementima objekta, kao što su: mehanička oštećenja, mrežaste prsline na površini betona, vertikalne prsline i pukotine, vidljiva armatura sa korozijom, oštećenja izazvana korozijom armature, klobučenje, pucanje i odvajanje zaštitnog sloja betona i neadekvatni sanacioni radovi, te oštećenja na zidanim zidovima (zidana ispuna objekta): mehanička oštećenja, oštećenja usled neadekvatnih sanacionih radova, oštećenja usled horizontalnog opterećenja od uskladištenog materijala i oštećenja od mraza na opekama zidova.

Na narednim slikama (slike 2-9) ilustrovani su opisani karakteristični defekti i oštećenja elemenata konstrukcije.



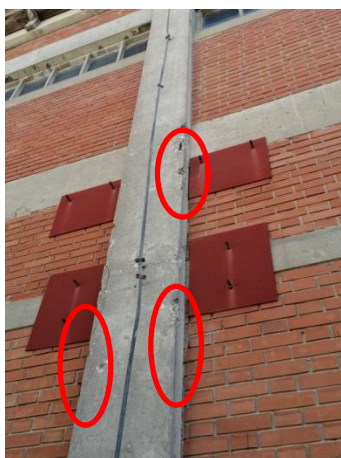
Slika 2 – Vertikalna suva linijska segregacija na AB stubu



Slika 4 – Mala debljina zaštitnog sloja na AB gredama i AB horizontalnim serklažima



Slika 3 – Geometrijska imperfekcija AB stuba



Slika 5 – Mehanička oštećenja na AB stubu



Slika 6 – Vidljiva armatura na mjestu mehaničkog oštećenja



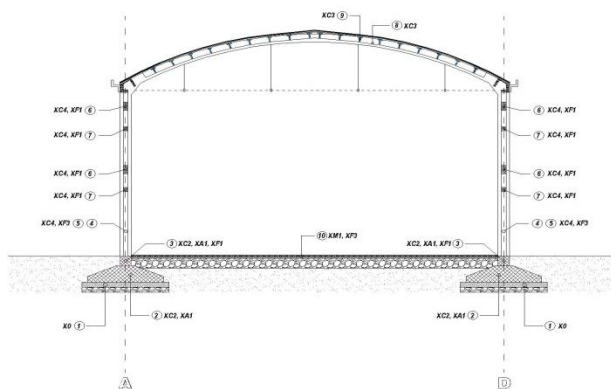
Slika 7 – Vidljiva armatura na AB gredi



Slika 9 – Oštećenje zidanog zida usled hor. opterećenja

### 3. KLASSE IZLOŽENOSTI

Bazirano na evropskim normama EN 206 i EN 1990, elementi AB konstrukcije predmetne hale su svrstani u odgovarajuće klase izloženosti – Slika 10.



Slika 10 – Klase izloženosti za elemente hale

### 4. SANACIJA OBJEKTA

Prema registrovanim defektima i oštećenjima na konstrukciji daje se prijedlog sanacionog rješenja (konstrukcijska i nekonstrukcijska sanacija). Prijedlog sanacionog rješenja prikazan je za sve elemente konstrukcije predmetnog objekta u tabelama 1 i 2.

Tabela 1 – Vrste sanacionih radova za pojedinačne elemente konstrukcije

Element konstrukcije	Konstrukcijska sanacija	Nekonstrukcijska sanacija
AB stubovi	Ojačanje AB stubova kontraforima	Čišćenje i zaštita korodiranih šipki i lokalna reprofiliacija oštećenog betonskog presjeka. Reprofiliacija mehaničkih oštećenja. Zaštita sa unutrašnje strane od hemijske agresije (od rezanca) i sa unutrašnje i spoljašnje strane od korozije armature izazvane karbonatizacijom.
AB vertikalni serklaži	Ojačanje AB vertikalnih serklaža kontraforima	Sanacija korodirale armature i lokalna reprofiliacija oštećenog betonskog presjeka. Reprofiliacija mehaničkih oštećenja. Zaštita sa unutrašnje strane od hemijske agresije (od rezanca) i sa unutrašnje i spoljašnje strane od korozije armature izazvane karbonatizacijom.
AB grede	/	Čišćenje i zaštita korodiranih šipki i lokalna reprofiliacija oštećenog betonskog presjeka. Lokalna reprofiliacija oštećenog zaštitnog sloja betona na zonama neadekvatno izvedenih sanacionih radova. Sanacija površinski korodiranih šipki na na bočnim stranama betonskih elemenata. Zaštita od korozije armature izazvane karbonatizacijom.

