



HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA

15. Dani Hrvatske komore inženjera građevinarstva

Opatija, 2021.

Postrojenje za spaljivanje gorivog dijela otpada u cementari Nexe

Darko Domićić

Darko Domićić, dipl.ing.građ., Domino dizajn d.o.o., Požega

Hodogram prezentacije

1. Upoznavanje sa pojmom RDF/SRF
2. Kratki opis implementacije postrojenja za RDF u postojeći proizvodni proces proizvodnje cementa
3. Faze izgradnje i proširenja kapaciteta postrojenja za RDF u cementari Nexe
4. Opis novih konstrukcija izvedenih u sklopu faze 1.
5. Opis rekonstrukcije i analiza konstrukcije postojećeg industrijskog tornja izmjenjivača topline u sklopu faze 2.
6. Ideje za budućnost



Što je to RDF/SRF?

- **RDF (reduced derived fuel) – gorivo iz industrijskog i komunalnog otpada.**

Ovisno o literaturnom izvoru, RDF kao stručni termin može obuhvaćati sva alternativna goriva (npr. gume i otpadni mulj) ili samo otpad nastao mehaničkom i mehaničko-biološkom obradom. U ovoj prezentaciji pod pojmom RDF podrazumijeva se otpad nastao mehaničkom i/ili mehaničko-biološkom obradom komunalnog i industrijskog otpada.

RDF je usitnjeni gorivi dio iz otpada, koji se sastoji od različitih neopasnih otpadnih materijala (udjela od 99,2% do 99,8%) i opasnih otpadnih materijala (udjela od 0,2% do 0,8%), koji se upotrebljavaju kao gorivo, u koje se ubrajaju gorivi ostaci obrade komunalnog otpada, industrijskog otpada i muljeva otpadnih voda. Ima visoku kalorijsku vrijednost i ukoliko je mehaničko-biološkom obradom kvalitetno obrađen, ne bi trebao imati mirisa, i kao takav je pogodan za upotrebu kao alternativno gorivo u cementnoj industriji.



Što je to RDF/SRF?

- **SRF (solid recovered fuel)** je čvrsto oporabljeno (uporaba otpada u korisne svrhe kada otpad zamjenjuje druge materijale) gorivo te je visokokvalitetna alternativa fosilnom gorivu proizvedenom iz uglavnom komercijalnog otpada, uključujući papir, karton, drvo, tekstil i plastiku. SRF (čvrsto oporabljeno gorivo), za razliku od RDF-a, prošlo je dodatnu obradu radi poboljšanja kvalitete i vrijednosti. Ima veću kalorijsku vrijednost od RDF-a i koristi se često kao alternativno gorivo cementnih peći.



Sastav i karakteristike RDF-a

Sastav RDF-a	Udio u masi (%)
Papir, karton	56
Plastika (meko)	17,5
Plastika (tvrda)	7,5
Tekstil	7,8
Guma	5,5
Drvo	5,5

Osnovne tehničke karakteristike

Zapreminska težina	$\gamma = 1 - 4 \text{ kN/m}^3$
Kalorijska vrijednost	22-25 MJ/kg
Veličina čestice	1-25 max.50 mm
Debljina čestice	Debljina = 1 mm



Europsko zakonodavstvo

- Gorivo iz otpada RDF-a („refuse derived fuel“) i SRF-a („solid recovered fuel“) proizvodi se u postrojenjima za gospodarenje otpadom iz neopasnog nerazvrstanog komunalnog otpada u skladu s hijerarhijom gospodarenja otpadom Europske unije.
- Kako bi ga se klasificiralo kao gorivo iz otpada, takvo gorivo mora biti obrađeno, homogeno i sastavom odgovarati određenim kriterijima kao što su vlažnost, kalorijska vrijednost, sadržaj pepela, sadržaj teških metala i ostalo.
- Gorivo iz otpada se proizvodi u kontroliranim uvjetima prema strogim kriterijima kvalitete i kontrole te strogim propisima. Ukoliko udovoljava europskim i hrvatskim standardima opisanima u normi HRN EN 15359:2012, može se koristiti kao zamjensko gorivo za dobivanje energije u industrijskim pogonima.

