

IZRADA OPŠTE DISPOZICIJE KONSTRUKTIVNIH ELEMENATA INDUSTIJSKE HALE

KAKO RIJEŠITI KONSTRUKTIVNI SISTEM ZA INDUSTRIJSKU HALU?

- Da bi se riješio konstruktivni sistem za jednu industrijsku halu ili magacin, skladište, izložbeni paviljon, salon, sajamsku dvoranu, hangar za avione ili bilo koji drugi objekat koji kao osnovnu karakteristiku ima veliki slobodan prostor unutar objekta, treba krenuti od zahtjeva Investitora u vezi budućeg objekta, koji se definišu u tehničkom dokumentu koji nosi naziv Projektni zadatak.
- U Projektnom zadatku Investitor definiše sve prostorne i sadržajne kapacitete, kao i tehničko-tehnološke uslove koje projektant treba da riješi u objektu. U ovom dokumentu postavljaju se zadaci svim učesnicima u projektovanju za sve dijelove tehničke dokumentacije: arhitektura, konstrukcija, vodovod i kanalizacija, elektro dijelovi jake i slabe struje, mašinske i termotehničke instalacije, saobraćaj...
- Prilikom definisanja Projektnog zadatka, Investitor mora da vodi računa da u svemu poštuje uslove iz dokumenta, koje je dobio od nadležne institucije i koji nosi naziv Urbanističko tehnički uslovi za projektovanje budućeg objekta, a koji se definišu na osnovu važećeg prostorno planskog dokumenta, u kome se za predmetnu lokaciju utvrđuju prostorno urbanistički parametri, kao što su veličina objekta u osnovi, visina, spratnost, građevinska i regulaciona linija itd.
- Kod ovakvih objekat arhitektonsko rješavanje objekta je neizostavni dio projektovanja i konstrukcija treba da bude usaglašena sa arhitekturom. Međutim, veoma je važno da ova dva dijela projekta sinhronizovano budu usaglašeni, još od idejnog rješavanja, zbog konstruktivnih elemenata koji se moraju riješiti prema određenim pravilima i koji treba da budu na kraju i dio arhitekture objekta.

Poštovanje ovih pravila na kraju će dovesti i do racionalnog i ekonomski prihvatljivog rješenja konstrukcije objekta.

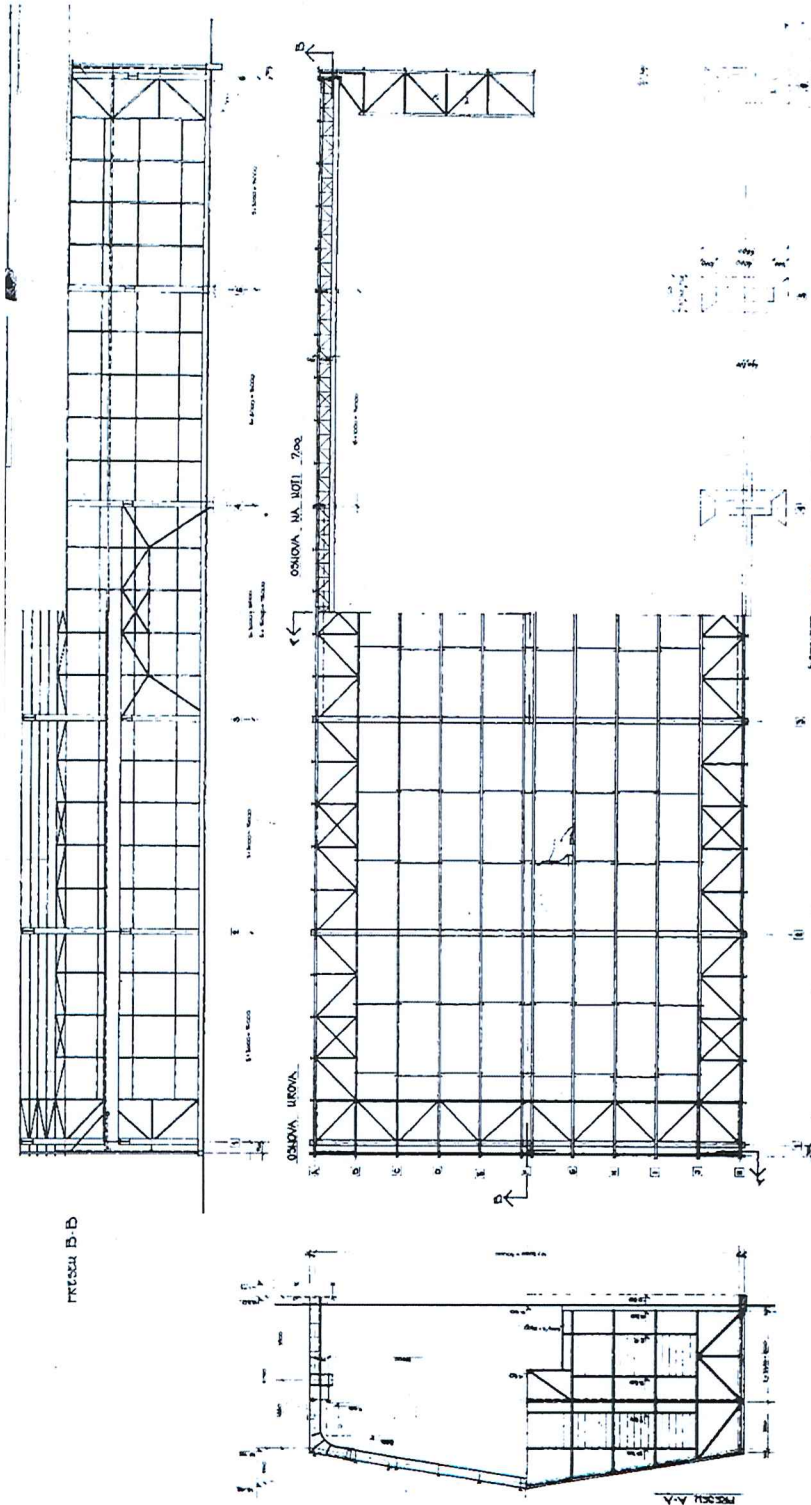
- Iz toga razloga projektant konstrukcije za industrijski objekat mora da poštuje pravila projektovanja konstrukcije, što unekoliko zadire i u arhitektonsko rješavanje objekta, bez želje da se umani uloga arhitektonskog projektovanja.

