



STATI KI PRORA UN INDUSTRIJSKE DVORANE

doc. dr. sc. **Vlaho Akmadži**, dipl. ing. gra .

Pero Radiši, mag. gra .

Gra evinski fakultet Sveu ilište u Mostaru

Sažetak: Dispozicijsko rješenje jednobrodne industrijske dvorane, systemske dužine 48.0m i širine 22.5m, opslužuje jedna mosna dizalica nosivosti 320kN, raspona 20.5m, s gornjom ivicom šine (GIŠ) na koti +10.326m. Širina i visina dvorane uvjetovane su i gabaritim dimenzijama dizalice. Imaju i ovo u vidu, kao i dimenzije presjeka stupova i greda, stati kog sustava dvozglbnog okvira, usvojena je systemska širina dvorane od 22.5m i systemska visina stupova od 13.5m. Krovni pokriva je dvoslojni profilirani aluminijski sandwich panel (technopanel-poliuretan) s odgovaraju om termo i hidroizolacijom. Krov je na dvije vode s nagibom od 5.8° .

Ključne riječi: jednobrodna industrijska dvorana, dvozglbni okvir, stati ki prora un

STRUCTURAL DESIGN OF INDUSTRIAL HALL

Abstract: Block plan of a one-nave industrial hall, 48.0m in system length and 22.5m in width, is served by a bridge crane of the capacity 320kN, span 20.5m, with top edge of the rail (GIŠ) at the level +10.326m. Width and height of the hall are also dependent on overall dimensions of the crane. Taking this into account, as well as cross-sectional dimensions of columns and beams, the two-hinged frame structural system, the system width of the hall of 22.5m and system height of columns of 13.5m were adopted. The roofing is double-skin profiled aluminum sandwich panel (technopanel-polyurethane) with the appropriate thermal insulation and waterproofing. The roof is pitched with a 5.8° slope.

Key words: one-nave industrial hall, two-hinged frame, structural design



1. UVOD

Glavni nosa je dvozglojni okvir raspona 22.5m s gredama na dvije vode nagiba 5.8° , sistemske visine u tjemenu od 14.65m. Razmak glavnih nosa a je 8.0m. Glavni nosa i su popre nog presjeka HEA 800 sa konstantnom visinom hrpta grede i stupova. Montažni nastavci grede predvi eni su s elnim plo ama i visokovrijednim vijcima klase vrsto e 10.9 (tarni spojevi) u tjemenu okvira i na mjestima krutih veza greda za stupove. Dvozglojni okviri se na koti -1.05m temelje na temeljnim samcima širine 2.20m, dužine 1.80m i visine 0.80m.

Nosa i dizalice, stati kog sustava proste grede, se na koti +9.160m oslanjaju na kratke konzole (HEA 600). Sile ko enja prihvata spreg protiv ko enja koji se nalazi u etvrtom polju hale. Prijem sila bo nog udara dizalice ostvaruje se sa spregom protiv bo nih udara u nivou gornjeg pojasa nosa a dizalice na koti +10.00m, a koji zajedno sa horizontalnim spregom protiv vjetra u zabatnom zidu služi ujedno i kao staza za opsluživanje.

Konstrukcija fasade zabatnih zidova sastoji se od zidne obloge (dvoslojno profilirani eli ni lim) s termoizolacijom, fasadnih greda profila HOP 200x100x4 (na kotama +2.50m, +5.0m, +7.50m, +10.0m, +12.50m) raspona 5.625m i fasadnih stupova (IPE 270) koji se na koti -0.05m temelje na temeljnim samcima širine 1.30m, dužine 1.30m i visine 0.80m. Vjetar na zabatni zid se prima preko popre nog krovnog sprega i horizontalnog vjetrovnog sprega na koti +10.0m, koji prihvaaju reakcije fasadnih zabatnih stupova. Reakcije popre nih krovnih i uzdužnih krovnih spregova prihvaaju vertikalni spregovi koji se nalaze u uzdužnim i zabatnim zidovima dvorane.

Vjetar na udužni zid se prima preko krovnog uzdužnog sprega (od vjen anice do prve rožnja e) i sprega protiv bo nih udara, koji prihvaaju horizontalne reakcije me ustupa HEA 180. Ovi spregovi svoje reakcije predaju glavnim nosa ima.

Ventilacija dvorane ostvaruje se cirkulacijom zraka kroz prozore postavljene u uzdužnim zidovima izme u kota +2.50 i +5.0m, te izme u kota +11.50 i +12.50m, koji ujedno služe i kao svjetlosni otvori koji trebaju da omogu e nesmetan rad pri dnevnoj svjetlosti bez dodatnog umjetnog osvjetljenja u dvorani.

Odvodnja s dvovodnog krova ostvaruje se preko horizontalnih oluka, koji su postavljeni u dvovodnom nagibu od sredine dvorane od po 1.5%. Vertikalni oluci su postavljeni u tre inama dužine uzdužnog zida.

S obzirom na karakter industrijskoga procesa te dopremu i otprema robe, transport unutar dvorane mosnim dizalicama, vrata s ve im gabaritima nalaze se u prvom zabatnom zidu, dok su pomo na vrata manjih dimenzija smještene u uzdužnim zidovima i drugom zabatnom zidu.



Slika 1. Izgled industrijske dvorane



2. TEMELJI DVORANE

Na osnovi reznih sila (V-vertikalna reakcija, H-horizontalna reakcija) dobivenih iz modela napravljenog u programu Tower6, dimenzije temelja su sljede e:

- 220x180x80cm-temelj glavnoga nosa a,
- 130x130x80cm-temelj fasadnog stupa u zabatnom zidu,
- 100x100x80cm-temelj me ustupa u uzdužnom zidu,

Temelji su me usobno povezani veznim gredama dimenzija 25x25cm i podnom plo om.