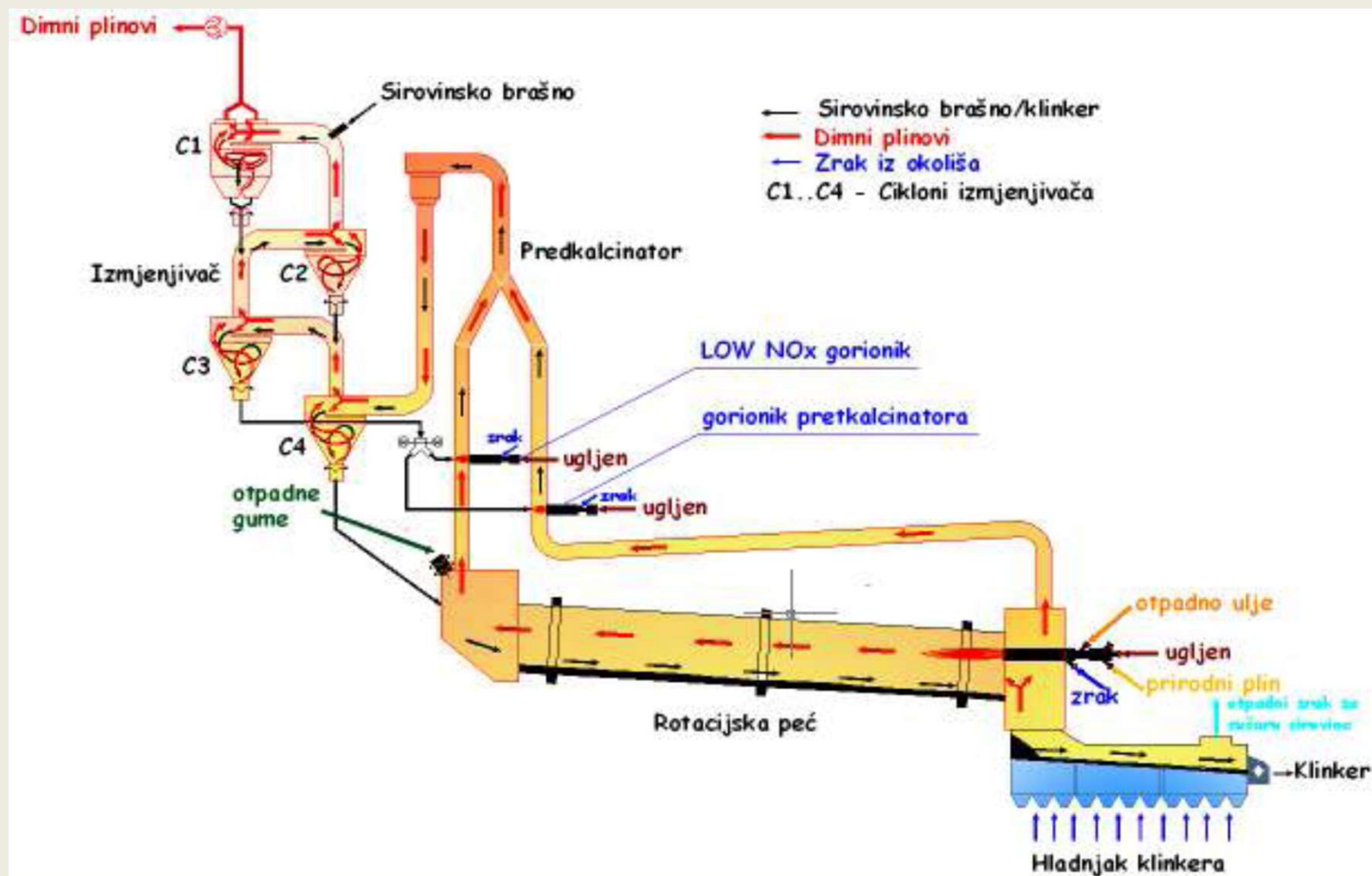


Implementacija postrojenja u cementari Nexe

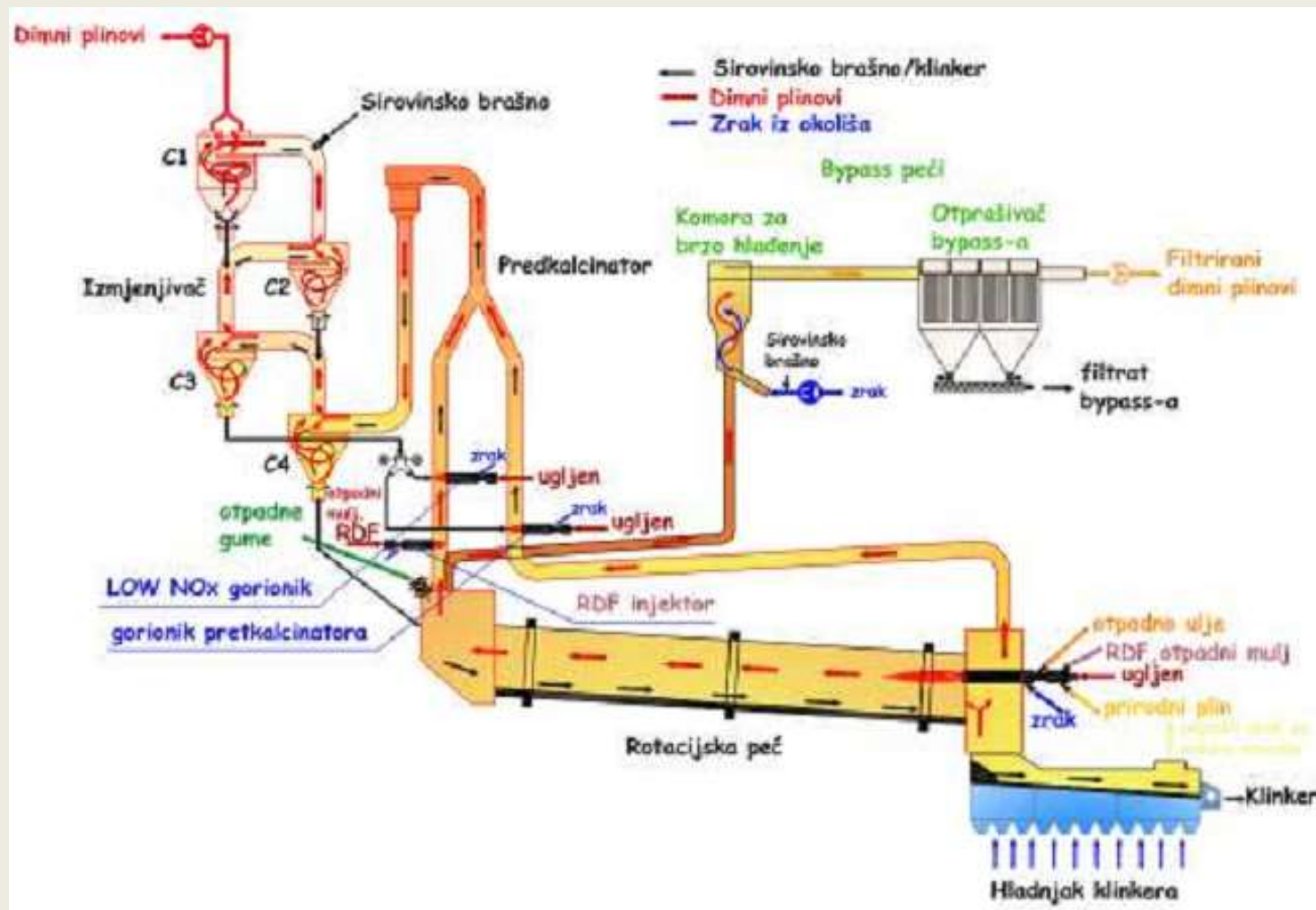
1. Ideja – 2013. godine
2. Analiza isplativosti – 2014.
3. Idejni projekt – 2015.
4. Glavni projekt i građevinska dozvola – 2016.
5. Izvedbeni projekt faza 1 – 2017.
6. Izvedba – faza 1 – 2017.
7. Ideja za proširenje – faza 2. 2019.
8. Projekt faze 2. – 2020.
9. Izvedba faza 2. – 2020.