- Na sljedećim slikama vide se dva uspješna arhitektonska rješenja: jedan izložbeni prostor i na drugoj slici konstrukcija jedne buduće galerije. Kod ovakvih objekta izgled i položaj konstruktivnih elemenata je veoma važan, prvenstveno za arhitekturu objekta.

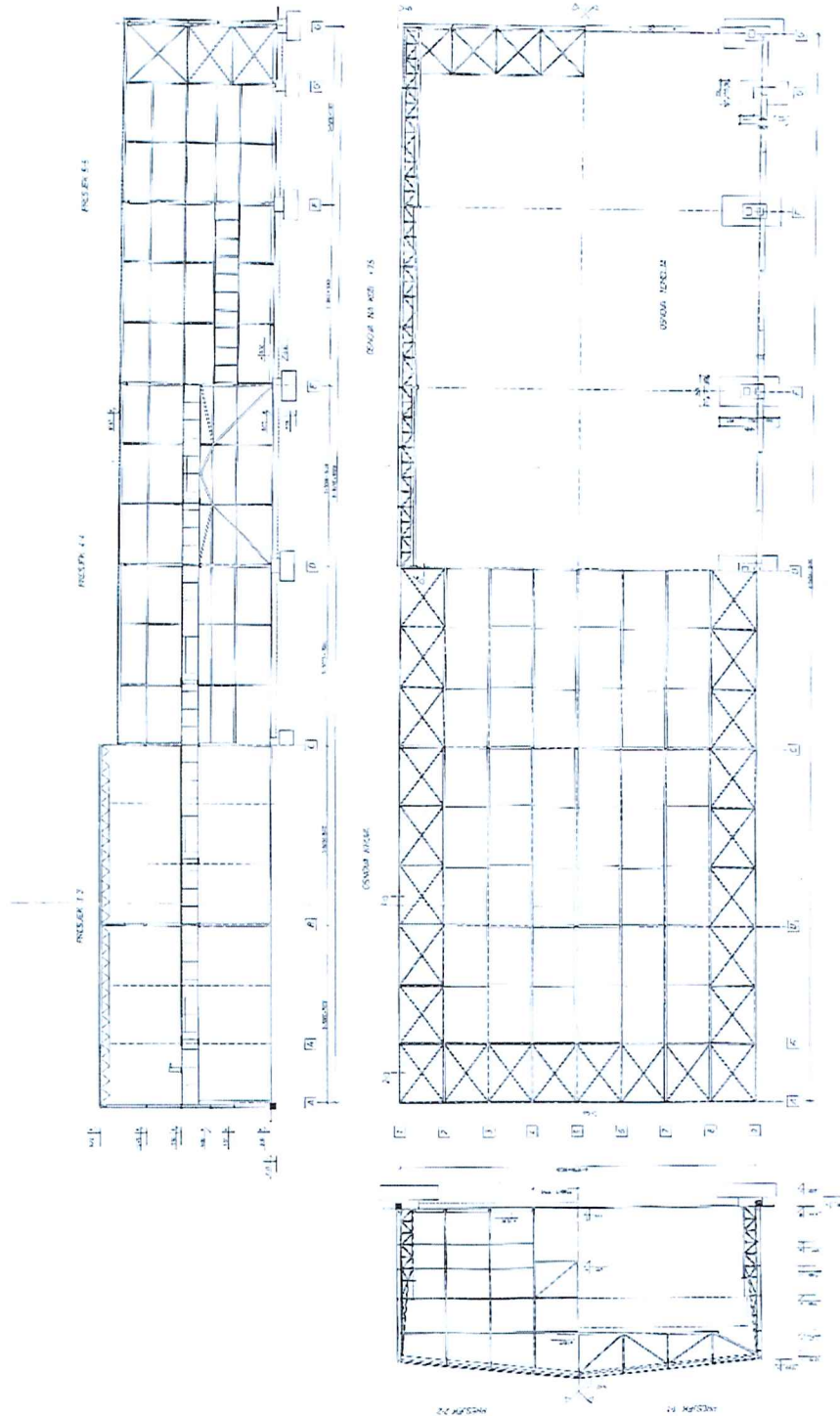


- U slučaju industrijskih hala, karakteristično je što se u ovakvim objektima obično javlja potreba za kranovima unutar objekta. U najvećem broju slučajeva su to mostni kranovi, koji se kreću po konstruktivnim elementima objekta - kranским stazama.
- Da bi se projektovala konstrukcija za idustrijsku halu, potrebno je u prvom koraku riješiti opštu dispoziciju konstruktivnih elemenata. Dispozicija je crtež (ili crteži) na kojima će se prikazati svi konstruktivni elementi, njihov položaj i sa koga se može sagledati njihova uloga i opterećenja koja treba da prihvate.
- Na sljedeća dva crteža daju se dispoziciona rješenja konstruktivnih elemenata za dvije industrijske hale. U prvom slučaju glavni noseći sistem je ramovska konstrukcija, dok je u drugom slučaju glavni nosač rešetkasta konstrukcija.

OPŠTA DISPOZICIJA KONSTRUKCIJE HALE
Glavni nosač - obostrano uklješteni ram



OPŠTA DISPOZICIJA KONSTRUKCIJE HALE
Glavni nosač - rešetkasta konstrukcija



OPIS DISPOZICIONOG RJEŠENJA

- I u jednom i u drugom slučaju raspon glavnog nosača je 30.0 m, što ujedno definiše širinu hale. Glavni nosači su projektovani na međusobnom rastojanju (raster) od 15.0 m. U prvom slučaju hala je osovinski dugačka $5 \times 15.0 = 75.0$ m, a u drugom slučaju $6 \times 15.0 = 90.0$ m.
