

Analiza požarne otpornosti konstrukcija hala ovisno o namjeni

Sudić, Ozren

Professional thesis / Završni specijalistički

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:237:669106>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-09**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Civil Engineering,
University of Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu
Građevinski fakultet

Ozren Sudić

**Analiza požarne otpornosti konstrukcija hala
ovisno o namjeni**
Specijalistički rad

Zagreb, 2024.

IZJAVA O IZVORNOSTI

Izjavljujem da je moj specijalistički rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u izradi istoga nisam koristio/la drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni.

Ozren Sudić

Sažetak

Prilikom odabira pojedinog tipa čeličnih nosivih konstrukcija uobičajeno se odabir tipa konstrukcija vrši prvenstveno prema kriteriju težine konstrukcije, za osnovna djelovanja na konstrukciju (stalno opterećenje, opterećenje snijegom, opterećenje vjetrom...). U najvećem broju slučajeva zaštita konstrukcije za djelovanje požara vrši se pasivnim sustavima zaštite konstrukcije (premazi, oblaganje...).

Pažljivijim odabirom tipa konstrukcije već u fazi idejnog rješenja uzimajući u obzir i požarno djelovanje, moguće je dobiti u konačnici optimalnije konstrukcije (ne samo s aspekta troškova, nego i s aspekta korištenja).

Kroz proračun požarne otpornosti dva tipa čeličnih konstrukcija (okvirni krovni nosači, te rešetkasti krovni nosači), za hale (prostore) različite namjene (skladište i ured), želi se dobiti najekonomičnije rješenje za pojedinu situaciju.

Osim težine čelične konstrukcije kao kriterij odabira pojedinog tipa konstrukcije uvodi se i cijena postizanja određene razine požarne otpornosti konstrukcije, tj. sagledava se optimalnost izbora pojedinog tipa konstrukcija kroz više kriterija (težina konstrukcije, požarna otpornost...).

U sklopu rada izvršena je simulacija, korištenjem programskog paketa za proračune konstrukcija STAAD i SCIA, te dvozonskog programskog paketa za dobivanje ulaznih temperaturnih parametara za proračun konstrukcija i analizu otpornosti elemenata konstrukcije (Ozone).

Rezultati će omogućiti optimalniji izbor tipa konstrukcije obzirom na otpornost za djelovanje požara, a obzirom na njenu namjenu.

Ključne riječi: požarna otpornost, tip konstrukcije, namjena, zaštita konstrukcije.

Abstract

During choosing a specific type of steel structures, the selection of the type of structure is usually made primarily according to the criterion of the weight of the structure, for the basic loads (permanent load, snow load, load wind...). In the majority of cases, the protection of the structure against the effects of fire is carried out by passive systems for the protection of the structure (coatings, cladding...).

By choosing the type of structures more carefully already in the conceptual design phase, taking into account fire action, it is possible to obtain ultimately more optimal structures (not only from the costs aspect, but also from the aspect of use).

Through the calculation of fire resistance of two types of steel structures (frame roof, and lattice roof), for halls (spaces) of different uses (storage and office), we want to get the most economical solution for a particular situation.

In addition to the weight of the steel structure, he introduces as a criterion for selecting a particular type of structure and the price of achieving a certain level of fire resistance of the structure, i.e. it is considered the optimality of choosing a particular type of structure through several criteria (weight of the structure, fire resistance...).

As part of document, a simulation was performed, using the software package for structures calculations STAAD and SCIA, and a two-zone program package for obtaining of input temperature parameters for structure calculation and resistance analysis construction elements (Ozone).

Results will enable a more optimal choice of structure type with regard to resistance to the action of fire, and with regard to its purpose.

Keywords: fire resistance, structure type, purpose, structure protection.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	9
2. OPIS NOSIVIH KONSTRUKCIJA.....	11
3. ANALIZA OPTEREĆENJA	13
4. DIMENZIONIRANJE OSNOVNE KONSTRUKCIJE BEZ DJELOVANJA POŽARA	20
5. ZAŠTITA KONSTRUKCIJE PASIVNIM MJERAMA ZAŠTITE OD POŽARA (PROTUPOŽARNI PREMAZI)	34
6. DIMENZIONIRANJE OSNOVNE KONSTRUKCIJE ZA POŽARNO DJELOVANJE	35
7. ANALIZA TROŠKOVA	36
8. ZAKLJUČAK	39
9. LITERATURA.....	40
10. PRILOZI	41

Popis slika

- Slika 1: prostorni prikaz konstrukcije tip 1
- Slika 2: prostorni prikaz konstrukcije tip 2
- Slika 3: karta karakterističnog opterećenja snijegom
- Slika 4: karta karakterističnog opterećenja vjetrom
- Slika 5: krivulja temperatura plina – skladišna namjena
- Slika 6: krivulja RHR – skladišna namjena
- Slika 7: krivulja položaja granice između tople i hladne zone – skladišna namjena
- Slika 8: krivulja temperatura plina – uredska namjena
- Slika 9: krivulja RHR – uredska namjena
- Slika 10: krivulja položaja granice između tople i hladne zone – uredska namjena
- Slika 11: prostorni prikaz konstrukcije
- Slika 12: krovni nosači IPE500
- Slika 13: stupovi HEA400
- Slika 14: podrožnice HEA120
- Slika 15: krovna stabilizacija QC100x4
- Slika 16: zabatni krovni nosači i stupovi HEA180
- Slika 17: vertikalna stabilizacija QC120x5
- Slika 18: glavni okvir
- Slika 19: profili okvira (krovni nosač IPE500, stupovi HEA400)
- Slika 20: opterećenje 1 – stalni teret + vlastita težina
- Slika 21: opterećenje 2 – snijeg
- Slika 22: opterećenje 3 – vjetar +x (pritisak)
- Slika 23: opterećenje 4 – vjetar +z
- Slika 24: opterećenje 5 – vjetar +x (odizanje)
- Slika 25: prostorni prikaz konstrukcije
- Slika 26: rešetkasti krovni nosači (HEA200-gornji pojas, kvadratni cijevni profili
QC140x6-donji pojas i QC100x4-ispuna rešetke)
- Slika 27: glavni stupovi HEA220
- Slika 28: glavni okvir
- Slika 29: profili okvira (HEA200-gornji pojas, kvadratni cijevni profili
QC140x6-donji pojas i QC100x4-ispuna rešetke)

- Slika 30: opterećenje 1 – stalni teret + vlastita težina
- Slika 31: opterećenje 2 – snijeg
- Slika 32: opterećenje 3 – vjetar +x (pritisak)
- Slika 33: opterećenje 4 – vjetar +z
- Slika 34: opterećenje 5 – vjetar +x (odizanje)
- Slika 35: okvir konstrukcije tip 1 – oznake elemenata
- Slika 36: rezultati dimenzioniranja konstrukcije tip 1
- Slika 37: okvir konstrukcije tip 2 – oznake elemenata
- Slika 38: rezultati dimenzioniranja konstrukcije tip 2
- Slika 39: geometrija okvira konstrukcije tip 1
- Slika 40: profili okvira konstrukcije tip 1
- Slika 41: geometrija okvira konstrukcije tip 2
- Slika 42: profili okvira konstrukcije tip 2
- Slika 43: geometrija okvira konstrukcije tip 1
- Slika 44: geometrija okvira konstrukcije tip 2
- Slika 45: profili okvira konstrukcije tip 2
- Slika 46: profili okvira konstrukcije tip 1

Popis tablica

Tablica 1: Specifikacija materijala konstrukcije tip 1 (bez požarnog djelovanja)

Tablica 2: Specifikacija materijala konstrukcije tip 2 (bez požarnog djelovanja)

Tablica 3: Debljine premaza profila konstrukcije tip 1

Tablica 4: Debljine premaza profila konstrukcije tip 2

Tablica 5: Specifikacija materijala konstrukcije tip 1 (sa požarnim djelovanjem)

Tablica 6: Specifikacija materijala konstrukcije tip 2 (sa požarnim djelovanjem)

Tablica 7: Jedinične cijene PP premaza profila konstrukcije tip 1

Tablica 8: Jedinične cijene PP premaza profila konstrukcije tip 2

Tablica 9: Usporedba cijena konstrukcija tipa 1 bez PP premaza

Tablica 10: Usporedba cijena konstrukcija tipa 2 bez PP premaza

Tablica 11: Usporedba cijena konstrukcija tipa 1 sa PP premazom

Tablica 12: Usporedba cijena konstrukcija tipa 2 sa PP premazom

1. UVOD

Problematika pojave i djelovanja požara u građevini može se definirati na dvije razine [1]:

- prva razina - parametrima arhitektonskog projektiranja
- druga razina - analizom sigurnosti konstrukcije u slučaju djelovanja požara.

U sklopu ovog rada prvenstveno sagledavam drugu razinu.

Čelične nosive konstrukcije su izrazite osjetljive na djelovanje visokih temperatura. Mehaničke karakteristike čelika (granica popuštanja, modul elastičnosti) kao materijala na visokim temperaturama znatno opadaju, te ih je potrebno zaštititi kako bi osigurali njihovu mehaničku otpornost i stabilnost tokom propisima definiranog vremena (požarna otpornost konstrukcije). Osim zaštita konstrukcije premazima ili oblaganjem, moguće je u analizama nosivosti konstrukcije koristiti metode kojima se dobivaju krivulje temperature plina u nekoj građevini uslijed razvoja požara (realni požar) koje se znatno razlikuju od najčešće korištene krivulje temperature plina definirane normom ISO-834.

Krivulja realnog požara nam omogućuje smanjenje troškova zaštite čeličnih konstrukcija (premazima ili oblaganjem), a u nekim slučajevima dodatna zaštita nije niti potrebna.

Cilj ovog rada je dokazati da se pažljivim odabirom tipa konstrukcije, može za istu namjenu i isto požarno opterećenje dobiti optimalnija rješenja, te manji utrošak materijala za nosivu konstrukciju u smislu požarne otpornosti konstrukcije pojedine građevine.

U drugom poglavlju „Opis nosivih konstrukcija“ definirana su 2 tipa osnovnih konstrukcija: okvirni „punostijeni“ nosači (u nastavku nosiva konstrukcija tip 1), te rešetkasti nosači (u nastavku nosiva konstrukcija tip 2). Navedeni tipovi konstrukcija koriste se za građevinu istih dimenzija.

Tlocrtne dimenzije građevine su 49,32 x 19,16 m. Visina građevine je 4,70m – 5,55m. Razlika je isključivo u glavnim okvirima nosivih sustava, dok su ostali elementi (krovnna i vertikalna stabilizacija, te sekundarni krovni nosači) identični.

Krovni pokrov građevine je termoizolacijski senvič panel s PIR ispunom, debljine $d = 120$ mm. Statički sustav pokrova je nosač preko 3 i više polja.

Fasadna obloga građevine je termoizolacijski senvič panel s PIR ispunom, debljine $d = 100$ mm. Statički sustav obloge je nosač preko jednog polja.

Krovni pokrov i fasadna obloga su identični kod oba tipa konstrukcije.

Svi elementi čelične nosive konstrukcije projektirani su od čelika kvalitete S355J2 s normativnom granicom $f_y = 355$ N/mm². Čvorni limovi izvode se od čelika kvalitete S355 J2. Vijčani montažni spojevi izvode se vijcima kvalitete 8.8 i 10.9. Sidreni vijci izvode se čelikom kvalitete 8.8 i/ili 10.9.

U trećem poglavlju „Analiza opterećenja“ definirana su opterećenja mjerodavna za projektiranje predmetne građevine: stalna djelovanja, djelovanje snijega, djelovanje vjetra, te požarno opterećenje.

U četvrtom poglavlju „Dimenzioniranje osnovne konstrukcije bez djelovanja požara“ konstrukcije su dimenzionirane za više različitih kombinacija opterećenja, i to kombinacije opterećenja od stalnih djelovanja, djelovanja snijega i vjetra.

U petom poglavlju „Zaštita konstrukcije pasivnim mjerama zaštite od požara (protupožarni premazi) razmatra se scenarij izvedbe zaštite konstrukcije protupožarnim premazima.

U šestom poglavlju „Dimenzioniranje osnovne konstrukcije za požarno djelovanje“ konstrukcije su dimenzionirane za više različitih kombinacija opterećenja, i to za kombinacije opterećenja od stalnih djelovanja, snijega, vjetra, te požara.

Požarno opterećenje se pritom mijenja za više „scenarija“, i to:

- prema namjeni prostora: uredski prostor i skladišni prostor
- prema zahtjevu tražene otpornosti konstrukcije: požarna otpornost 30 i 45 minuta

U sedmom poglavlju „Analiza troškova“ prikazana je usporedba troškova postizanja traženih protupožarnih zahtjeva (tražene požarne otpornosti konstrukcije).

U osmom poglavlju „Zaključak“ donesen je zaključak temeljen na rezultatima proračuna/analiza iz prethodnih poglavlja, te prijedlog za daljnja istraživanja.

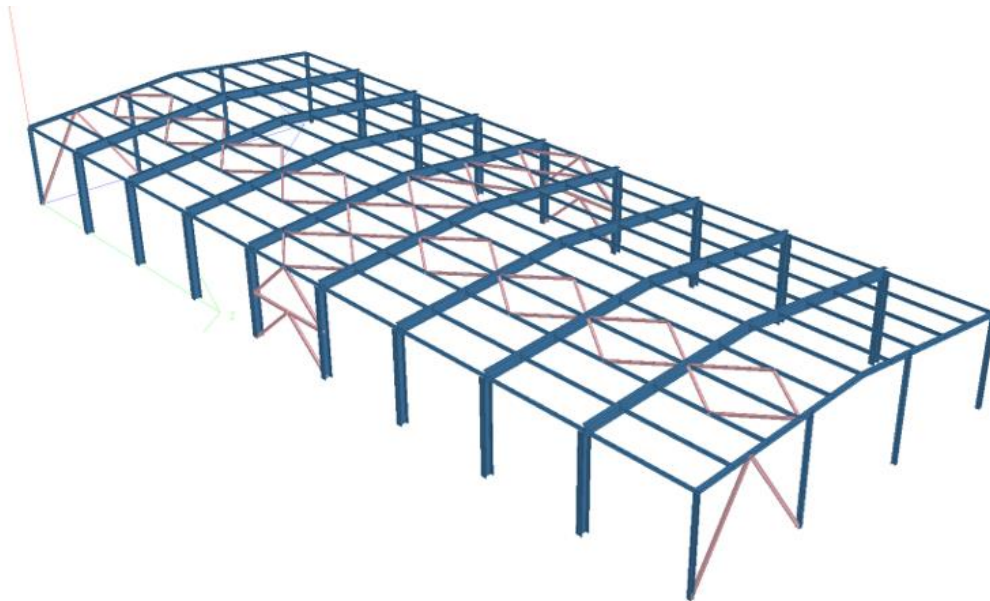
2. OPIS NOSIVIH KONSTRUKCIJA

Nosive konstrukcije predmetne građevine su prefabricirane čelične konstrukcije.

Elementi čeličnih konstrukcija izrađuju se u radionici u zavarenoj izvedbi, a prilikom montaže se međusobno spajaju vijčanim vezama.

Osnovna čelična nosiva konstrukcija tip 1 (Slika 1) sastoji se od sljedećih dijelova:

- glavnih stupova od valjanih I profila HEA400
- zabatnih stupova od valjanih I profila HEA180
- glavnih krovnih nosača od valjanih I profila IPE500
- zabatnih nosača od valjanih I profila HEA180
- sekundarnih nosača od valjanih I profila HEA 120 (stabilizirani bočno u prvom i zadnjem polju profilima QC60x3)
- dijagonala vertikalne stabilizacije od hladnooblikovanih kvadratnih cijevi QC 120×5
- dijagonala krovne stabilizacije od hladnooblikovanih kvadratnih cijevi QC 100×4

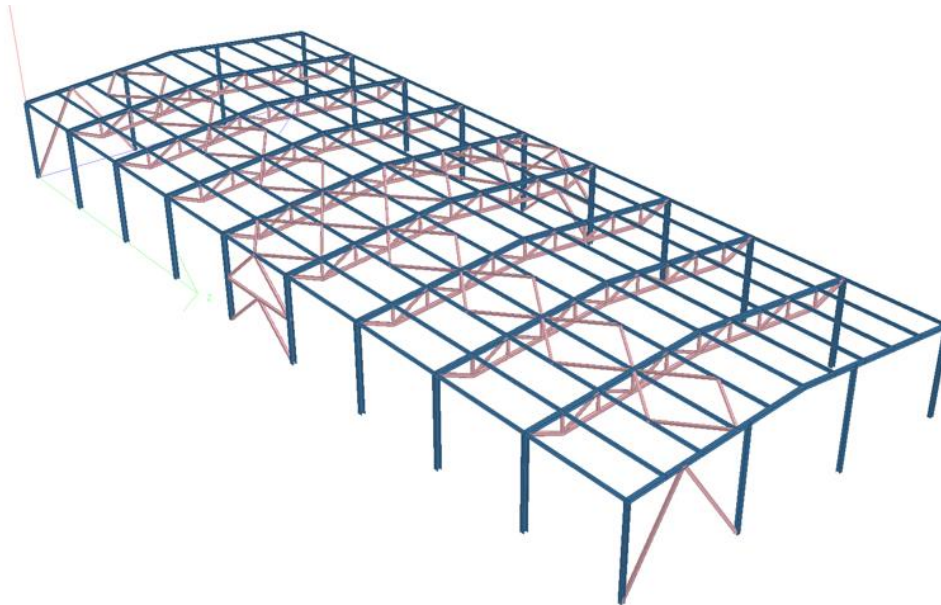


Slika 1: prostorni prikaz konstrukcije tip 1

Osnovna čelična nosiva konstrukcija tip 2 (Slika 2) sastoji se od sljedećih dijelova:

- glavnih stupova od valjanih I profila HEA220
- zabatnih stupova od valjanih I profila HEA180
- glavnih krovnih rešetkastih nosača od valjanih I profila HEA200 (gornji pojas), toplooblikovanih cijevnih profila QC140x6 (donji pojas) i QC100x4 (ispuna rešetke)
- zabatnih nosača od valjanih I profila HEA180

- sekundarnih nosača od valjanih I profila HEA 120 (stabilizirani bočno u prvom i zadnjem polju profilima QC60x3)
- dijagonala vertikalne stabilizacije od hladnooblikovanih kvadratnih cijevi QC 120×5
- dijagonala krovne stabilizacije od hladnooblikovanih kvadratnih cijevi QC 100×4



Slika 2: prostorni prikaz konstrukcije tip 2

Gore navedeni profili definirani su u sklopu dimenzioniranja konstrukcije za opterećenja od stalnih djelovanja, snijega i vjetrova. Dimenzioniranje nosive konstrukcije provedeno je u poglavlju 4.

3. Analiza opterećenja

U nastavku je provedena analiza opterećenja predmetnih konstrukcija, uključivo i djelovanje požara. U sklopu analize opterećenja definirana su sva mjerodavna opterećenja; stalna, promjenjiva i izvanredna, sukladno općoj podjeli opterećenja po promjeni intenziteta tokom vremena [2].

3.1. Stalno opterećenje

Opterećenje je definirano sukladno normi HRN EN 1991-1-1:2012/NA:2012 [5].

Krov

- | | |
|--|---------------------------|
| - krovni paneli $d = 120 \text{ mm}$ | $g = 0,25 \text{ kN/m}^2$ |
| - fotonaponski paneli s podkonstrukcijom | $g = 0,50 \text{ kN/m}^2$ |
| - dodatno (instalacije) | $g = 0,05 \text{ kN/m}^2$ |
| - vlastita težina konstrukcije* | |

stalno opterećenje konstrukcije krova **$g = 0,80 \text{ kN/m}^2$**

*Vlastita težina definirana je automatski unutar programskog paketa STAAD.Pro i SCIA.

3.2. Djelovanje snijega

Opterećenje je definirano sukladno normi EN 1991-1-3:2012/NA:2012 [6]: .

U nastavku je prikazana karta karakterističnog opterećenja snijegom (Slika 3) .



Slika 3: karta karakterističnog opterećenja snijegom

Za predmetnu lokaciju vrijede sljedeće vrijednosti opterećenja:

- karakteristično opterećenje snijegom na tlu $s_k = 1,25 \text{ kN/m}^2$
- koeficijent umanjenja za nagib $0^\circ < \alpha \leq 30^\circ$ $u_i = 0,80 \text{ kN/m}^2$
- opterećenje snijegom na konstrukciju $s_1 = 1,00 \text{ kN/m}^2$

3.3. Djelovanje vjetra

Opterećenje je definirano sukladno normi EN 1991-1-4:2012/NA:2012 [7]:

U nastavku je prikazana karta karakterističnog opterećenja vjetrom (Slika 4).



Slika 4: karta karakterističnog opterećenja vjetrom

Za navedenu lokaciju vrijede sljedeće vrijednosti opterećenja:

- srednja brzina vjetra (okomito na plohu) $v_{b,0} = 20,00 \text{ m/s}$
- kategorija terena II $C_{e(z)} = 2,00$
- referentni pritisak srednje brzine vjetra $q_b = 0,25 \text{ kN/m}^2$

3.4. Požarno opterećenje

Požarno opterećenje se u postupku dimenzioniranja konstrukcija uzima u obzir kroz požarnu krivulju, koja je dobivena nakon provedene analize u software-u Ozone (u nastavku).

Opterećenje je definirano sukladno normi HRN EN 1991-1-2:2012/NA:2012 [8].

3.4.1. Analiza razvoja požara u prostoru skladišne namjene

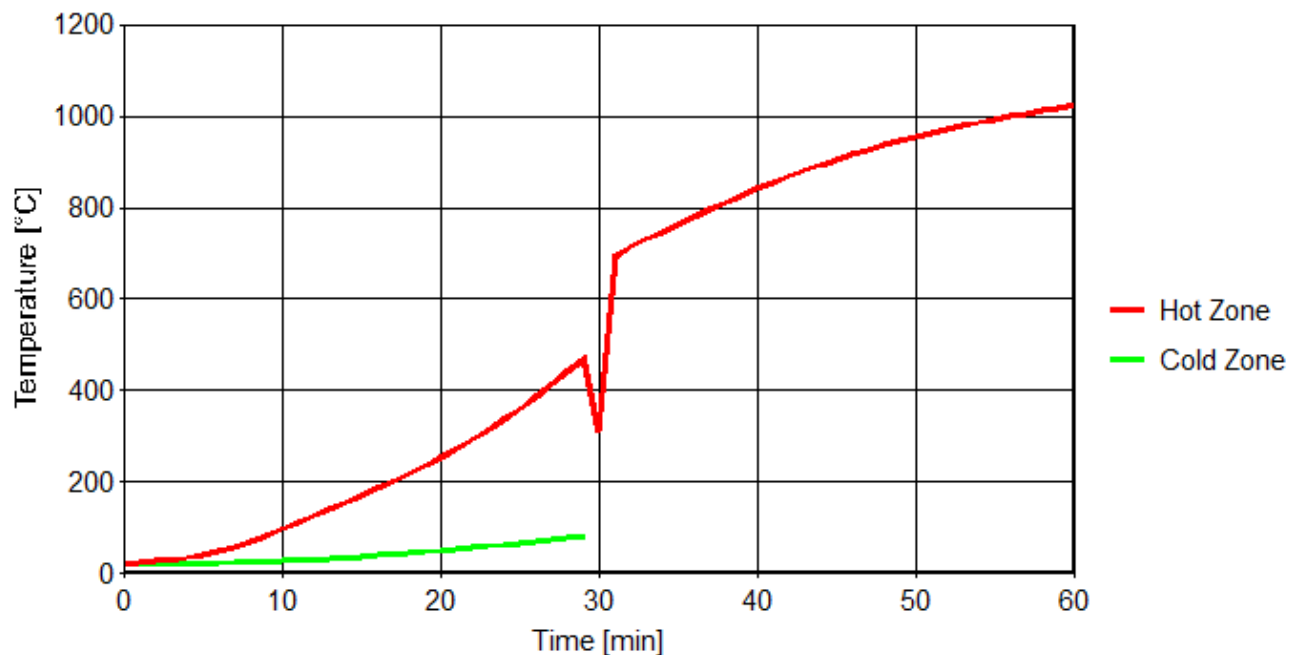
Ulazni parametri

- namjena prostora: skladišni prostor
- tlocrtne dimenzije prostora: cca 49,32mx19,16m požarni odjeljak "P"
- visina prostora: cca 5,55m (prosječna visina)
- požarno opterećenje: 600,00 MJ/m² (ukupno opterećenje)

- aktivne i pasivne mjere zaštite od požara:- aparati za gašenje požara
- vatrodojava
 - unutrašnja i vanjska hidrantska mreža

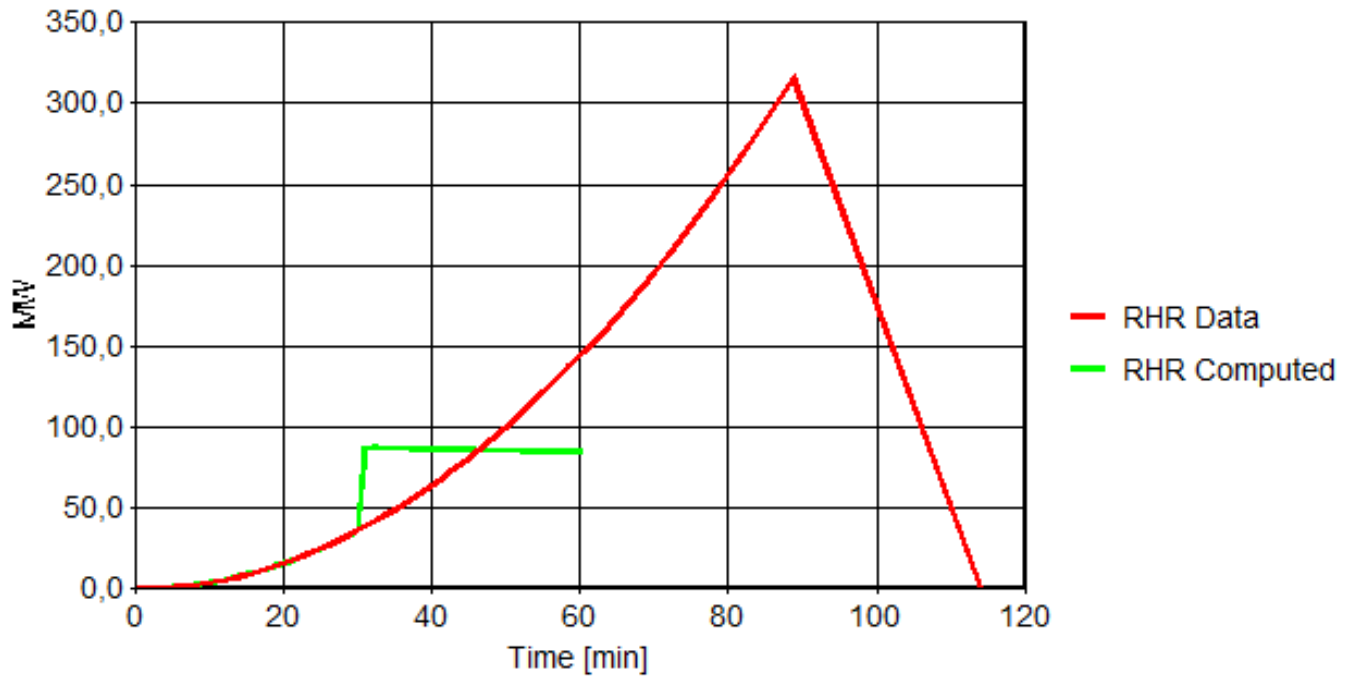
Proračun

Grafički prikaz rezultata analize razvoja požara u prostoru skladišne namjene prikazan je na slikama 5, 6 i 7, a detalji proračuna u prilogu 1.