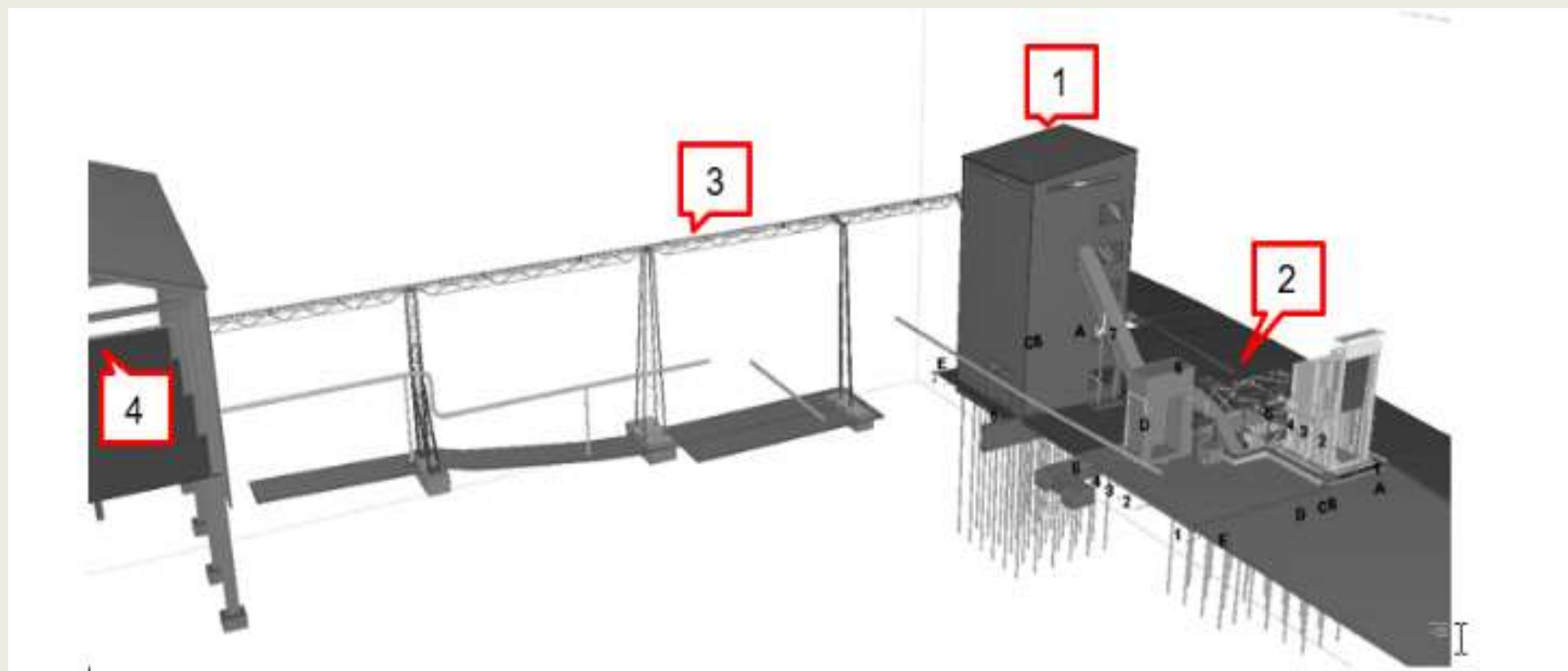
Postojeće stanje



Ideja – implementacija RDF-a



Faza 1 – Izgradnja novih građevina i sustava do gorionika na rotacijskoj peći



Faza 1 – Izgradnja novih građevina i sustava do gorionika na rotacijskoj peći



Faza 1 – Izgradnja novih građevina i sustava do gorionika na rotacijskoj peći

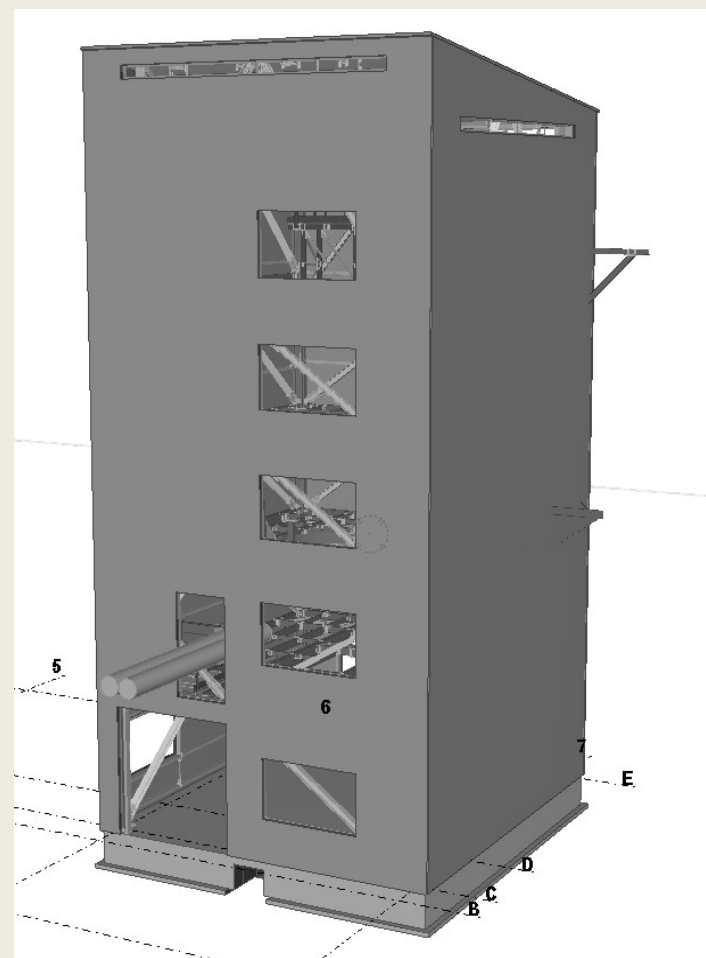
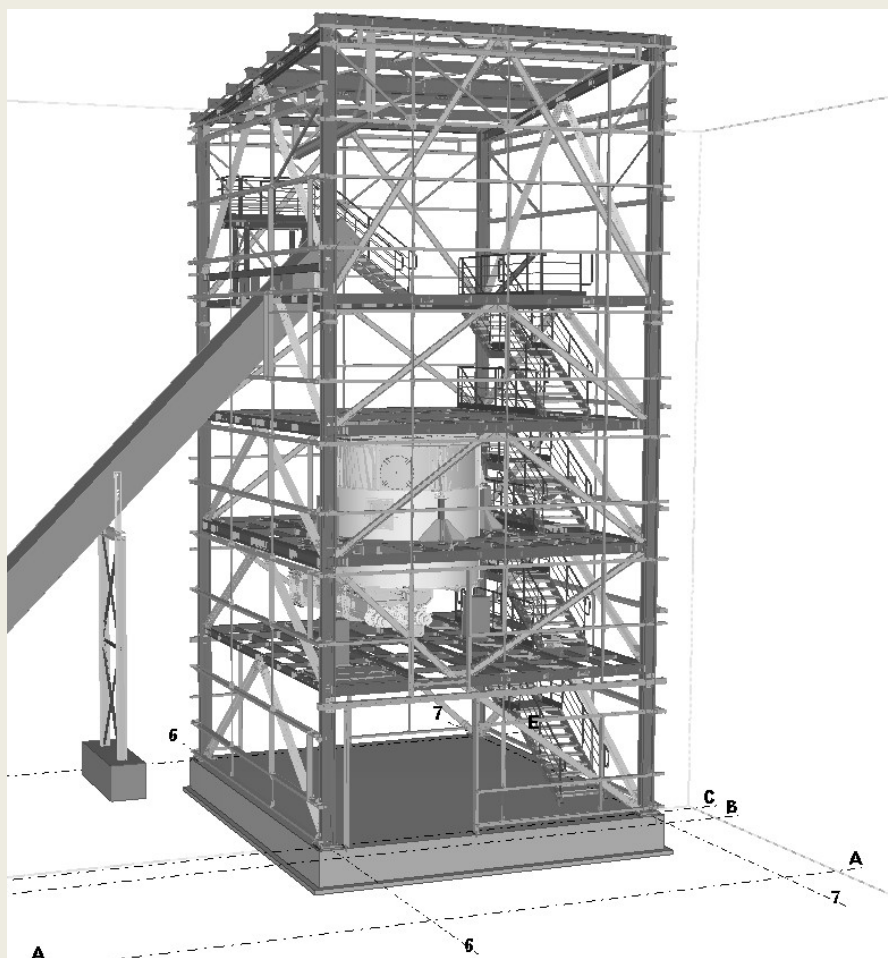


Faza 1 – Izgradnja novih građevina i sustava do gorionika na rotacijskoj peći

- **1 – tehnološki toranj pripreme RDF-a** (prihvat RDF-a sa prihvatne stanice (2), prosijavanje sa odstranjivanjem feromagneta i krupnih sastojaka, vaganje, otprašivanje na vagi, te priprema, ulaz i pogon pneumatskog transporta sa puhalom i pumpom)
- **2 – prihvatno-pretovarna jedinica** (pretovar RDF-a iz kamiona) sa Multidock i Ecodock stanicom na kojoj se uz sam prihvat, obavlja otprašivanje kod istovara, putem pužnice transport do lančastog transportera br. 1, zatim iz lančastog transportera br. 1 doprema i pretovar u lančasti transporter br. 2, te nadalje transport do tehnološkog tornja.
- **3 – pneumatski transport u bešavnoj cijevi** $\varnothing 139.7 \times 5.6$ mm oslonjenoj na sustav čeličnih rešetkastih stupova i cijevnih rešetki.
- **4 – ulaz pneumatskog cjevovoda u postojeću zgradu hladnjaka klinkera**, gdje se vrši prespoj na postojeći gorionik. U ovoj zgradi nema posebnih građevinskih zahvata na konstrukciji.