- U oba slučaja kroz halu saobraća mostni kran sa šinama koje su projektovane na visini od 7.5 m (GIŠ - gornja ivica šine). Ovaj tehnološki uslov i dimenzije kрана uslovljavaju visinu objekta i položaj krovnih rigli rama ili krovne rešetke u drugom slučaju. Kranovi se kreću duž objekta po kranskim nosačima koji se oslanjaju na stubove glavnih nosača. Kranski nosači su 1500 mm visoki zavareni I profili koji treba da premoste raspon između dva glavna stuba (15.0 m). Šine kрана se postavljaju na gornje nožice kranskih nosača.
- Krov objekta je riješen sa dvostranim padom od 10% od sljemena prema vjenčanicama. Krovni pokrivač (krovni sendvič paneli) se montira preko krovnih rožnjača, koje su u prvom slučaju postavljene u osnovi na međusobnom rastojanju od 3.0 m ($10 \times 3.0 = 30.0$ m), a u drugom slučaju na 3.75 m ($8 \times 3.75 = 30.0$ m). Rožnjače se oslanjaju na rigle (ili gornji pojas krovne rešetke) glavnog nosača. Raspon rožnjača je 15.0 m, koliki je i raster glavnih nosača. Svaka rožnjača je bočno pridržana krovnim zategama na svakih 5.0 m.
- Fasadni zidovi (fasadni sendvič paneli) se montiraju na rigle u podužnim i kalkanskim zidovima. Na određenim površinama zidova projektovani su prozori da bi se obezbijedilo prirodno osvjetljenje unutar objekta. Fasadne rigle se oslanjaju na glavne stubove i međustubove. Razmak između međustubova definiše i raspon fasadnih rigli.
- Međustubovi su fasadni elementi koji se projektuju da bi se smanjio raspon fasadnih rigli. Oslanjaju se na temelj u podu objekta i na horizontalne spregove u podužnim i kalkanskim zidovima.
- U kalkanskim zidovima predviđena su vrata za potrebe saobraćanja kamiona ili teških viljuškara u objektu (na dispoziciji se vidi kao otvor u sredini kalkanskog zida).

