

Organizatori



SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,
ARHITEKTURE I GEODEZIJE



Hrvatska komora
inženjera građevinarstva

WEBINAR

“SAVJETOVANJE 4: OBNOVA
ZAGREBA NAKON POTRESA
– ZAGREBU OD SPLITA”



Glavni pokrovitelj



**SANACIJA OBJEKTA OŠTEĆENOG
EKSPLOZIJOM – SILOSI AMEROPA U
SJEVERNOJ LUCI**

Prof. dr. sc. Alen Harapin
Sveučilište u Splitu
Fakultet Građevinarstva, Arhitekture i Geodezije
Split, Hrvatska

Snažna Eksplozija u Splitskoj Sjevernoj Luci

Uge po
ri vešeg
ila!
PIŠE PSD
14. travnja 2017.

Uštedite do
30 kn
po usluzi

znaj više >

A1

Vijesti Najnovije Najčitanije Hrvatska Zagreb Regija EU Svijet

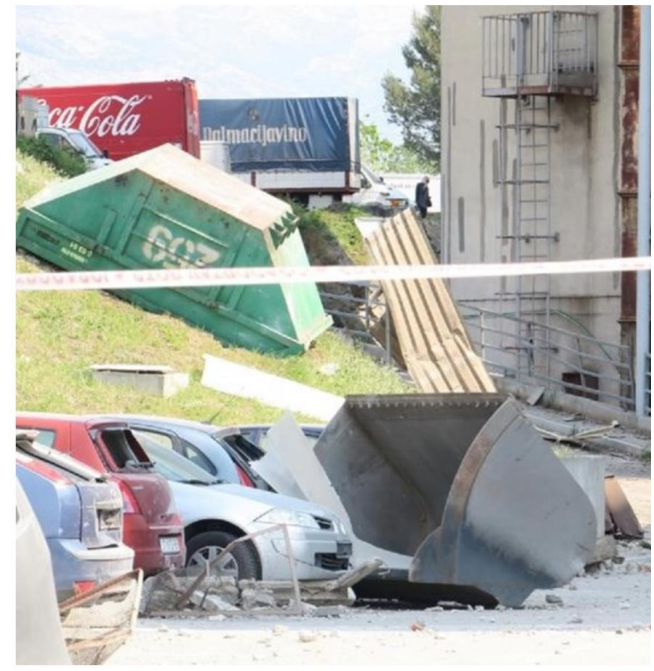
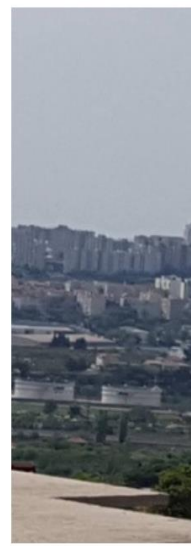
VIJESTI HRVA

HRVATSKA

SNAŽNA EKSPLOZIJA U SJEVERNOJ LUCI RUKAMA I N

D. Ma./Hina
14.4.2017.

g+ t f



HOME RIJEKA HRVATSKA SVIJET VIDEO

SNAŽNA EKSPLOZIJA U SPLITSKOJ SJEVERNOJ LUCI: OZLIJEĐENA ČETIRI RADNIKA, RAZNESEN SILOS

BuR | 14 travnja, 2017 | Aktualno, Hrvatska | 0 Comments



Gdje se to dogodilo?





Konoba - Pizzeria

Mala Venecija

Vičeva ul.

HRVATSKA POŠTA
d.d. PUVRANJIC

St. Dom don Frane Bulića

Apartments Mali Raj

Obala pomoraca

Apartment VillaiBepe

Krešimirova Ul.

Krešimirova Ul.

Krešimirova Ul.

Krešimirova Ul.

Salonit

MAKI CARS

Nk Omladinac

Ul. Prisela

Ul. Prisela

Arista Marina Group doo

Manjki put

Put Sjeverne luke

Put Sjeverne luke

Put Sjeverne luke

LUKA SPLIT d.o.o

Put Sjeverne luke

Put Sjeverne luke

Solinska ul.

**Upravna
zgrada**



SILOSI



**Podno
skladište**



**Stari silosi (nastradali
u eksploziji)**



Malo povijesti...

U sjevernoj luci blizu Vranjica započeta je 1947. godine gradnja skladišta i silosa prema projektima koje je izradilo „Državno savezno preduzeće za silose i hladnjače“ iz Beograda. Te godine su izvedeni svi zemljani radovi, temelji, suteren i prizemlje, te stupovi do visine ploče na I katu na Istočnom dijelu. Izvršeni su grubi betonski i neki zidarski radovi.

Tada je građenje prekinuto i objekt je u tom stanju stajao punih 10 godina. Uvažavajući izvedeno stanje, 1960. su izrađeni projekti za novi silos (Zapadni silos) i podno skladište. Projektom je tada predviđena izvedba dvaju grupa silosa, između kojih je smještena strojarnica i podno skladište. Objekt je završen sredinom 60-ih.