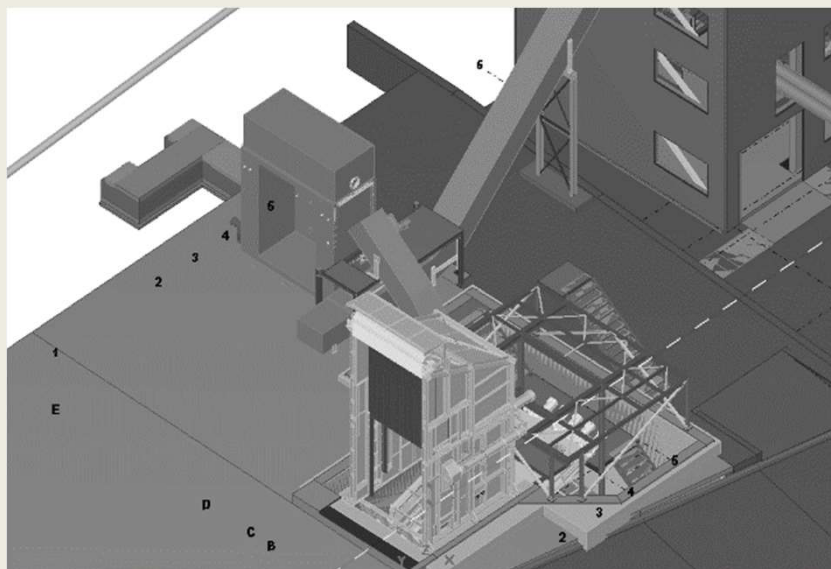
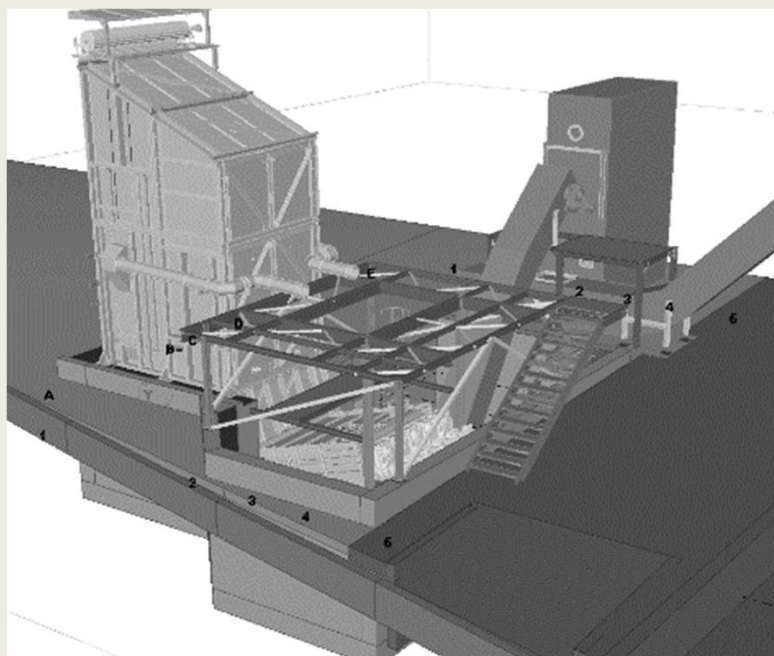
Faza 1 – Izgradnja novih građevina i sustava do gorionika na rotacijskoj peći



Faza 1 – Izgradnja novih građevina i sustava do gorionika na rotacijskoj peći



Faza 1 – Izgradnja novih građevina i sustava do gorionika na rotacijskoj peći



Faza 1 – Izgradnja novih građevina i sustava do gorionika na rotacijskoj peći



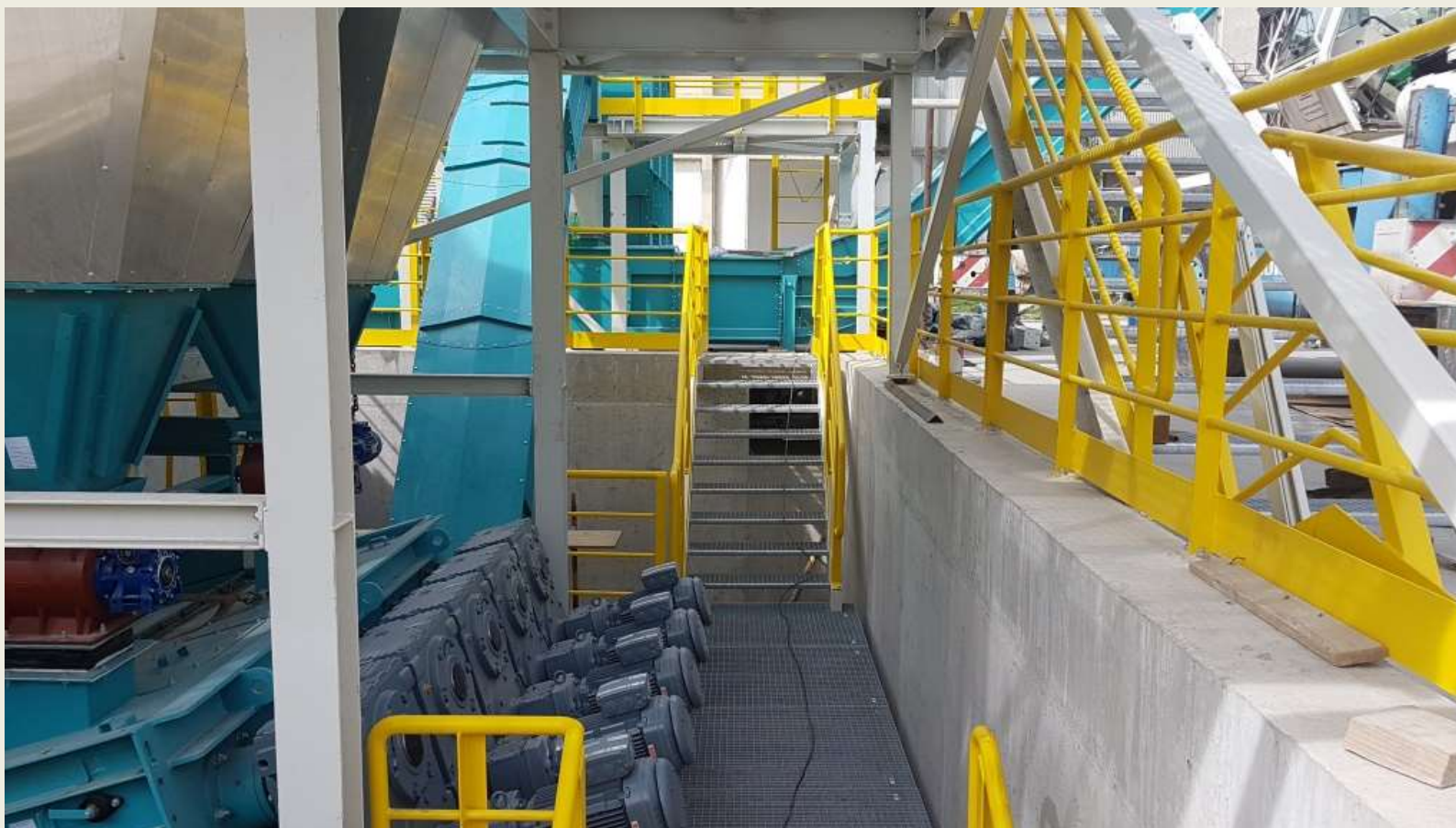
Faza 1 – Izgradnja novih građevina i sustava do gorionika na rotacijskoj peći