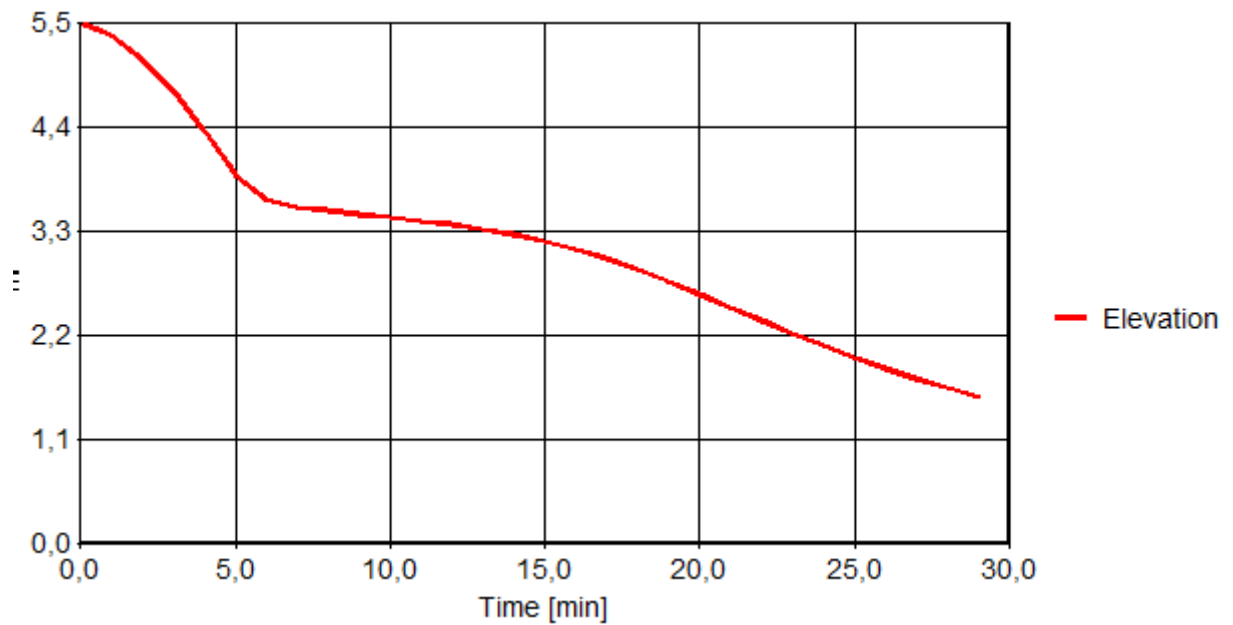
Maksimalna vrijednost: 1023 °C, Vrijeme: 60 min

Slika 5: krivulja temperatura plina – skladišna namjena



Maksimalna vrijednost: 315,06 MW, Vrijeme: 88,8 min

Slika 6: krivulja RHR – skladišna namjena



$h = 1,56 \text{ m}$, Vrijeme: 29,00 min

Slika 7: krivulja položaja granice između tople i hladne zone – skladišna namjena

3.4.2. Analiza razvoja požara u prostoru uredske namjene

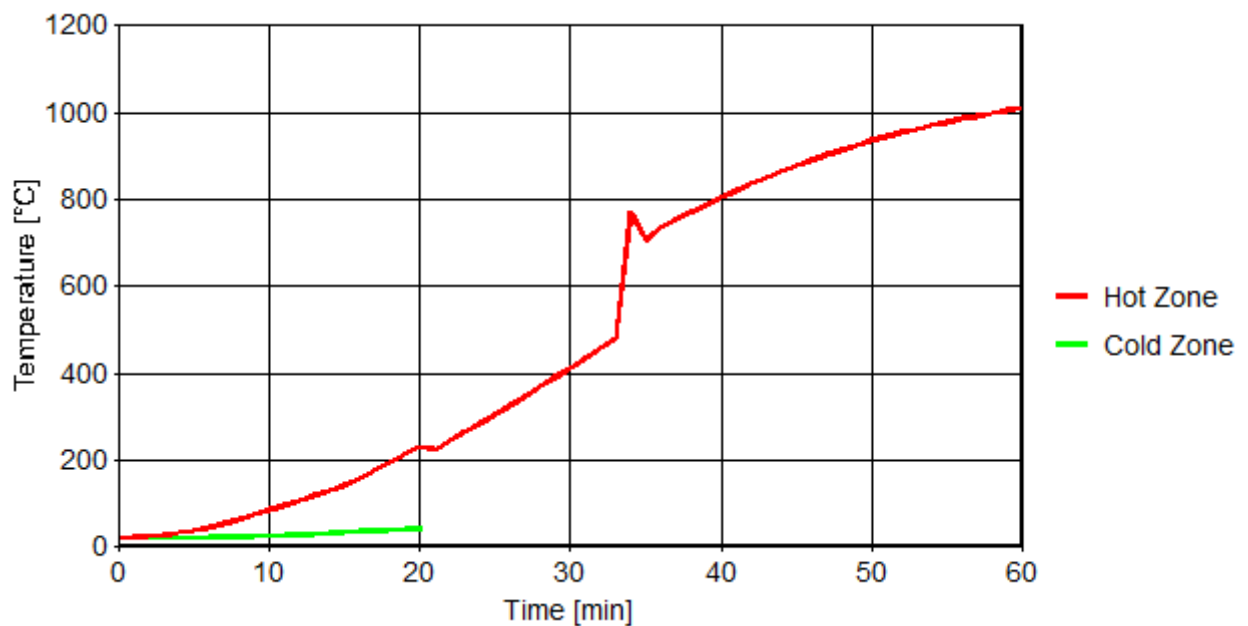
Ulazni parametri

- namjena prostora: uredski prostor
- tlocrtne dimenzije prostora: cca 49,32mx19,16m požarni odjeljak "P"
- visina prostora: cca 5,55m (prosječna visina)
- požarno opterećenje: 600,00 MJ/m² (ukupno opterećenje)

- aktivne i pasivne mjere zaštite od požara:-aparati za gašenje požara
 - vatrodojava
 - unutrašnja i vanjska hidrantska mreža

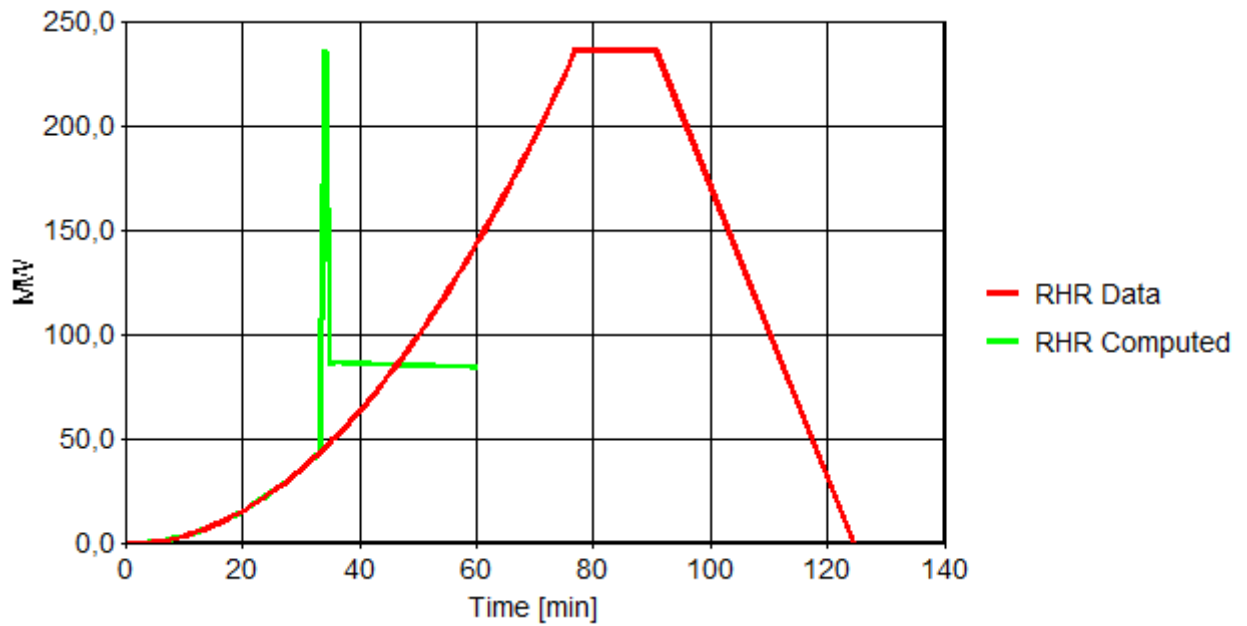
Proračun

Grafički prikaz rezultata analize razvoja požara u prostoru skladišne namjene prikazan je na slikama 8, 9 i 10, , a detalji proračuna u prilogu 2.



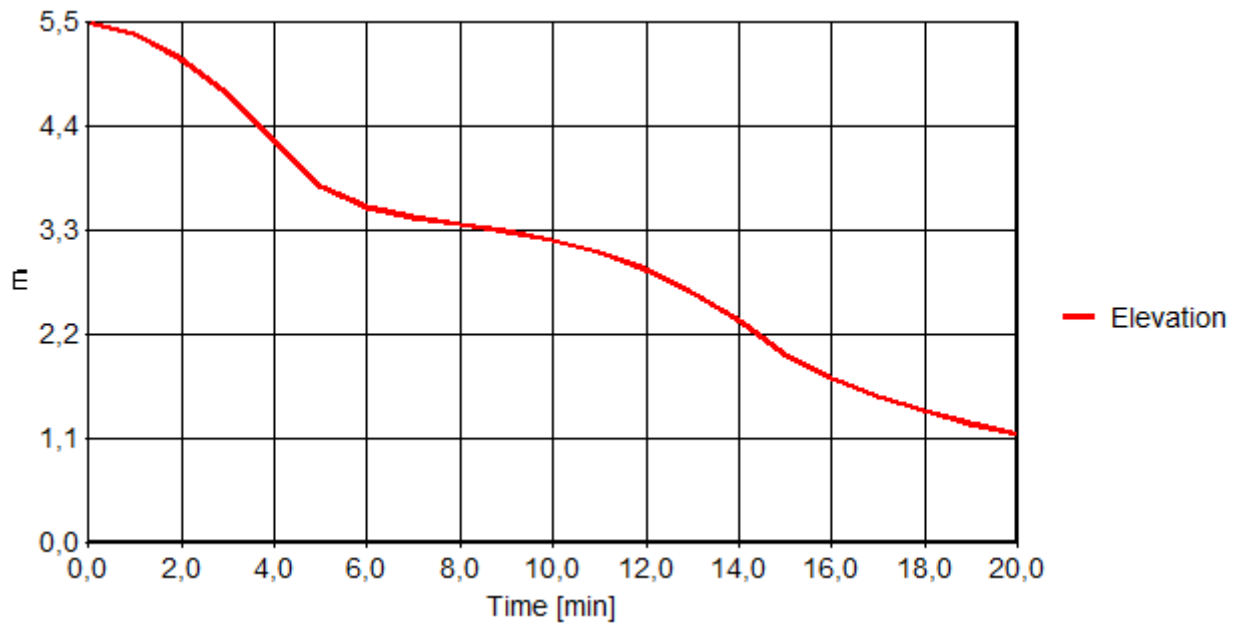
Maksimalna vrijednost: 1011 °C, Vrijeme: 60 min

Slika 8: krivulja temperatura plina – uredska namjena



Maksimalna vrijednost: 236,24 MW, Vrijeme: 34,00 min

Slika 9: krivulja RHR – uredska namjena



$h = 1,15$ m, Vrijeme: 20,00 min

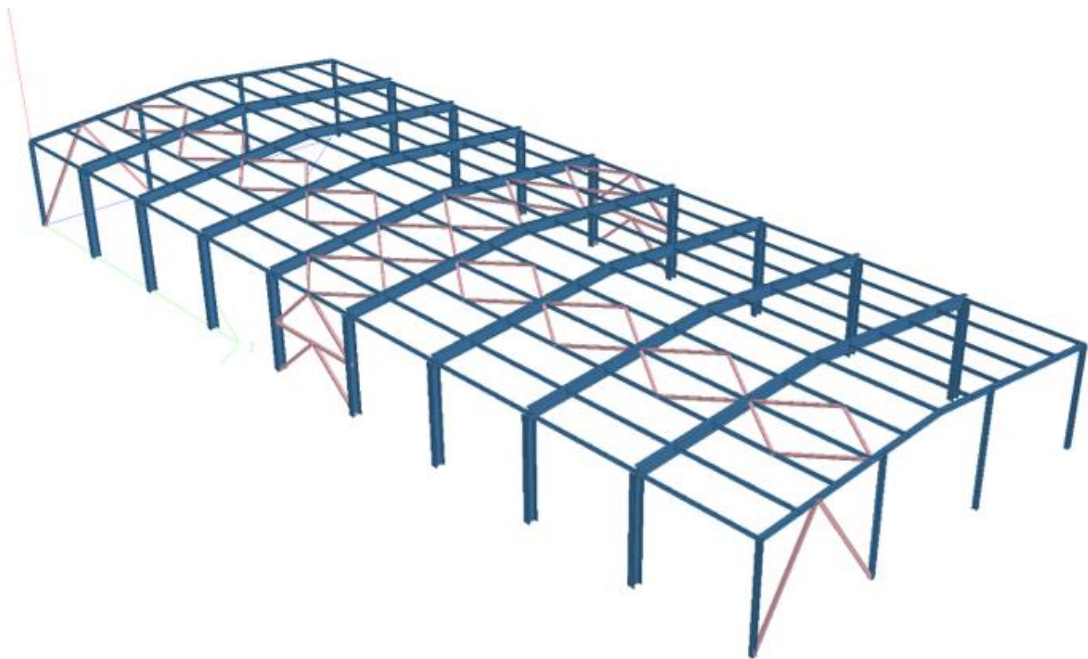
Slika 10: krivulja položaja granice između tople i hladne zone – uredska namjena

4. Dimenzioniranje osnovne konstrukcije bez djelovanja požara

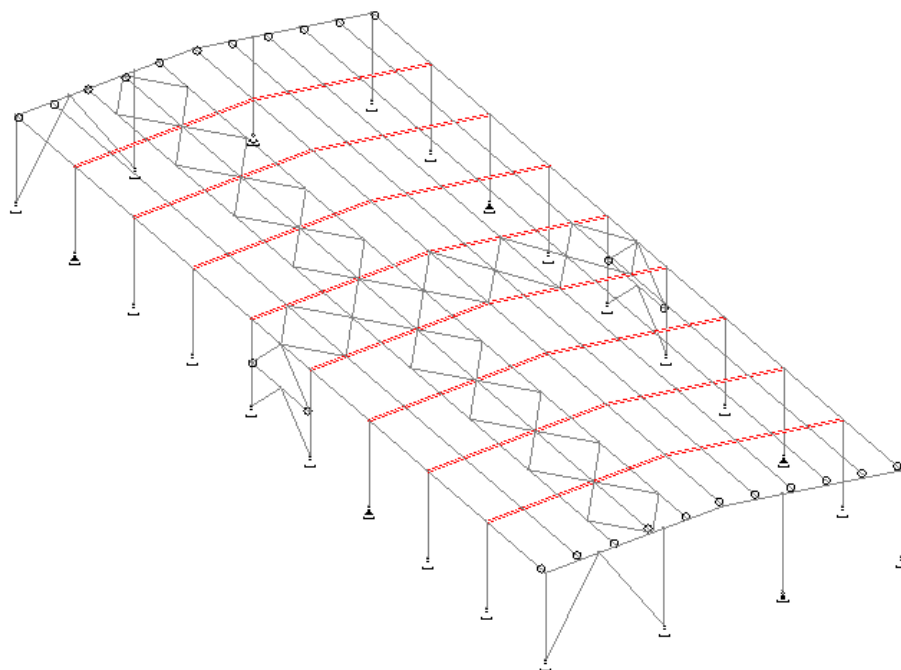
Nakon definiranja ulaznih parametara opterećenja, provodi se modeliranje nosive konstrukcije, te dimenzioniranje elemenata iste. U prvoj iteraciji nije uzeto u obzir požarno opterećenje konstrukcije.

Prikaz rezultata dimenzioniranja konstrukcije tip 1 nalazi se u Prilogu 3, a prikaz rezultata dimenzioniranja konstrukcije tip 2 u Prilogu 4.