Malo povijesti...

Silose je u početku koristio prehrambeni kombinat Prerada, a danas je u vlasništvu firme AMEROPA ŽITNI TERMINAL d.o.o. za uskladištenje, pretovar, transport i trgovinu poljoprivrednim i ostalim proizvodima.

14. Travnja 2017.



Što se, u stvari, dogodilo?

Kao prvo, treba napomenuti da ne gori žito, tj. ne eksplodira žito ili brašno nego pripadajuća (žitna, brašna) prašina. Sitna prašina krutih gorivih tijela (npr. ugljena, sumpora ali i organskih tvari poput drva, papira, šećera, brašna) koja lebdi u zraku može u određenim koncentracijama tvoriti eksplozivne smjese. Zapaljivim prašinama klasificiraju se fino usitnjene krute čestice nazivne veličine 500 mikrometara ili manje, što je jako bitno u ovom slučaju.

Eksplozija u silosu žita u Strasbourgu, 11 ozlijeđenih

06. 06. 2018. 10:59

Autor: Nacional



VESTI

31.10.2018. | 10:48 > 10:52 | 13

Četiri radnika povređena u eksploziji silosa kod Odžaka



AUTOR: Natsa Kovačević

Podeli:



Izvor: NI/Aleksandar Milanović



Slična stvar se dogodila u Vranjicu!

Eksplodizija je ipak bila manja od eksplozije u Blayeu, Francuska



Slike 1 (lijevo) i 2 (desno): Zračne snimke lučkog terminala u Blayeu (Francuska), prije i nakon niza razornih eksplozija eksplozivnih oblaka raspršenih čestica prašine žita, 20. kolovoza 1997. g. (Izvor: Mavrot, G. et al., 2003., str. 166.).

* Preuzeto iz: Damir Kulišić: Pogibelji, uzrok i sprječavanje eksplozija prašina žitarica pri skladištenju, 19. seminar «DDD i ZUPP '07», Dubrovniku, 28.–30. ožujka 2007.

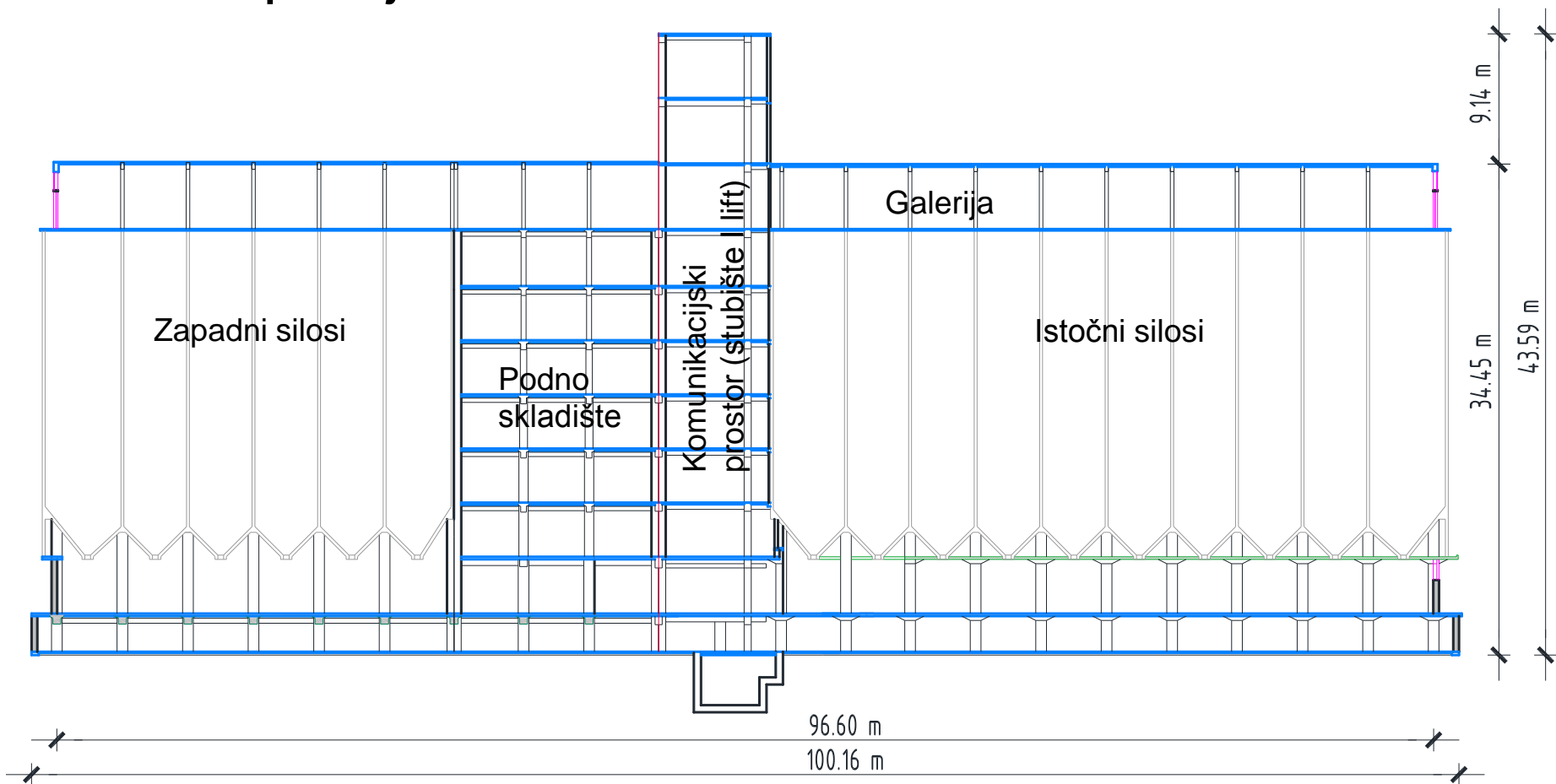
A slične nesreće su se događale i ranije u Hrvatskoj