- Temelj glavnog nosa a je armiran sa 10ø10 u x i y smjeru, dok su temelji fasadnog stupa i me ustupa u uzdužnom zidu armirani sa 10ø8 u x i y smjeru.

3. GLAVNI NOSA

Dispozicijsko rješenje glavnog nosa a je stati ki sustav dvozglonog okvir.

Raspon glavnog nosa a je $L=22.5\text{m}$, dok je razmak izme u glavnih nosa a (dvozglonih okvira) 8.0m

Nagib greda prati nagib krovne ravni i iznosi 5.8° . Za osnovni materijal odabran je elik S235.

Okvir je dimenzioniran na sljede e slu ajeve optere enja:

- 1.STALNO OPTERE ENJE (g)
- 2.SNIJEG
- 3.OPTERE ENJE OD NOSA A DIZALICE
- 4.POKRETNOST OPTERE ENJE OD DIZALICE 1.SLU AJ
- 5.POKRETNOST OPTERE ENJE OD DIZALICE 2.SLU AJ
- 6.OPT BO NIM UDAROM DIZALICE Bu+ U TO KI 8
- 7.OPT BO NIM UDAROM DIZALICE Bu- U TO KI 8
- 8.OPT BO NIM UDAROM DIZALICE Bu+ U TO KI 82
- 9.OPT BO NIM UDAROM DIZALICE Bu- U TO KI 82
- 10.OPT VJETROM IZVANA LIJEVO
- 11.OPT VJETROM IZVANA DESNO
- 12.OPT VJETROM SISANJE+
- 13.OPT VJETROM SISANJE-

3.1. Dimenzioniranje grede glavnog nosa a

Mjerodavna kombinacija optere enja je 227, sa sljede im reznim silama:

$${}_{odg} N = -77.985 \text{ kN}$$

$${}_{odg} T = -203.23 \text{ kN}$$

$${}_{MAX} M = -1013.2 \text{ kNm}$$

te usvajamo profil **HEA 800 (POZ 1)** s geometrijskim karakteristikama:

$$g=224\text{kg/m} \quad h=790\text{mm} \quad b=300\text{mm} \quad t_w=15\text{mm} \quad t_f=28\text{mm}$$

$$A=285.80\text{cm}^2 \quad I_y=303\,400 \text{ cm}^4 \quad w_{el,y}=7\,682\text{cm}^3 \quad i_y=32.58\text{cm}$$

$$I_z=12\,640 \text{ cm}^4 \quad w_{el,z}=842.6\text{cm}^3 \quad i_z=6.65\text{cm} \quad S_y=4\,349.5\text{cm}^3$$



Kontrola naprežanja:

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{A} + \frac{M}{W_{el,y}} = \frac{77.985}{285.80} + \frac{1013.2 * 100}{7682.0} = 13.46 \text{ kN} / \text{cm}^2 < \sigma_{dop} = 18.0 \text{ kN} / \text{cm}^2$$

$$\tau_{\max} = \frac{T * S_Y}{I_Y * t_w} = \frac{203.23 * 4349.5}{303400 * 1.5} = 1.94 \text{ kN} / \text{cm}^2 < \tau_{dop} = 10.0 \text{ kN} / \text{cm}^2$$

Tako er je potrebno zadovoljiti i sljede e:

- Kontrola stabilnosti ekscentri no pritisnute grede glavnog nosa a
- Provjera stabilnosti grede glavnoga nosa a kada je greda pritisnuta u donjoj, odnosno gornjoj zoni
- Kontrola stabilnosti nosa a na bo no-torzijsko izvijanje
- Kontrola progiba
- Kontrola stabilnosti hrpta.

3.2. Dimenzioniranje stupa glavnog nosa a

Mjerodavna kombinacija optere enja je 225. ,sa sljede im reznim silama:

$$N = -562.13 \text{ kN}$$

$$T = 90.756 \text{ kN}$$

$$M = 921.06 \text{ kNm}$$

Usvaja se profil HEA 800 (POZ1).

Kontrola naprežanja:

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{A} + \frac{M}{W_{el,y}} = \frac{562.13}{285.80} + \frac{921.06 * 100}{7682.0} = 13.95 \text{ kN} / \text{cm}^2 < \sigma_{dop} = 18.0 \text{ kN} / \text{cm}^2$$

$$\tau_{\max} = \frac{T * S_Y}{I_Y * t_w} = \frac{90.756 * 4349.5}{303400 * 1.5} = 0.86 \text{ kN} / \text{cm}^2 < \tau_{dop} = 10.0 \text{ kN} / \text{cm}^2$$

Potrebno je provjeriti zadovoljava li presjek sljede e:

- Horizontalni pomak u vrhu stupa - manje od dopuštenog
- Razmicanje stupova u razini sprega protiv bo nih udara
- Provjera stabilnosti ekscentri no pritisnutog štapa
- Provjera stabilnosti hrpta na izbo avanje
- Kontrola usporednog naprežanja.



3.2.1. Dimenzioniranje vertikalnog me ustupa u uzdužnom zidu

Vertikalni me ustup je za djelovanje vjetra kontinuirani nosa na tri oslonca.

Oslonci me ustupa su temelj (A), horizontalni spreg za prijem bo nih udara mosne dizalice (B) i uzdužni spreg protiv vjetra u krovnoj ravnini (C).