Tabela 2 – Vrste sanacionih radova za pojedinačne elemente konstrukcije

Element konstrukcije	Konstrukcijska sanacija	Nekonstrukcijska sanacija
AB horizontalni serklaži	/	Zaštita korodirale armature (na mjestima vidljive armature) i lokalna reprofiliacija oštećenog betonskog presjeka.  Lokalna reprofiliacija oštećenog zaštitnog sloja betona na zonama neadekvatno izvedenih sanacionih radova, kao i u zonama pojave horizontalnih prslina na mjestima vidljivog prekida betoniranja.  Zaštita od korozije armature izazvane karbonatizacijom
AB krovna konstrukcija	/	/
Zidani zidovi	Ojačanje zidanih zidova novim elementima u vidu AB zidova i kontrafora po cijelom obimu objekta.	/

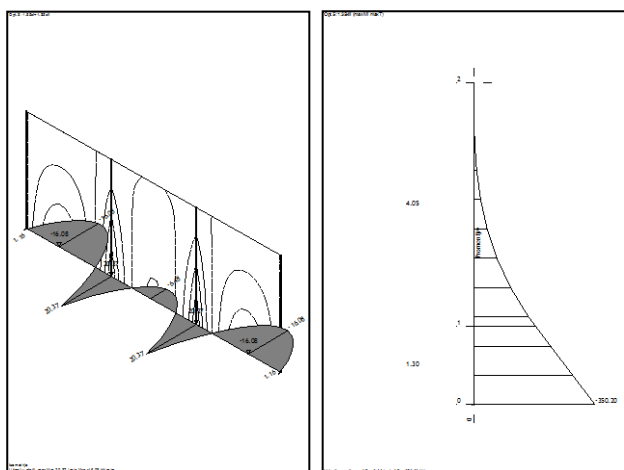
#### 4.1. Opis sanacionih radova

Trošni, ispucali ili porozni dijelovi betona uklanjaju se primjenom pikhamer. Na isti način uklanjaju se i površinski slojevi betona, radi „otkrivanja“ armature, a u cilju ostvarivanja bolje athezije sa novim zaštitnim slojem betona. Dubina odštemovanog sloja betona zavisi od očuvanosti athezije između armature i betona i stepena korozije armature.

Čišćenje armature žičanim četkama, ručno ili mehanički primjenjuje se radi uklanjanja produkata korozije čelika i ostataka cementnog kamena – čišćenje armature do „metalnog sjaja“.

#### 4.2. Konstrukcijska sanacija zidanih zidova, AB stubova i vertikalnih serklaža

Statički proračun novih elemenata za ojačanje sprovedena je u softveru Radimpex – Tower, pri čemu se nova AB dijafragma (zid) posmatrao površinski element, koji nosi u jednom pravcu, statičkog sistema kontinualnog nosača sa tri polja (Slika 11). Kontrafor se, statički, posmatrao kao konzolni nosač, uklješten na kontaktu sa temeljnom stopom, dok se sama stopa posmatrala kao pločasti element oslonjen na postojeće tlo.



Slika 11 – Statički proračun novih elemenata za ojačanje postojeće konstrukcije

Metoda konstrukcijske sanacije obuhvata:

- priprema površina starog betona na AB stubovima (hrapljavanje) u cilju ostaviravanja bolje veze između postojećeg i novog betona,

- postavljanje ankera (armaturnih šipki) u postojeće stubove za vezu postojećih stubova i novih elemenata konstrukcije za ojačanje (AB zidova i AB kontrafora),
- postavljanje oplata,
- postavljanje armature novih elemenata za ojačanje postojeće konstrukcije, u svemu prema statičkom proračunu AB temeljnih stopa, zidova i kontrafora,
- betoniranje novih elemenata, u svemu prema prijedlogu konstrukcijske sanacije, trofrakcijskim betonom, klase C30/37 sa dodatnim svojstvima.

## 5. ZAKLJUČAK

U radu je data procjena stanja i prijedlog sanacionog rješenje za postojeću halu u okviru fabrike šećera „Crvenka“ A.D. Na osnovu svih prikupljenih podataka, dobijenih vizuelnim pregledom, mogu se izvesti sljedeći zaključci:

- Stabilnost zidanih zidova objekta je ugrožena,
- Trajnost objekta je smanjena. Postojanje velikog broja defekata, nastalih u fazama građenja i izvođenja konstrukcije, doveli su do progressa oštećenja tokom vremena,
- Nosivost konstrukcije, kao cjeline, je ugrožena na horizontalno dejstvo od uskladištenog materijala, na koje postojeća konstrukcija nije projektovana,

Predloženim sanacionim rješenjem se predmetna hala može dovesti u stanje funkcionalnosti uz obezbjeđenje trajnosti AB elemenata konstrukcije.

## 6. LITERATURA

- [1] Graditeljstvo i životna sredina, materijal sa predavanja, Doc. Dr Slobodan Šupić,
- [2] Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu industrijskih objekata od požara (“Sl. Glasnik RS”, broj 1/2018),
- [3] Malešev M., Radonjanin V.: “Trajnost i procena stanja betonskih konstrukcija”, skripta sa predavanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [4] SRPS EN 206 i serija standarda SRPS EN 1504

### Kratka biografija:



**Dejan Šipovac** rođen je u Trebinju, RS/BiH 04.02.1995. god. Master rada na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Konstrukcije, procena stanja i sanacija betonskih konstrukcija odbranio je 2022. godine.  
Kontakt:  
[dejan.sipovac.351@gmail.com](mailto:dejan.sipovac.351@gmail.com)