Slike 3 i 4: Silosi tvrtke *Agroprerada d.d.*, u Ivanić-Gradu, 14. srpnja 2006. g. i izgled mjesta eksplozijskog (prema učinku – detonacijskog) proboja gornje armiranobetonske deke silosne jedinice br. 26.

* Preuzeto iz: Damir Kulišić: Pogibelji, uzrok i sprječavanje eksplozija prašina žitarica pri skladištenju, 19. seminar «DDD i ZUPP '07», Dubrovniku, 28.–30. ožujka 2007.

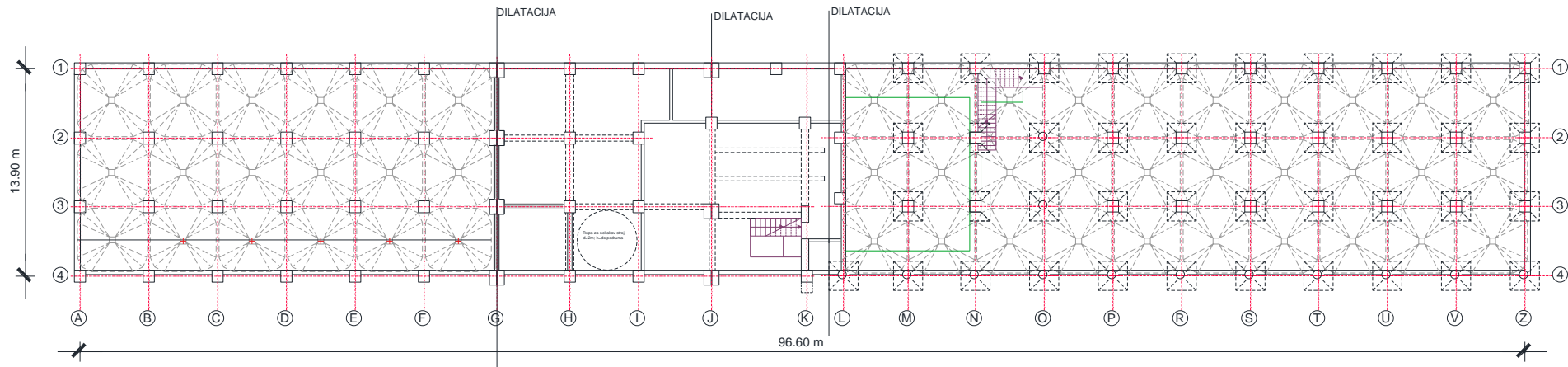
Uzdužni presjek silosa



PRIZEMLJE
ZAPAD

PRIZEMLJE
SREDINA

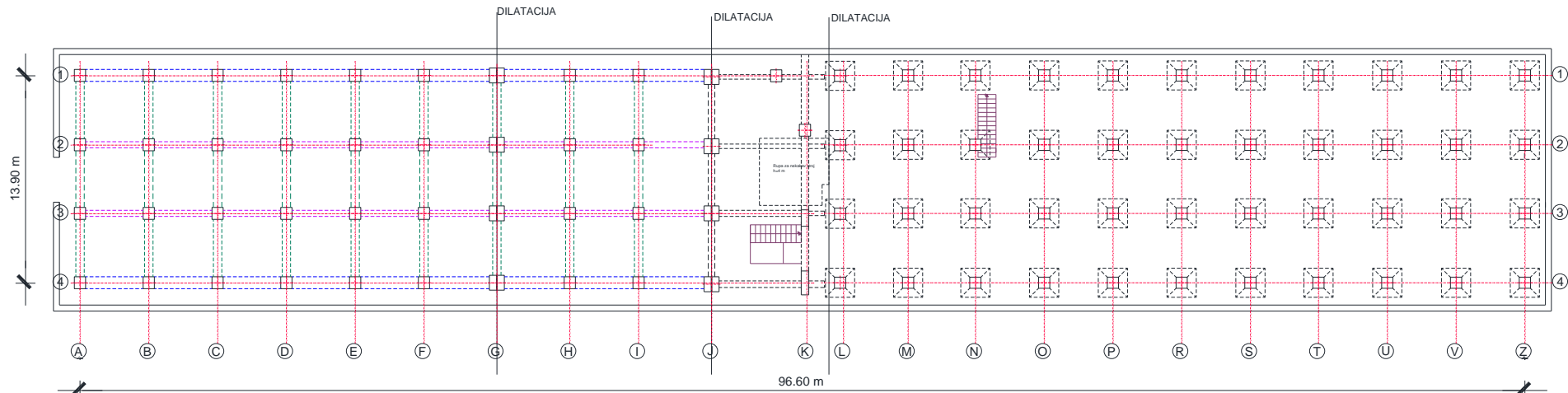
PRIZEMLJE
ISTOK

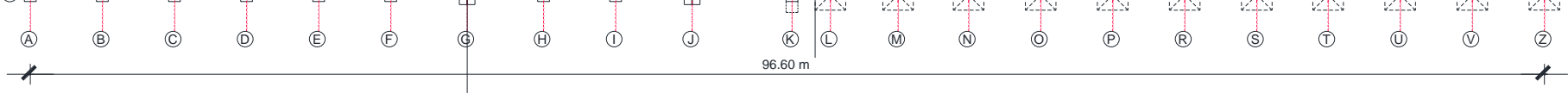


PODRUM
ZAPAD

PODRUM
SREDINA

PODRUM
ISTOK

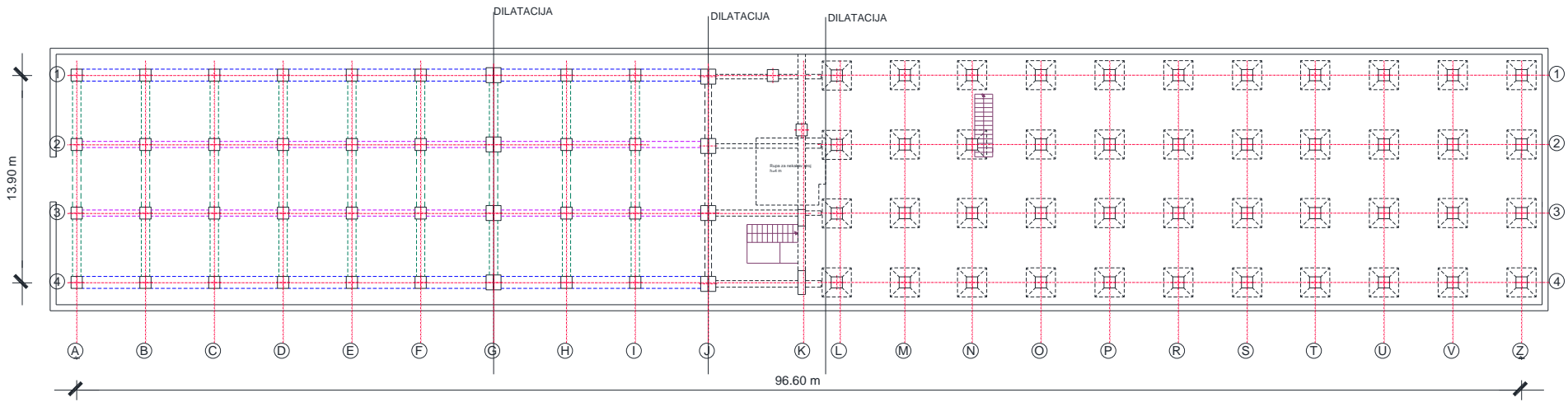