- Da bi konstrukcija imala prostornu stabilnost i da bi se smanjila bočna pomjerljivost glavnih nosača, a takođe i da bi se prihvatili horizontalni uticaji, potrebno je predvidjeti određeni broj spregova. Spregovi su rešetkasti konstruktivni elementi kod kojih su pojasni štapovi obično dio glavnog nosećeg sistema, dok su štapovi ispune (dijagonale i vertikale) novo projektovani elementi pomoću kojih se formira rešetka.
- U krovu do kalkanskih zidova projektovani su krovni spregovi koji služe da se na njih oslone međustubovi iz kalkanskih zidova. Ovi spregovi, uz vertikalne spregove u podužnim zidovima (koji se takođe nalaze u prvom polju do kalkanskih zidova) formiraju rešetkaste ramove koji prihvataju reakcije međustubova, a služe i da ukrute konstrukciju, koja je veoma fleksibilna u podužnom pravcu. Povjeravaju im se i seizmičke sile u podužnom pravcu objekta.
- U krovu uz podužni zid je projektovan spreg po cijeloj dužini objekta. Ovaj spreg služi kao oslonac međustubovima iz podužnih zidova. U krovu se na ovaj način po obodu krovne konstrukcije formirao jedan prsten, sačinjen od spregova, koji dodatno prostorno stabilizuju i ukružuju krovnu konstrukciju.
- Da bi se kran bezbjedno kretao kroz objekat i da bi se prihvatile sve horizontalne sile koje se dešavaju kada se kran kreće projektovani su dva sprega i to spreg za prijem bočnih udara i spreg za prijem sila kočenja.
- Spreg za prijem bočnih udara služi da se prihvate horizontalni uticaji koji se dešavaju zbog neravnomjernog kretanja kрана i koje izazivaju udari točkova kрана u šinu, a koji se onda prenose u kransku stazu. Ovi uticaji su upravni na pravac pružanja kranskih staza. Spreg za prijem bočnih udara se nalazi između kranske staze i podužnog zida i nalazi se u visini gornje nožice kranske staze. Ovo je rešetkasta konstrukcija kojoj su pojasni štap sa jedne strane gornja nožica kranske staze, a sa druge strane fasadna rigla (koju treba projektovati na toj visini), dok su štapovi ispune dodatni elementi potrebni da bi se formirala rešetkasta konstrukcija. Spregovi za prijem bočnih udara svoje reakcije prenose na glavne stubove. Ovaj spreg služi i kao dodatni oslonac međustubovima u podužnom zidu.
- Spreg za prijem sila kočenja je projektovan u oba podužna zida (što bliže ravni kranskih staza), približno u sredini podužnih zidova i služi da prihvati inercijalne sile kočenja i pokretanja kрана. Ovaj spreg je vertikalna rešetkasta konstrukcija koja treba da sile kočenja ili pokretanja bezbjedno dovede do temelja objekta.

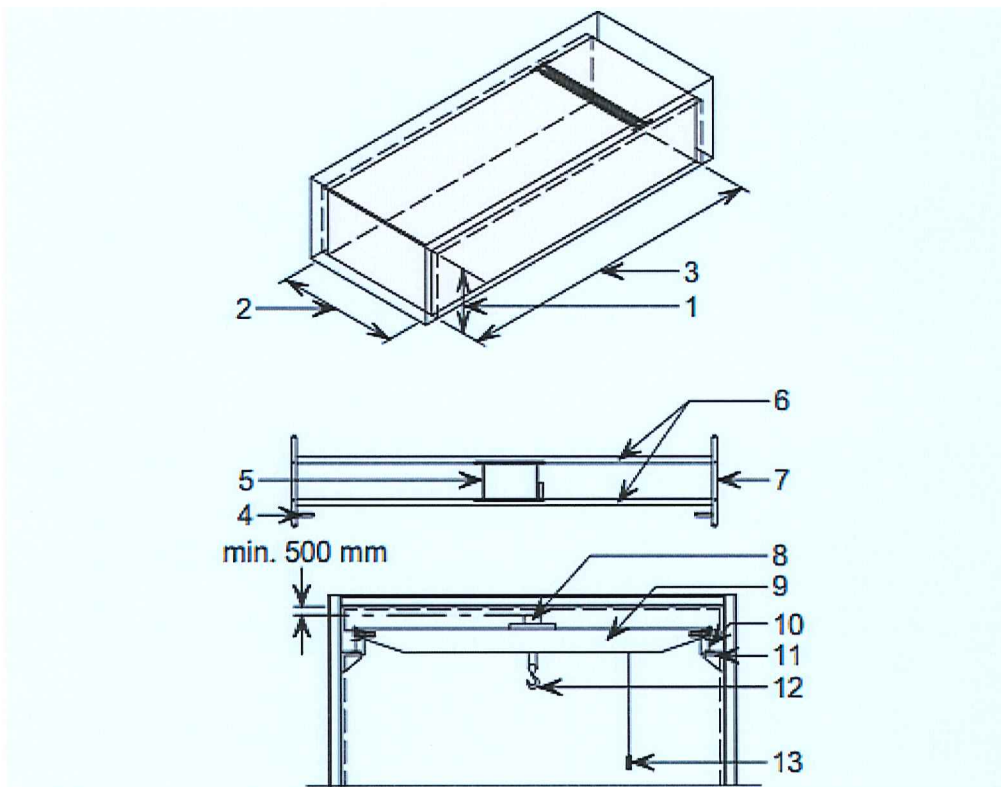
- I konačno u kalkanskim zidovima u visini sprega za prijem bočnih udara projektovan je horizontalni spreg koji služi da zajedno sa spregom za prijem bočnih udara napravi dodatnu prstenastu rešetkastu figuru na ovoj visini i dodatno prostorno ukruti konstrukciju objekta. Takođe, ovaj spreg služi i da se na njega oslone međustubovi iz kalkana i da im se na taj način smanji raspon i racionalizuje poprečni presjek. Čvorovi ovoga sprega unutar objekta moraju biti poduprti ili ovješeni o međustubove da bi spreg mogao zauzeti horizontalan položaj.
- Temeljna i podna konstrukcija se sastoji od armirano betonskih ili betonskih temelja samaca, ispod glavnih stubova i ispod međustubova i od ab podne ploče objekta.
- U prethodnom su ukratko opisani svi konstruktivni elementi industrijskih hala koje su predstavljene na ova dva dispoziciona rješenja konstruktivnih elemenata.
- Ove dvije dispozicije su riješene na jednom crtežu, gdje su zbog simetrije konstrukcije na jednoj osnovi predstavljene osnove na tri različita nivoa (osnova temelja, osnova na koti gornje nožice kranske staze i osnova krova). Podužni presjek je pretstavljen sa dva (u drugom slučaju tri) karakteristična presjeka (podužni presjek kroz sljeme i ispred kranske staze), a poprečni preseći sa presjekom u polju i presjekom ispred kalkanskog zida. Naravno svaka osnova i svaki presjek se može predstaviti na posebnom crtežu. Cilj je da se na dispozicionom crtežu ili crtežima konstruktivnih elemenata mogu sagledati svi konstruktivni elementi u objektu, njihov položaj i oblik, na osnovu koga se dalje nastavlja sa projektovanjem konstrukcije.