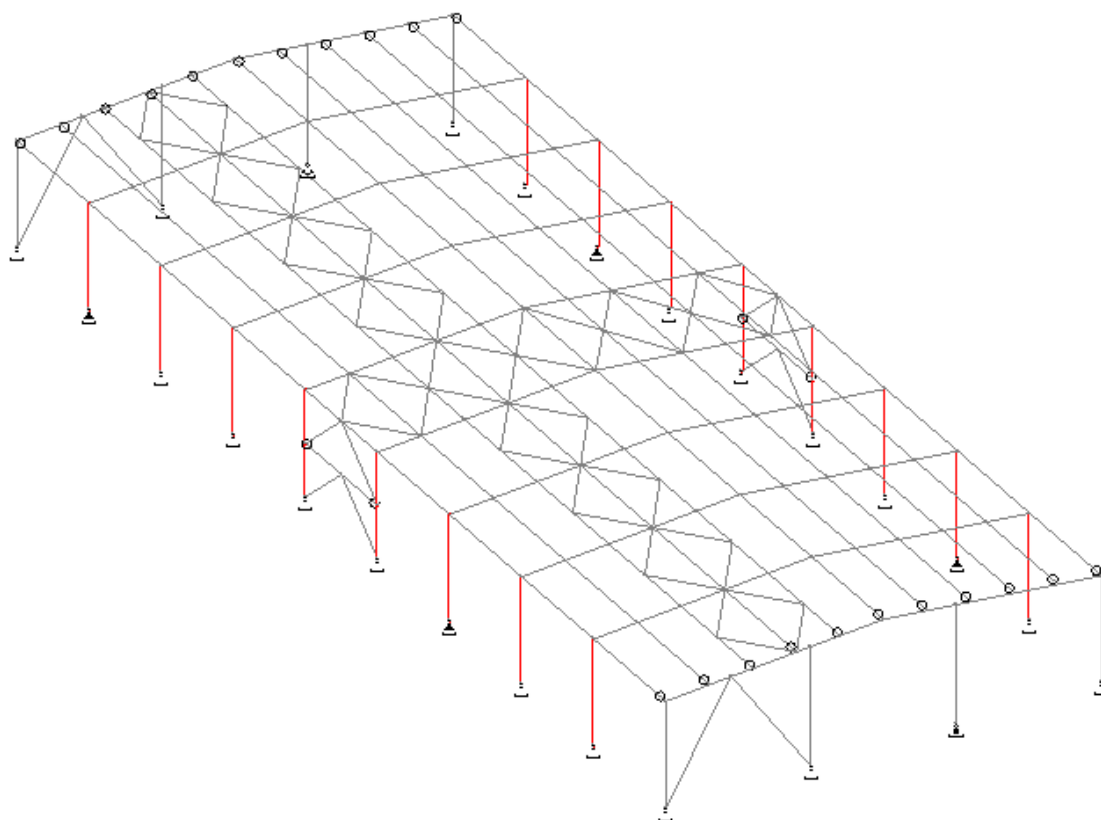
Proračun nosive konstrukcije tip 1



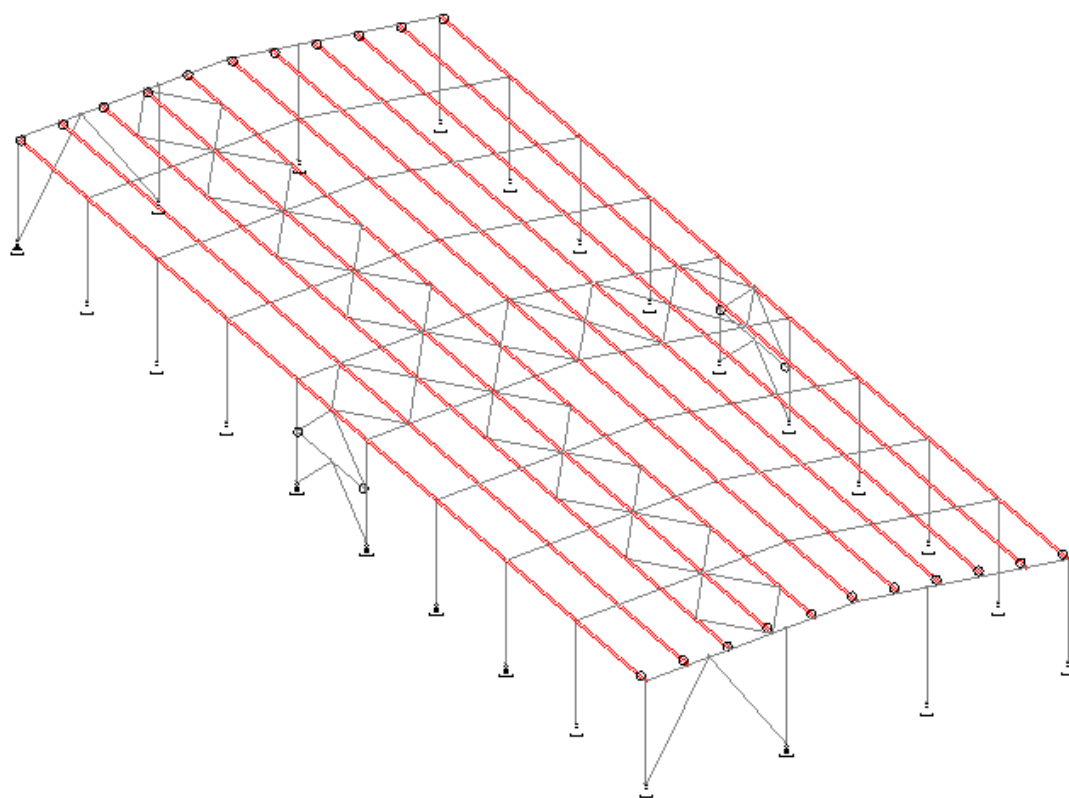
Slika 11: Prostorni prikaz konstrukcije



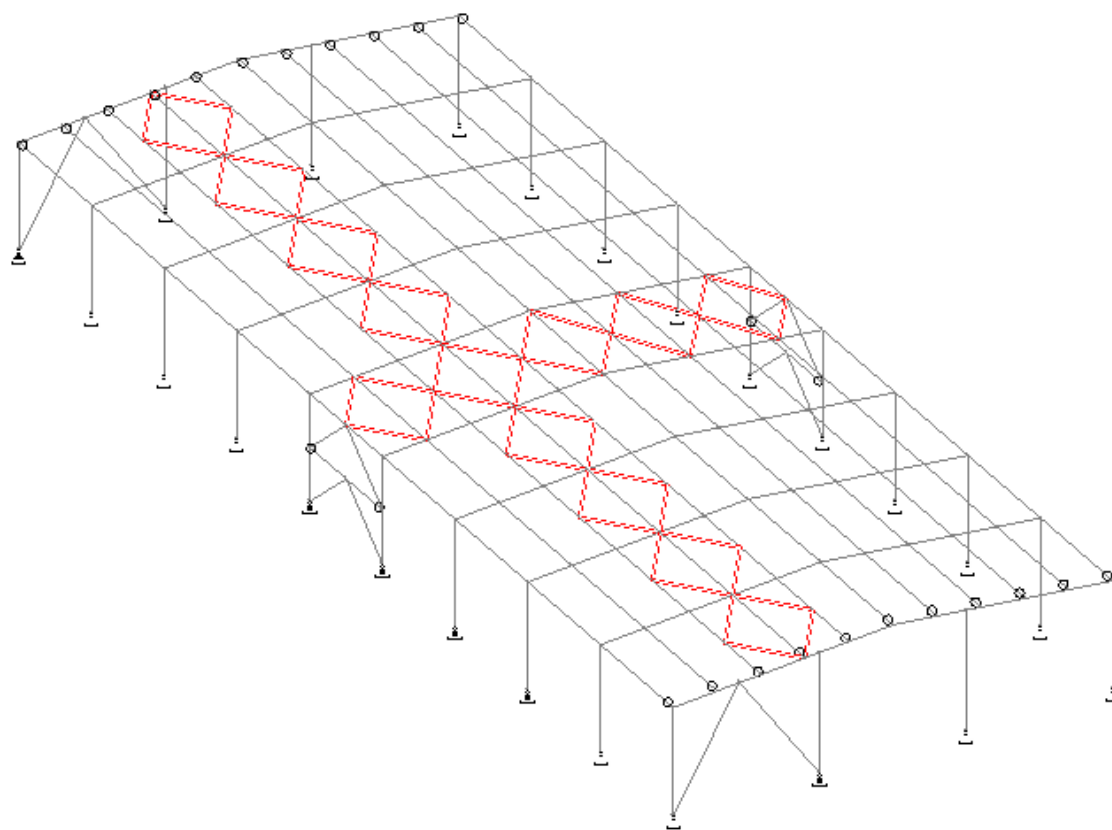
Slika 12: Krovni nosači IPE500



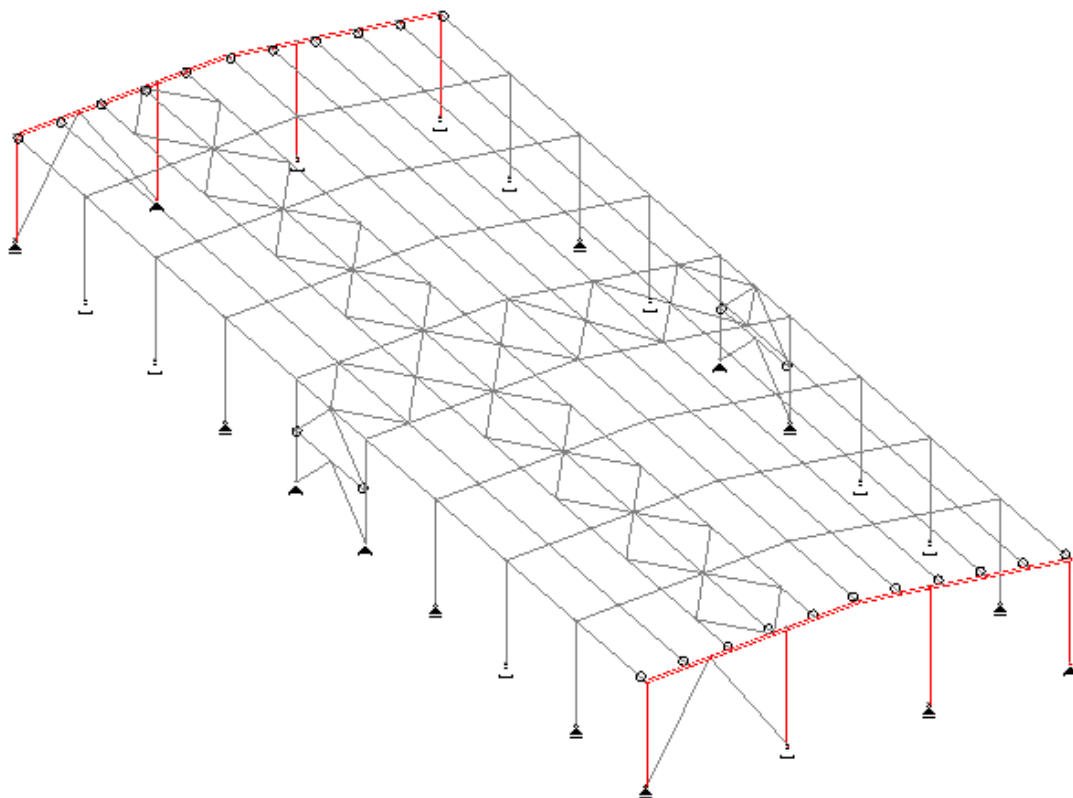
Slika 13: Stupovi HEA400



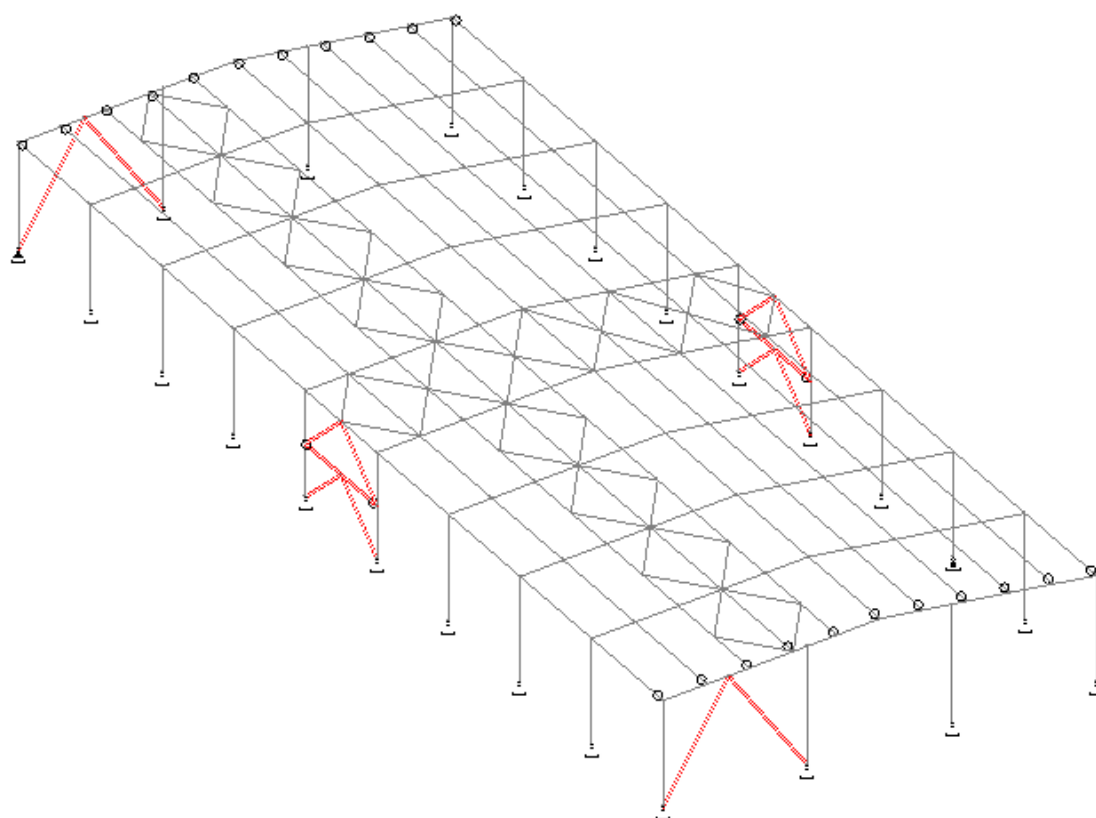
Slika 14: Podrožnice HEA120



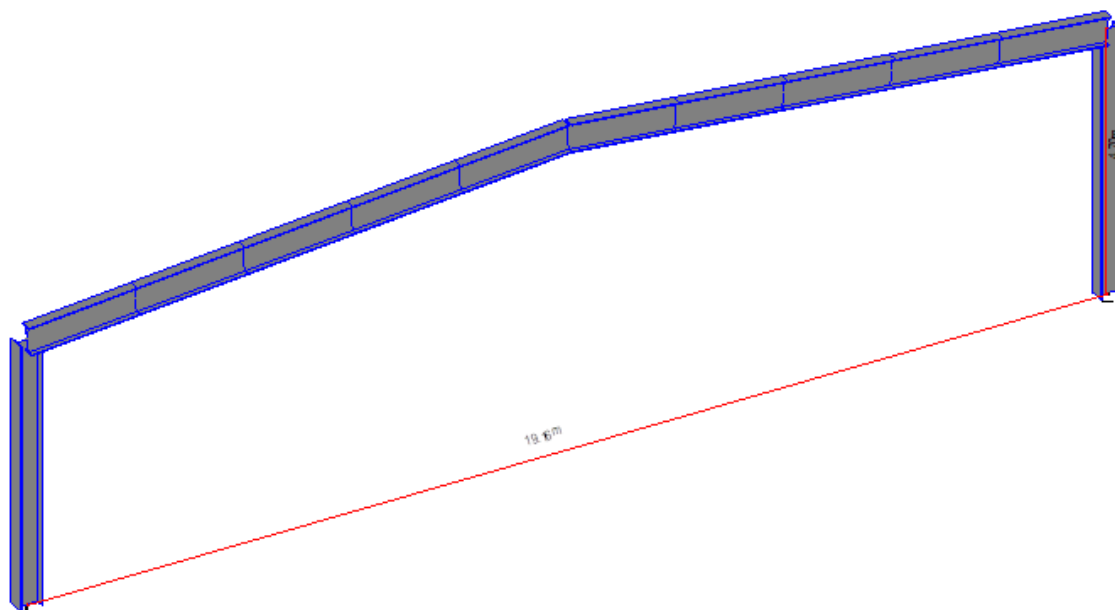
Slika 15: Krovna stabilizacija QC100x4



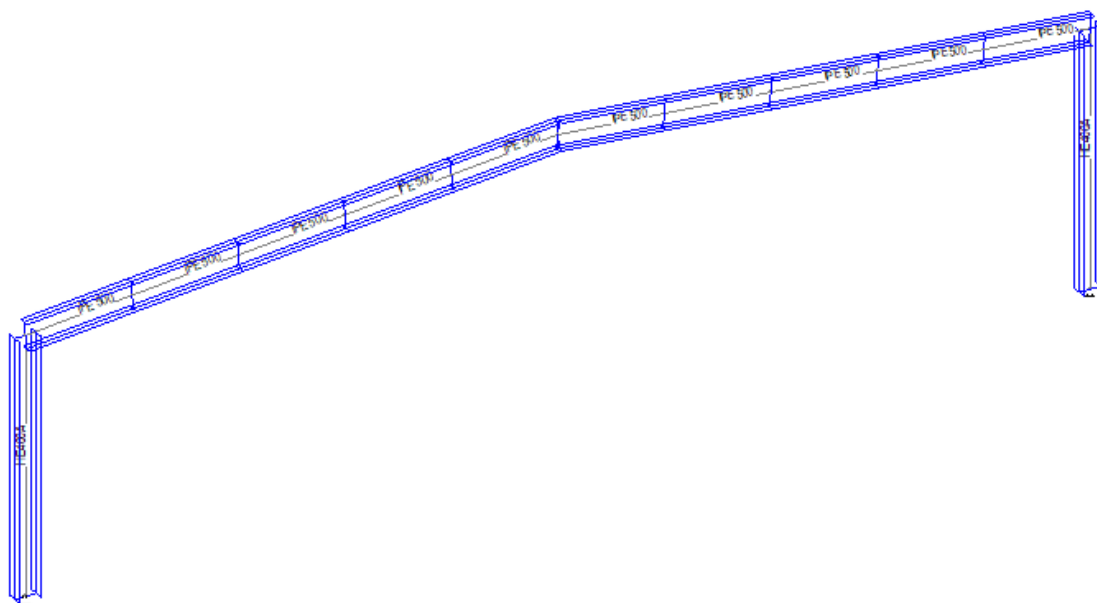
Slika 16: Zabatni krovni nosači i stupovi HEA180



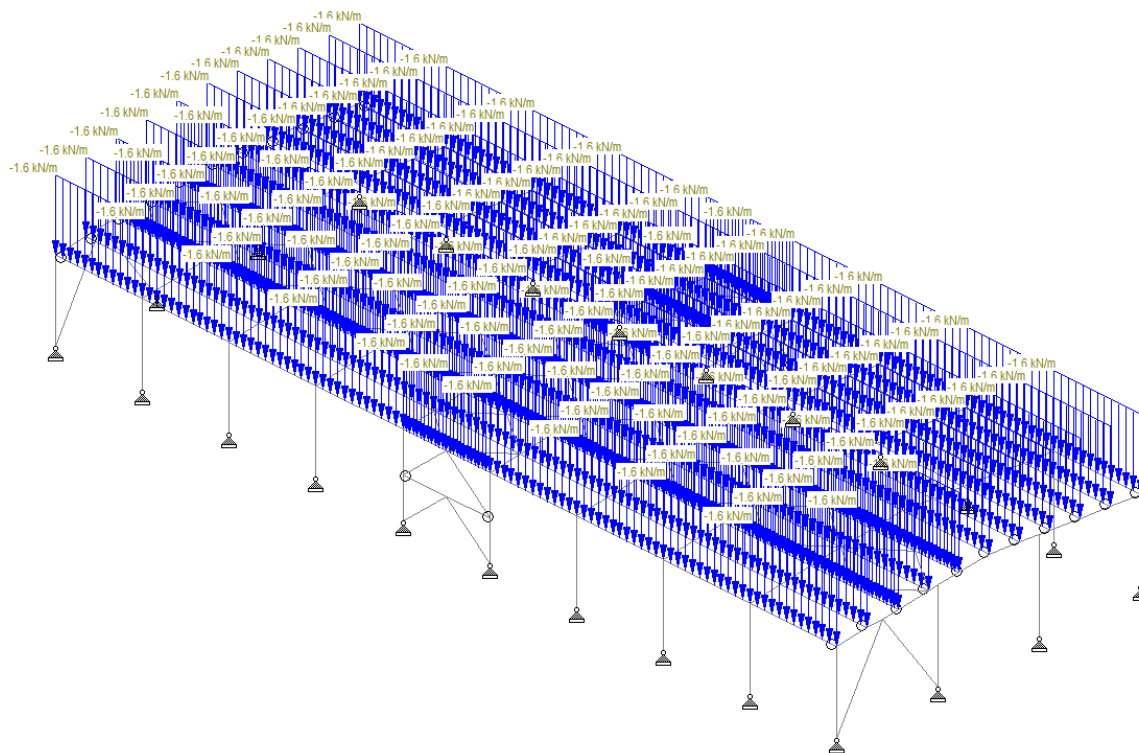
Slika 17: Vertikalna stabilizacija QC120x5



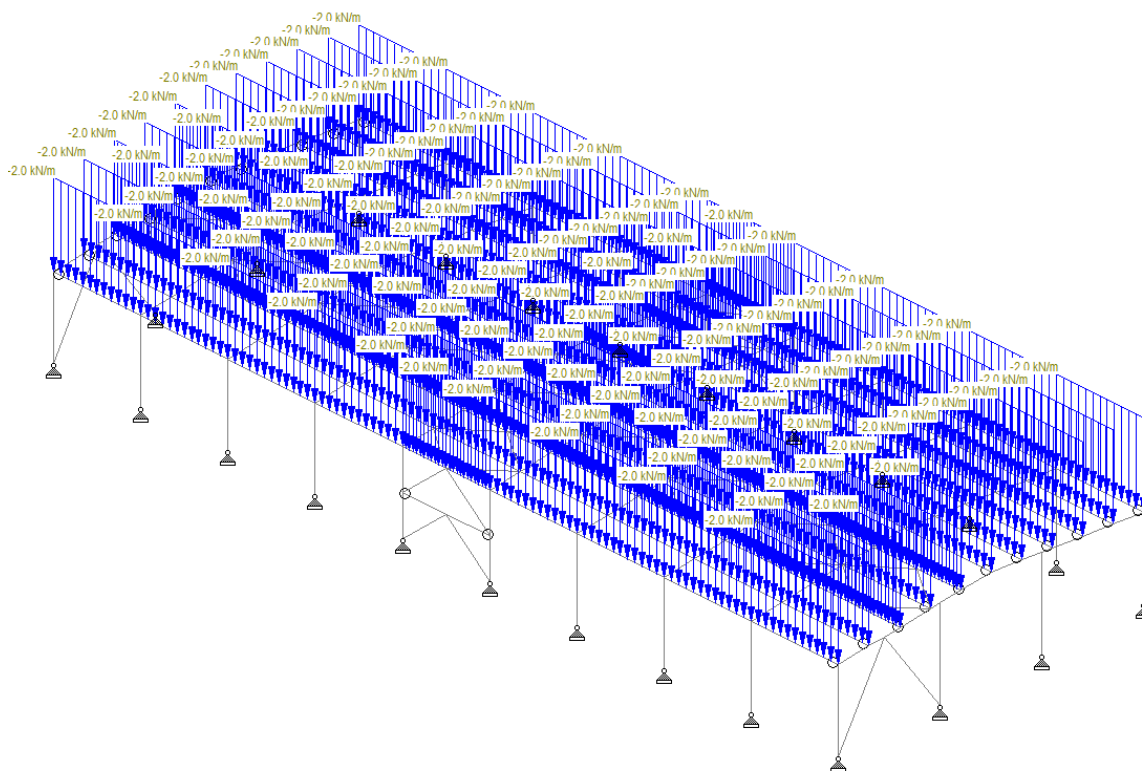
Slika 18: Glavni okvir



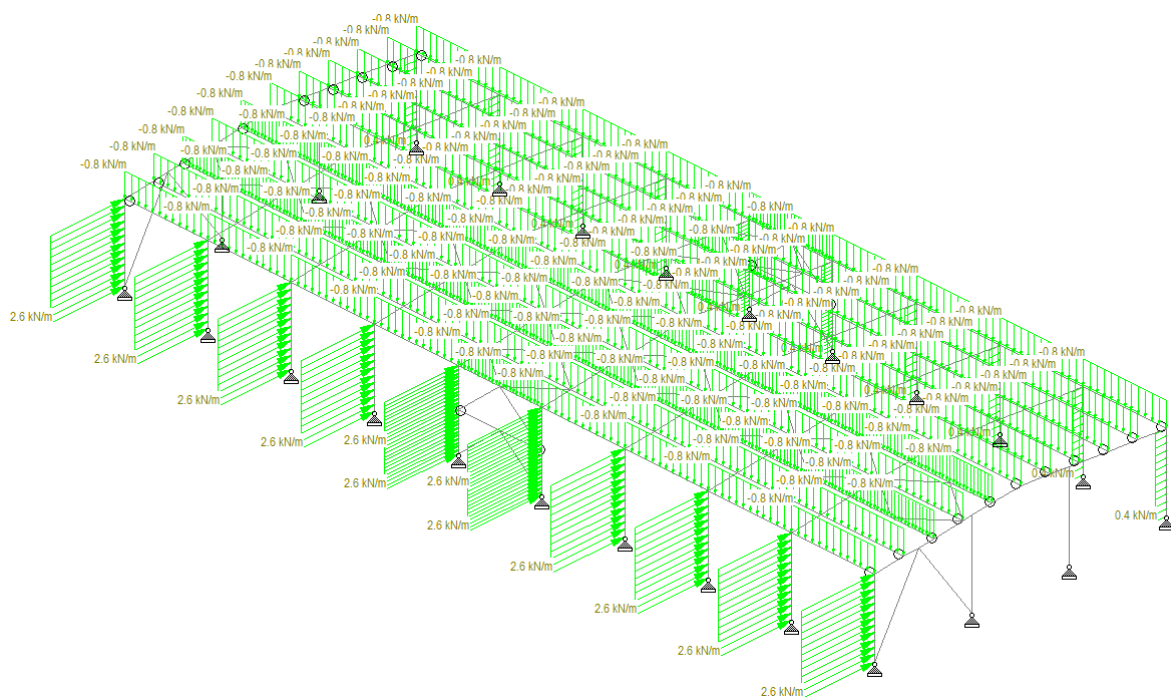
Slika 19: Profili okvira (krovni nosač IPE500, stupovi HEA400)



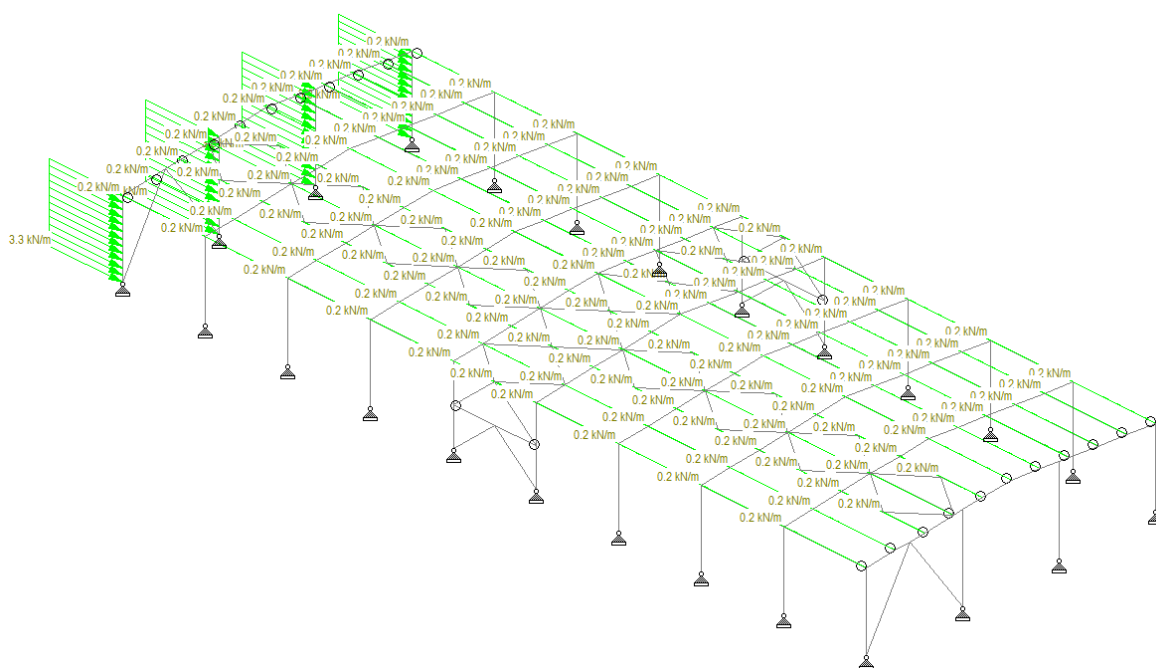
Slika 20: Opterećenje 1 – stalni teret + vlastita težina



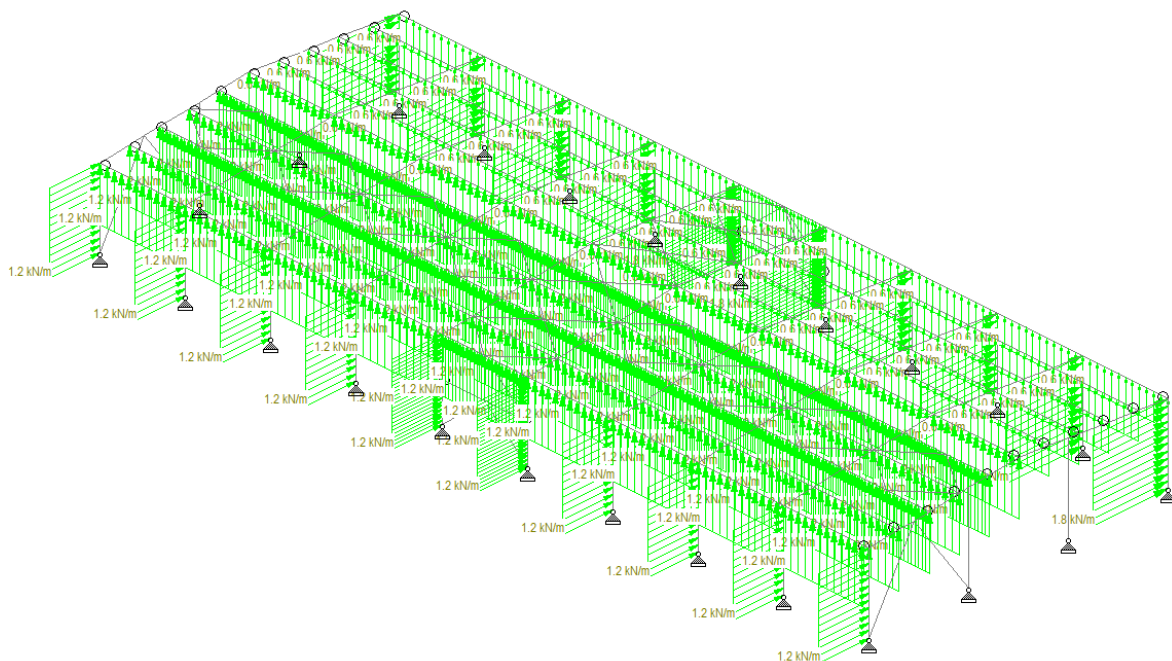
Slika 21: Opterećenje 2 – snijeg



Slika 22: Opterećenje 3 – vjetar +x (pritisak)