PODRUM ZAPAD

PODRUM SREDINA

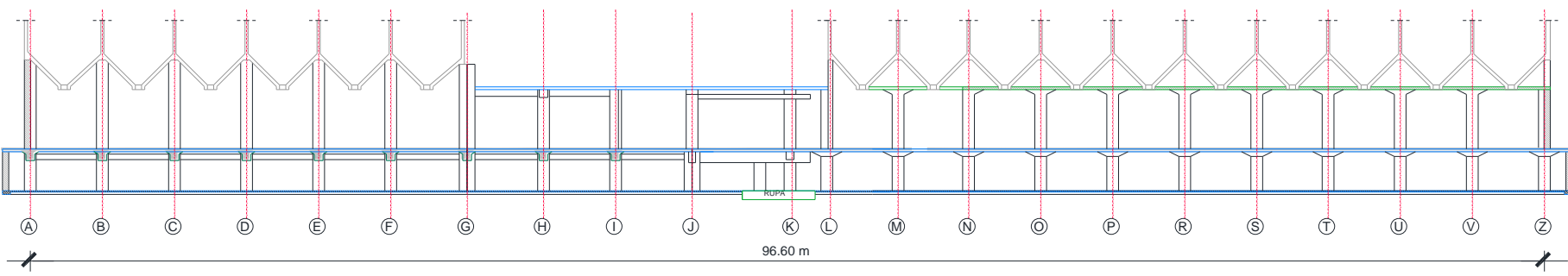
PODRUM ISTOK



PODRUM ZAPAD

PODRUM SREDINA

PODRUM ISTOK

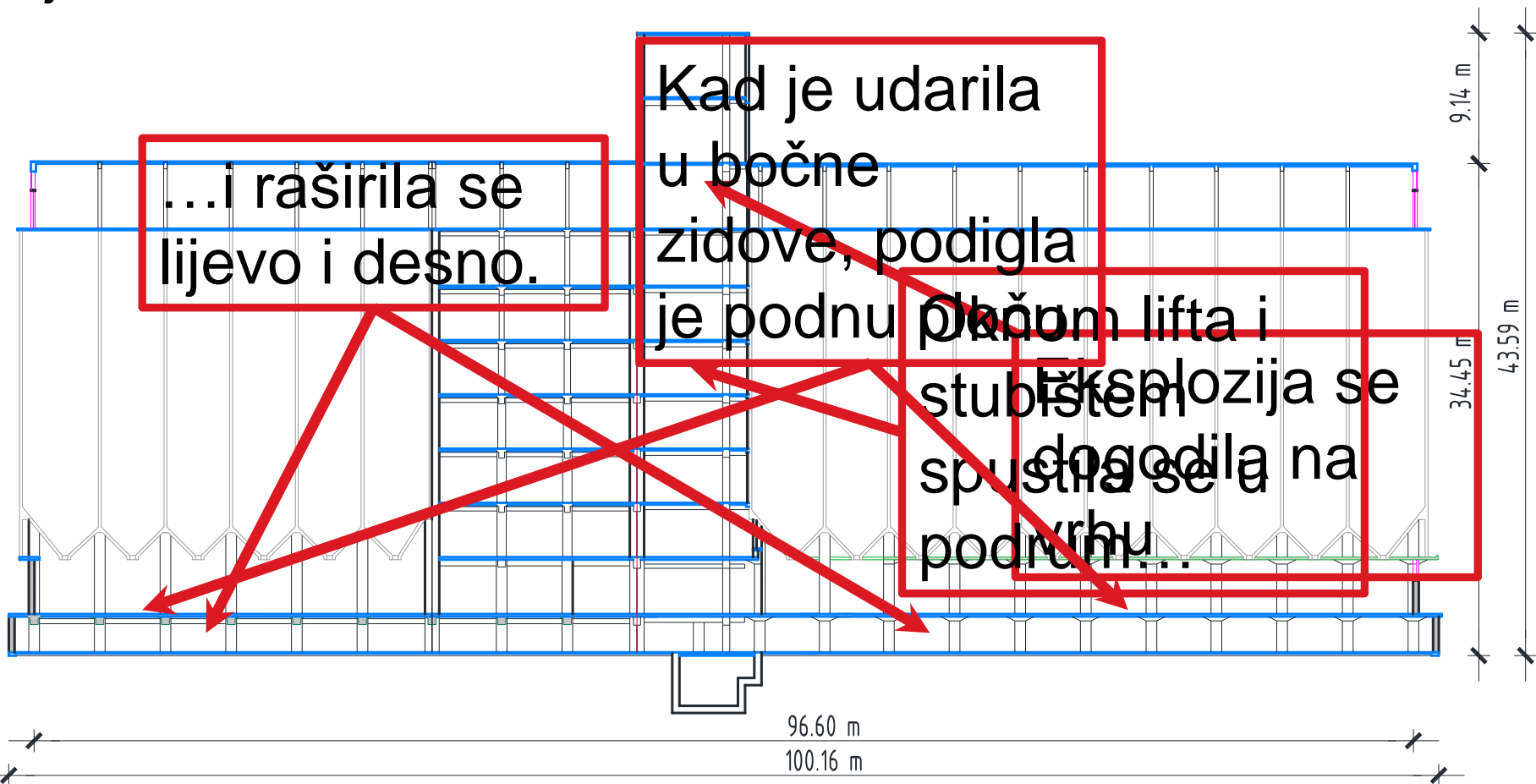


Tijek nesreće

...i raširila se
lijevo i desno.

Kad je udarila
u bočne
zidove, podigla
je podnu ploču

lifta i
stubištem. Eksplozija se
spustila na
podrumu...