Za izložen objekt, koji se nalazi u II. vjetrovnoj zoni slijedi da je:

-osnovno optere enje vjetra : $q_w = 0.90 \text{ kN/m}^2$

-pritiskaju e i unutarnje djelovanje vjetra na uzdužni zid :

$$w_1 = (0.8 + 0.3) * q_w = 1.1 * 0.90 = 0.99 \text{ kN/m}^2$$

-sisaju e i unutarnje djelovanje vjetra :

$$w_2 = (-0.4 - 0.3) * q_w = -0.7 * 0.90 = -0.63 \text{ kN/m}^2$$

-odnos optere enja vjetrom:

$$t = \frac{w_2}{w_1} = \frac{-0.7 * q_w}{1.1 * q_w} = -0.64$$

-za pripadaju u površinu optere enja vjetra na me ustup A_w :

$$w_1' = w_1 * b = 0.99 * 4.0 = 3.96 \text{ kN / m}$$

$$g_f = 0.114 \text{ kN / m}^2$$

-vertikalno optere enje od težine fasade:

$$g_x = g_f * b = 0.114 * 4.0 = 0.456 \text{ kN / m}^1$$

- Pretpostavlja se se **HEA 180 (POZ 46)**.

Kontrola naprezanja i usporednog naprezanja:

$$\dagger_{\max} = \frac{N_{\max}}{A} + \frac{M_B}{W_y} = \frac{6.07}{45.25} + \frac{38.21 * 100}{293.6} = 13.14 \text{ kN / cm}^2 \leq \dagger_{dop}^{il} = 18.0 \text{ kN / cm}^2$$

$$\dagger_{\max} = \frac{T_{\max} * S_y}{I_y * t_w} = \frac{23.62 * 162.45}{2510.0 * 0.60} = 2.54 \text{ kN / cm}^2 \leq \dagger_{dop} = 10.0 \text{ kN / cm}^2$$

$$\dagger_N = \frac{N_{\max}}{A} = \frac{6.07}{45.25} = 0.13 \text{ kN / cm}^2$$

$$\dagger_M^1 = \frac{M_B}{I_y} * \left(\frac{h}{2} - t_f \right) = \frac{38.21 * 100}{2510.0} * \left(\frac{17.1}{2} - 0.95 \right) = 11.56 \text{ kN / cm}^2$$

$$S_{y,0} = b * t_f * \left(\frac{h}{2} - \frac{t_f}{2} \right) = 18.0 * 0.95 * \left(\frac{17.1}{2} - \frac{0.95}{2} \right) = 138.08 \text{ cm}^3$$

$$\dagger_1 = \frac{T_B^L * S_{y,0}}{I_y * t_w} = \frac{23.62 * 138.08}{2510.0 * 0.6} = 2.16 \text{ kN / cm}^2$$

$$\dagger_u = \sqrt{(\dagger_N + \dagger_M^1)^2 + 3 * \dagger_1^2} = \sqrt{(12.12)^2 + 3 * 2.16^2} = 12.27 \text{ kN / m}^2 \leq \dagger_{dop}^{il} = 18.0 \text{ kN / cm}^2$$

Tako er je izvršena i kontrola stabilnosti ekscentri no pritisnutog štapa.

Veza vertikalnog me ustupa u uzdužnom zidu sa temeljem je ostvarena nalijeganjem preko ležišne plo e dimenzija 220x220x10mm (POZ 48) i anker vijaka 2M16.5.6 (POZ 41).



4. DIMENZIONIRANJE FASADNOG STUPA U ZABATNOM ZIDU

- vertikalno optere enje od težine fasadne Fe sandwich plo e:

$$g_f = 0.114 \text{ kN} / \text{m}^2 \rightarrow \text{težina fasade}$$

$$g_x = g_f * b = 0.114 * 5.625 = 0.64 \text{ kN} / \text{m}$$

- pripadaju e vertikalno optere enje od težine sprega do zabatnog zida (pretpostavlja se da je ukupna težina sprega $G_s=4.5\text{kN}$):

$$G_s = \frac{4.5}{4} = 1.125 \text{ kN}$$

- horizontalno optere enje od vjetra:

$$w' = (0.8 + 0.3) * 0.90 = 0.99 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$w = w' * b = 0.99 * 5.625 = 5.56 \text{ kN} / \text{m}$$

- Fasadni stup je za djelovanje vjetra kontinuirani nosa na tri oslonca. Oslonci su temelj (A), horizontalni spreg protiv vjetra do zabata (B) i popre ni spreg protiv vjetra u krovnoj ravnini (C).

PRESJE NE SILE:

$$R_A = 22.52 \text{ kN} ; R_B = 57.39 \text{ kN} ; R_C = 2.07 \text{ kN}$$

$$M_{AB,MAX} = 45.61 \text{ kNm} ; M_{B,MIN} = M_{mjerodavno} = -52.78 \text{ kNm} ;$$

$$T_{odg} = 33.08 \text{ kN} ; N_{max} = 8.96 \text{ kN}$$

Pretpostavlja se vrhu e valjani profil IPE 270 (POZ 34).

Kontrola naprezanja:

$$\ddagger_{max} = \frac{M_{mjerodavno}}{w_y} + \frac{N_{odg}}{A} = \frac{52.78 * 100}{428.9} + \frac{8.96}{46.0} = 12.50 \text{ kN} / \text{cm}^2$$

$$\ddagger_{max} = \frac{T_{max} * S_y}{I_y * t_w} = \frac{33.08 * 242}{5790 * 0.66} = 2.09 \text{ kN} / \text{cm}^2$$

Tako er je potrebno u prora unu kontrolirati i usporedni naprezanje kao i stabilnost ekscentri no pritisnutoga štapa.