RJEŠAVANJE DISPOZICIJE KONSTRUKCIJE I DIMENZIJE OSNOVNIH ELEMENATA

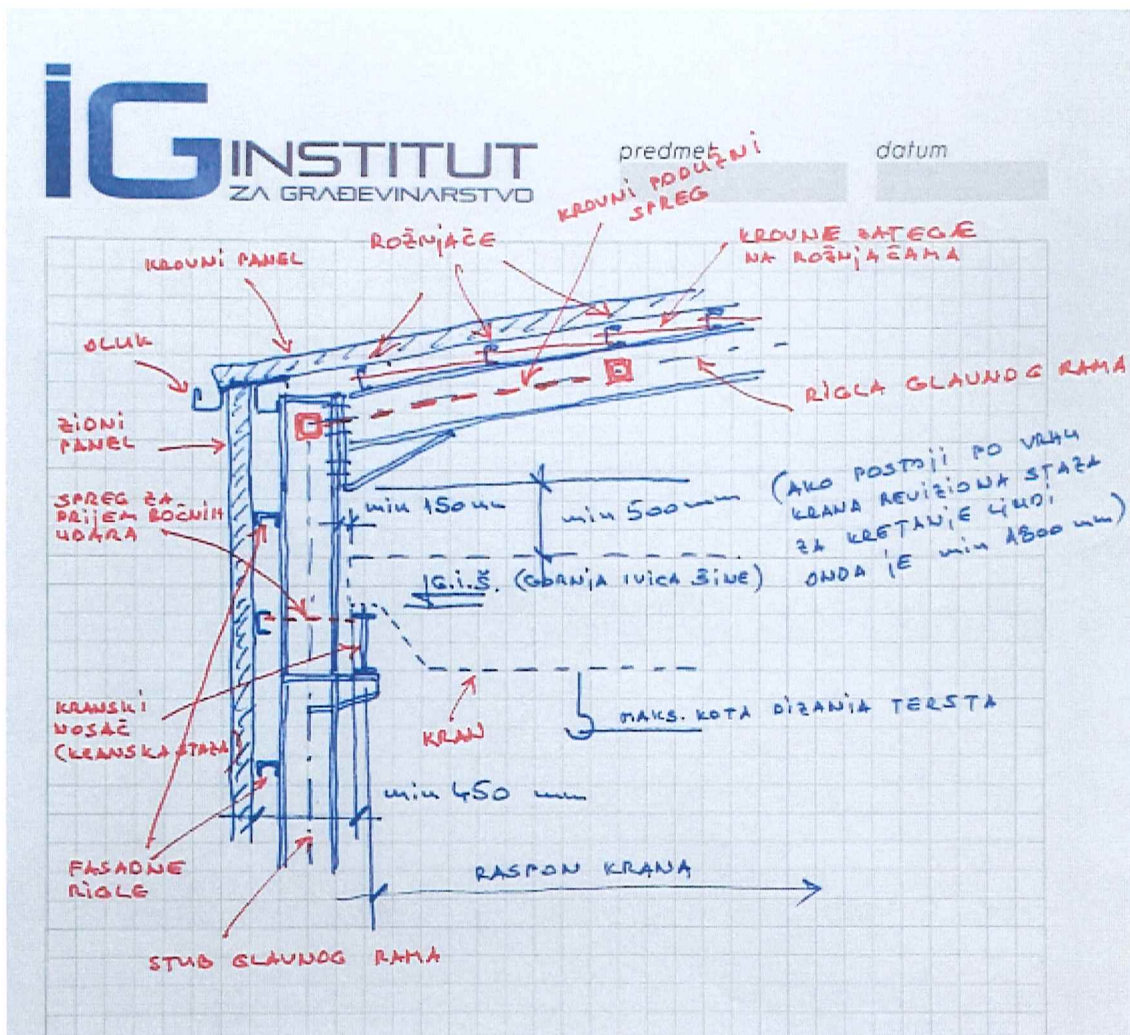
- Rješavanje dispozicije konstruktivnih elemenata se počinje sa definisanjem prostornog položaja kрана i koridora koji je potrebno obezbijediti unutar objekta da bi se kran bezbjedno kretao.
- U projektnom zadatku treba da se definišu osnovni elementi vezani za tehnološke zahtjeve u pogledu prenošenja tereta unutar objekta. To su prije svega: koja je maksimalna visina dizanja tereta, raspon kрана i kapacitet nosivosti kрана, tj. koliki je najveći teret koji kran treba da podigne.
- Kranovi su gotovi mašinski elementi koji se dobavljaju od proizvođača kрана i montiraju na kranske staze, na kojima su prethodno montirane šine za kretanje kрана.
- Sa Investitorom treba utvrditi, pored osnovnih karakteristika koje su prethodno navedene i od kojeg dobavljača će kupiti kran, jer dimenzije kрана, maksimalne i minimalne reakcije točkova na šine, oprema kрана itd. su podaci koje treba preuzeti iz kataloga konkretnog proizvođača.
- Nakon definisanja dimenzija kрана, treba pozicionirati kran u prostoru (na poprečnom presjeku dispozicionog crteža) i utvrditi tačku oslanjanja kрана na konstrukciju hale, tj. na kranski nosač. Na ovaj način se dolazi do kote gornje nožice kranske staze. Koliki će razmak biti između kranskih staza uz jedan i drugi podužni zid, zavisi od raspona kрана (tipska dimenzija svakog proizvođača). Ovo u krajnjem će i odrediti širinu hale koju projektujemo, jer će odrediti i osovinski raspon glavnog nosača.