Podrum nije potpuno ispod zemlje, što je u ovom slučaju bila sreća!

Što smo zatekli:

Posljedice: ploču nad
podrumom eksplozija je
potpuno odigla



Posljedice: Ploča je potpuno raspucala



Posljedice: Potpuno smrvljena ploča i vuta oko nosivog stupa

Posljedice: Vute su sve
više-manje oštećene



Posljedice: Vute su sve
više-manje oštećene



Posljedice: Neki komadi ploča i vute potpuno su otpali



Posljedice: Komadi betona
otpali su sa ploča i vuta



Posljedice: Armaturne šipke
više...





Posljedice: Ploča je “ičupana” s grede (zapadni dio)



Posljedice: Ploča je “ičupana” s grede (zapadni dio)



Posljedice: Srušena je
operativna staza oko objekta

Strategija sanacije konstrukcije:

Nakon pregleda oštećene konstrukcije, procijenilo se da je jedan dio konstrukcije neophodno srušiti i izraditi nove konstruktivne elemente, a dio elemenata se može sanirati. Investitoru je bilo jako bitno da se sanacija cjelokupne konstrukcije izvede u najkraćem mogućem roku

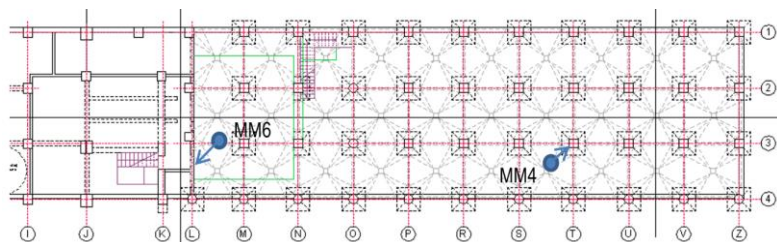
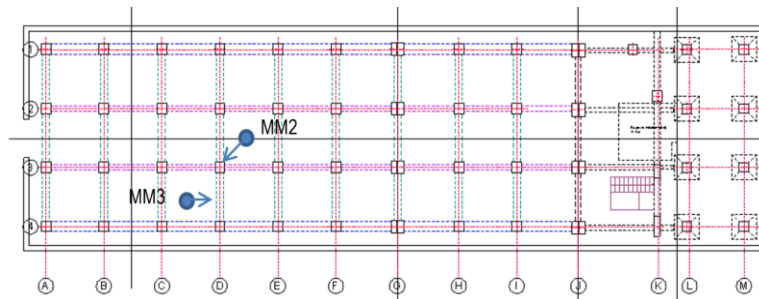
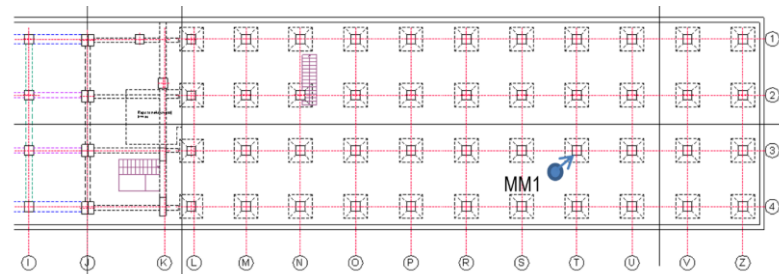
Prema ocijenjenim razinama oštećenja i rezultatima ispitivanja stanja konstrukcije, odlučeno je da se rušenje izvrši za sljedeće dijelove:

- Ploča nad podrumom u Istočnim silosima – u potpunosti,
- Ploča nad podrumom u Zapadnim silosima – između osiju A i D.
- Vanjska staza na južnoj i sjevernoj fasadi građevine – u potpunosti

Stupovi su ojačani (sanirani) u podrumu i prizemlju, a također i pojedini zidovi..

Prvi korak: Ispitivanje čvrstoće materijala

Oznaka		MM1d	MM1g	MM2	MM3
Orijentacija		horizontalna	horizontalna	horizontalna	vertikalna
		→	→	→	↑
Redni broj	1	31	42	43	46
	2	29	45	46	45
	3	32	42	46	47
	4	34	40	45	47
	5	32	45	46	46
	6	28	38	42	45
	7	30	44	44	44
	8	28	44	44	47
	9	32	42	44	48
Medijan		31	42	44	46
Devijacija		2	2	1	1
Korekcija		0	0	0	0
Korigirana vrijednost		31	42	44	46
Tlačna čvrstoća (MPa)		24	44	46	45