Veza fasadnog stupa u zabatnom zidu sa temeljem je ostvarena nalijevanjem preko ležišne plo e dimenzija 175x310x10mm (POZ 42) koja je kutnim varom debljine 4mm veza za profil i anker vijaka 2M16.5.6 (POZ 41).

4.1. Dimenzioniranje fasadnih greda

Fasadne grede su raspore ene na razmacima od 2.5m odozdo. Fasadna greda je zatvorenog presjeka od HOP profila.



Analiza optere enja

-vertikalno optere enje od težine fasade:

$$g_{f1} = g_f * b = 0.114 * 2.5 = 0.28 \text{ kN} / \text{m}^2$$

-maksimalno vodoravno optere enje vjetrom:

$$w = w_1 * b = 0.99 * 2.5 = 2.475 \text{ kN} / \text{m}^2$$

Sustav je proste grede raspona $L/4=22.5/4=5.625\text{m}$, dvoosno optere ena.

Usvaja se HOP 200x100x4 mm (POZ 9).

Maksimalni momenti:

$$M_{z,\max} = \frac{w * L^2}{8} = \frac{2.475 * 5.625^2}{8} = 9.78 \text{ kNm}$$

$$M_{y,\max} = \frac{g_{f1} * L^2}{8} = \frac{0.28 * 5.625^2}{8} = 1.10 \text{ kNm}$$

Veza fasadne grede je odra ena preko 2 L 65x100x7mm (POZ 10) kutnika, koji su vareni kutnim varom 4mm i vijaka M12..5.6 (POZ 16).

Kontrola naprezanja

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{y,\max}}{W_y} + \frac{M_{z,\max}}{W_z} = \frac{1.10 * 100}{81.15} + \frac{9.78 * 100}{118.9} = 9.60 \text{ kN} / \text{cm}^2 < \sigma_{dop}^{II} = 18.0 \text{ kN} / \text{cm}^2$$

Kontrola progiba:

$$f_{y,\max} = \frac{5 * w * l^4}{384 * E * I_z} = \frac{5 * \frac{2.475}{100} * 562.5^4}{384 * 21000 * 1189.0} = 1.29 \text{ cm}$$

$$f_{z,\max} = \frac{5 * g_{f,1} * l^4}{384 * E * I_y} = \frac{5 * \frac{0.28}{100} * 562.5^4}{384 * 21000 * 405.8} = 0.42 \text{ cm}$$

$$f_{\max} = \sqrt{f_{y,\max}^2 + f_{z,\max}^2} = \sqrt{1.29^2 + 0.42^2} = 1.35 \text{ cm} < f_{dop} = \frac{L}{200} = \frac{562.5}{200} = 2.81 \text{ cm}$$

5. DIMENZIONIRANJE SPREGA ZA PRIJEM SILA KO ENJA MOSNE DIZALICE

Karakteristike mosne dizalice nosivosti kрана Q=32 t.



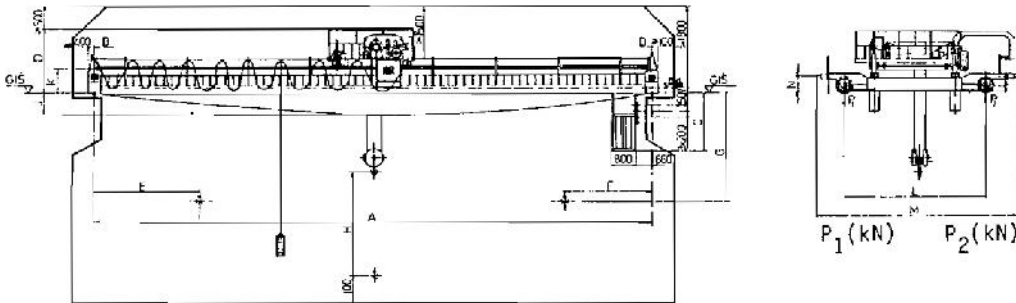
Q	A (m)	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	b	P ₁		L	M	P ₂		N
													max.	min.			max.	min.	
32	20.5	244	1800	2250	1750	1750	640		250	400	760	70	240	65	5950	7100	24.5	67	595

5.5. MOSTNE DIZALICE

5.5.1.. Mostna DIZALICA SEMD2K1-UP-"IVO LOLA RIBAR" BEOGRAD

Dvogredna - 1 kuka - Upravljanje sa poda

Pogonska klasa 2 prema JUS M.D1.020 odnosno DIN 120 i DIN 15420



A=20.5m (22.5-2*1.0m)

L=5950mm

P_{1max} =240kN P_{2max} =245kN

P_{1min} =65kN P_{2min} =67kN

$P_K = \frac{P_{1max} + P_{2max}}{7} = \frac{240 + 245}{7} = 69.28 \text{ kN}$ - sila ko enja

Usvaja se profil HOP 180x100x4 mm (POZ 57).

Veza je ostvarena vijcima M16...4.6 (POZ 58).

6. DIMENZIONIRANJE VERTIKALNOG SPREGA U UZDUŽNOM ZIDU

Vertikalni spreg u uzdužnom zidu je u stati kom smislu konzolni rešetkasti stup visine H=13.5m koji prima i prenosi na temelj reakcije od popre nog krovnog sprega na koti +13.50m i sprega za vjetar do zabatnog zida na koti +10.0m. Jedan pojas sprega je stup zabatnog glavnog nosa a, a drugi je fasadni stup u uzdužnom zidu. Horizontalni štapovi sprega su fasadne grede u uzdužnom zidu.