Kranovi i nosači kranova

- Na sljedećim skicama je prikazan jedan mostni kran sa osnovnim elementima i ograničenjima koja moramo poštovati kada projektujemo susjedne konstruktivne elemente.



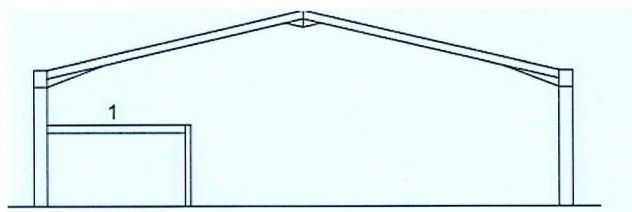
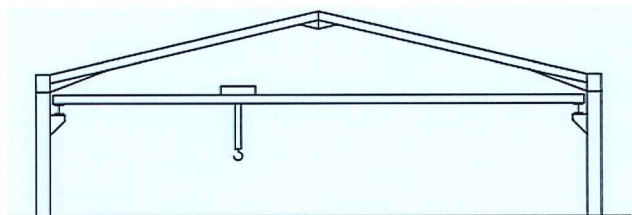
1. visina penjanja tereta
2. širina kretanja tereta
3. dužina kretanja tereta
4. trola preko koje se kran snabdijeva električnom energijom
5. dizalica - pokretna po širini hale (po rasponu kрана)
6. grede kрана
7. dio konstrukcije kрана na kojoj su smješteni točkovi
8. dizalica - pokretna po širini hale (po rasponu kрана)
9. greda kрана
10. kranjska staza
11. konzola na glavnom stubu, oslonac kranjskoj stazi
12. kuka za dizanje tereta
13. upravljanje kranom