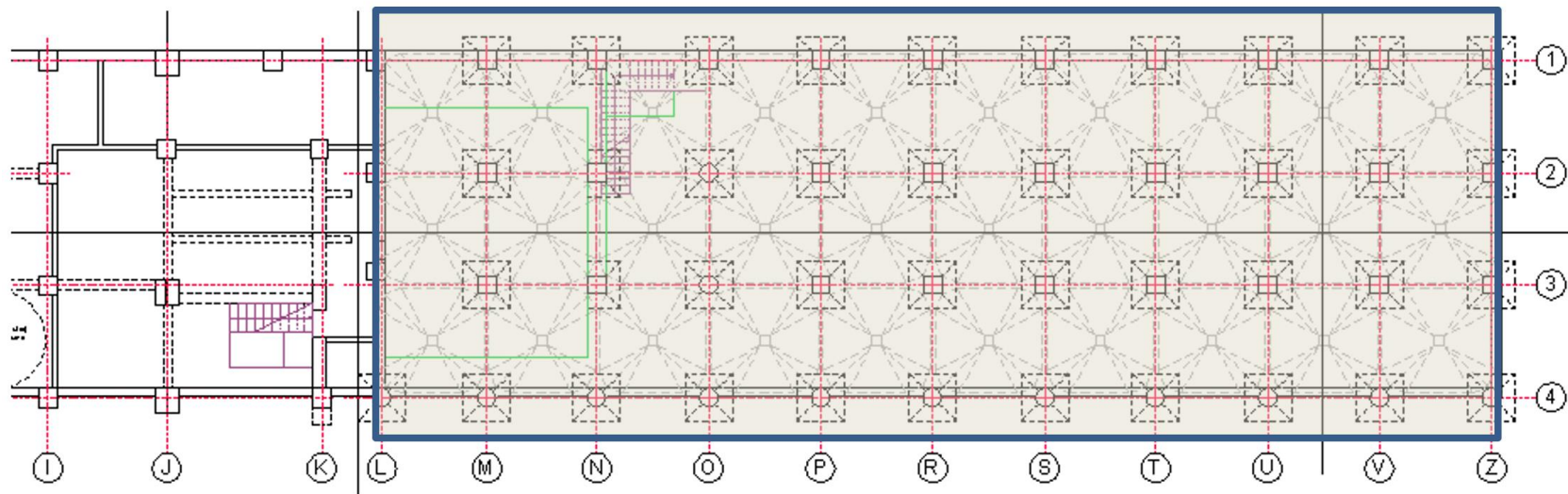
Drugi korak: Sanacija i izvedba novih elemenata

Za potrebe ocjene nosivosti
građevine i dimenzioniranja
novih elemenata,
napravljeni su numerički
modeli u program Robot.

Prema rezultatima, izvršena je ocjena mehaničke otpornosti i stabilnosti te izvršeno dimenzioniranje