$R_D = 3.11 \text{ kN} \rightarrow$ pritiskaju e djelovanje vjetra

$R_D^1 = \frac{-0.7}{1.1} * 3.11 = -1.98 \rightarrow$ sisaju e djelovanje vjetra

$R_B = 57.39 \text{ kN} \rightarrow$ pritiskaju e djelovanje vjetra

$R_B^1 = \frac{-0.7}{1.1} * 57.39 = -36.52 \text{ kN} \rightarrow$ sisaju e djelovanje vjetra

6.1. Dimenzioniranje dijagonale

Pretpostavlja se profil L 100x100x10mm (POZ 50).



6.2. Dimenzioniranje vertikalnog sprega u zabatnom zidu

- Vertikalni spreg u zabatnom zidu prima reakcije uzdužnog vjetrovnog sprega i reakcije oslonca u razini sprega protiv ko enja kranske staze.
- Pojasni štapovi ovog sprega su HEA 800 (POZ 1) i fasadni stup IPE 270 (POZ 34) u zabatnom zidu. Vertikale su fasadne grede HOP 200x100x4mm (POZ 9) postavljene horizontalno u zabatnom zidu.
- Preostalo nam je jedino dimenzionirati dijagonale (D) vertikalnog sprega u zabatnom zidu.

Usvaja se profil HOP 100x100x5 mm.

6.3. Prora un punog limenog nosa a dizalice

Karakteristike kрана:

- nosivost dizalice $Q=32t$
- raspon mosnog kрана $A=20.5m$
- razmak to kova u popre nom pogledu: $L=5950mm$
- stalno jednako raspodijeljeno optere enje; $g=15kN/m$
- vertikalno optere enje kрана:

$$P_{1,max} = 240kN, \quad P_{2,max} = 245kN$$

$$P_{1,min} = 65kN, \quad P_{2,min} = 67kN$$

Izabrana šina tipa 49.

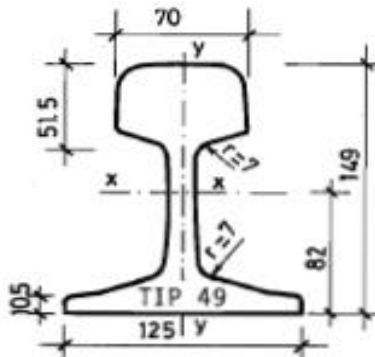


Tabela 6-XLVII

Tip šine	Težina (kg/m)	Površina preseka $A(cm^2)$	Moment inercije $I_x(cm^4)$	Otporni moment $W_x(cm^3)$
35	35,48	45,2	144,6	925
49	49,43	62,97	1819	240
UIC 54E	53,81	68,55	2308	276,4
UIC 60	60,34	76,86	3055	335,5

- Mjerodavni utjecaji:

Slu aj optere enje 20 (I+III+IV):

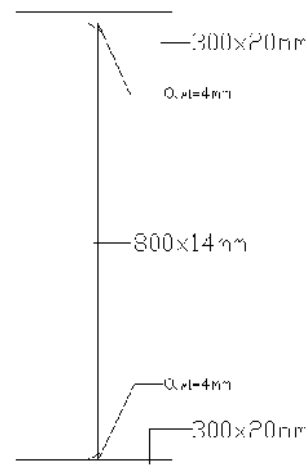
$$M_{max} = 362.09kNm, \quad T_{max} = 362.97kN$$

Napomena: ne e se vršiti promjena popre nog presjeka punog limenog nosa a(oja anje) nego je cijelom dužinom usvojen presjek 840x300mm (POZ 4; POZ 5).



Potrebno je kontrolirati i sljedeće:

- kontrola naprezanja na mjestima maksimalne transverzalne sile i momenta savijanja
- naprezanje uslijed lokalnog tlaka točaka dizalice
- kontrola deformacija (progiba)
- kontrola naprezanja u zavarima
- kontrola nosivosti na bočno torzijsko izvijanje
- kontrola stabilnosti na izbočavanje
- kontrola stabilnosti u poljima nosača dizalice
- kontrola usporednog naprezanja



6.4. Dimenzioniranje sprega za prijam sila bočnog udara mosne dizalice

-Analiza opterećenja

Bočni udar se uzima da djeluje kao koncentrirana sila u visini sprega protiv bočnih udara i iznosi **1/10** maksimalne sile mosne dizalice, bez dinamičkih faktora.

$$P_{b,1} = \frac{240}{10} = 24kN \quad ; \quad P_{b,2} = \frac{245}{10} = 24.5kN$$

Sila bočnog udara djeluje u visini gornje ivice šine, a položaj sprega je u razini gornjeg pojasa nosača dizalice. Osim bočnog udara spreg prima i djelovanje vjetar na podužni zid. Spreg je sistema proste grede. Spreg je također opterećen:

- reakcijama mehanizma u osloncu B (na mjestu sprega za prijem bočnih udara)

$$R_B = 41.47 \text{ kN.}$$

- opterećenjem od radnika na stazi za opsluživanje $p=1.0kN/m'$

Usvojeni su sljedeći presjeci sprega za prijam sila bočnog udara:

- 1/2 INP 400 (POZ 43) – pojasni štap
- L 90x90x9mm (POZ 78) – dijagonala
- L 60x60x6mm (POZ 79) – vertikalna

Za vezu dijagonale koristiti se neobrađeni vijci 2M20..4.6 (POZ 49).