Faza 1 – Izgradnja novih građevina i sustava do gorionika na rotacijskoj peći



Faza 1 – Izgradnja novih građevina i sustava do gorionika na rotacijskoj peći



Faza 2 – Povećanje kapaciteta loženja RDF-a na izmjenjivaču topline

U 2019. godini, zbog zadovoljavajućeg rada postojećeg postrojenja, radi se analiza mogućnosti proširenja kapaciteta, i to u smislu povećanja količine spaljivanja.

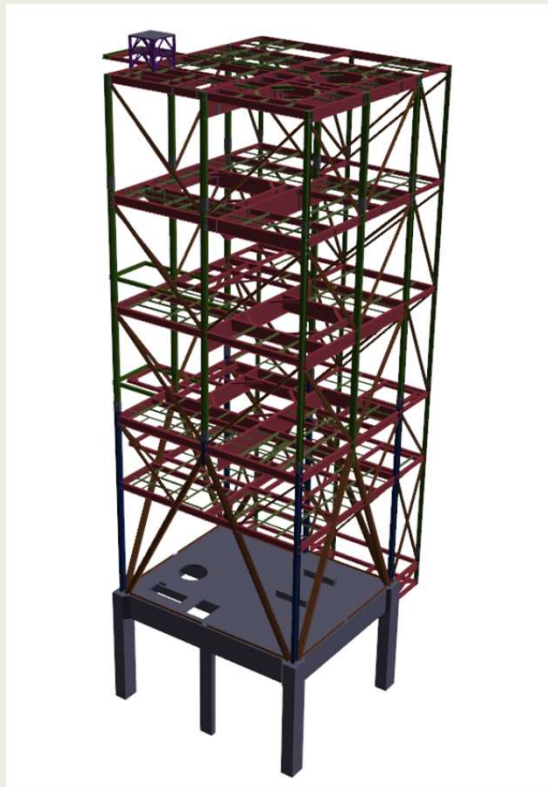
Kao jedino racionalno rješenje, usvaja se produljenje linije pneumatskog transporta do postojećeg tornja izmjenjivača topline.

Problem 1: Izmjenjivač topline je veoma ozbiljna, relativno stara i mnogo puta rekonstruirana građevina

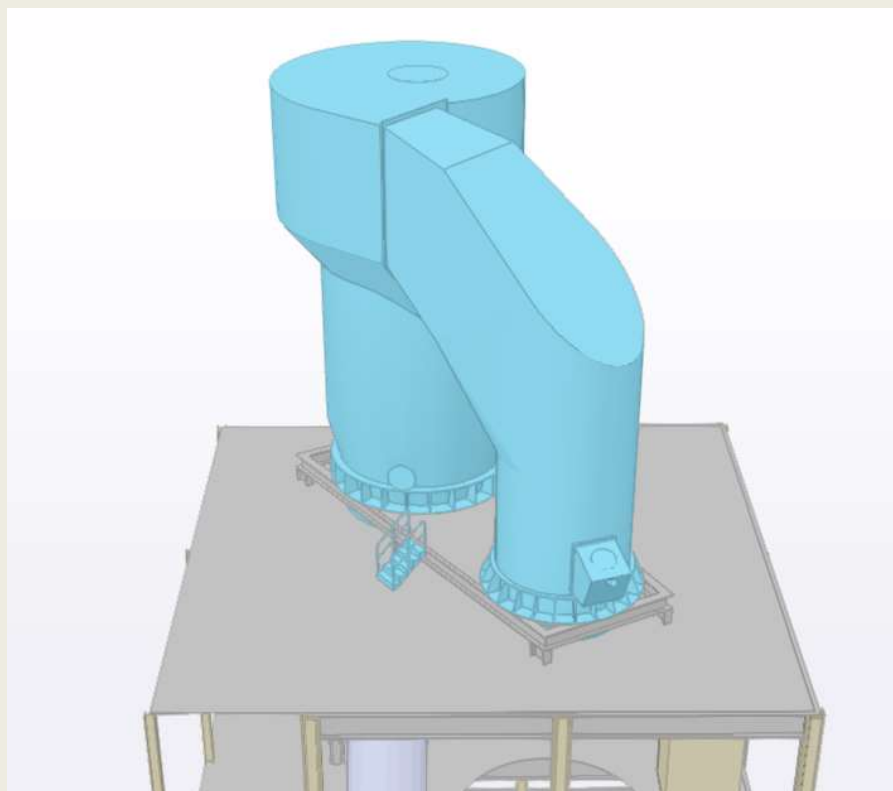
Problem 2: Paralelno se planira rekonstrukcija ostalih bitnih dijelova izmjenjivača; rekonstrukcija pirotop postrojenja (manja rekonstrukcija) i zamjena multiciklona na koti 52.55m br. 1 te cjevovoda od multiciklona 1 na koti 52.55m do ventilatora peći na koti 0.00., sve zbog povećanja učinkovitosti postrojenja.



Faza 2 – Povećanje kapaciteta loženja RDF-a na izmjenjivaču topline



Postojeća, iznimno vitka konstrukcija izmjenjivača. Visina gornjeg podesta 52.55 m



Zadatak je, osim smještaja postrojenja za RDF koje nema značajnijeg utjecaja na stabilnost, dokazati toranj na postavu novog ciklonskog izmjenjivača mnogo većih dimenzija i mnogo veće mase od postojećeg

Faza 2 – Povećanje kapaciteta loženja RDF-a na izmjenjivaču topline

Izrađuje se kontrolni proračun:

1. kao posljedica bitne izmjene tehnologije po prijedlogu inozemnog proizvođača (garancija velikih ušteda u energentu) - veliko povećanje opterećenja.
2. Kao posljedica zahtjeva za manje proširenje postrojenja za RDF
3. kao posljedica izmjene tehničke regulative u Republici Hrvatskoj u proteklih 40 godina pri čemu se prvenstveno misli na iznimno povećanje iznosa seizmičke sile i rekonstrukcija kao posljedica dotrajalosti i nadograđivanja opreme i tehnologije koja nije uvijek detaljno popraćena tehničkom dokumentacijom