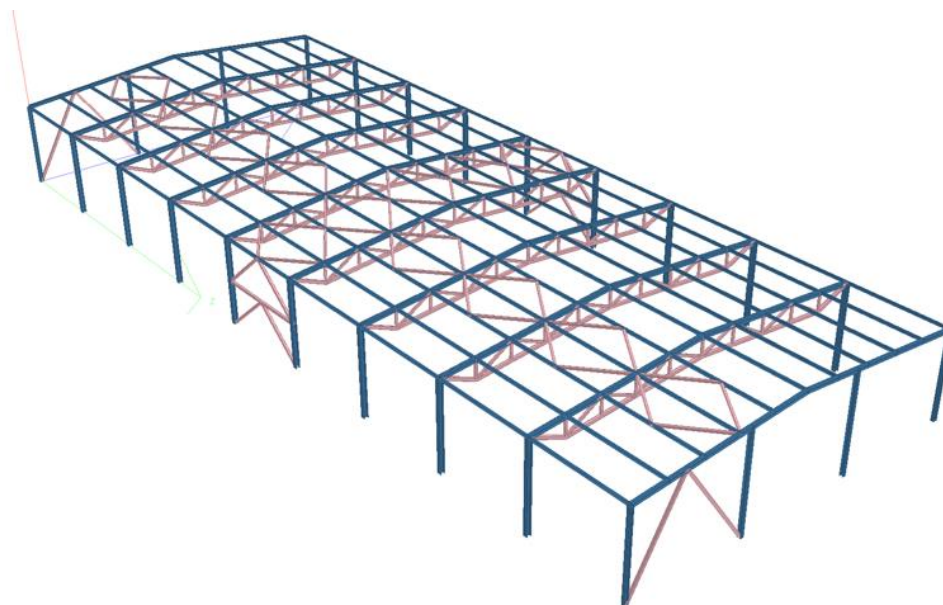


Slika 23: Opterećenje 4 – vjetar +z

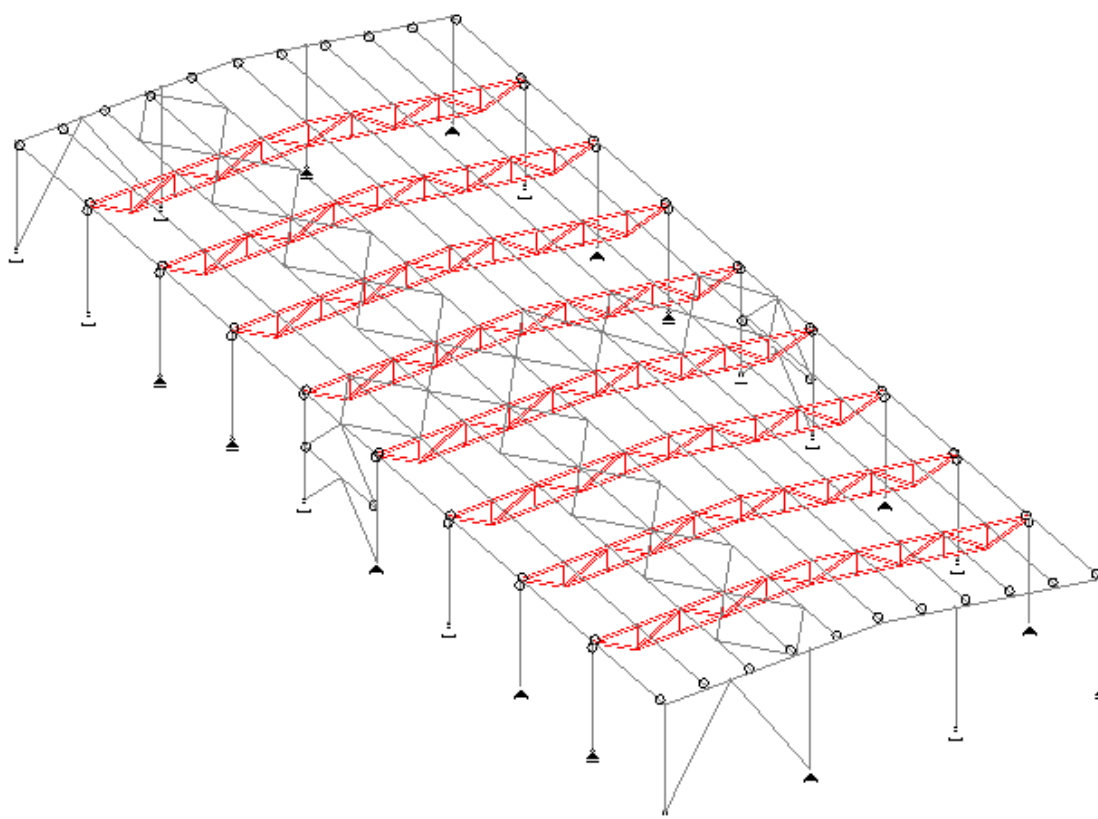


Slika 24: Opterećenje 5 – vjetar +x (odizanje)

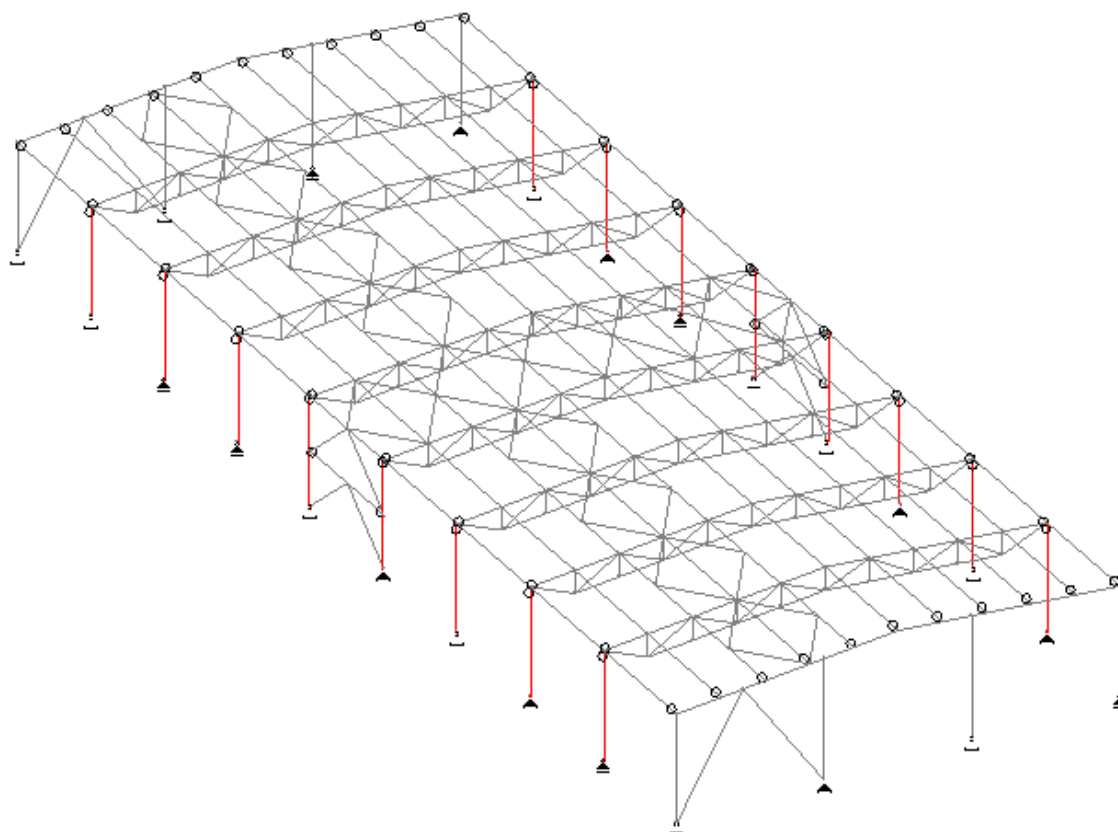
Proračun nosive konstrukcije tip 2



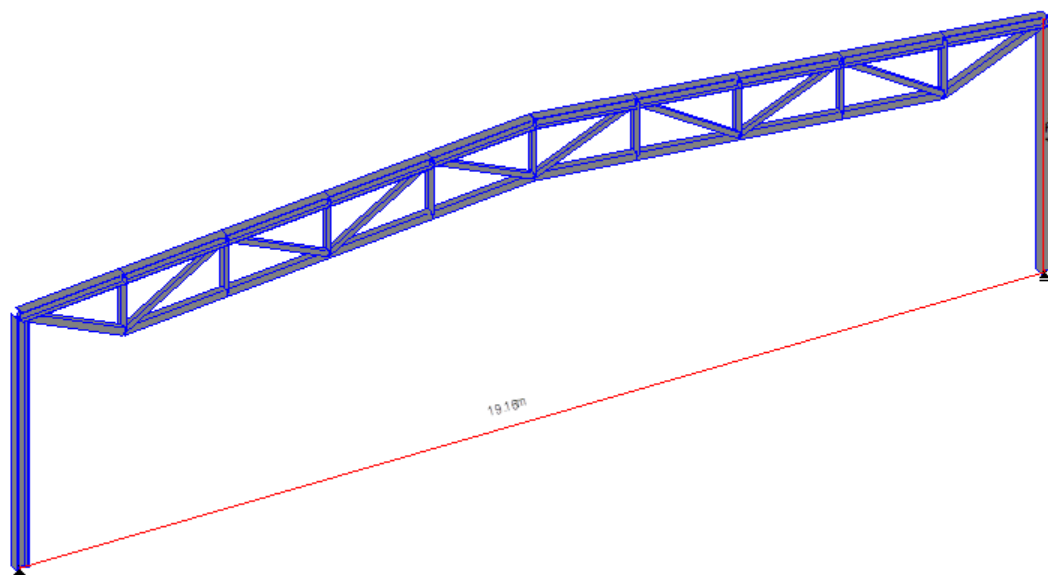
Slika 25: Prostorni prikaz konstrukcije



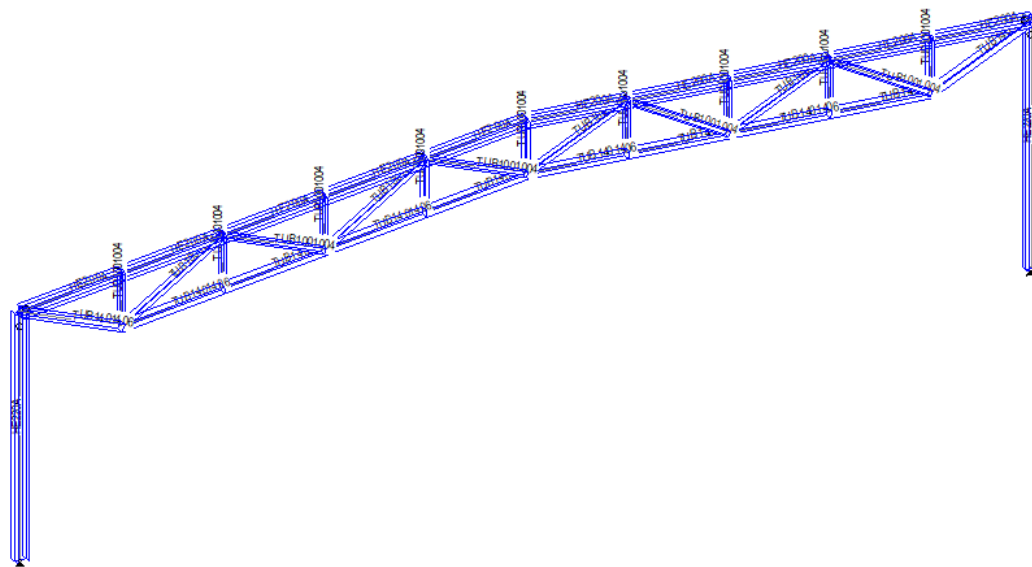
Slika 26: Rešetkasti krovni nosači (HEA200-gornji pojas, kvadratni cijevni profili QC140x6-donji pojas i QC100x4-ispuna rešetke)



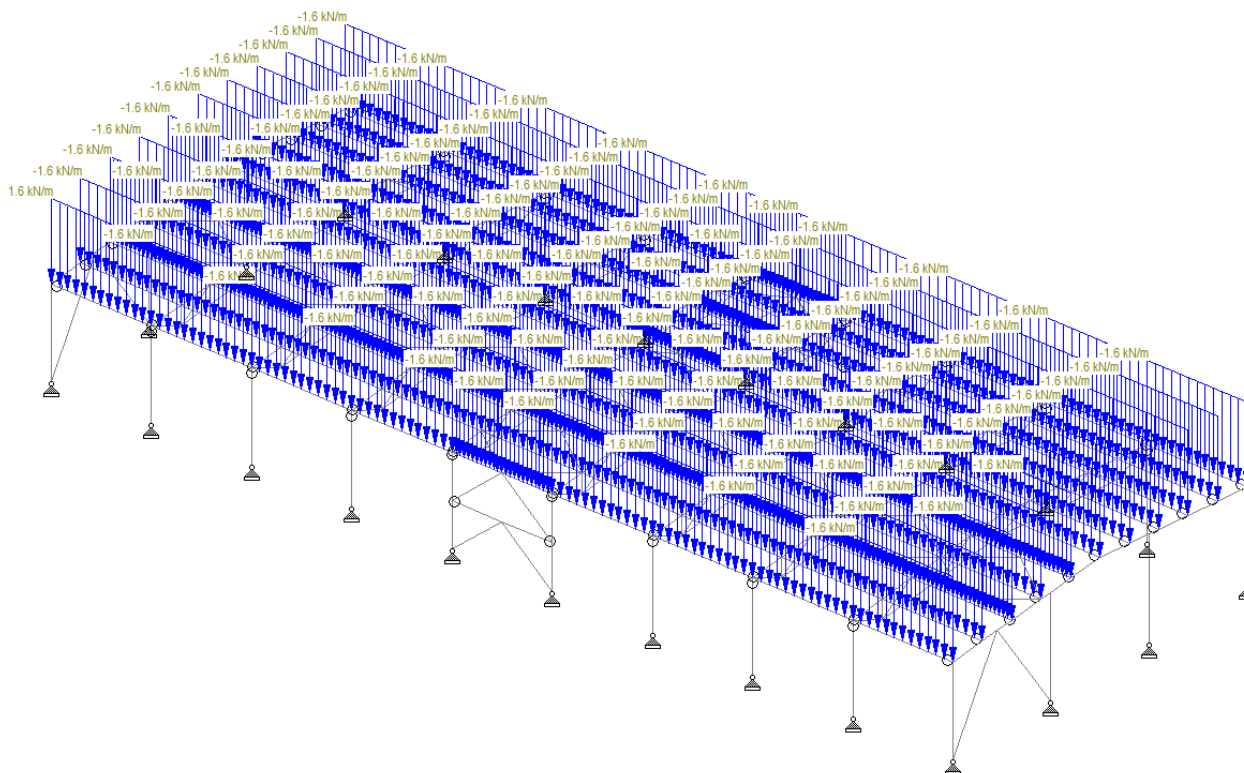
Slika 27: Glavni stupovi HEA220



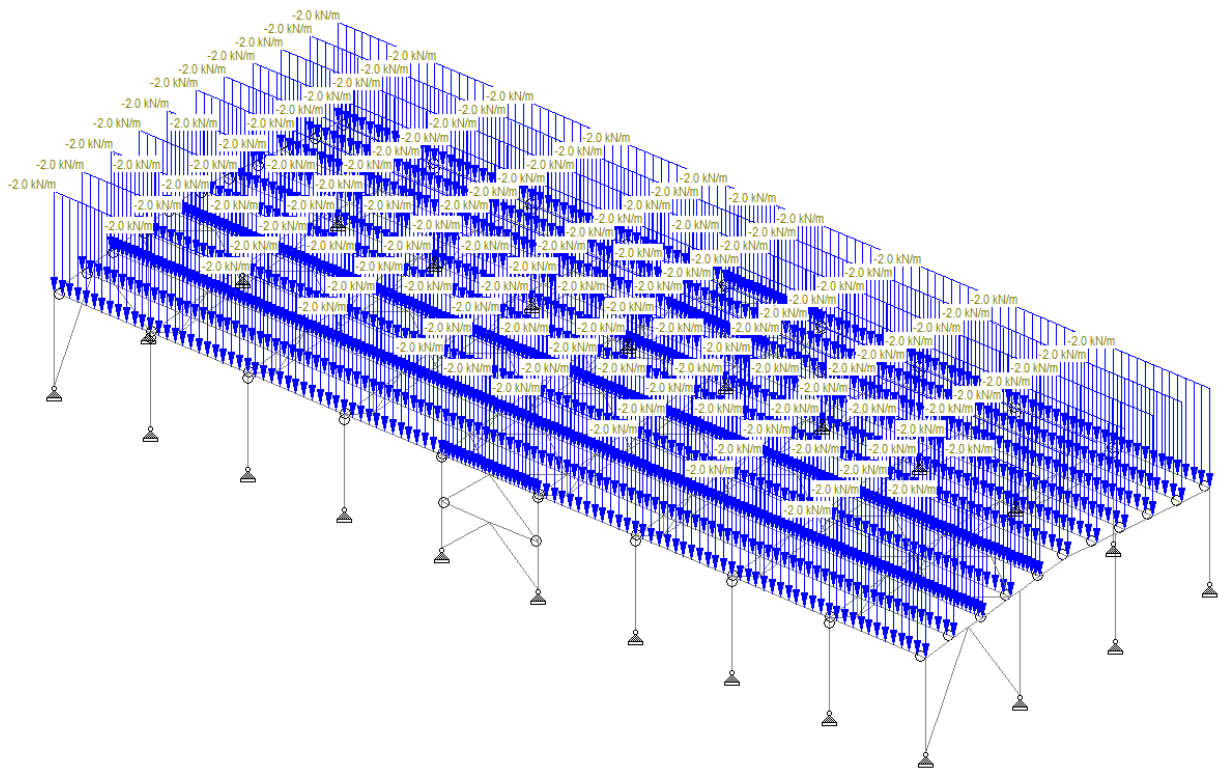
Slika 28: Glavni okvir



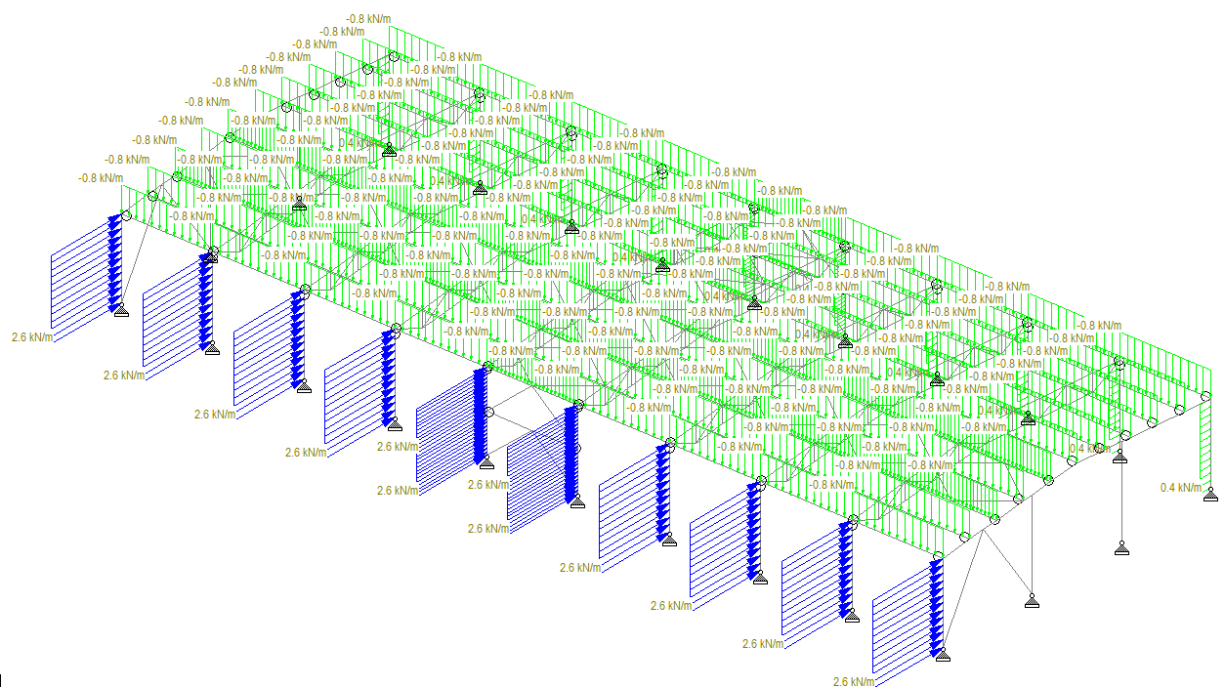
Slika 29: Profili okvira (HEA220-stup, HEA200-gornji pojas, kvadratni cijevni profili QC140x6-donji pojas i QC100x4-ispuna rešetke)



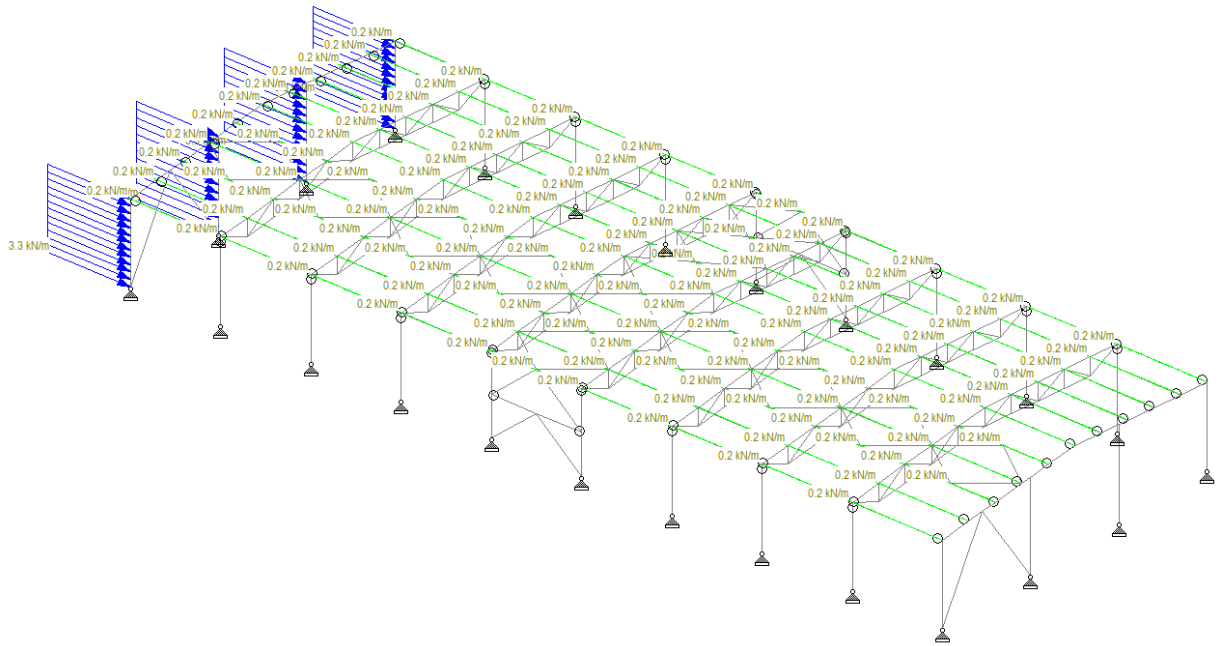
Slika 30: Opterećenje 1 – stalni teret + vlastita težina



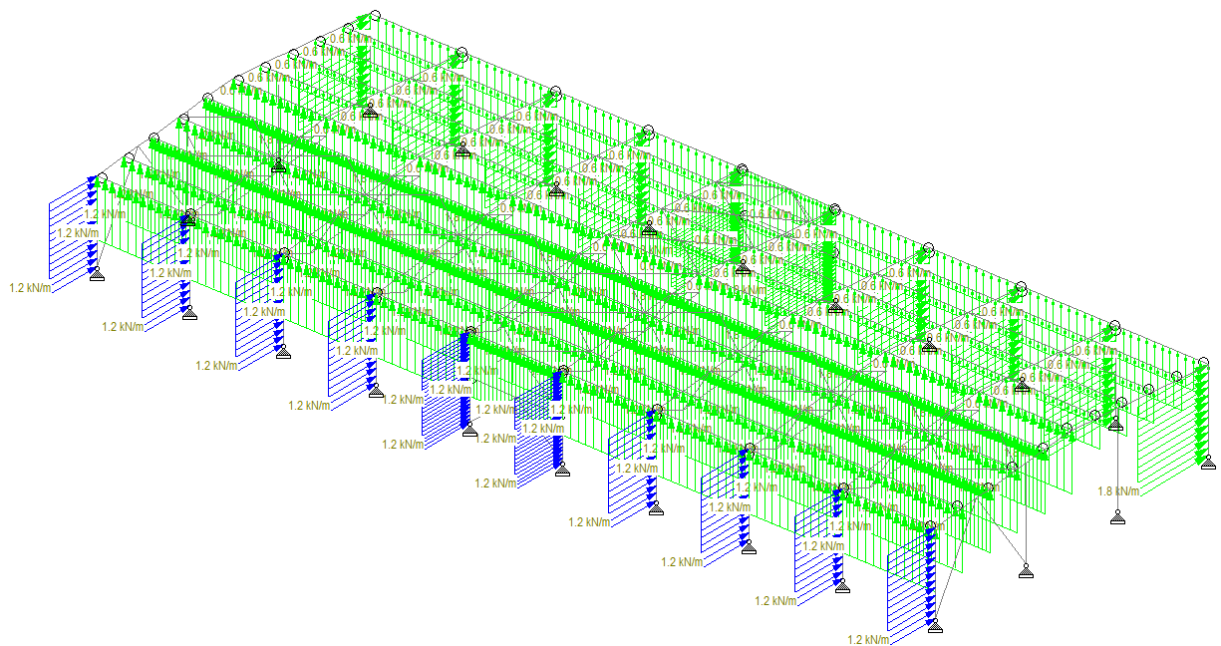
Slika 31: Opterećenje 2 – snijeg



Slika 32: Opterećenje 3 – vjetar +x (pritisk)



Slika 33: Opterećenje 4 – vjetar +z



Slika 34: Opterećenje 5 – vjetar +x (odizanje)

Kao rezultat dobivene su specifikacije materijala, koje ćemo u idućim koracima koristiti u analizi troškova pojedinog tipa konstrukcije.

U tablici 1 je specificaran materijal konstrukcije tip 1, za slučaj bez požarnog djelovanja.

Tablica 1: Specifikacija materijala konstrukcije tip 1 (bez požarnog djelovanja)

Konstrukcija tip 1		
Profil	Dužina (m)	Težina (kg)
HEA400	9,40	1173,1
IPE500	19,24	1744,7
		2917,8

U tablici 2 je specificaran materijal konstrukcije tip 2, za slučaj bez požarnog djelovanja.

Tablica 2: Specifikacija materijala konstrukcije tip 2 (bez požarnog djelovanja)

Konstrukcija tip 2		
Profil	Dužina (m)	Težina (kg)
HEA220	9,40	474,79
HEA200	19,24	813,08
CIJEV 100x4	26,33	313,9
CIJEV 140x6	19,56	510,71
		2112,43

5. Zaštita konstrukcije pasivnim mjerama zaštite od požara (protupožarni premazi)

U ovom poglavlju prikazane su debljine protupožarnog (PP) premaza profila glavnih okvira konstrukcije (sukladno tehničkom dopuštenju proizvoda Firetex FX2005[9]) za kriterije R30 i R45, a koje su kasnije korišteni u analizi troškova.