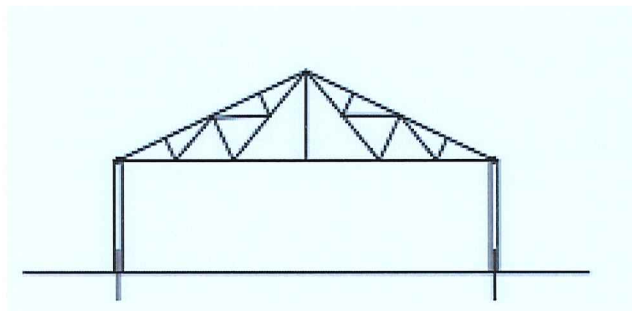
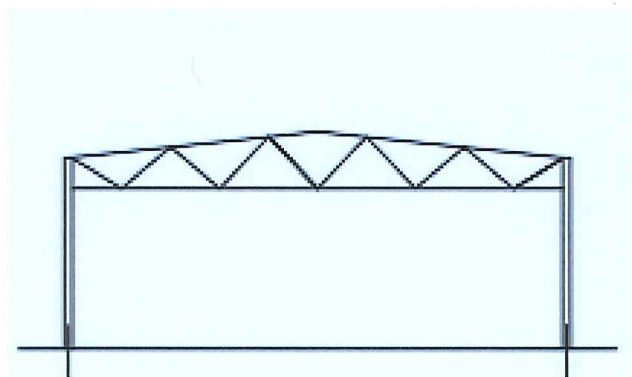
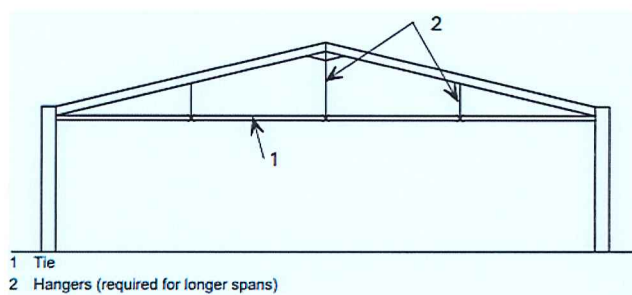


- Pošto se definišu položaj i dimenzije kрана u prostoru, prelazimo na rješavanje položaja i dimenzija konstrukcija kranske staze i glavnog nosača, imajući u vidu minimalne dimenzije koje moraju biti ispoštovane da bi kran bezbjedno funkcionisao.
- Položaj kranskih staza je lijevo i desno određen dimenzijama kрана (raspon kрана), a takođe definisan je i visinski položaj, s obzirom na visinski položaj kрана. Da bi povezali položajno kransku stazu i konzolu glavnog stuba treba da znamo orijentacionu visinu nosača kranske staze.
- Kranski nosači se najčešće projektuju kao vruće valjani ili zavareni I nosači. Orijentaciona visina ovih elemenata je $L/10 - L/12$. Gdje je L raspon kranske staze. Raspon kranske staze je u stvari raster glavnih nosača ili međusobni razmak između glavnih stubova.

Glavni nosači

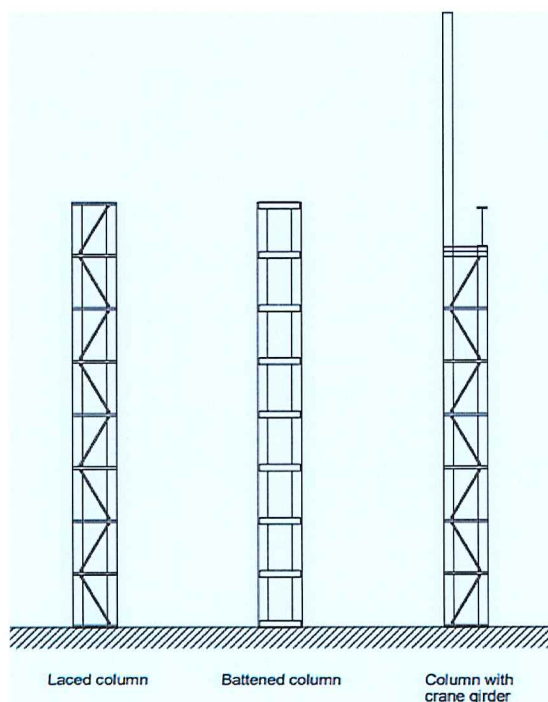
- U sljedećem koraku treba definisati dimenzije glavnog nosača. Minimalne dimenzije oko kрана uslovljavaju i položaj glavnog stuba i rigle. Ako su poznate orijentacione dimenzije poprečnih presjeka stuba i rigle, moguće je definisati geometriju glavnog nosača, tj. odrediti osovinski raspon i visinu glavnog nosača. Ako tome pridodamo dimenzije fasadnih rigli, rožnjača i zidnog i krovnog panela, dolazi se do ukupne širine hale i ukupne visine objekta u sljemenu.
- Pod kojim nagibom će se projektovati krovne ravni zavisi od hidroizolacionog sloja koji se predviđa na krovnom pokrivaču. Krov se može projektovati kao skoro ravan (sa padom od 1-2%) u slučaju ugljovodoničnih izlivenih ili zavarenih hidroizolacionih slojeva (Sika, Kondor, bitumenski premazi...). Kod trapezastih krovnih pokrivača ili sendvič panela najčešće se projektuje pad od 10% (5.71°). Moguće je projektovati i krovove većih nagiba iz arhitektonskih ili nekih drugih razloga.
- Glavni noseći sistem se projektuje ili u ramovskom sistemu ili kao rešetkasta konstrukcija. Postoje i drugi sistemi koji se rijede koriste. Neki od konstruktivnih sistema se daju na sljedećim skicama: ramovski sistem sa mostnim kranom, ramovski sistem sa unutrašnjim spratom, ramovski sistem sa krovnom zategom, rešetkasta krovna rigla i rešetkasta krovna rigla sa zategom.