Za vezu vertikalne koristiti se neobrađeni vijci 2M16..4.6 (POZ 58).



7. PRORA UN KRATKE KONZOLE

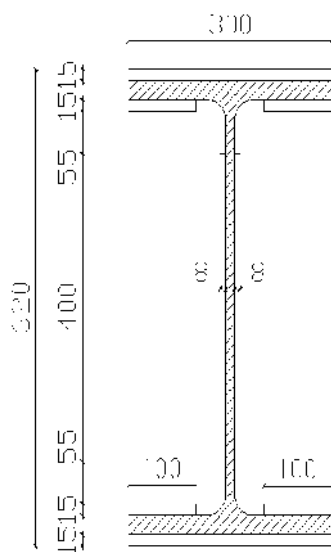
Dužina kratke konzole je 85.5cm. Maksimalni utjecaji na konzolu:

-Slu aj optere enja 20 (I+II+V+VII+IX+XI+XII) :

$$M_{\min} = -362.09kNm$$

$$T_{odg} = 362.97kN$$

Usvaja se HEA 600 (POZ 3).



Veza grede za eonu plo u ostvarena je kutnim zavarom.

-veza pojasnice za eonu plo u:

$$\min a_w = 3.0mm$$

$$\max a_w = 0.7 * t_{\min} = 0.7 * 25.0 = 17.5mm$$

$$a_w > \sqrt{t_{\max}} - 0.5 = \sqrt{30.0} - 0.5 = 4.97mm$$

(pretpostavka $t_p = 30.0mm$)

usvaja se debljina kutnog vara na pojasnici:

$$a_{w,l} = 15.0mm > \frac{t_f}{2} = \frac{25.0}{2} = 12.5mm$$

-veza hrpta za eonu plo u:

$$\min a_w = 3.0mm$$

$$\max a_w = 0.7 * t_{\min} = 0.7 * 13.0 = 9.1mm$$

$$a_w > \sqrt{t_{\max}} - 0.5 = \sqrt{30.0} - 0.5 = 4.97mm$$

(pretpostavka $t_p = 30.0mm$)

usvaja se debljina kutnog vara na hrptu:

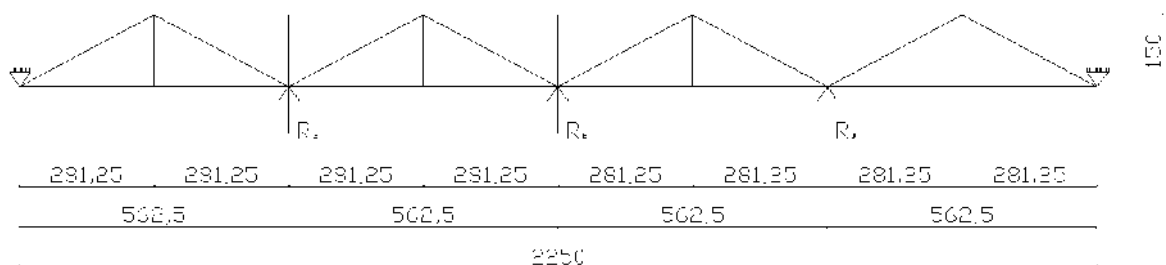
$$a_{w,l} = 8.0mm > \frac{t_w}{2} = \frac{13.0}{2} = 6.5mm$$

7.1. Horizontalni spreg protiv vjetra do zabata

Horizontalni spreg protiv vjetra do zabata postavlja se na koti +10.0m i nezavisan je od konstrukcije fasade iz razloga olakšane montaže.

Veza horizontalnog sprega ostvarena je direktno s fasadnim stupovima na koti +10.0m, a spreg je poduprt kosnicima u etvrtinama raspona o fasadne stupove.

Nagibni kutevi kosnika su 45°.



Stati ki sustav sprega je rešetkasta prosta greda koja prihvata horizontalno optere enje vjetra na fasadu zabatnog zida.



Horizontalno optere enje vjetrom na spreg do zabata djeluje kao optere enje koncentriranim horizontalnim silama R_B reakcijama zabatnih stupova. Oslona ke reakcije horizontalnog sprega do zabata primaju vertikalni spregovi protiv vjetra koji se nalaze u uzdužnim zidovima.

Usvojeni su sljede i profili:

- HOP 160x160x8mm (POZ 86) – pojasevi sprega
- HOP 100x100x5mm (POZ 82) – dijagonale sprega
- HOP 80x80x5mm (POZ 90) – vertikalna sprega
- HOP 80x80x5mm (POZ 99) – kosnik

7.2. Dimenzioniranje rožnja e

Krovni pokriva je dvoslojni profilirani aluminijski sandwich panel

(technopanel-poliuretan): $g_p = 0.094kN / m^2$

- Utjecaj vjetra:

$$H = 13.5m$$

$$H' = 13.5 + h = 13.5 + 1.15 = 14.65m$$

Za $H' \geq 10M$; 2. vjetrovna zona ; izložen objekt $\rightarrow q_w = 0.90kN / m^2$

- Optere enje snijegom:

Nadmorska visina: 600 m.n.m

$$s = 0.75 + \frac{N - 500}{400} = 0.75 + \frac{600 - 500}{400} = 1.0kN / m^2$$

1.slu aj optere enja-mjerodavno optere enje za dimenzioniranje pokrova (osnovno optere enje \rightarrow vlastita težina+snijeg)

$$q_s^1 = \frac{g_p}{\cos \gamma} + s = \frac{0.094}{\cos 5.8^\circ} + 1.0 = 1.09kN / m^2$$

Usvaja se krovni aluminijski sandwich panel Technopanel PUR-PIR (POZ 32) debljine 80mm, debljina obloge 0.5mm, na razmaku rožnja a od 281cm.