Vrijednosti debljina premaza prikazanih u tablicama 3 i 4, preuzete su iz tabličnih prikaza u prilogima 5, 6, 7 i 8.

Tablica 3: Debljine premaza profila konstrukcije tip 1

Konstrukcija tip 1			
		mm	mm
		R30	R45
Stup	HEA400	0,406	0,668
Krovni nosač	IPE500	0,493	1,070

Tablica 4: Debljine premaza profila konstrukcije tip 2

Konstrukcija tip 2			
		mm	mm
		R30	R45
Stup	HEA220	0,668	1,105
Gornji pojas reš.	HEA200	0,668	1,192
Donji pojas reš.	QC140x6	0,576	0,930
Ispuna reš.	QC100x4	0,960	1,454

Usporedbom rješenja zaštite konstrukcije premazima u odnosu na rješenje bez premaza ali sa većim dimenzijama profila nosive konstrukcije ima za cilj i prepoznati i otkloniti uzroke otkazivanja, koji se dogode usprkos naporima koji su učinjeni da do njih ne dođe [3].

6. Dimenzioniranje osnovne konstrukcije za požarno djelovanje

U ovom poglavlju prikazani su rezultati dimenzioniranja glavnih okvira konstrukcije, uzimajući u obzir djelovanja požara (kroz požarnu krivulju, koja je dobivena nakon provedene analize u software-u Ozone). Kao rezultat dobivene su specifikacije materijala „ojačane“ konstrukcije, koje su korištene u analizi troškova. Korištene su dvije krivulje (razlika je u namjeni prostora – skladište i uredi).

Predmet usporedbe su krajnja granična stanja konstrukcije, odnosno stanja kada konstrukcija doseže točku u kojoj ona postaje nepouzdana za projektiranu svrhu [4].

Detaljan prikaz proračuna konstrukcija tip 1 i tip 2 za skladišnu namjenu prostora nalazi se u Prilogu 9, a za uredsku namjenu prostora nalazi se u Prilogu 10.

Kao rezultat dobivene su specifikacije materijala, koje ćemo u idućim koracima koristiti u analizi troškova pojedinog tipa konstrukcije.

U tablici 5 je specificiran materijal konstrukcije tip 1, za slučaj sa požarnim djelovanjem.

Tablica 5: Specifikacija materijala konstrukcije tip 1 (sa požarnim djelovanjem)

Konstrukcija tip 1		
Profil	Dužina (m)	Težina (kg)
HEA500	9,40	1457,9
IPE600	19,24	2354,9
		3812,8

U tablici 6 je specificiran materijal konstrukcije tip 2, za slučaj sa požarnim djelovanjem.

Tablica 6: Specifikacija materijala konstrukcije tip 2 (sa požarnim djelovanjem)

Konstrukcija tip 2		
Profil	Dužina (m)	Težina (kg)
HEA220	9,40	474,79
HEB280	19,24	1983,64
CIJEV 120x8	26,33	726,7
CIJEV 180x8	19,56	834,63
		4019,77

7. Analiza troškova

Obzirom na razlike u težini konstrukcije bez protupožarnog premaza iskazane u poglavljima 4. i 6., a za kriterije nosivosti R30 i R45, opravdana je usporedba troškova izvedbe navedenih rješenja, sa troškovima opcije u kojoj bi se traženi kriteriji nosivosti postigli sa protupožarnim premazom.

U nastavku je prikazana analiza troškova pojedinog rješenja konstrukcije za dvije opcije:

- -konstrukciju zaštićenu protupožarnim premazom za kriterije nosivosti R30 i R45,
- -konstrukciju bez protupožarnog premaza za kriterije nosivosti R30 i R45.

U tablicama 7 i 8 prikazani su troškovi izvedbe protupožarnog premaza profila konstrukcije tip 1 i tip 2, za kriterije nosivosti R30 i R45.

Tablica 7: Jedinične cijene PP premaza profila konstrukcije tip 1

Konstrukcija tip 1						
	mm	EUR/m ²	EUR/kg	mm	EUR/m ²	EUR/kg
	R30			R45		
HEA400	0,406	21,89	0,34	0,668	31,85	0,49
IPE500	0,493	25,88	0,50	1,070	50,43	0,97

Tablica 8: Jedinične cijene PP premaza profila konstrukcije tip 2

Konstrukcija tip 2						
	mm	EUR/m ²	EUR/kg	mm	EUR/m ²	EUR/kg
	R30			R45		
HEA220	0,668	31,85	0,79	1,105	51,76	1,29
HEA200	0,668	31,85	0,86	1,192	53,75	1,44
QC140x6	0,576	27,21	0,57	0,930	43,79	0,91
QC100x4	0,960	44,46	1,45	1,454	63,71	2,08

U tablicama 9 i 10 prikazani su troškovi izvedbe konstrukcija tip 1 i tip 2, bez protupožarnog premaza, za kriterije nosivosti R30 i R45.

Tablica 9: Usporedba cijena konstrukcija tipa 1 bez PP premaza

Konstrukcija tip 1				
		Masa (kg)	Razlika mase (kg)	Razlika cijene (EUR)
Bez PP premaza		2917,8		
(skladište - R30)		2917,8	0	0
(ured - R30)		2917,8	0	0
(skladište - R45)		4655,4	1737,6	6081,6
(ured - R45)		3812,8	895,0	3132,5

Tablica 10: Usporedba cijena konstrukcija tipa 2 bez PP premaza

Konstrukcija tip 2				
		Masa (kg)	Razlika mase (kg)	Razlika cijene (EUR)
Bez PP premaza		2112,4		
(skladište - R30)		2112,4	0	0
(ured - R30)		2112,4	0	0
(skladište - R45)		4763,7	2651,3	9279,6
(ured -R45)		4019,8	1907,4	6675,9

U tablicama 11 i 12 prikazani su troškovi izvedbe konstrukcija tip 1 i tip 2, sa protupožarnim premazom, za kriterije nosivosti R30 i R45.

Tablica 11: Usporedba cijena konstrukcija tipa 1 sa PP premazom

Konstrukcija tip 1				
		Težina (kg)	PP (EUR/kg)	Razlika cijene (EUR)
Bez PP premaza		2917,8		
(skladište - R30)		2917,8	0,44	1283,83
(ured - R30)		2917,8	0,44	1283,83
(skladište - R45)		2917,8	0,78	2275,88
(ured - R45)		2917,8	0,78	2275,88

Tablica 12: Usporedba cijena konstrukcija tipa 2 sa PP premazom

Konstrukcija tip 2				
		Masa (kg)	PP (EUR/kg)	Razlika cijene (EUR)
Bez PP premaza		2112,4		
(skladište - R30)		2112,4	0,86	1816,66
(ured - R30)		2112,4	0,86	1816,66
(skladište - R45)		2112,4	1,26	2661,62
(ured -R45)		2112,4	1,26	2661,62

Usporedbom vrijednosti u tablicama 9. i 11. vidljivo je da je za konstrukciju tipa 1 trošak postizanja požarne otpornosti za kriterij R30 veći u slučaju izvedbe protupožarnog premaza, a trošak postizanja požarne otpornosti za kriterij R45 veći u slučaju izvedbe konstrukcije „jačim“ profilima.

Usporedbom vrijednosti u tablicama 10. i 12. vidljivo je da je za konstrukciju tipa 2 trošak postizanja požarne otpornosti za kriterij R30 također veći u slučaju izvedbe protupožarnog premaza, a trošak postizanja požarne otpornosti za kriterij R45 veći u slučaju izvedbe konstrukcije „jačim“ profilima.

8. Zaključak

8.1. Zaključak rada

Rezultati analiza pokazuju da rješenje odabira optimalnog načina postizanja požarne otpornosti nosive konstrukcije nije jednoznačno.

Vidljivo je da je za zadanu geometriju građevine, konstrukcija tip 1 optimalnije rješenje od konstrukcije tip 2 odlučimo li se za konstrukciju koju ne štitimo dodatnim protupožarnim premazima.

Za postizanje požarne otpornosti čelične konstrukcije R30 optimalnije je odabrati konstrukciju koja nije dodatno štícena protupožarnim premazom, već se njena otpornost postiže odabirom „jaćih“ profila.

Za postizanje požarne otpornosti čelične konstrukcije R45 optimalnije je odabrati konstrukciju koja je dodatno štícena protupožarnim premazom, u odnosu na opciju da se otpornost postiže odabirom „jaćih“ profila.

Sukladno svemu navedenom, a obzirom na znaćajan trošak postizanja požarne otpornosti konstrukcije, kao i znaćajnih razlika u cijenama postizanja iste, optimalno rješenje treba biti rezultat analize više scenarija.

8.2. Prijedlog za daljnja istraživanja

U eventualnim daljnjim istraživanjima predlaže se dodatna analiza postizanja požarne otpornosti nosive čelične konstrukcije s drugim sustavima pasivne zaštite, kao što su protupožarne obloge i protupožarne žbuke.

Također se predlaže u analizu uvesti i parametar trajnosti sustava zaštite, kako bi se došlo do što ekonomićnijih rješenja gledajući ukupno trajanje građevine.

9. Literatura

- [1] Peroš B., Boko I.; Sigurnost konstrukcija u požaru, G–AF, Split, 2014.
- [2] Androić, B.; Dujmović, D.; Džeba, I.: Metalne konstrukcije 1, IGH Zagreb, Zagreb, 1994.
- [3] Androić, B.; Dujmović, D.; Džeba, I.: Inženjerstvo pouzdanosti 1, Zagreb, IA Projektiranje d.o.o., 2006.
- [4] Androić, B.; Dujmović, D.: Čelične konstrukcije dio 1., IA Projektiranje d.o.o., Zagreb, 2021.
- [5] HRN EN 1991-1-1:2012/NA:2012 Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije – Dio 1-1: Opća djelovanja -- Obujamske težine, vlastite težine i uporabna opterećenja za zgrade -- Nacionalni dodatak
- [6] HRN EN 1991-1-3:2012/NA:2012 Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-3: Opća djelovanja -- Opterećenja snijegom -- Nacionalni dodatak
- [7] HRN EN 1991-1-4:2012/NA:2012 Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-4: Opća djelovanja -- Djelovanja vjetra -- Nacionalni dodatak
- [8] HRN EN 1991-1-2:2012/NA:2012 Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-2: Opća djelovanja -- Djelovanja na konstrukcije izložene požaru -- Nacionalni dodatak
- [9] European Technical Assessment ETA 16/0588 of 01/09/16.
- [10] HRN EN 1993-1-1 Eurokod 3: Projektiranje čeličnih konstrukcija -- Dio 1-1: Opća pravila i pravila za zgrade
- [11] HRN EN 1993-1-1/NA Eurokod 3: Projektiranje čeličnih konstrukcija -- Dio 1-1: Opća pravila i pravila za zgrade -- Nacionalni dodatak
- [12] HRN EN 1993-1-2 Eurokod 3: Projektiranje čeličnih konstrukcija -- Dio 1-2: Opća pravila -- Proračun konstrukcija na djelovanje požara
- [13] HRN EN 1993-1-2/NA Eurokod 3: Projektiranje čeličnih konstrukcija -- Dio 1-2: Opća pravila -- Proračun konstrukcija na djelovanje požara -- Nacionalni dodatak
- [14] HRN EN 1993-1-3 Eurokod 3: Projektiranje čeličnih konstrukcija -- Dio 1-3: Opća pravila -- Dodatna pravila za hladno oblikovane elemente i limove
- [15] HRN EN 1993-1-3/NA Eurokod 3: Projektiranje čeličnih konstrukcija -- Dio 1-3: Opća pravila -- Dodatna pravila za hladno oblikovane elemente i limove -- Nacionalni dodatak
- [16] HRN EN 1993-1-8 Eurokod 3: Projektiranje čeličnih konstrukcija -- Dio 1-8: Proračun priključaka
- [17] HRN EN 1993-1-8/NA Eurokod 3: Projektiranje čeličnih konstrukcija -- Dio 1-8: Proračun priključaka -- Nacionalni dodatak HRN EN 1993-1-9

10. Prilozi

Prilog 1: Proračun razvoja požara u prostoru skladišne namjene

ANALYSIS STRATEGY

Selected strategy:	Combination 2Zones - 1 Zone Model
Transition criteria from 2 Zones to 1 Zone	
Upper Layer Temperature	3 500°C
Combustible in Upper Layer + U.L. Temperature	3 Combustible Ignition Temperature = 300 °C
Interface Height	L 0,2 Compartment Height
Fire Area	3 0,25 Floor Area

PARAMETERS

Openings

Radiation Through Closed Openings:	0,8
Bernoulli Coefficient:	0,7

Physical Characteristics of Compartment

Initial Temperature:	293 K
Initial Pressure:	100000 Pa

Parameters of Wall Material

Convection Coefficient at the Hot Surface:	25 W/m ² K
Convection Coefficient at the Cold Surface:	9 W/m ² K

Calculation Parameters

End of Calculation:	3600 sec
Time Step for Printing Results:	60 sec
Maximum Time Step for Calculation:	10 sec

Air Entrained Model:	Heskestad
----------------------	-----------

Temperature Dependent Openings

All openings activated at:	400 °C
----------------------------	--------

Stepwise Variation

Temperature [°C]	% of Total Openings [%]
20	10
250	80
500	100

Linear Variation

Temperature [°C]	% of Total Openings [%]
20	10
250	80
500	100

Time Dependent Openings

Time	% of Total Openings
[sec]	[%]
0	5
3600	100

COMPARTMENT

Form of Compartment:	Rectangular Floor
Height:	5,55 m
Depth:	19,16 m
Length:	49,32 m
Roof Type:	Double Pitch Roof
Ceiling Height:	0,85

DEFINITION OF ENCLOSURE BOUNDARIES

Floor

Material (from inside to outside)	Thickness	Unit Mass	Conductivity	Specific Heat
	[cm]	[kg/m3]	[W/mK]	[J/kgK]
Normal weight Concrete [EN1994-1-2]	20	2300	1,6	1000

Ceiling

Material (from inside to outside)	Thickness	Unit Mass	Conductivity	Specific Heat
	[cm]	[kg/m3]	[W/mK]	[J/kgK]
Steel [EN1994-1-2]	0,05	7850	45	600
Glass wool & Rock wool	12	60	0,037	1030
Steel [EN1994-1-2]	0,05	7850	45	600

Wall 1

Material (from inside to outside)	Thickness	Unit Mass	Conductivity	Specific Heat
	[cm]	[kg/m3]	[W/mK]	[J/kgK]
Steel [EN1994-1-2]	0,05	7850	45	600
Glass wool & Rock wool	10	60	0,037	1030
Steel [EN1994-1-2]	0,05	7850	45	600

Openings

Sill Height	Soffit Height		Width	Variation
Adiabatic				
[m]	[m]	[m]		
2	4	5	Constant	no

Wall 2

Material (from inside to outside)	Thickness	Unit Mass	Conductivity	Specific Heat
	[cm]	[kg/m3]	[W/mK]	[J/kgK]
Steel [EN1994-1-2]	0,05	7850	45	600
Glass wool & Rock wool	10	60	0,037	1030
Steel [EN1994-1-2]	0,05	7850	45	600

Openings

Sill Height Adiabatic	Soffit Height	Width	Variation
[m]	[m]	[m]	
3	4	20	Constant no

Wall 3

Material (from inside to outside) Heat	Thickness	Unit Mass	Conductivity	Specific
	[cm]	[kg/m3]	[W/mK]	[J/kgK]
Steel [EN1994-1-2]	0,05	7850	45	600
Glass wool & Rock wool	10	60	0,037	1030
Steel [EN1994-1-2]	0,05	7850	45	600

Openings

Sill Height Adiabatic	Soffit Height	Width	Variation
[m]	[m]	[m]	
2	4	5	Constant no

Wall 4

Material (from inside to outside) Heat	Thickness	Unit Mass	Conductivity	Specific
	[cm]	[kg/m3]	[W/mK]	[J/kgK]
Steel [EN1994-1-2]	0,05	7850	45	600
Glass wool & Rock wool	10	60	0,037	1030
Steel [EN1994-1-2]	0,05	7850	45	600

Openings

Sill Height Adiabatic	Soffit Height	Width	Variation
[m]	[m]	[m]	
3	4	20	Constant no

FIRE

Fire Curve:	NFSC Design Fire
Maximum Fire Area:	944,9712 m2
Fire Elevation:	0 m
Fuel Height:	0 m

Occupancy Fire	Fire Growth RHRf	Fire Load qf,k	Danger of
	Rate	[kw/m2]	Activation
User Defined	300	500	600 1

Active Measures

Description	Active	Value
Automatic Water Extinguishing System	No	$d_{n,1} = 1$
Independent Water Supplies	1	$d_{n,2} = 1$
Automatic Fire Detection by Heat	Yes	$d_{n,3} = 0,87$
Automatic Fire Detection by Smoke	No	
Automatic Alarm Transmission to Fire Brigade	No	$d_{n,5} = 1$

Work Fire Brigade		No	
Off Site Fire Brigade		Yes	$d_{n,7} = 0,78$
Safe Access Routes		Yes	$d_{n,8} = 1$
Staircases Under Overpressure in Fire Alarm		No	
Fire Fighting Devices		Yes	$d_{n,9} = 1$
Smoke Exhaust System		No	$d_{n,10} = 1,5$
Fire Risk Area:	944,9712	m ²	$d_{q,1} = 1,73$
Danger of Fire Activation:			$d_{q,2} = 1$
$q_{f,d}$	845,3	MJ/m ²	
Combustion Heat of Fuel:	17,5	MJ/kg	
Combustion Efficiency Factor:	0,8		
Combustion Model:		Extended fire duration	

RESULTS

Fire Area: The maximum fire area (944.97m_e) is greater than 25% of the floor area (944.97m_e).

The fire load is uniformly distributed.

Switch to one zone + Fully engulfed fire: Temperature of zone >500.0°C at time [s] 1800.00

Prilog 2: Proračun razvoja požara u prostoru uredske namjene

ANALYSIS STRATEGY

Selected strategy:	Combination 2Zones - 1 Zone Model
Transition criteria from 2 Zones to 1 Zone	
Upper Layer Temperature	3 500°C
Combustible in Upper Layer + U.L. Temperature	3 Combustible Ignition Temperature = 300 °C
Interface Height	L 0,2 Compartment Height
Fire Area	3 0,25 Floor Area

PARAMETERS

Openings

Radiation Through Closed Openings:	0,8
Bernoulli Coefficient:	0,7

Physical Characteristics of Compartment

Initial Temperature:	293 K
Initial Pressure:	100000 Pa

Parameters of Wall Material

Convection Coefficient at the Hot Surface:	25 W/m ² K
Convection Coefficient at the Cold Surface:	9 W/m ² K

Calculation Parameters

End of Calculation:	3600 sec
Time Step for Printing Results:	60 sec
Maximum Time Step for Calculation:	10 sec

Air Entrained Model:	Heskestad
----------------------	-----------

Temperature Dependent Openings

All openings activated at:	400 °C
----------------------------	--------

Stepwise Variation

Temperature [°C]	% of Total Openings [%]
20	10
250	80
400	100

Linear Variation

Temperature [°C]	% of Total Openings [%]
20	10
250	80
400	100

Time Dependent Openings

Time [sec]	% of Total Openings [%]
---------------	----------------------------

0 5
3600 100

COMPARTMENT

Form of Compartment: Rectangular Floor
Height: 5,55 m
Depth: 19,16 m
Length: 49,32 m
Roof Type: Double Pitch Roof
Ceiling Height: 0,85

DEFINITION OF ENCLOSURE BOUNDARIES

Floor

Material (from inside to outside) Heat	Thickness	Unit Mass	Conductivity	Specific Heat
	[cm]	[kg/m3]	[W/mK]	[J/kgK]
Normal weight Concrete [EN1994-1-2]	20	2300	1,6	1000

Ceiling

Material (from inside to outside) Heat	Thickness	Unit Mass	Conductivity	Specific Heat
	[cm]	[kg/m3]	[W/mK]	[J/kgK]
Steel [EN1994-1-2]	0,05	7850	45	600
Glass wool & Rock wool	12	60	0,037	1030
Steel [EN1994-1-2]	0,05	7850	45	600

Wall 1

Material (from inside to outside) Heat	Thickness	Unit Mass	Conductivity	Specific Heat
	[cm]	[kg/m3]	[W/mK]	[J/kgK]
Steel [EN1994-1-2]	0,05	7850	45	600
Glass wool & Rock wool	10	60	0,037	1030
Steel [EN1994-1-2]	0,05	7850	45	600

Openings

Sill Height Adiabatic	Soffit Height	Width	Variation
[m]	[m]	[m]	
2	4	5	Constant no

Wall 2

Material (from inside to outside) Heat	Thickness	Unit Mass	Conductivity	Specific Heat
	[cm]	[kg/m3]	[W/mK]	[J/kgK]
Steel [EN1994-1-2]	0,05	7850	45	600
Glass wool & Rock wool	10	60	0,037	1030
Steel [EN1994-1-2]	0,05	7850	45	600

Openings

Sill Height Adiabatic	Soffit Height	Width	Variation

[m]	[m]	[m]		
3	4	20	Constant	no
Wall 3				
Material (from inside to outside)	Thickness	Unit Mass	Conductivity	Specific Heat
	[cm]	[kg/m ³]	[W/mK]	[J/kgK]
Steel [EN1994-1-2]	0,05	7850	45	600
Glass wool & Rock wool	10	60	0,037	1030
Steel [EN1994-1-2]	0,05	7850	45	600
<i>Openings</i>				
Sill Height	Soffit Height		Width	Variation
Adiabatic				
[m]	[m]	[m]		
2	4	5	Constant	no
Wall 4				
Material (from inside to outside)	Thickness	Unit Mass	Conductivity	Specific Heat
	[cm]	[kg/m ³]	[W/mK]	[J/kgK]
Steel [EN1994-1-2]	0,05	7850	45	600
Glass wool & Rock wool	10	60	0,037	1030
Steel [EN1994-1-2]	0,05	7850	45	600
<i>Openings</i>				
Sill Height	Soffit Height		Width	Variation
Adiabatic				
[m]	[m]	[m]		
3	4	20	Constant	no
FIRE				
Fire Curve:	NFSC Design Fire			
Maximum Fire Area:	944,9712	m ²		
Fire Elevation:	0	m		
Fuel Height:	0	m		
Occupancy	Fire Growth RHRf		Fire Load qf,k	Danger of
Fire				
	Rate	[kw/m ²]	[MJ/m ²]	Activation
User Defined	300	250	600	1
Active Measures				
Description		Active	Value	
Automatic Water Extinguishing System		No	d _{n,1} = 1	
Independent Water Supplies		1	d _{n,2} = 1	
Automatic Fire Detection by Heat		Yes	d _{n,3} = 0,87	
Automatic Fire Detection by Smoke		No		
Automatic Alarm Transmission to Fire Brigade		No	d _{n,5} = 1	
Work Fire Brigade		No		

Off Site Fire Brigade	Yes	$d_{n,7} = 0,78$
Safe Access Routes	Yes	$d_{n,8} = 1$
Staircases Under Overpressure in Fire Alarm	No	
Fire Fighting Devices	Yes	$d_{n,9} = 1$
Smoke Exhaust System	No	$d_{n,10} = 1,5$
Fire Risk Area:	944,9712	m ²
Danger of Fire Activation:		$d_{q,1} = 1,73$
$q_{f,d}$	845,3	MJ/m ²
Combustion Heat of Fuel:	17,5	MJ/kg
Combustion Efficiency Factor:	0,8	
Combustion Model:	Extended fire duration	

RESULTS

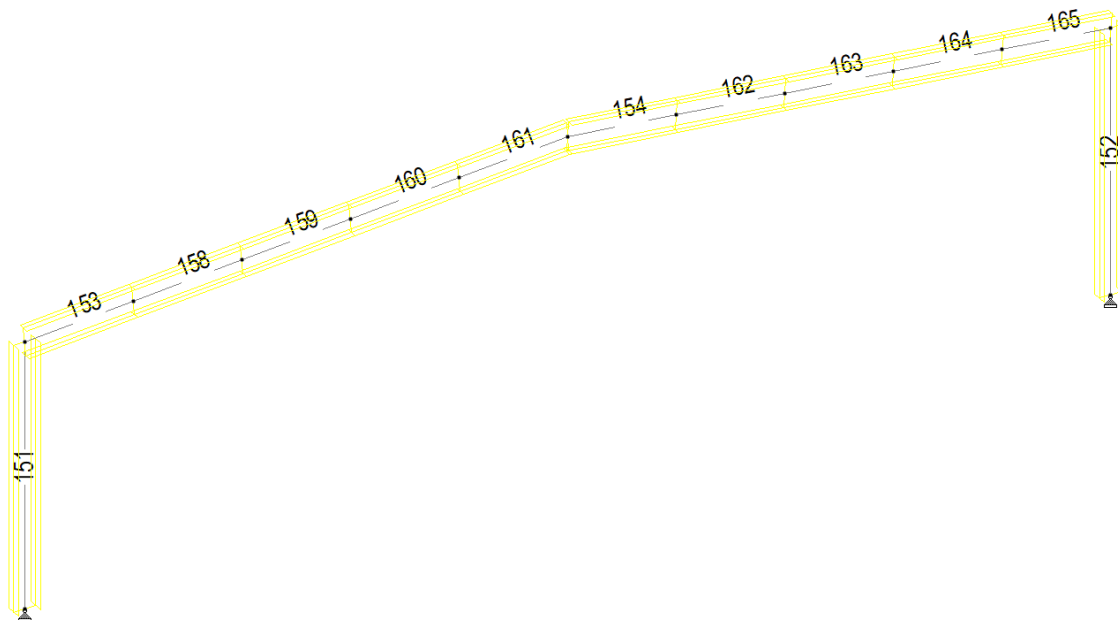
Fire Area: The maximum fire area (944.97m_e) is greater than 25% of the floor area (944.97m_e).