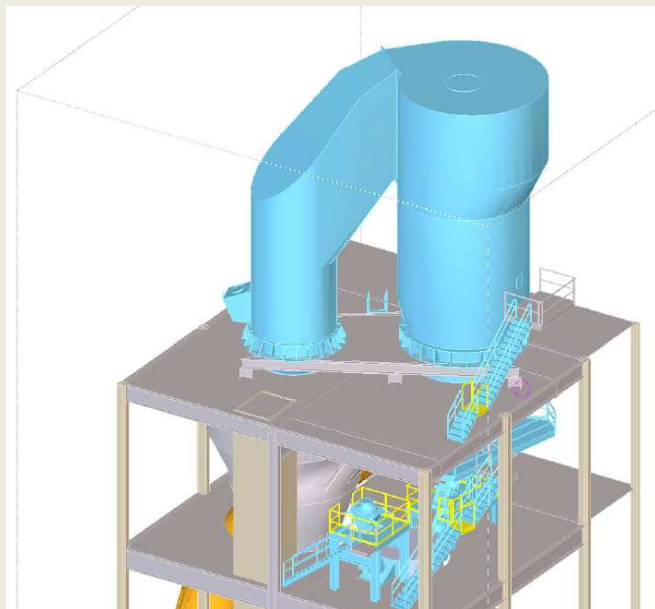
Najzahtjevniji dio projekta → analiza postojeće dokumentacije i snimak postojećeg stanja



Faza 2 – Povećanje kapaciteta loženja RDF-a na izmjenjivaču topline



Zadatak : demontaža, kompletna rekonstrukcija najvišeg i predzadnjeg podesta te montaža novog, većeg i težeg multiciklona:



Faza 2 – Povećanje kapaciteta loženja RDF-a na izmjenjivaču topline

Na izmjenjivaču topline postoji cca 100 priključenja točkastog tereta ozbiljnog intenziteta (300 kN – 1000 kN)

Izvodi se detaljni snimak svakog podesta, 3D skeniranje, Point cloud, editiranje point clouda, radi se popis opreme, analiziraju se stari projekti, rade se usporedbe i korekcije.

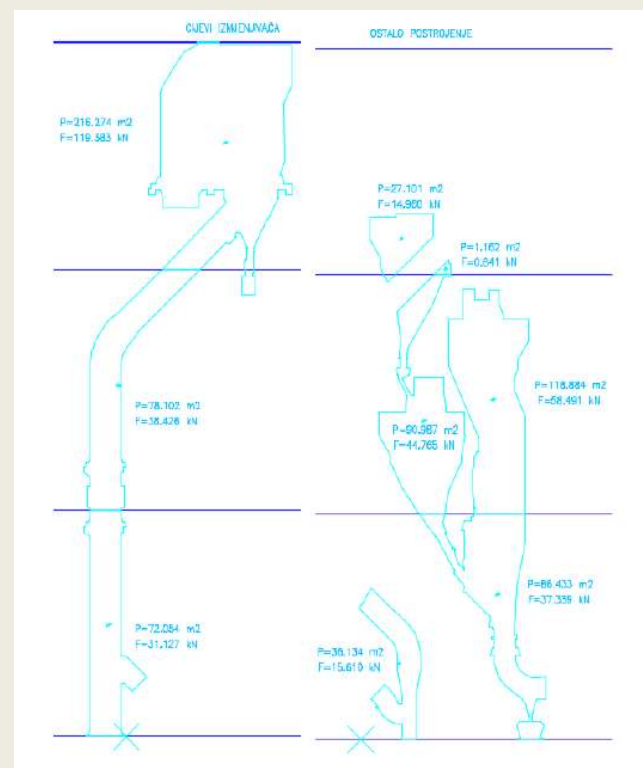
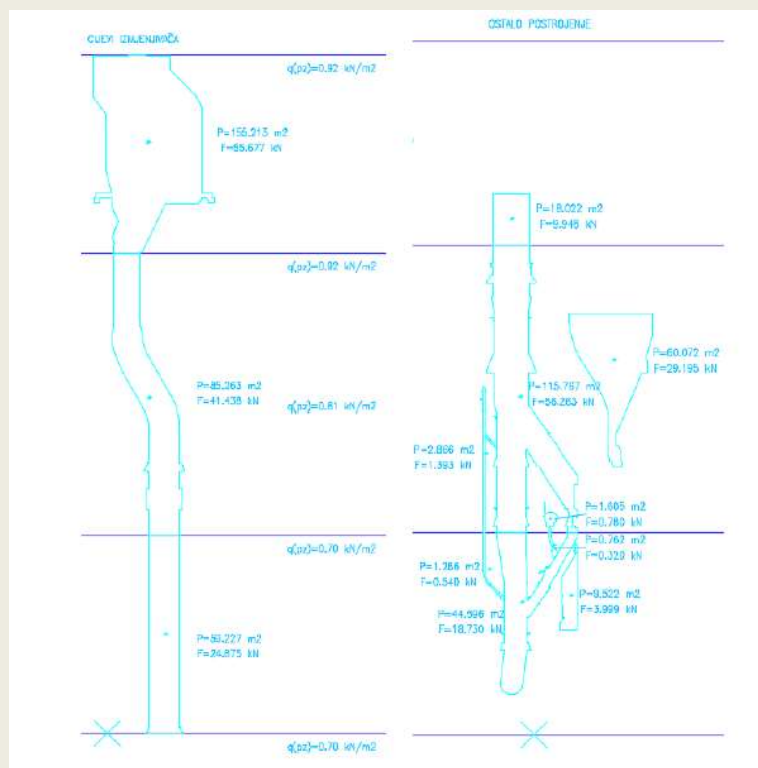


Faza 2 – Povećanje kapaciteta loženja RDF-a na izmjenjivaču topline



Faza 2 – Povećanje kapaciteta loženja RDF-a na izmjenjivaču topline

Analiza vjetra na ciklonsku opremu:



Faza 2 – Povećanje kapaciteta loženja RDF-a na izmjenjivaču topline

Analiza vjetra na ciklonsku opremu i cjevovode...