Stati ki sustav za dimenzioniranje rožnja e je kontinuirana greda.

Analiza optere enja:

-vlastita težina Al sandwich panela..... $g_p = 0.094kN / m^2$

-optere enje snijegom..... $q_s = 1.0kN / m^2$

-optere enje vjetrom..... $w_2 = 0.28kN / m^2$

Usvaja se profil IPE 200. (POZ 2) $q_z'' = q_z'$

$$\frac{q_z''}{q_z'} = \frac{4.0}{3.28} = 1.21$$

$$\frac{\dagger_{dop}^{II}}{\dagger_{dop}^I} = \frac{18.0}{16.0} = 1.125$$

$$\frac{q_z''}{q_z'} \geq \frac{\dagger_{dop}^{II}}{\dagger_{dop}^I} \rightarrow \text{mjerodavan II slu aj optere enja ; } q_z'' = 4.0kN / m$$



7.3. Montažni nastavak rožnjača

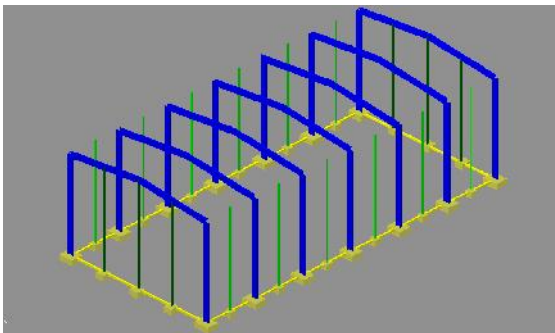
Nastavak rožnjača se može vršiti u blizini oslonaca tj. glavnih nosača, a to na udaljenosti od $0.20L$ od pojedinog glavnog nosača. Nastavak rožnjača je izveden čeonim pločama koje se vare na krajeve rožnjača i međusobno se spajaju visokovrijednim vijcima $M12 \times L$ klase vrste 10.9 bez sile prednaprežanja ($F_p=0$).

8. UZDUŽNI KROVNI SPREG

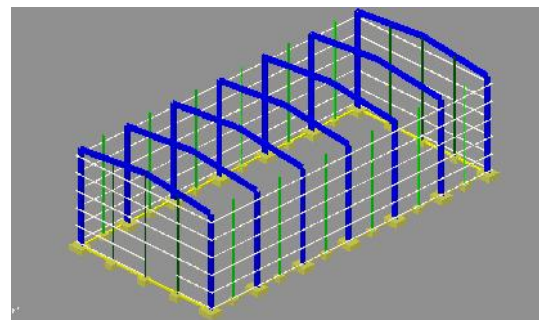
Uzdužni krovni spreg je opterećen gornjom reakcijom vertikalnog međustupa u uzdužnom zidu u iznosu: $R_c=3.99\text{kN}$. Pojas ovome spregu čine vjenčanica i prva rožnjača (IPE 200) dok je za vertikalnu usvojen kutnik $L 60 \times 60 \times 6\text{mm}$ (POZ 68), a za dijagonalu kutnik $L 90 \times 90 \times 9\text{mm}$ (POZ 64). Veze profila su odrađene vijcima $M12 \times 5.6$ (POZ 16).

9. POPREČNI KROVNI SPREG

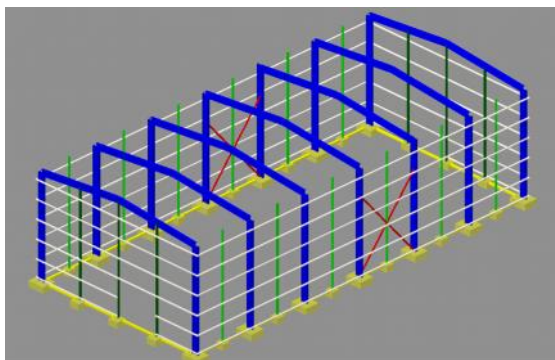
Poprečni krovni spreg je prosta greda raspona jednakog širini hale ($L=22.5\text{m}$). Jedan pojas je glavni nosač u zabatnom zidu, a drugi pojas je kruta zatega između prvoga i drugog glavnog nosača. Vertikale sprega su rožnjače. Ovaj spreg prima gornje reakcije fasadnog stupa u zabatnom zidu ($R_c, f=2.07\text{kN}$). Za pojas dalje od zabata usvaja se HOP $50 \times 30 \times 3\text{mm}$ (POZ 72), dok se za dijagonalu poprečnog sprega usvaja HOP $50 \times 50 \times 3\text{mm}$ (POZ 65). Veze profila su odrađene vijcima $M12 \times 5.6$ (POZ 16).