The fire load is uniformly distributed.

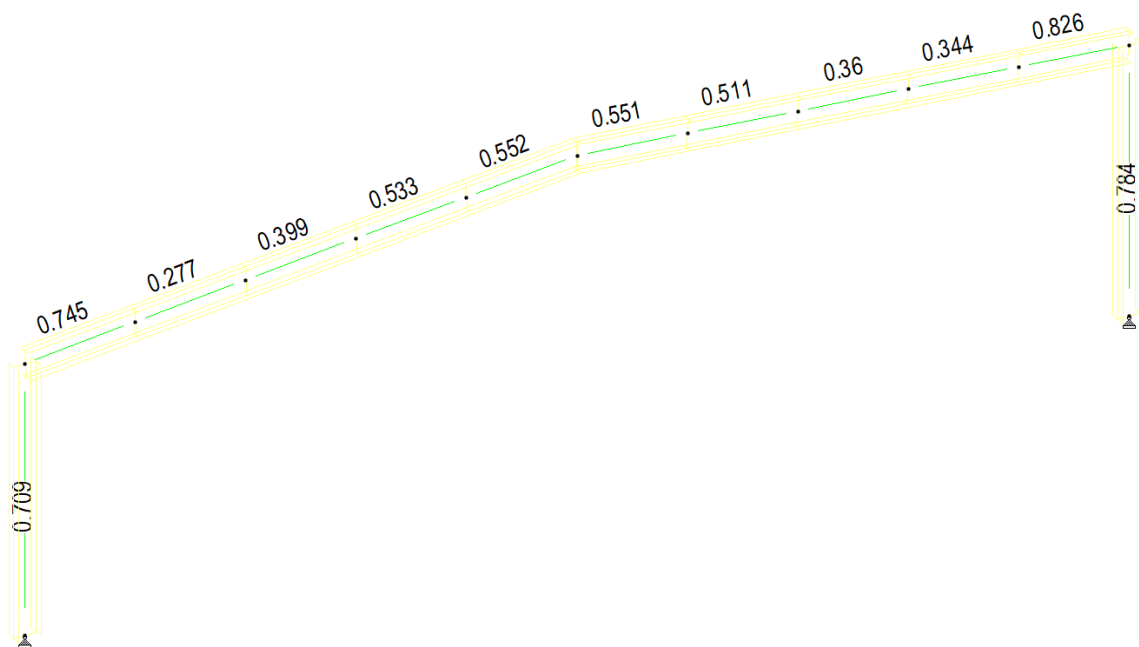
Switch to one zone: Lower layer Height < 20.0% ocompartment height at time [s] 1224.00

Fully engulfed fire:Temperature of zone >500.0°C at time [s] 2036.00

Prilog 3: Ispis rezultata dimenzioniranja nosive konstrukcije tip 1



Slika 35: Okvir konstrukcije tip 1 – oznake elemenata



Slika 36: Rezultati dimenzioniranja konstrukcije tip 1

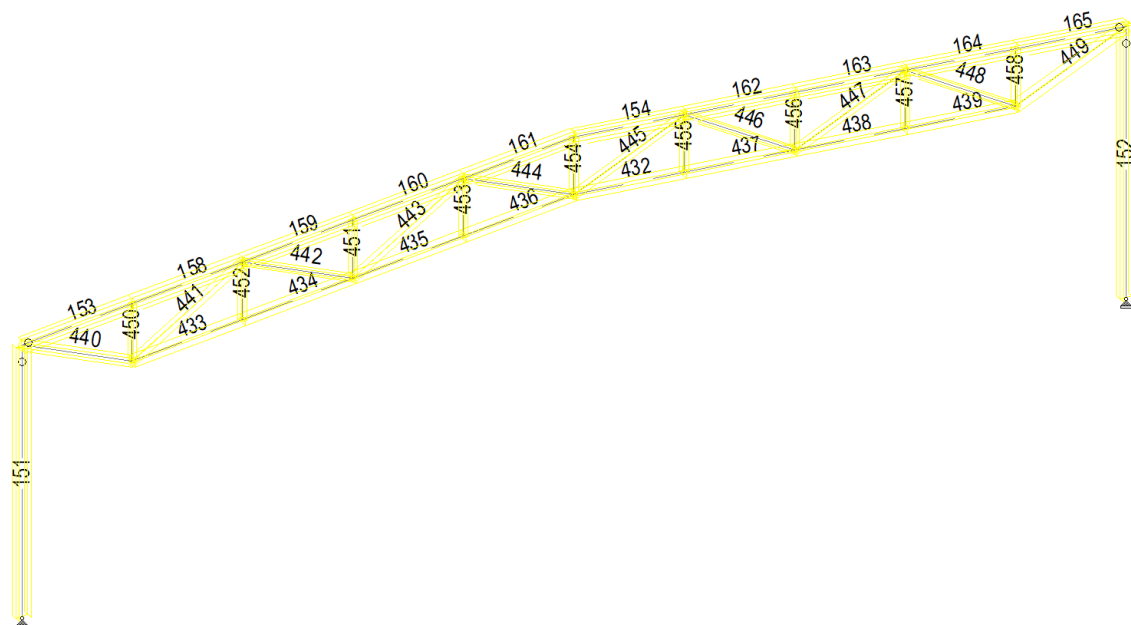
Ozren Sudić - Analiza požarne otpornosti konstrukcija hala ovisno o namjeni
Specijalistički rad

Ispis rezultata dimenzioniranja elemenata okvira nosive konstrukcije tip 1

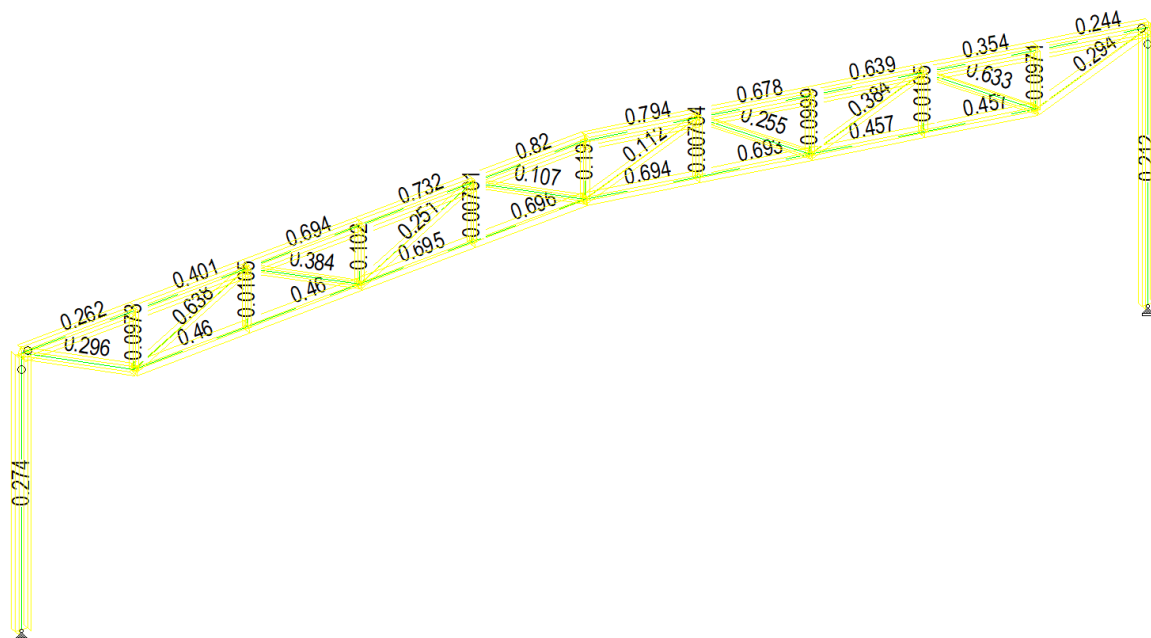
ALL UNITS ARE - KN METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)
MEMBER TABLE RESULT/ CRITICAL COND/ RATIO/ LOADING/
 FX MY MZ LOCATION

151 ST	HE400A	(EUROPEAN SECTIONS)				
	PASS	EC-6.3.3-662	0.709	42		
	197.73 C	0.26	-446.43	4.70		
152 ST	HE400A	(EUROPEAN SECTIONS)				
	PASS	EC-6.3.3-662	0.784	42		
	201.79 C	0.33	496.41	4.70		
153 ST	IPE500	(EUROPEAN SECTIONS)				
	PASS	EC-6.3.3-662	0.745	42		
	117.32 C	0.08	446.43	0.00		
154 ST	IPE500	(EUROPEAN SECTIONS)				
	PASS	EC-6.3.3-662	0.551	42		
	105.58 C	0.71	-324.02	0.00		
158 ST	IPE500	(EUROPEAN SECTIONS)				
	PASS	EC-6.3.3-662	0.277	42		
	114.16 C	0.40	152.17	0.00		
159 ST	IPE500	(EUROPEAN SECTIONS)				
	PASS	EC-6.3.3-662	0.399	42		
	111.27 C	-0.05	229.50	1.92		
160 ST	IPE500	(EUROPEAN SECTIONS)				
	PASS	EC-6.3.3-662	0.533	42		
	107.59 C	-0.41	312.71	1.92		
161 ST	IPE500	(EUROPEAN SECTIONS)				
	PASS	EC-6.3.3-662	0.552	42		
	104.96 C	-0.48	324.02	1.92		
162 ST	IPE500	(EUROPEAN SECTIONS)				
	PASS	EC-6.3.3-662	0.511	42		
	108.82 C	-0.13	-299.85	0.00		
163 ST	IPE500	(EUROPEAN SECTIONS)				
	PASS	EC-6.3.3-662	0.360	42		
	112.06 C	0.11	-204.78	0.00		
164 ST	IPE500	(EUROPEAN SECTIONS)				
	PASS	EC-6.3.3-662	0.344	42		
	115.50 C	0.01	-194.54	1.92		
165 ST	IPE500	(EUROPEAN SECTIONS)				
	PASS	EC-6.3.3-662	0.826	42		
	118.73 C	0.25	-496.41	1.92		

Prilog 4: Ispis rezultata dimenzioniranja nosive konstrukcije tip 2



Slika 37: Okvir konstrukcije tip 2 – oznake elemenata



Slika 38: Rezultati dimenzioniranja konstrukcije tip 2

Ozren Sudić - Analiza požarne otpornosti konstrukcija hala ovisno o namjeni
Specijalistički rad

Ispis rezultata dimenzioniranja elemenata okvira nosive konstrukcije tip 2

ALL UNITS ARE - KN METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)					
MEMBER	TABLE	RESULT/	CRITICAL COND/	RATIO/	LOADING/
	FX	MY	MZ	LOCATION	
151 ST	HE220A	(EUROPEAN SECTIONS)			
	PASS	EC-6.3.3-662	0.274	42	
	201.09 C	0.00	-9.69	2.35	
152 ST	HE220A	(EUROPEAN SECTIONS)			
	PASS	EC-6.3.3-662	0.212	42	
	199.41 C	-0.00	-1.45	1.96	
153 ST	HE200A	(EUROPEAN SECTIONS)			
	PASS	EC-6.3.3-662	0.262	42	
	330.20 C	1.83	-2.33	1.92	
154 ST	HE200A	(EUROPEAN SECTIONS)			
	PASS	EC-6.3.3-662	0.794	42	
	873.52 C	-1.20	24.46	1.92	
158 ST	HE200A	(EUROPEAN SECTIONS)			
	PASS	EC-6.3.3-662	0.401	42	
	331.11 C	-6.21	18.20	1.92	
159 ST	HE200A	(EUROPEAN SECTIONS)			
	PASS	EC-6.3.3-662	0.694	42	
	742.59 C	4.88	-18.20	0.00	
160 ST	HE200A	(EUROPEAN SECTIONS)			
	PASS	EC-6.3.3-662	0.732	42	
	733.52 C	4.80	24.51	1.92	
161 ST	HE200A	(EUROPEAN SECTIONS)			
	PASS	EC-6.3.3-662	0.820	42	
	873.64 C	-6.10	-24.51	0.00	
162 ST	HE200A	(EUROPEAN SECTIONS)			
	PASS	EC-6.3.3-662	0.678	42	
	730.51 C	-0.05	-24.46	0.00	
163 ST	HE200A	(EUROPEAN SECTIONS)			
	PASS	EC-6.3.3-662	0.639	42	
	729.42 C	-1.02	18.09	1.92	
164 ST	HE200A	(EUROPEAN SECTIONS)			
	PASS	EC-6.3.3-662	0.354	42	
	319.79 C	-0.30	-18.09	0.00	
165 ST	HE200A	(EUROPEAN SECTIONS)			
	PASS	EC-6.3.3-662	0.244	42	
	318.72 C	-0.71	2.47	0.00	

Ozren Sudić - Analiza požarne otpornosti konstrukcija hala ovisno o namjeni
Specijalistički rad

=====
432 ST TUB1401406 (EUROPEAN SECTIONS)
PASS EC-6.2.3 (T) 0.694 42
819.75 T -0.00 -3.30 0.00
=====

=====
433 ST TUB1401406 (EUROPEAN SECTIONS)
PASS EC-6.2.3 (T) 0.460 42
543.60 T -0.40 1.67 0.00
=====

=====
434 ST TUB1401406 (EUROPEAN SECTIONS)
PASS EC-6.2.3 (T) 0.460 42
544.11 T -0.30 -5.59 0.00
=====

=====
435 ST TUB1401406 (EUROPEAN SECTIONS)
PASS EC-6.2.3 (T) 0.695 42
821.86 T -0.20 -1.97 0.00
=====

=====
436 ST TUB1401406 (EUROPEAN SECTIONS)
PASS EC-6.2.3 (T) 0.696 42
822.22 T -0.10 -6.49 0.00
=====

=====
437 ST TUB1401406 (EUROPEAN SECTIONS)
PASS EC-6.2.3 (T) 0.693 42
819.39 T 0.10 -6.48 0.00
=====

=====
438 ST TUB1401406 (EUROPEAN SECTIONS)
PASS EC-6.2.3 (T) 0.457 42
540.46 T 0.20 -1.92 0.00
=====

=====
439 ST TUB1401406 (EUROPEAN SECTIONS)
PASS EC-6.2.3 (T) 0.457 42
539.96 T 0.30 -5.56 0.00
=====

=====
440 ST TUB1401406 (EUROPEAN SECTIONS)
PASS EC-6.2.3 (T) 0.296 42
349.45 T -0.48 -0.00 0.00
=====

=====
441 ST TUB1001004 (EUROPEAN SECTIONS)
PASS EC-6.3.1.1 0.638 42
259.03 C 0.00 0.00 0.00
=====

=====
442 ST TUB1001004 (EUROPEAN SECTIONS)
PASS EC-6.2.3 (T) 0.384 42
207.44 T 0.00 0.00 0.00
=====

=====
443 ST TUB1001004 (EUROPEAN SECTIONS)
PASS EC-6.3.1.1 0.251 42
101.74 C 0.00 0.00 0.00
=====

=====
444 ST TUB1001004 (EUROPEAN SECTIONS)
PASS EC-6.2.3 (T) 0.107 42
57.68 T 0.00 0.00 0.00
=====

Ozren Sudić - Analiza požarne otpornosti konstrukcija hala ovisno o namjeni
Specijalistički rad

445 ST	TUB1001004 (EUROPEAN SECTIONS)	PASS	EC-6.2.3 (T)	0.112	42
		60.43 T	0.00	0.00	2.09
446 ST	TUB1001004 (EUROPEAN SECTIONS)	PASS	EC-6.3.1.1	0.255	42
		103.47 C	0.00	0.00	2.24
447 ST	TUB1001004 (EUROPEAN SECTIONS)	PASS	EC-6.2.3 (T)	0.384	42
		207.11 T	0.00	0.00	2.09
448 ST	TUB1001004 (EUROPEAN SECTIONS)	PASS	EC-6.3.1.1	0.633	42
		256.96 C	0.00	0.00	2.24
449 ST	TUB1401406 (EUROPEAN SECTIONS)	PASS	EC-6.2.3 (T)	0.294	42
		347.31 T	0.46	0.19	1.74
450 ST	TUB1001004 (EUROPEAN SECTIONS)	PASS	EC-6.3.1.1	0.097	42
		46.58 C	0.00	0.00	0.00
451 ST	TUB1001004 (EUROPEAN SECTIONS)	PASS	EC-6.3.1.1	0.102	42
		48.78 C	0.00	0.00	0.00
452 ST	TUB1001004 (EUROPEAN SECTIONS)	PASS	EC-6.3.1.1	0.010	42
		5.01 C	0.00	0.00	0.00
453 ST	TUB1001004 (EUROPEAN SECTIONS)	PASS	EC-6.3.1.1	0.007	42
		3.36 C	0.00	0.00	0.00
454 ST	TUB1001004 (EUROPEAN SECTIONS)	PASS	EC-6.2.3 (T)	0.190	42
		102.68 T	0.00	0.00	1.00
455 ST	TUB1001004 (EUROPEAN SECTIONS)	PASS	EC-6.3.1.1	0.007	42
		3.37 C	0.00	0.00	0.00
456 ST	TUB1001004 (EUROPEAN SECTIONS)	PASS	EC-6.3.1.1	0.100	42
		47.82 C	0.00	0.00	0.00
457 ST	TUB1001004 (EUROPEAN SECTIONS)	PASS	EC-6.3.1.1	0.010	42
		5.02 C	0.00	0.00	0.00
458 ST	TUB1001004 (EUROPEAN SECTIONS)	PASS	EC-6.3.1.1	0.097	42
		46.48 C	0.00	0.00	0.00

Ozren Sudić - Analiza požarne otpornosti konstrukcija hala ovisno o namjeni
Specijalistički rad

Prilog 5:

Table 10: I/H section Columns: Fire resistance period: 30 Minutes										
Section Factor up to m ⁻¹	Thickness (mm) Required for a Design Temperature of									
	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	575°C	600°C	650°C	700°C	750°C
49	0.318	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
50	0.318	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
55	0.318	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
60	0.318	0.318	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
65	0.406	0.318	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
70	0.406	0.318	0.318	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
75	0.406	0.406	0.318	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
80	0.493	0.406	0.318	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
85	0.493	0.406	0.318	0.318	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
90	0.493	0.406	0.318	0.318	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
95	0.581	0.493	0.406	0.318	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
100	0.581	0.493	0.406	0.318	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
105	0.581	0.493	0.406	0.318	0.318	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
110	0.668	0.537	0.406	0.362	0.318	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
115	0.668	0.581	0.493	0.406	0.318	0.318	0.200	0.200	0.200	0.200
120	0.668	0.581	0.493	0.406	0.318	0.318	0.200	0.200	0.200	0.200
125	0.755	0.581	0.493	0.406	0.318	0.318	0.200	0.200	0.200	0.200
130	0.755	0.668	0.493	0.406	0.318	0.318	0.275	0.200	0.200	0.200
135	0.755	0.668	0.537	0.406	0.318	0.318	0.318	0.200	0.200	0.200
140	0.843	0.668	0.581	0.493	0.406	0.318	0.318	0.200	0.200	0.200
145	0.843	0.668	0.581	0.493	0.406	0.318	0.318	0.200	0.200	0.200
150	0.843	0.755	0.581	0.493	0.406	0.362	0.318	0.200	0.200	0.200
155	0.930	0.755	0.581	0.493	0.406	0.406	0.318	0.200	0.200	0.200
160	0.930	0.755	0.668	0.493	0.406	0.406	0.318	0.200	0.200	0.200
165	0.930	0.799	0.668	0.537	0.406	0.406	0.318	0.318	0.200	0.200
170	1.018	0.843	0.668	0.581	0.406	0.406	0.318	0.318	0.200	0.200
175	1.018	0.843	0.668	0.581	0.493	0.406	0.406	0.318	0.200	0.200
180	1.018	0.843	0.712	0.581	0.493	0.406	0.406	0.318	0.200	0.200
185	1.105	0.930	0.755	0.581	0.493	0.406	0.406	0.318	0.200	0.200
190	1.105	0.930	0.755	0.581	0.493	0.493	0.406	0.318	0.200	0.200
195	1.105	0.930	0.755	0.668	0.493	0.493	0.406	0.318	0.200	0.200
200	1.192	0.930	0.755	0.668	0.493	0.493	0.406	0.318	0.200	0.200
205	1.192	1.018	0.843	0.668	0.537	0.493	0.406	0.318	0.200	0.200
210	1.192	1.018	0.843	0.668	0.581	0.493	0.406	0.318	0.200	0.200
215	1.236	1.018	0.843	0.668	0.581	0.493	0.450	0.318	0.275	0.200
220	1.280	1.018	0.843	0.712	0.581	0.493	0.493	0.406	0.318	0.200
225	1.280	1.105	0.843	0.755	0.581	0.537	0.493	0.406	0.318	0.200
230	1.323	1.105	0.930	0.755	0.581	0.581	0.493	0.406	0.318	0.200
235	1.367	1.105	0.930	0.755	0.581	0.581	0.493	0.406	0.318	0.200
240	1.367	1.149	0.930	0.755	0.624	0.581	0.493	0.406	0.318	0.200
245	1.411	1.192	0.930	0.755	0.668	0.581	0.493	0.406	0.318	0.200
250	1.454	1.192	0.974	0.843	0.668	0.581	0.493	0.406	0.318	0.200
255	1.454	1.192	1.018	0.843	0.668	0.581	0.493	0.406	0.318	0.200
260	1.498	1.236	1.018	0.843	0.668	0.581	0.537	0.406	0.318	0.200
265	1.542	1.280	1.018	0.843	0.668	0.668	0.581	0.406	0.318	0.200
270	1.542	1.280	1.018	0.843	0.668	0.668	0.581	0.406	0.318	0.200
275	1.542	1.280	1.105	0.843	0.712	0.668	0.581	0.493	0.318	0.200
280	1.629	1.367	1.105	0.930	0.755	0.668	0.581	0.493	0.318	0.200
285	1.629	1.367	1.105	0.930	0.755	0.668	0.581	0.493	0.362	0.200
290	1.629	1.367	1.105	0.930	0.755	0.668	0.581	0.493	0.406	0.200
295	1.673	1.367	1.105	0.930	0.755	0.668	0.581	0.493	0.406	0.200
300	1.717	1.454	1.192	0.930	0.755	0.668	0.581	0.493	0.406	0.200
305	1.717	1.454	1.192	0.974	0.755	0.755	0.624	0.493	0.406	0.200
310	1.760	1.454	1.192	1.018	0.755	0.755	0.668	0.493	0.406	0.200
315	1.804	1.454	1.192	1.018	0.843	0.755	0.668	0.493	0.406	0.200
320	1.804	1.542	1.192	1.018	0.843	0.755	0.668	0.493	0.406	0.200
325	1.848	1.542	1.280	1.018	0.843	0.755	0.668	0.493	0.406	0.200
330	1.891	1.542	1.280	1.018	0.843	0.755	0.668	0.581	0.406	0.200
335	1.891	1.542	1.280	1.061	0.843	0.755	0.668	0.581	0.406	0.200
340	1.891	1.629	1.280	1.105	0.843	0.755	0.668	0.581	0.406	0.200
345	1.979	1.629	1.323	1.105	0.843	0.843	0.668	0.581	0.406	0.275
350	1.979	1.629	1.367	1.105	0.930	0.843	0.712	0.581	0.406	0.275
355	1.979	1.629	1.367	1.105	0.930	0.843	0.755	0.581	0.406	0.318
360	2.022	1.717	1.367	1.105	0.930	0.843	0.755	0.581	0.450	0.318
365	2.066	1.717	1.367	1.149	0.930	0.843	0.755	0.581	0.493	0.318
370	2.066	1.717	1.454	1.192	0.930	0.843	0.755	0.581	0.493	0.318
375	2.110	1.760	1.454	1.192	0.930	0.843	0.755	0.581	0.493	0.318
378	2.154	1.760	1.454	1.192	0.930	0.843	0.755	0.581	0.493	0.318

Ozren Sudić - Analiza požarne otpornosti konstrukcija hala ovisno o namjeni
Specijalistički rad

Prilog 6:

Table 11: I/H section Columns: Fire resistance period: 45 Minutes										
Section Factor up to m ⁻¹	Thickness (mm) Required for a Design Temperature of									
	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	575°C	600°C	650°C	700°C	750°C
49	0.493	0.406	0.318	0.318	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
50	0.493	0.406	0.318	0.318	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
55	0.581	0.493	0.406	0.318	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
60	0.624	0.493	0.406	0.318	0.318	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
65	0.668	0.581	0.493	0.406	0.318	0.318	0.200	0.200	0.200	0.200
70	0.755	0.581	0.493	0.406	0.318	0.318	0.200	0.200	0.200	0.200
75	0.755	0.668	0.537	0.406	0.318	0.318	0.318	0.200	0.200	0.200
80	0.843	0.668	0.581	0.493	0.406	0.318	0.318	0.200	0.200	0.200
85	0.843	0.755	0.581	0.493	0.406	0.406	0.318	0.200	0.200	0.200
90	0.930	0.755	0.668	0.493	0.406	0.406	0.318	0.318	0.200	0.200
95	1.018	0.843	0.668	0.581	0.493	0.406	0.406	0.318	0.200	0.200
100	1.018	0.843	0.755	0.581	0.493	0.406	0.406	0.318	0.200	0.200
105	1.105	0.930	0.755	0.581	0.493	0.493	0.406	0.318	0.200	0.200
110	1.105	0.930	0.755	0.668	0.493	0.493	0.406	0.318	0.318	0.200
115	1.192	0.974	0.843	0.668	0.581	0.493	0.406	0.362	0.318	0.200
120	1.236	1.018	0.843	0.668	0.581	0.493	0.493	0.406	0.318	0.200
125	1.280	1.018	0.930	0.755	0.581	0.581	0.493	0.406	0.318	0.200
130	1.367	1.105	0.930	0.755	0.581	0.581	0.493	0.406	0.318	0.200
135	1.367	1.105	0.930	0.755	0.668	0.581	0.493	0.406	0.318	0.200
140	1.454	1.192	1.018	0.843	0.668	0.581	0.493	0.406	0.318	0.200
145	1.454	1.192	1.018	0.843	0.668	0.668	0.581	0.493	0.362	0.200
150	1.542	1.280	1.061	0.843	0.712	0.668	0.581	0.493	0.406	0.200
155	1.586	1.280	1.105	0.930	0.755	0.668	0.581	0.493	0.406	0.318
160	1.629	1.367	1.105	0.930	0.755	0.668	0.581	0.493	0.406	0.318
165	1.717	1.367	1.192	0.930	0.755	0.755	0.668	0.493	0.406	0.318
170	1.717	1.454	1.192	1.018	0.843	0.755	0.668	0.493	0.406	0.318
175	1.804	1.454	1.236	1.018	0.843	0.755	0.668	0.581	0.406	0.318
180	1.804	1.542	1.280	1.018	0.843	0.755	0.668	0.581	0.450	0.318
185	1.891	1.542	1.280	1.061	0.843	0.843	0.668	0.581	0.493	0.318
190	1.891	1.586	1.367	1.105	0.930	0.843	0.755	0.581	0.493	0.318
195	1.979	1.629	1.367	1.105	0.930	0.843	0.755	0.581	0.493	0.318
200	2.022	1.629	1.367	1.105	0.930	0.843	0.755	0.624	0.493	0.362
205	2.066	1.717	1.454	1.192	0.930	0.886	0.755	0.668	0.493	0.406
210	2.154	1.717	1.454	1.192	1.018	0.930	0.755	0.668	0.493	0.406
215	2.154	1.804	1.542	1.192	1.018	0.930	0.843	0.668	0.493	0.406
220	2.241	1.804	1.542	1.280	1.018	0.930	0.843	0.668	0.581	0.406
225	2.241	1.891	1.542	1.280	1.018	0.930	0.843	0.668	0.581	0.406
230	2.328	1.891	1.629	1.280	1.105	1.018	0.843	0.712	0.581	0.406
235	2.372	1.979	1.629	1.367	1.105	1.018	0.843	0.755	0.581	0.406
240	2.416	1.979	1.673	1.367	1.105	1.018	0.930	0.755	0.581	0.406
245	2.459	2.022	1.717	1.367	1.105	1.018	0.930	0.755	0.581	0.406
250	2.503	2.066	1.717	1.454	1.192	1.105	0.930	0.755	0.581	0.450
255	2.590	2.066	1.804	1.454	1.192	1.105	0.930	0.755	0.624	0.493
260	2.590	2.154	1.804	1.454	1.192	1.105	0.974	0.799	0.668	0.493
265	2.678	2.154	1.804	1.498	1.236	1.105	1.018	0.843	0.668	0.493
270	2.678	2.241	1.891	1.542	1.280	1.192	1.018	0.843	0.668	0.493
275	2.765	2.241	1.891	1.542	1.280	1.192	1.018	0.843	0.668	0.493
280	2.765	2.328	1.935	1.542	1.280	1.192	1.018	0.843	0.668	0.493
285	2.853	2.328	1.979	1.629	1.323	1.192	1.061	0.843	0.668	0.493
290	2.896	2.372	1.979	1.629	1.367	1.236	1.105	0.886	0.668	0.493
295	2.940	2.416	2.066	1.629	1.367	1.280	1.105	0.930	0.755	0.493
300	2.984	2.459	2.066	1.717	1.367	1.280	1.105	0.930	0.755	0.493
305	3.027	2.503	2.110	1.717	1.411	1.280	1.105	0.930	0.755	0.537
310	3.071	2.503	2.154	1.717	1.454	1.280	1.149	0.930	0.755	0.581
315	3.115	2.590	2.154	1.804	1.454	1.367	1.192	0.930	0.755	0.581
320	3.202	2.590	2.197	1.804	1.454	1.367	1.192	0.974	0.755	0.581
325	3.202	2.678	2.241	1.804	1.498	1.367	1.192	1.018	0.755	0.581
330	3.290	2.678	2.241	1.848	1.542	1.367	1.192	1.018	0.799	0.581
335	3.290	2.722	2.328	1.891	1.542	1.454	1.236	1.018	0.843	0.581
340	3.377	2.765	2.328	1.891	1.542	1.454	1.280	1.018	0.843	0.581
345	3.377	2.809	2.372	1.891	1.586	1.454	1.280	1.018	0.843	0.581
350	3.464	2.853	2.416	1.979	1.629	1.454	1.280	1.061	0.843	0.581
355	3.508	2.853	2.416	1.979	1.629	1.498	1.280	1.105	0.843	0.624
360	3.552	2.940	2.459	1.979	1.629	1.542	1.323	1.105	0.843	0.668
365	3.595	2.940	2.503	2.066	1.673	1.542	1.367	1.105	0.843	0.668
370	3.639	3.027	2.503	2.066	1.717	1.542	1.367	1.105	0.886	0.668
375	3.683	3.027	2.590	2.066	1.717	1.542	1.367	1.105	0.930	0.668
378	3.727	3.027	2.590	2.066	1.717	1.586	1.367	1.105	0.930	0.668

Prilog 7:













Table 18: Rectangular/ Square hollow section Columns: Fire resistance period: 30 Minutes										
Section Factor up to m ⁻¹	Thickness (mm) Required for a Design Temperature of									
	350 °C	400 °C	450 °C	500 °C	520 °C	550 °C	600 °C	650 °C	700 °C	750 °C
60	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462
65	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462
70	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462
75	0.576	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462
80	0.576	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462
85	0.653	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462
90	0.653	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462
95	0.730	0.576	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462
100	0.730	0.576	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462
105	0.806	0.576	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462
110	0.806	0.653	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462
115	0.883	0.653	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462
120	0.883	0.653	0.576	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462
125	0.960	0.730	0.576	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462
130	0.960	0.730	0.576	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462
135	0.998	0.806	0.653	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462
140	1.037	0.806	0.653	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462
145	1.075	0.806	0.653	0.538	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462
150	1.113	0.883	0.653	0.576	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462
155	1.152	0.883	0.730	0.576	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462
160	1.190	0.883	0.730	0.576	0.576	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462
165	1.190	0.960	0.730	0.576	0.576	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462
170	1.267	0.960	0.806	0.653	0.576	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462
175	1.267	0.998	0.806	0.653	0.576	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462
180	1.344	1.037	0.806	0.653	0.576	0.576	0.462	0.462	0.462	0.462
185	1.344	1.037	0.806	0.653	0.653	0.576	0.462	0.462	0.462	0.462
190	1.420	1.075	0.883	0.730	0.653	0.576	0.462	0.462	0.462	0.462
195	1.420	1.113	0.883	0.730	0.653	0.576	0.462	0.462	0.462	0.462
200	1.497	1.113	0.883	0.730	0.653	0.576	0.462	0.462	0.462	0.462
205	1.497	1.190	0.960	0.730	0.691	0.615	0.462	0.462	0.462	0.462
210	1.535	1.190	0.960	0.768	0.730	0.653	0.462	0.462	0.462	0.462
215	1.574	1.190	0.960	0.806	0.730	0.653	0.462	0.462	0.462	0.462
220	1.612	1.267	0.998	0.806	0.730	0.653	0.576	0.462	0.462	0.462
225	1.651	1.267	1.037	0.806	0.730	0.653	0.576	0.462	0.462	0.462
230	1.689	1.267	1.037	0.806	0.806	0.691	0.576	0.462	0.462	0.462
235	1.727	1.344	1.037	0.883	0.806	0.730	0.576	0.462	0.462	0.462
240	1.727	1.344	1.113	0.883	0.806	0.730	0.576	0.462	0.462	0.462
245	1.804	1.382	1.113	0.883	0.806	0.730	0.576	0.462	0.462	0.462
250	1.804	1.420	1.113	0.883	0.806	0.730	0.576	0.462	0.462	0.462
255	1.881	1.420	1.113	0.960	0.883	0.730	0.653	0.462	0.462	0.462
260	1.881	1.459	1.190	0.960	0.883	0.806	0.653	0.462	0.462	0.462
265	1.957	1.497	1.190	0.960	0.883	0.806	0.653	0.462	0.462	0.462
270	1.957	1.497	1.190	0.960	0.883	0.806	0.653	0.462	0.462	0.462
275	1.996	1.535	1.229	0.998	0.922	0.806	0.653	0.538	0.462	0.462
280	2.034	1.574	1.267	1.037	0.960	0.806	0.653	0.576	0.462	0.462
285	2.073	1.574	1.267	1.037	0.960	0.845	0.691	0.576	0.462	0.462
290	2.111	1.612	1.267	1.037	0.960	0.883	0.730	0.576	0.462	0.462
295	2.111	1.651	1.344	1.037	0.960	0.883	0.730	0.576	0.462	0.462
300	2.188	1.651	1.344	1.113	0.998	0.883	0.730	0.576	0.462	0.462
305	2.188	1.727	1.344	1.113	1.037	0.883	0.730	0.576	0.462	0.462
310	2.264	1.727	1.382	1.113	1.037	0.883	0.730	0.576	0.462	0.462
315	2.264	1.727	1.420	1.113	1.037	0.960	0.730	0.615	0.462	0.462
320	2.303	1.804	1.420	1.152	1.037	0.960	0.806	0.653	0.462	0.462
325	2.341	1.804	1.420	1.190	1.075	0.960	0.806	0.653	0.462	0.462
330	2.379	1.804	1.497	1.190	1.113	0.960	0.806	0.653	0.462	0.462
335	2.418	1.881	1.497	1.190	1.113	0.960	0.806	0.653	0.462	0.462
340	2.456	1.881	1.497	1.190	1.113	0.998	0.806	0.653	0.462	0.462
345	2.495	1.881	1.535	1.267	1.113	1.037	0.806	0.653	0.462	0.462
350	2.495	1.957	1.574	1.267	1.190	1.037	0.845	0.653	0.462	0.462
354	2.533	1.957	1.574	1.267	1.190	1.037	0.883	0.653	0.462	0.462

Prilog 8:

Table 19: Rectangular/ Square hollow section Columns: Fire resistance period: 45 Minutes										
Section Factor up to m ⁻¹	Thickness (mm) Required for a Design Temperature of									
	350 °C	400 °C	450 °C	500 °C	520 °C	550 °C	600 °C	650 °C	700 °C	750 °C
60	0.730	0.576	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462
65	0.806	0.653	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462
70	0.806	0.653	0.576	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462
75	0.883	0.730	0.576	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462
80	0.960	0.730	0.653	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462
85	1.037	0.806	0.653	0.576	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462
90	1.075	0.883	0.730	0.576	0.576	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462
95	1.113	0.883	0.730	0.653	0.576	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462
100	1.190	0.960	0.806	0.653	0.576	0.576	0.462	0.462	0.462	0.462
105	1.267	0.960	0.806	0.653	0.653	0.576	0.462	0.462	0.462	0.462
110	1.305	1.037	0.883	0.730	0.653	0.576	0.462	0.462	0.462	0.462
115	1.344	1.113	0.883	0.730	0.730	0.653	0.462	0.462	0.462	0.462
120	1.420	1.113	0.960	0.806	0.730	0.653	0.576	0.462	0.462	0.462
125	1.497	1.190	0.960	0.806	0.730	0.653	0.576	0.462	0.462	0.462
130	1.535	1.190	1.037	0.845	0.806	0.730	0.576	0.462	0.462	0.462
135	1.574	1.267	1.037	0.883	0.806	0.730	0.576	0.462	0.462	0.462
140	1.651	1.344	1.113	0.883	0.845	0.730	0.653	0.462	0.462	0.462
145	1.727	1.344	1.113	0.960	0.883	0.806	0.653	0.576	0.462	0.462
150	1.766	1.420	1.190	0.960	0.883	0.806	0.653	0.576	0.462	0.462
155	1.804	1.420	1.190	1.037	0.960	0.806	0.730	0.576	0.462	0.462
160	1.881	1.497	1.267	1.037	0.960	0.883	0.730	0.576	0.462	0.462
165	1.957	1.574	1.267	1.037	0.960	0.883	0.730	0.615	0.462	0.462
170	1.996	1.574	1.344	1.113	1.037	0.922	0.768	0.653	0.462	0.462
175	2.034	1.651	1.344	1.113	1.037	0.960	0.806	0.653	0.462	0.462
180	2.111	1.651	1.420	1.190	1.113	0.960	0.806	0.653	0.462	0.462
185	2.188	1.727	1.420	1.190	1.113	0.998	0.806	0.653	0.576	0.462
190	2.226	1.766	1.497	1.190	1.113	1.037	0.883	0.730	0.576	0.462
195	2.264	1.804	1.497	1.267	1.190	1.037	0.883	0.730	0.576	0.462
200	2.341	1.881	1.535	1.267	1.190	1.075	0.883	0.730	0.576	0.462
205	2.418	1.881	1.574	1.344	1.229	1.113	0.883	0.730	0.576	0.462
210	2.456	1.957	1.612	1.344	1.267	1.113	0.960	0.806	0.653	0.462
215	2.495	1.996	1.651	1.382	1.267	1.152	0.960	0.806	0.653	0.462
220	2.571	2.034	1.689	1.420	1.344	1.190	0.960	0.806	0.653	0.462
225	2.648	2.111	1.727	1.420	1.344	1.190	1.037	0.806	0.653	0.462
230	2.686	2.111	1.766	1.497	1.344	1.267	1.037	0.845	0.653	0.462
235	2.725	2.188	1.804	1.497	1.420	1.267	1.037	0.883	0.691	0.462
240	2.802	2.226	1.842	1.535	1.420	1.267	1.037	0.883	0.730	0.462
245	2.840	2.264	1.881	1.574	1.459	1.344	1.113	0.883	0.730	0.462
250	2.878	2.303	1.881	1.574	1.497	1.344	1.113	0.883	0.730	0.462
255	2.955	2.341	1.957	1.651	1.497	1.344	1.113	0.960	0.730	0.462
260	3.032	2.418	1.957	1.651	1.574	1.420	1.152	0.960	0.730	0.462
265	3.070	2.418	2.034	1.689	1.574	1.420	1.190	0.960	0.806	0.538
270	3.108	2.495	2.034	1.727	1.574	1.420	1.190	0.960	0.806	0.576
275	3.185	2.533	2.111	1.727	1.651	1.497	1.190	1.037	0.806	0.576
280	3.224	2.571	2.111	1.804	1.651	1.497	1.267	1.037	0.806	0.576
285	3.300	2.610	2.188	1.804	1.689	1.497	1.267	1.037	0.806	0.576
290	3.339	2.648	2.188	1.842	1.727	1.535	1.267	1.037	0.845	0.576
295	3.415	2.725	2.264	1.881	1.727	1.574	1.305	1.075	0.883	0.576
300	3.454	2.725	2.264	1.881	1.766	1.574	1.344	1.113	0.883	0.576
305	3.492	2.802	2.303	1.957	1.804	1.612	1.344	1.113	0.883	0.615
310	3.569	2.840	2.341	1.957	1.804	1.651	1.344	1.113	0.883	0.653
315	3.607	2.878	2.379	1.957	1.881	1.651	1.382	1.113	0.883	0.653
320	3.684	2.917	2.418	2.034	1.881	1.689	1.420	1.190	0.922	0.653
325	3.722	2.955	2.456	2.034	1.881	1.727	1.420	1.190	0.960	0.653
330	3.799	3.032	2.495	2.073	1.957	1.727	1.420	1.190	0.960	0.653
335	3.837	3.032	2.533	2.111	1.957	1.766	1.497	1.190	0.960	0.653
340	3.876	3.108	2.571	2.111	1.996	1.804	1.497	1.229	0.960	0.653
345	3.953	3.147	2.571	2.188	2.034	1.804	1.497	1.267	0.998	0.691
350	3.991	3.185	2.648	2.188	2.034	1.842	1.535	1.267	1.037	0.730
354	4.029	3.224	2.648	2.226	2.073	1.881	1.574	1.267	1.037	0.730

Prilog 9.: Proračun nosive konstrukcije u prostoru skladišne namjene za kriterije R30 i R45

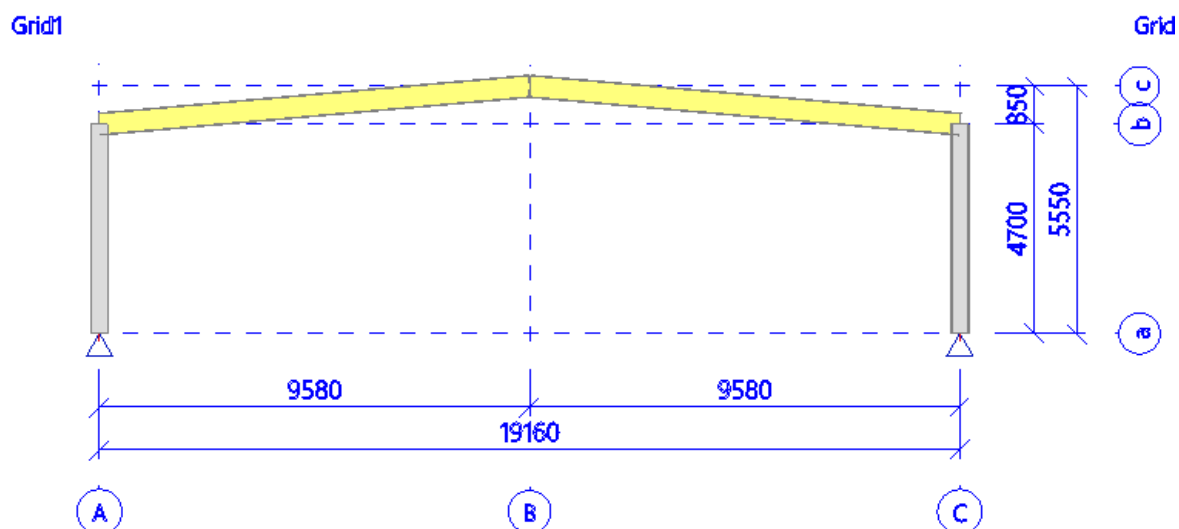
Poprečni presjeci

Name	Type	Item material	Fabrication	A [m ²]	A _y [m ²]	I _y [m ⁴]	W _{el,y} [m ³]	W _{pl,y} [m ³]	Color
	Detailed				A _z [m ²]	I _z [m ⁴]	W _{el,z} [m ³]	W _{pl,z} [m ³]	
CS1	HEA400	S 355	rolled	1,5900e-02	1,1006e-02 4,4726e-03	4,5100e-04 8,5600e-05	2,3100e-03 5,7100e-04	2,5625e-03 8,7083e-04	
CS2	IPE500	S 355	rolled	1,1600e-02	6,4460e-03 5,1707e-03	4,8200e-04 2,1420e-05	1,9300e-03 2,1400e-04	2,1940e-03 3,3600e-04	
CS3	HEA220	S 355	rolled	6,4300e-03	4,6326e-03 1,5689e-03	5,4100e-05 1,9600e-05	5,1500e-04 1,7800e-04	5,6667e-04 2,7042e-04	
CS4	HEA200	S 355	rolled	5,3800e-03	3,8781e-03 1,3287e-03	3,6900e-05 1,3400e-05	3,8900e-04 1,3400e-04	4,2917e-04 2,0375e-04	
CS5	RRK140/140/6	S 355	rolled	3,1230e-03	1,5608e-03 1,5608e-03	9,2000e-06 9,2000e-06	1,3100e-04 1,3100e-04	1,5500e-04 1,5500e-04	
CS6	RRK100/100/4	S 355	rolled	1,4950e-03	7,4702e-04 7,4702e-04	2,2600e-06 2,2600e-06	4,5300e-05 4,5300e-05	5,3300e-05 5,3300e-05	
CS7	RRK200/200/10	S 355	rolled	7,2570e-03	3,6251e-03 3,6251e-03	4,2500e-05 4,2500e-05	4,2500e-04 4,2500e-04	5,0800e-04 5,0800e-04	
CS8	HEA600	S 355	rolled	2,2700e-02	1,4459e-02 7,8448e-03	1,4100e-03 1,1300e-04	4,7900e-03 7,5100e-04	5,3333e-03 1,1542e-03	
CS9	HEA500	S 355	rolled	1,9800e-02	1,3276e-02 6,0562e-03	8,7000e-04 1,0400e-04	3,5500e-03 6,9100e-04	3,9500e-03 1,0583e-03	
CS10	HEB300	S 355	rolled	1,4910e-02	1,0963e-02 3,5436e-03	2,5170e-04 8,5630e-05	1,6780e-03 5,7090e-04	1,8690e-03 8,7010e-04	
CS11	HEA220	S 355	rolled	6,4300e-03	4,6326e-03 1,5689e-03	5,4100e-05 1,9600e-05	5,1500e-04 1,7800e-04	5,6667e-04 2,7042e-04	
CS12	RRK120/120/10	S 355	rolled	4,0570e-03	2,0299e-03 2,0299e-03	7,7700e-06 7,7700e-06	1,2900e-04 1,2900e-04	1,6200e-04 1,6200e-04	

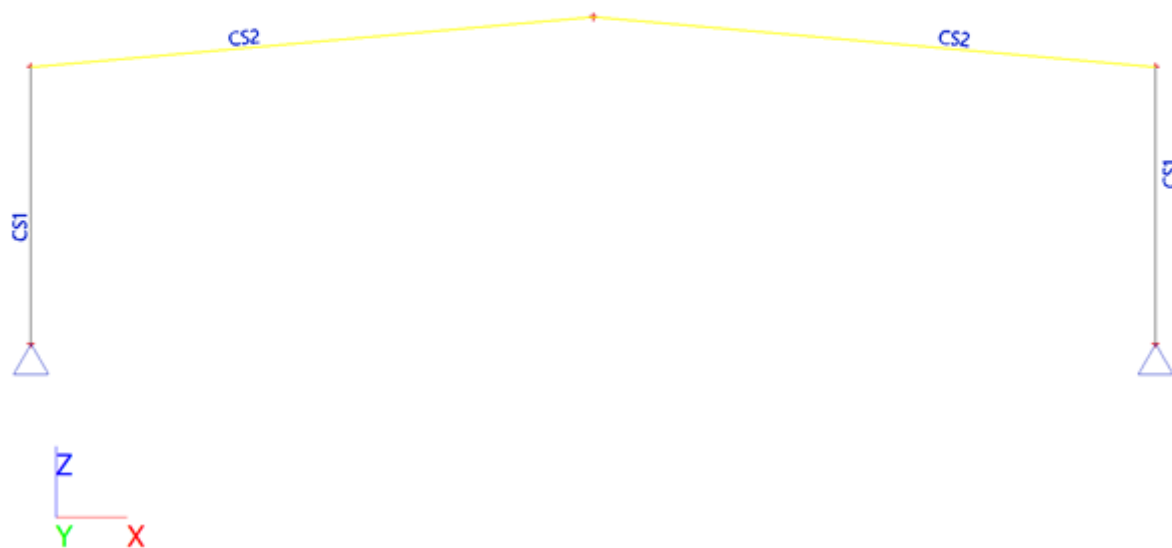
Geometrija konstrukcija

GEOMETRIJA - OKVIR_30

Name	Structural model only	Colour
OKVIR_30	No	Yellow



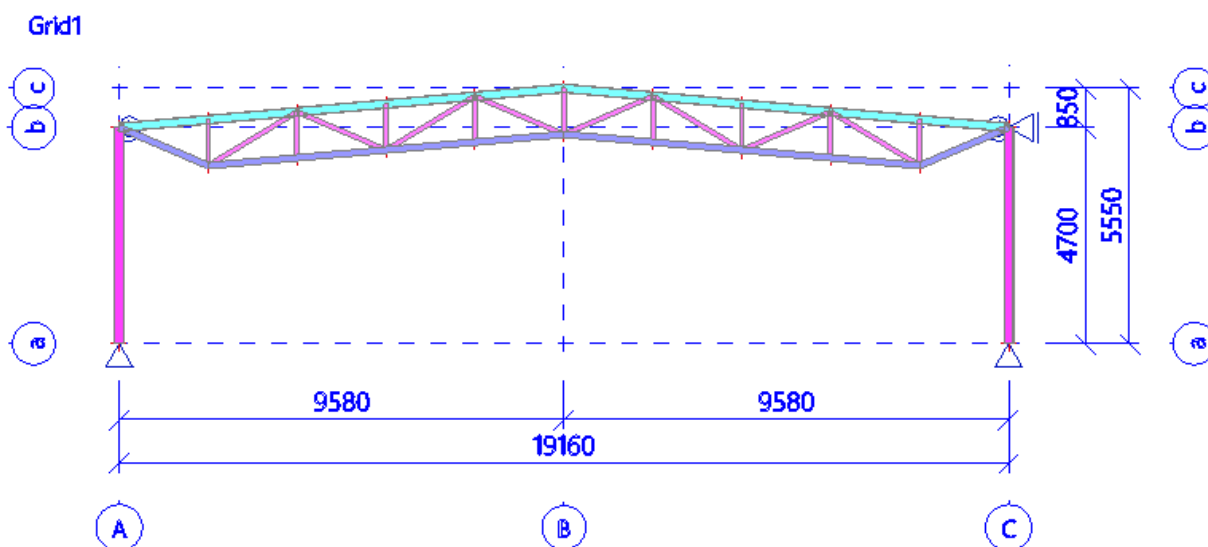
Slika 39: Geometrija okvira konstrukcije tip 1