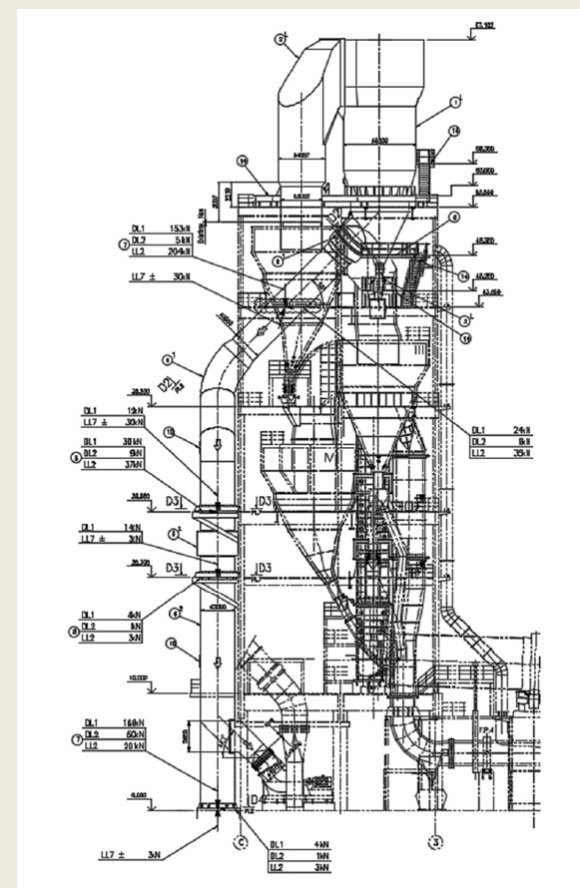
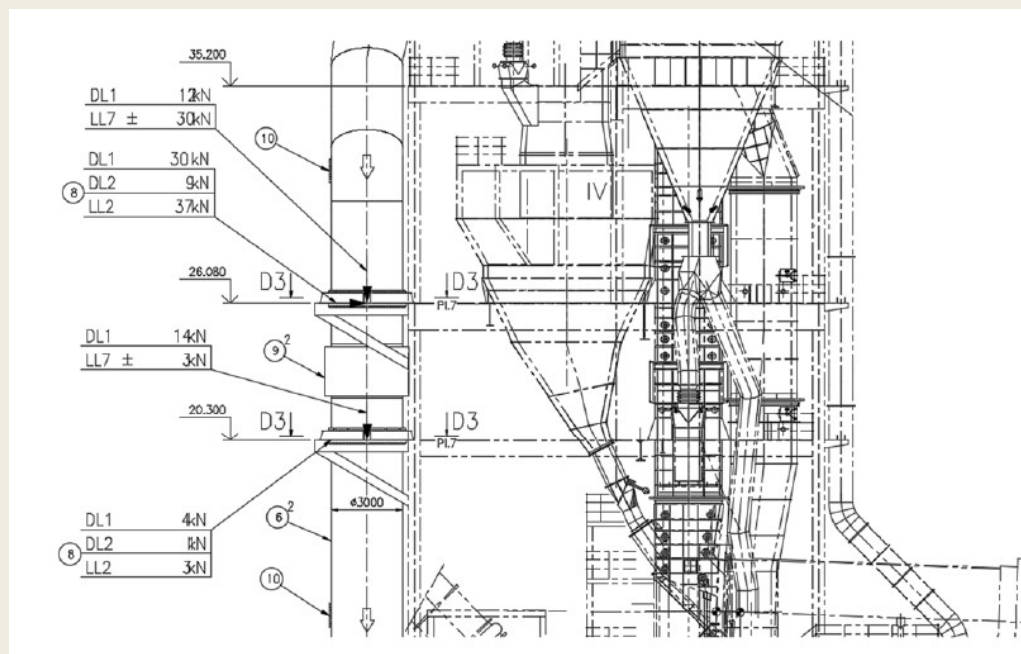
Izračun iznosa i položaja rezultantne sile vjetra u Y smjeru:

Opterećenje	Iznos sile (kN)	Opterećenje	Iznos sile (kN)	Udaljenost (m)	M = F x d	Opterećenje	Iznos sile (kN)	Udaljenost (m)	M = F x d
Cijevi izmjenjivača	31,127	Cijevi izmjenjivača	31,127	1,843	57,367	Cijevi izmjenjivača	31,127	10,743	334,397
	38,426		38,426	0,687	26,399		38,426	33,942	1.304,255
	119,383		119,383	9,530	1.137,720		119,383	57,468	6.863,090
Ostalo postrojenje	15,610	Ostalo postrojenje	15,610	3,567	55,681	Ostalo postrojenje	15,610	7,298	113,922
	37,339		37,339	13,299	496,571		3,999	14,089	56,342
	44,765		44,765	6,100	273,067		44,765	30,993	1.387,402
	58,491		58,491	12,849	751,551		58,491	33,072	1.934,414
	14,960		14,960	3,847	57,551		14,960	46,708	728,672
	0,641		0,641	8,226	5,273		0,641	45,783	29,347
Transporter sirovinskog brašna	20,331	Transporter sirovinskog brašna	20,331	4,249	86,386	Transporter sirovinskog brašna	20,331	57,468	1.168,382
Glavni elementi izmjenjivača (grede, stupovi, dijagonale)	32,314	Glavni elementi izmjenjivača (grede, stupovi, dijagonale)	32,314	0,000	0,000	Glavni elementi izmjenjivača (grede, stupovi, dijagonale)	32,314	5,100	164,801
	35,252		35,252	8,700	306,692		35,252	5,100	179,785
	32,314		32,314	17,000	549,338		32,314	5,100	164,801
	27,562		27,562	4,350	119,895		27,562	10,200	281,132
	26,294		26,294	12,852	337,930		26,294	10,200	268,199
	13,524		13,524	0,000	0,000		13,524	16,070	217,331
	18,916		18,916	0,000	0,000		18,916	16,070	303,960
	3,639		3,639	4,350	15,830		3,639	15,250	55,495
	6,860		6,860	8,725	59,854		6,860	18,151	124,516
	3,639		3,639	12,850	46,761		3,639	15,250	55,495
	18,916		18,916	13,950	263,878		18,916	16,070	303,960
	13,524		13,524	17,000	229,908		13,524	16,070	217,331
	14,688		14,688	8,300	124,848		14,688	20,300	298,166
	2,432		2,432	2,777	6,754		2,432	23,180	56,374
	3,254		3,254	4,350	14,155		3,254	23,190	75,460
	7,595		7,595	7,609	57,790		7,595	24,010	182,356
	7,595		7,595	9,823	74,621		7,595	24,010	182,356
	3,254		3,254	12,850	41,814		3,254	23,190	75,460
	2,432		2,432	14,376	34,962		2,432	23,190	56,398
	19,802		19,802	4,375	86,634		19,802	26,080	516,436
	19,374		19,374	12,875	249,440		19,374	26,080	505,274
	17,397		17,397	0,000	0,000		17,397	28,570	497,032
	9,534		9,534	4,375	41,711		9,534	30,640	292,122
	14,657		14,657	8,750	128,249		14,657	30,640	449,090
	9,534		9,534	12,875	122,750		9,534	30,640	292,122
	17,397		17,397	17,000	295,749		17,397	28,570	497,032
	32,896		32,896	8,500	279,633		32,896	35,200	1.158,010
	13,248		13,248	0,000	0,000		13,248	40,249	533,219
	8,474		8,474	4,375	37,074		8,474	39,525	334,935
	13,902		13,902	8,751	121,656		13,902	40,249	559,542
	8,474		8,474	12,875	109,103		8,474	39,525	334,935
	13,248		13,248	17,000	225,216		13,248	40,249	533,219
	19,802		19,802	4,375	86,634		19,802	43,850	868,918
	26,708		26,708	12,875	344,896		26,708	43,850	1.174,054
	9,606		9,606	0,000	0,000		9,606	48,561	466,477
	8,278		8,278	4,375	36,216		8,278	47,837	395,995
	11,744		11,744	8,756	102,830		11,744	48,550	570,171
	8,278		8,278	12,875	106,579		8,278	47,823	395,895
	9,606		9,606	17,000	163,302		9,606	48,549	466,362
	36,910		36,910	8,500	313,735		36,910	51,812	1.912,381
Rezultantna sila (F _r)	984,028	Rezultantna sila (F _r)	984,028			Rezultantna sila (F _r)	950,688		
					8.084,003				29.936,859
					8.215				31.490



Faza 2 – Povećanje kapaciteta loženja RDF-a na izmjenjivaču topline

Analiza pozicija i masa opreme....