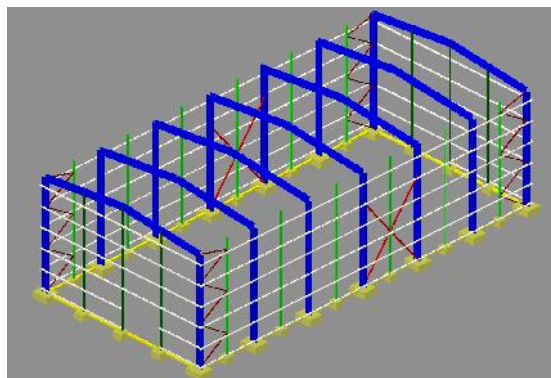
3.korak-MONTIRANJE FASADNIH STUPOVA I MEĐUSTUPOVA



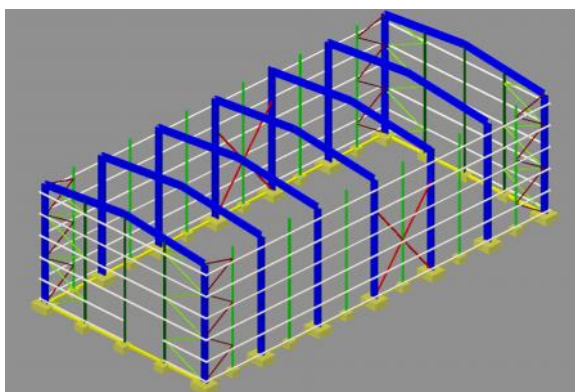
4.korak-POSTAVLJANJE FASADNIH GREDA



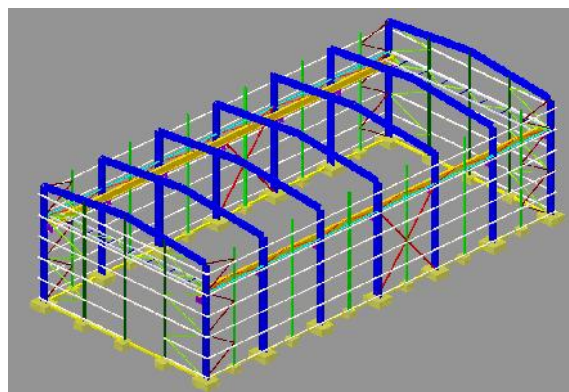
Korak 5.- SPREG ZA PRIJEM SILA KOČENJA MOSNE DIZALICE



Korak 6.- POSTAVLJANJE VERTIKALNIH SPREGOVA U UZDUŽNIM ZIDOVIMA

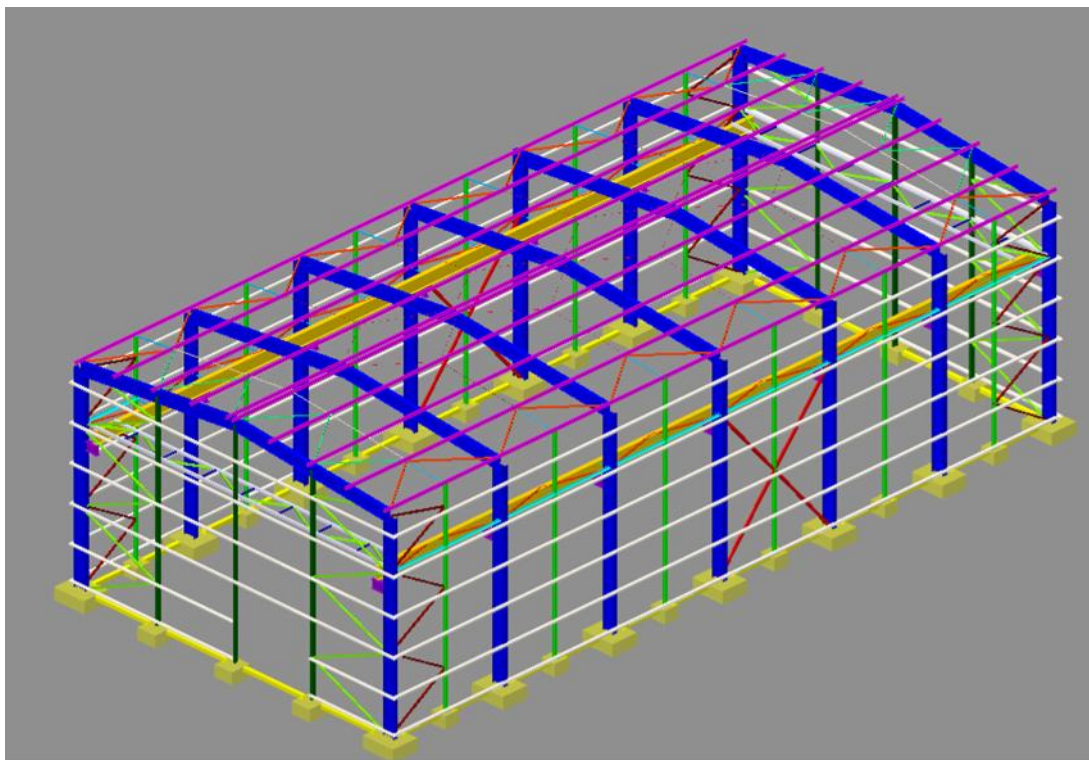


Korak 7.- IZRADA VERTIKALNIH SPREGOVA U ZABATNIM ZIDOVIMA



Korak 8.- Kompletna ophodna staza u industrijskoj hali

Prikaz svih konstruktivnih dijelova industrijske hale





Kona an izgled industrijske dvorane

LITERATURA

1. Bu evac, D.; Metalne konstrukcije u zgradarstvu, II izdanje; Beograd, 2000.
2. Zari , B ;Bu evac, D ;Stipani , B.; eli ne konstrukcije u gra evinarstvu, 2. Profili i propisi; Beograd ,1983.
3. Bu evac, D.; Osnove prora una i konstruiranja; Beograd, 1997.
4. Zari , B; Bu evac, D; Stipani , B.; eli ne konstrukcije u gra evinarstvu, 3. Profili i propisi; „Gra evinska knjiga“, Beograd,1995.
5. Androi , B; Dujmovi , D; Džeba, I; Metalne konstrukcije I