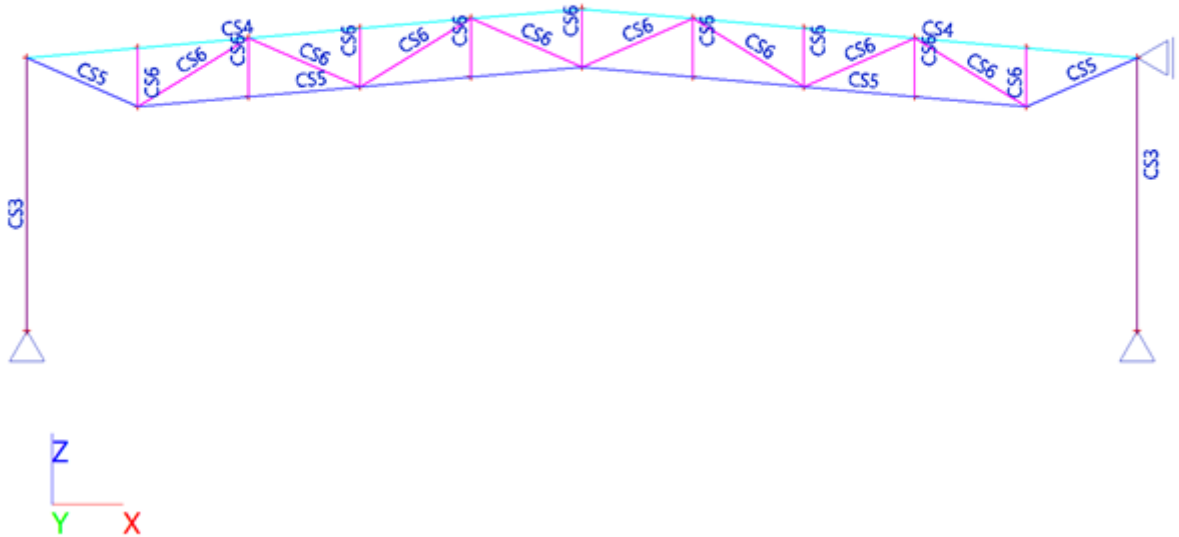
Slika 40: Profili okvira konstrukcije tip 1

GEOMETRIJA - RES_30

Name	Structural model only	Colour
RES_30	No	■



Slika 41: Geometrija okvira konstrukcije tip 2



Slika 42: Profili okvira konstrukcije tip 2

PRIKAZ ISKORIŠTENOSTI-SUMARNO

PRIKAZ ISKORIŠTENOSTI-SUMARNO - OKVIR_30

Name	Structural model only	Colour
OKVIR_30	No	

EC-EN 1993 Steel check fire resistance

Linear calculation

Class: All ULS

Coordinate system: Principal

Extreme 1D: Cross-section

Selection: All

Filter: Layer = OKVIR_30

Overall Unity Check

Name	dx [m]	Case	Cross-section	Material	UC _{Overall} [-]	UC _{Temperature} [-]	UC _{Sec} [-]	UC _{Stab} [-]	Critical Temp. [°C]
B1	4,700	All ULS/1	CS1 - HEA400	S 355	0,34	0,34	0,40	1,00	675,68
B3	0,000	All ULS/1	CS2 - IPE500	S 355	0,39	0,39	0,47	1,00	676,84

Name	Combination key
All ULS/1	LC1 + LC2

PRIKAZ ISKORIŠTENOSTI-SUMARNO - RES_30

Name	Structural model only	Colour
RES_30	No	

EC-EN 1993 Steel check fire resistance

Linear calculation

Class: All ULS

Coordinate system: Principal

Extreme 1D: Cross-section

Selection: All

Filter: Layer = RES_30

Overall Unity Check

Name	dx [m]	Case	Cross-section	Material	UC _{Overall} [-]	UC _{Temperature} [-]	UC _{Sec} [-]	UC _{Stab} [-]	Critical Temp. [°C]
B5	0,000	All ULS/1	CS3 - HEA220	S 355	0,32	0,32	0,47	1,00	921,13
B7	8,335	All ULS/1	CS4 - HEA200	S 355	0,49	0,49	0,46	0,99	620,37
B33	5,771-	All ULS/1	CS5 - RRK140/140/6	S 355	0,44	0,44	0,99	0,00	687,21
B12	0,000	All ULS/1	CS6 - RRK100/100/4	S 355	0,52	0,52	0,50	0,99	672,23

Name	Combination key
All ULS/1	LC1 + LC2

PRIKAZ ISKORIŠTENOSTI-SUMARNO - RES_45

Name	Structural model only	Colour
RES_45	No	

EC-EN 1993 Steel check fire resistance

Linear calculation

Class: All ULS

Coordinate system: Principal

Extreme 1D: Cross-section

Selection: All

Filter: Layer = RES_45

Overall Unity Check

Name	dx [m]	Case	Cross-section	Material	UC _{Overall} [-]	UC _{Temperature} [-]	UC _{Sec} [-]	UC _{Stab} [-]	Critical Temp. [°C]
B38	0,000	All ULS/1	CS3 - HEA220	S 355	0,93	0,93	0,47	1,00	921,13

Name	dx [m]	Case	Cross-section	Material	UC _{Overall} [-]	UC _{Temperature} [-]	UC _{Sec} [-]	UC _{Stab} [-]	Critical Temp. [°C]
B40	8,335	All ULS/1	CS4 - HEA200	S 355	1,39	1,39	0,46	0,99	620,37
B62	5,771-	All ULS/1	CS5 - RRK140/140/6	S 355	1,26	1,26	0,99	0,00	687,21
B42	0,000	All ULS/1	CS6 - RRK100/100/4	S 355	1,32	1,32	0,50	0,99	672,23

Name	Combination key
All ULS/1	LC1 + LC2

PRIKAZ ISKORIŠTENOSTI-SUMARNO - RES_45-OJ

Name	Structural model only	Colour
RES_45-OJ	No	

EC-EN 1993 Steel check fire resistance

Linear calculation

Class: All ULS

Coordinate system: Principal

Extreme 1D: Cross-section

Selection: All

Filter: Layer = RES_45-OJ

Overall Unity Check

Name	dx [m]	Case	Cross-section	Material	UC _{Overall} [-]	UC _{Temperature} [-]	UC _{Sec} [-]	UC _{Stab} [-]	Critical Temp. [°C]
B67	0,000	All ULS/1	CS11 - HEA220	S 355	0,98	0,98	0,44	1,00	876,19
B69	7,694+	All ULS/1	CS10 - HEB300	S 355	0,99	0,99	0,37	0,99	754,04
B91	5,771-	All ULS/1	CS7 - RRK200/200/10	S 355	0,98	0,98	0,94	0,00	778,24
B71	0,000	All ULS/1	CS12 - RRK120/120/10	S 355	0,93	0,93	0,64	1,00	830,10

Name	Combination key
All ULS/1	LC1 + LC2

PRIKAZ ISKORIŠTENOSTI-SUMARNO - OKVIR_45

Name	Structural model only	Colour
OKVIR_45	No	

EC-EN 1993 Steel check fire resistance

Linear calculation

Class: All ULS

Ozren Sudić - Analiza požarne otpornosti konstrukcija hala ovisno o namjeni
Specijalistički rad

Coordinate system: Principal
 Extreme 1D: Cross-section
 Selection: All
 Filter: Layer = OKVIR_45
Overall Unity Check

Name	dx [m]	Case	Cross-section	Material	UC _{Overall} [-]	UC _{Temperature} [-]	UC _{Sec} [-]	UC _{Stab} [-]	Critical Temp. [°C]
B34	4,700	All ULS/1	CS1 - HEA400	S 355	1,12	1,12	0,40	1,00	675,68
B36	0,000	All ULS/1	CS2 - IPE500	S 355	1,21	1,21	0,47	1,00	676,84

Name	Combination key
All ULS/1	LC1 + LC2

PRIKAZ ISKORIŠTENOSTI-SUMARNO - OKVIR_45-OJ

Name	Structural model only	Colour
OKVIR_45-OJ	No	

EC-EN 1993 Steel check fire resistance












Linear calculation
 Class: All ULS
 Coordinate system: Principal
 Extreme 1D: Cross-section
 Selection: All
 Filter: Layer = OKVIR_45-OJ
Overall Unity Check

Name	dx [m]	Case	Cross-section	Material	UC _{Overall} [-]	UC _{Temperature} [-]	UC _{Sec} [-]	UC _{Stab} [-]	Critical Temp. [°C]
B63	4,700	All ULS/1	CS8 - HEA600	S 355	0,98	0,98	0,38	1,00	751,74
B66	0,000	All ULS/1	CS9 - HEA500	S 355	0,99	0,99	0,51	1,00	749,43

Name	Combination key
All ULS/1	LC1 + LC2

Prilog 10.: Proračun nosive konstrukcije u prostoru uredske namjene za kriterije R30 i R45

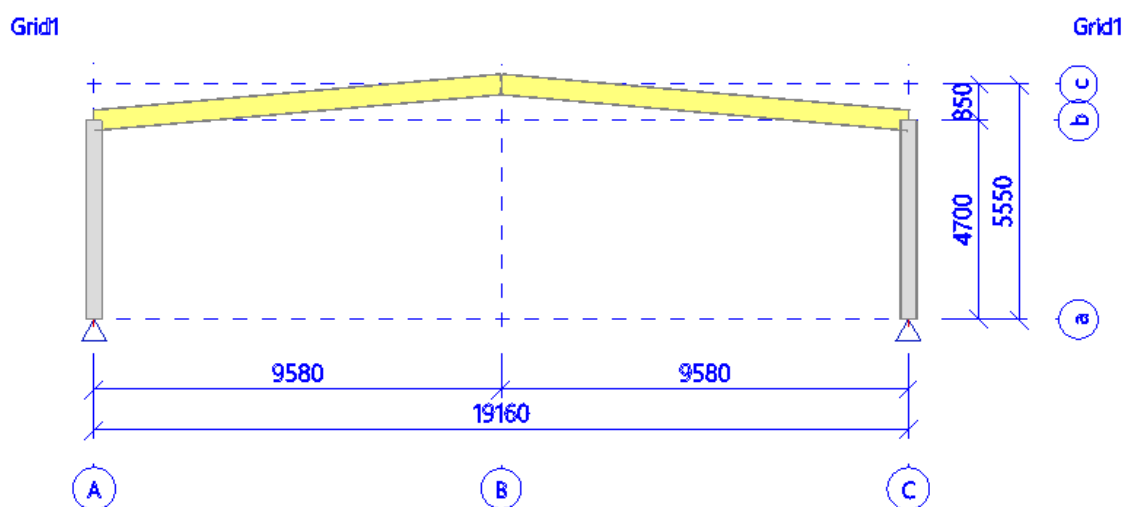
Poprečni presjeci

Name	Type	Item material	Fabrication	A [m ²]	A _y [m ²]	I _y [m ⁴]	W _{el,y} [m ³]	W _{pl,y} [m ³]	Colour
	Detailed				A _z [m ²]	I _z [m ⁴]	W _{el,z} [m ³]	W _{pl,z} [m ³]	
CS1	HEA400	S 355	rolled	1,5900e-02	1,1006e-02 4,4726e-03	4,5100e-04 8,5600e-05	2,3100e-03 5,7100e-04	2,5625e-03 8,7083e-04	
CS2	IPE500	S 355	rolled	1,1600e-02	6,4460e-03 5,1707e-03	4,8200e-04 2,1420e-05	1,9300e-03 2,1400e-04	2,1940e-03 3,3600e-04	
CS3	HEA220	S 355	rolled	6,4300e-03	4,6326e-03 1,5689e-03	5,4100e-05 1,9600e-05	5,1500e-04 1,7800e-04	5,6667e-04 2,7042e-04	
CS4	HEA200	S 355	rolled	5,3800e-03	3,8781e-03 1,3287e-03	3,6900e-05 1,3400e-05	3,8900e-04 1,3400e-04	4,2917e-04 2,0375e-04	
CS5	RRK140/140/ 6	S 355	rolled	3,1230e-03	1,5608e-03	9,2000e-06	1,3100e-04	1,5500e-04	
CS6	RRK100/100/ 4	S 355	rolled	1,4950e-03	1,5608e-03 7,4702e-04	9,2000e-06 2,2600e-06	1,3100e-04 4,5300e-05	1,5500e-04 5,3300e-05	
CS7	RRK180/180/ 8	S 355	rolled	5,2840e-03	2,6401e-03 2,6401e-03	2,5500e-05 2,5500e-05	2,8300e-04 2,8300e-04	3,3600e-04 3,3600e-04	
CS8	HEA500	S 355	rolled	1,9800e-02	1,3276e-02 6,0562e-03	8,7000e-04 1,0400e-04	3,5500e-03 6,9100e-04	3,9500e-03 1,0583e-03	
CS9	IPE600	S 355	rolled	1,5600e-02	8,6202e-03 7,2722e-03	9,2080e-04 3,3870e-05	3,0700e-03 3,0800e-04	3,5120e-03 4,8600e-04	
CS10	HEB280	S 355	rolled	1,3140e-02	9,6422e-03 3,1403e-03	1,9270e-04 6,5950e-05	1,3760e-03 4,7100e-04	1,5340e-03 7,1760e-04	
CS11	RRK120/120/ 8	S 355	rolled	3,3640e-03	1,6801e-03 1,6801e-03	6,7700e-06 6,7700e-06	1,1300e-04 1,1300e-04	1,3800e-04 1,3800e-04	

GEOMETRIJA

GEOMETRIJA - OKVIR_30

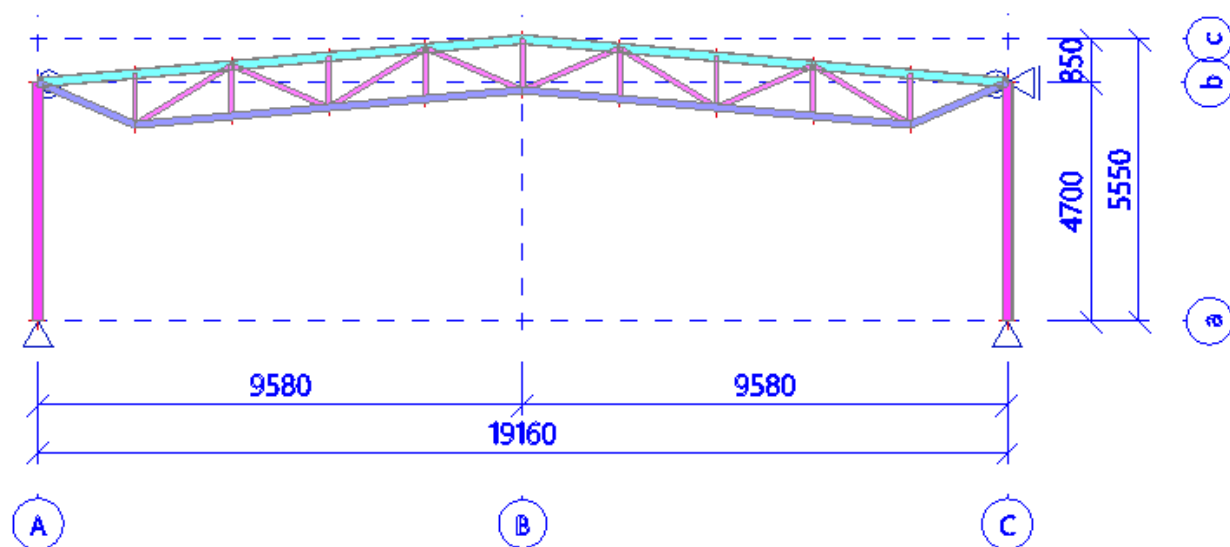
Name	Structural model only	Colour
OKVIR_30	No	Yellow



Slika 43: geometrija okvira konstrukcije tip 1

GEOMETRIJA - RES_30

Name	Structural model only	Colour
RES_30	No	■



Slika 44: geometrija okvira konstrukcije tip 2

PRIKAZ ISKORIŠTENOSTI-SUMARNO

PRIKAZ ISKORIŠTENOSTI-SUMARNO - OKVIR_30

Name	Structural model only	Colour
OKVIR_30	No	

EC-EN 1993 Steel check fire resistance

Linear calculation

Class: All ULS

Coordinate system: Principal

Extreme 1D: Cross-section

Selection: All

Filter: Layer = OKVIR_30

Overall Unity Check

Name	dx [m]	Case	Cross-section	Material	UC _{Overall} [-]	UC _{Temperature} [-]	UC _{Sec} [-]	UC _{Stab} [-]	Critical Temp. [°C]
B1	4,700	All ULS/1	CS1 - HEA400	S 355	0,31	0,31	0,40	1,00	675,68
B3	0,000	All ULS/1	CS2 - IPE500	S 355	0,35	0,35	0,47	1,00	676,84

Name	Combination key
All ULS/1	LC1 + LC2

PRIKAZ ISKORIŠTENOSTI-SUMARNO - RES_30

Name	Structural model only	Colour
RES_30	No	

EC-EN 1993 Steel check fire resistance

Linear calculation

Class: All ULS

Coordinate system: Principal

Extreme 1D: Cross-section

Selection: All

Filter: Layer = RES_30

Overall Unity Check

Name	dx [m]	Case	Cross-section	Material	UC _{Overall} [-]	UC _{Temperature} [-]	UC _{Sec} [-]	UC _{Stab} [-]	Critical Temp. [°C]
B5	0,000	All ULS/1	CS3 - HEA220	S 355	0,28	0,28	0,47	1,00	921,13
B7	8,335	All ULS/1	CS4 - HEA200	S 355	0,44	0,44	0,46	0,99	620,37
B33	5,771-	All ULS/1	CS5 - RRK140/140/6	S 355	0,39	0,39	0,99	0,00	687,21
B12	0,000	All ULS/1	CS6 - RRK100/100/4	S 355	0,47	0,47	0,50	0,99	672,23

Name	Combination key
All ULS/1	LC1 + LC2

PRIKAZ ISKORIŠTENOSTI-SUMARNO - RES_45

Name	Structural model only	Colour
RES_45	No	

EC-EN 1993 Steel check fire resistance

Linear calculation

Class: All ULS

Coordinate system: Principal

Extreme 1D: Cross-section

Selection: All

Filter: Layer = RES_45

Overall Unity Check

Name	dx [m]	Case	Cross-section	Material	UC _{Overall} [-]	UC _{Temperature} [-]	UC _{Sec} [-]	UC _{Stab} [-]	Critical Temp. [°C]
B38	0,000	All ULS/1	CS3 - HEA220	S 355	0,85	0,85	0,47	1,00	921,13
B40	8,335	All ULS/1	CS4 - HEA200	S 355	1,29	1,29	0,46	0,99	620,37
B62	5,771-	All ULS/1	CS5 - RRK140/140/6	S 355	1,16	1,16	0,99	0,00	687,21
B42	0,000	All ULS/1	CS6 - RRK100/100/4	S 355	1,26	1,26	0,50	0,99	672,23

Name	Combination key
All ULS/1	LC1 + LC2

PRIKAZ ISKORIŠTENOSTI-SUMARNO - RES_45-OJ

Name	Structural model only	Colour
RES_45-OJ	No	

EC-EN 1993 Steel check fire resistance

Linear calculation

Class: All ULS

Coordinate system: Principal

Extreme 1D: Cross-section

Selection: All

Filter: Layer = RES_45-OJ

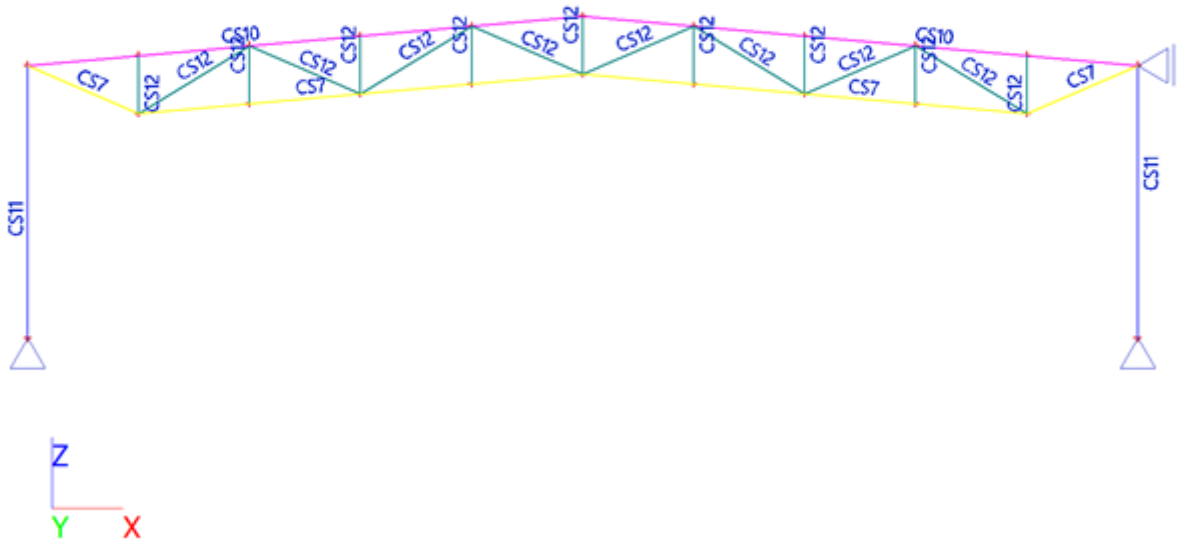
Overall Unity Check

Name	dx [m]	Case	Cross-section	Material	UC _{Overall} [-]	UC _{Temperature} [-]	UC _{Sec} [-]	UC _{Stab} [-]	Critical Temp. [°C]
B67	0,000	All ULS/1	CS3 - HEA220	S 355	0,89	0,89	0,45	1,00	886,56

Ozren Sudić - Analiza požarne otpornosti konstrukcija hala ovisno o namjeni**Specijalistički rad**

Name	dx [m]	Case	Cross-section	Material	UC _{Overall} [-]	UC _{Temperature} [-]	UC _{Sec} [-]	UC _{Stab} [-]	Critical Temp. [°C]
B69	7,694+	All ULS/1	CS10 - HEB280	S 355	1,00	1,00	0,35	0,99	732,15
B91	5,771-	All ULS/1	CS7 - RRK180/180/ 8	S 355	1,00	1,00	0,96	0,00	745,98
B71	0,000	All ULS/1	CS11 - RRK120/120/ 8	S 355	0,94	0,94	0,64	1,00	802,44

Name	Combination key
All ULS/1	LC1 + LC2



Slika 45: Profili okvira konstrukcije tip 2

PRIKAZ ISKORIŠTENOSTI-SUMARNO - OKVIR_45

Name	Structural model only	Colour
OKVIR_45	No	

EC-EN 1993 Steel check fire resistance

Linear calculation
 Class: All ULS
 Coordinate system: Principal
 Extreme 1D: Cross-section
 Selection: All
 Filter: Layer = OKVIR_45

Overall Unity Check

Name	dx [m]	Case	Cross-section	Material	UC _{Overall} [-]	UC _{Temperature} [-]	UC _{Sec} [-]	UC _{Stab} [-]	Critical Temp. [°C]
B34	4,700	All ULS/1	CS1 - HEA400	S 355	1,08	1,08	0,40	1,00	675,68
B36	0,000	All ULS/1	CS2 - IPE500	S 355	1,11	1,11	0,47	1,00	676,84

Name	Combination key
All ULS/1	LC1 + LC2

PRIKAZ ISKORIŠTENOSTI-SUMARNO - OKVIR_45-OJ

Name	Structural model only	Colour
OKVIR_45-OJ	No	

EC-EN 1993 Steel check fire resistance

Linear calculation

Class: All ULS

Coordinate system: Principal

Extreme 1D: Cross-section

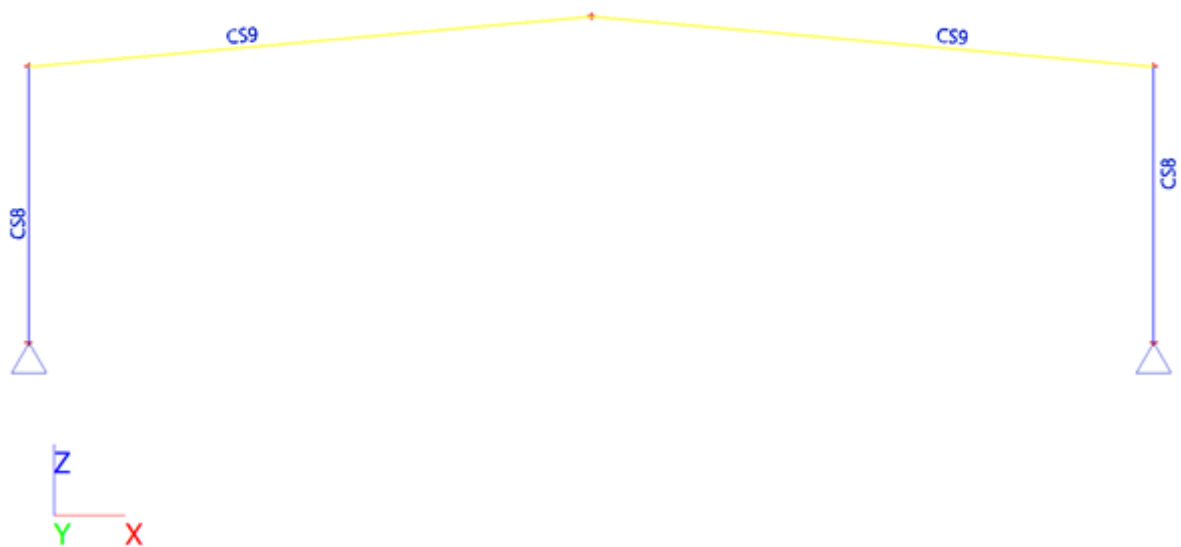
Selection: All

Filter: Layer = OKVIR_45-OJ

Overall Unity Check

Name	dx [m]	Case	Cross-section	Material	UC _{Overall} [-]	UC _{Temperature} [-]	UC _{Sec} [-]	UC _{Stab} [-]	Critical Temp. [°C]
B63	4,700	All ULS/1	CS8 - HEA500	S 355	1,00	1,00	0,39	1,00	722,93
B65	0,000	All ULS/1	CS9 - IPE600	S 355	1,00	1,00	0,47	1,00	736,76

Name	Combination key
All ULS/1	LC1 + LC2



Slika 46: Profili okvira konstrukcije tip 1