Faza 2 – Povećanje kapaciteta loženja RDF-a na izmjenjivaču topline

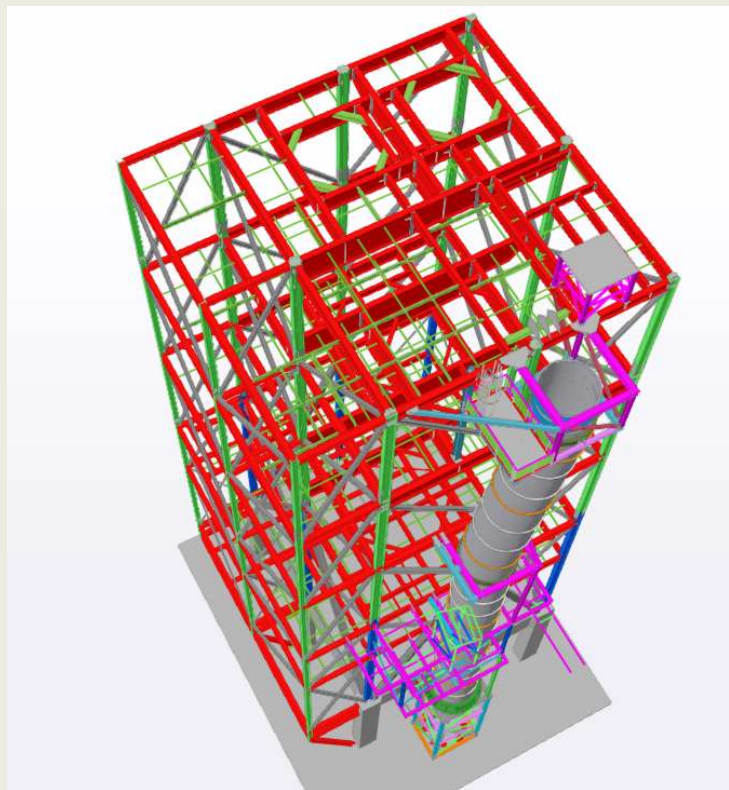
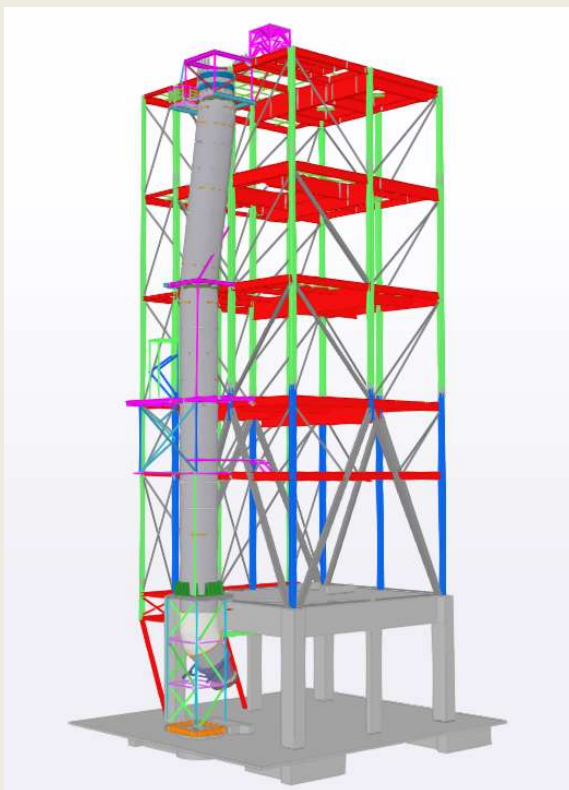
Rezultati:

1. Konstrukcija bi zadovoljila današnje zakonodavne okvire samo uz iznimno veliko, neracionalno ulaganje. Gotovo svi vertikalni spregovi zahtijevaju detaljnu sanaciju – pojačanje i štapova i spojeva.
2. Pokušaj „provlačenja” na Članak 24., stavak 4 Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije nije bio osnovan. Povećanje momenta savijanja i uzdužnih sila je veće od 10% od zatečenog stanja.
3. Investitor dijelom iz ovih razloga, ali paralelno i iz drugih tehnoloških razloga odustaje od predložene varijante povećanja učinkovitosti izmjenjivača topline i uz dogradnju postrojenja RDF-a, radi alternativni zahvat na izmjeni cjevovoda od postojećeg multiciklona do ventilatora peći.



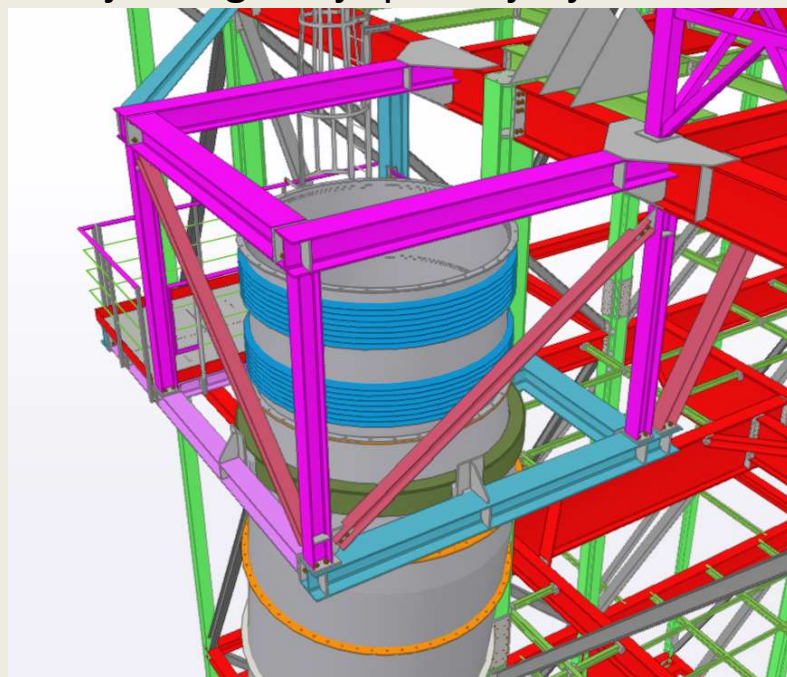
Faza 2 – Povećanje kapaciteta loženja RDF-a na izmjenjivaču topline

Radi se nova analiza, sa novim prijedlogom rješenja za povećanje učinkovitosti i smanjenje utroška energenta (instalacija novog cjevovoda):



Faza 2 – Povećanje kapaciteta loženja RDF-a na izmjenjivaču topline

Ovo rješenje je dokazano sa stanovišta građevinske i strojarske struke te je i izvedeno. Nakon ovog zahvata, izvedena je i dogradnja postrojenja za RDF



Faza 2 – Povećanje kapaciteta loženja RDF-a na izmjenjivaču topline



Faza 2 – Povećanje kapaciteta loženja RDF-a na izmjenjivaču topline



Montaža elemenata postrojenja RDF
na izmjenjivaču topline....

Ideje za budućnost...

Potreba tržišta za spaljivanjem otpada se povećava svakim danom. Cilj je cementnih postrojenja u što većoj mjeri implementirati spaljivanje RDF-a u postojećim sustavima za pečenje klinkera tj. proizvodnju cementa. Svako bitnije povećanje kapaciteta, zbog iznimno strogih standarda iz područja zaštite okoliša, iziskuje mnogo veća ulaganja u izgradnju novih ili rekonstrukciju postojećih postrojenja.

Najveća ulaganja se odnose na:

1. Izgradnju filterskih postrojenja velikog kapaciteta
2. Sustav za transport i zbrinjavanje klora (specijalni silosi klora)



Hvala na pažnji.....