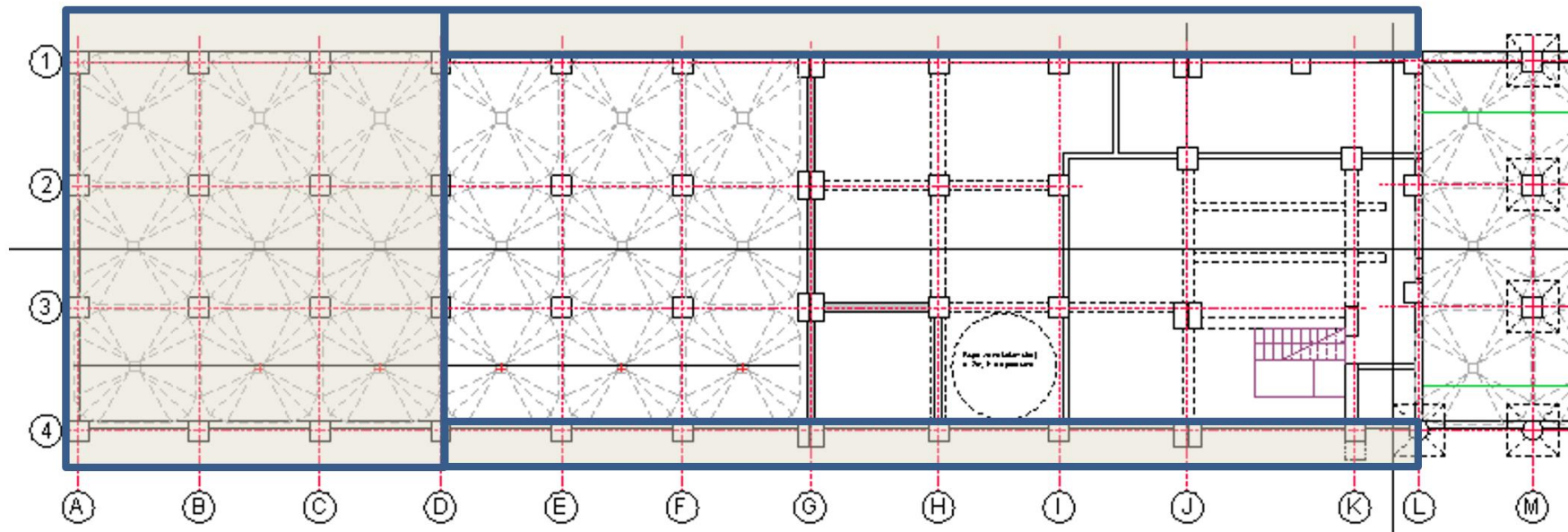
Izvedba nove ploče i greda

U istočnoj dilataciji silosa cijela ploča nad podrumom zamijenjena je novom pločom. Postojeća konstrukcija je armirano betonska ploča oslonjena na vute, te direktno na stupove. Kako je ova konstrukcija „mekana“, što je i uzrokovalo znatna oštećenja u istočnoj dilataciji, za novo projektirano rješenje odabran je statički sustav kao na zapadnoj dilataciji – ploča oslonjena na grede i na stupove.



Izvedba nove ploče

Sve grede su u proračunu tretirane kao grede slobodno oslonjene na stupove, da bi se što jednostavnije izveo spoj nove (grede, ploča) sa starom konstrukcijom (stupovi). Veza grede sa stupovima izvedene su ubušavanjem šipki u postojeće stupove.

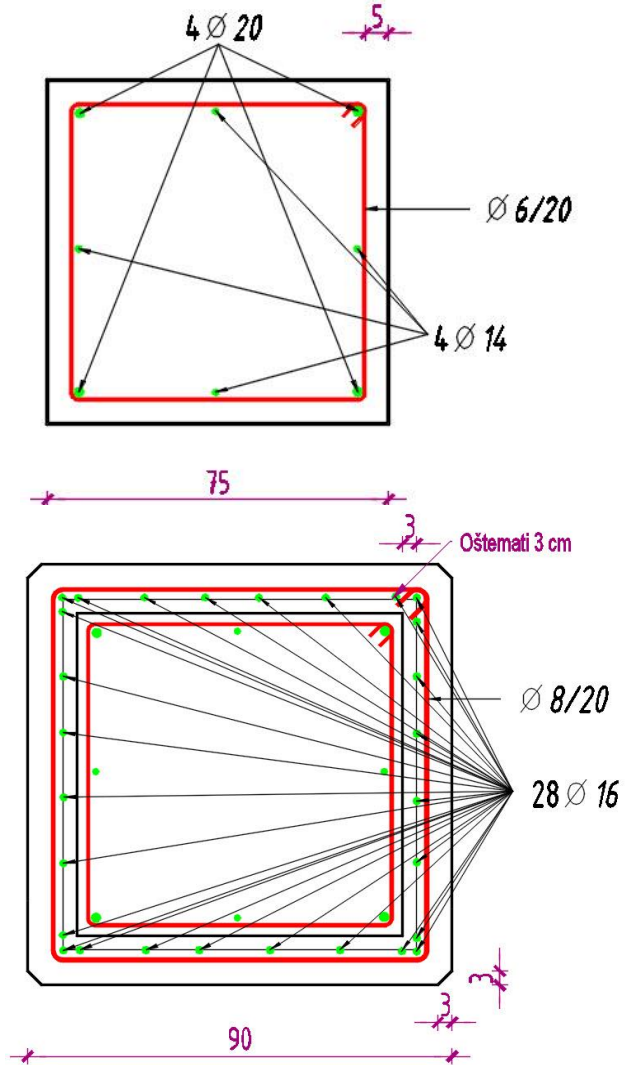


Sanacija stupova

Ojačanje stupova izvelo se u istočnim silosima gdje se ispitivanjem dobilo da je beton niže marke. Postojeće stupove je se oštemalo do armature, a u svakom slučaju do zdravog betona.

Stup je premazan sredstvom za nastavak betoniranja (npr. SN vezom). Postavljena je nova armatura i izvelo betoniranje.

U prvoj fazi ovaj se beton nalio do dna greda podruma. Dio oko greda se izveo skupa sa gredom i pločom (druga faza). U trećoj fazi se izveo dio stupa u prizemlju. Armatura stupa je bila tako podešena da odgovara ovim fazama betoniranja.



Ostalo

Sanirani su i oštećeni fasadni zidovi, unutarnje stubište, mjesta izbivanja armature i slično.



Radove sanacije izvela je firma Sanit-gradnja d.o.o. Split, pod vodstvom Damira Tomića, dipl.ing.građ.



Detalji izvedbe –
Rušenje oštećene
ploče i vuta



Detalji izvedbe –
Rušenje oštećene
ploče i vuta





Detalji izvedbe —
Rušenje oštećene
ploče i vuta,
štemanje stupova



Detalji izvedbe –
Ojačanje stupova

Detalji izvedbe – Izvedba greda





Detalji izvedbe –
Ljepljenje karbonskih
traka oko otvora

A rezultat je...