- Čelična konstrukcija glavnih nosača je racionalna na rasponima većim od 15.0 m. Ramovski sistemi se koriste u slučajevima hala sa kranovima male nosivosti (do 200 kN) i rasponima do 50.0 m. Rešetkasti sistemi se koriste u slučajevima kada su kranovi veće nosivosti i/ili kada treba savladati veće raspone. Rasponi krovnih nosača sa rešetkama mogu biti i do 100.0 m (veliki hangari).
- Kolike će dimenzije poprečnih presjeka elemenata glavnih nosača biti, zavisi, pored raspona i kapaciteta nosivosti kрана i od rastera na kome će se postaviti glavni nosači.
- Raster između glavnih nosača kod čeličnih konstrukcija je 5.0 - 20.0 m. Uobičajen raster je 6.0 - 12.0 m. Od rastera glavnih nosača prvenstveno zavise i oblik i dimenzije kranских staza i rožnjača.

- Ramovski glavni nosači se projektuju kao vruće valjani, ili zavareni I nosači. Obično su rigle IPE ili HEA profili dok su stubovi HEA ili HEB profili. Na spoju rigle i stuba se u najvećem broju slučajeva projektuje vuta koja je obično visine rigle, a dužine oko 10% raspona rigle.
- U zavisnosti od svih parametara koji su prethodno navedeni visine poprečnih presjeka profila stubova i rigli su od 300 do 700 mm.
- Kod rešetkastih krovnih rigli, statičkog sistema prosta greda, najracionalnije dimenzije poprečnih presjeka pojasnih štapova i štapova ispune će se dobiti ako je razmak između pojasnih štapova u sljemenu $L/8 - L/12$. Gdje je L raspon krovne rešetkaste rigle.
- Pojasni štapovi mogu biti razni vruće valjani ili hladno oblikovani šuplji profili sa dimenzijama od 100 - 300 mm. Štapovi ispune su obično vruće valjani L ili U profili ili hladno oblikovani šuplji profili nešto manjih dimenzija u odnosu na pojasne štapove.
- Stubovi mogu biti dvopojasni rešetkasti stubovi ili dvopojasni stubovi sa veznim limovima (na sljedećoj skici). Razmak između pojaseva stubova nebi trebalo da prelazi 1000 mm.

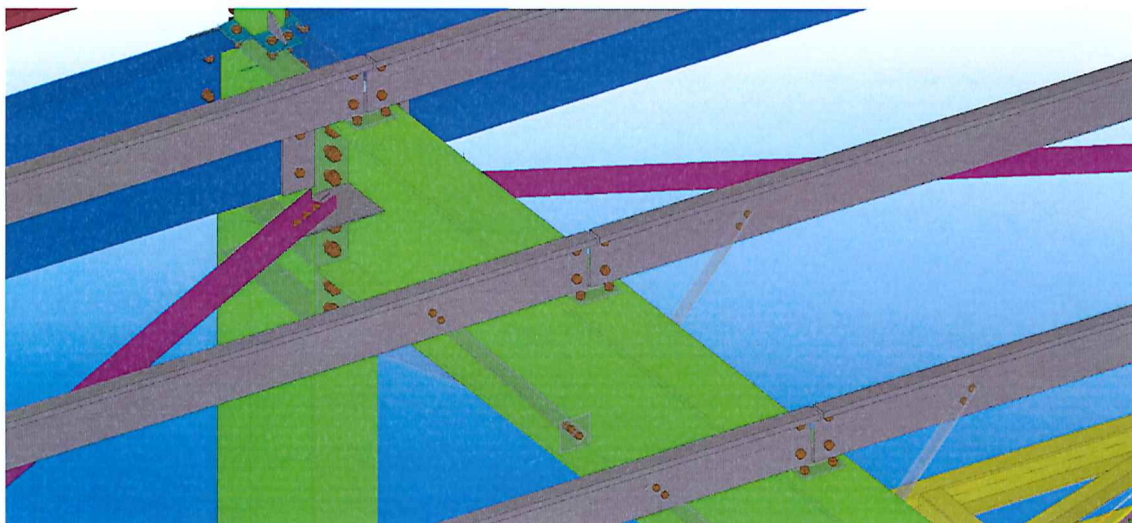


- Na sljedećoj slici se prikazuje montaža krovne rešetkaste rigle na rešetkasti stub u nekoj hali (bez kрана).



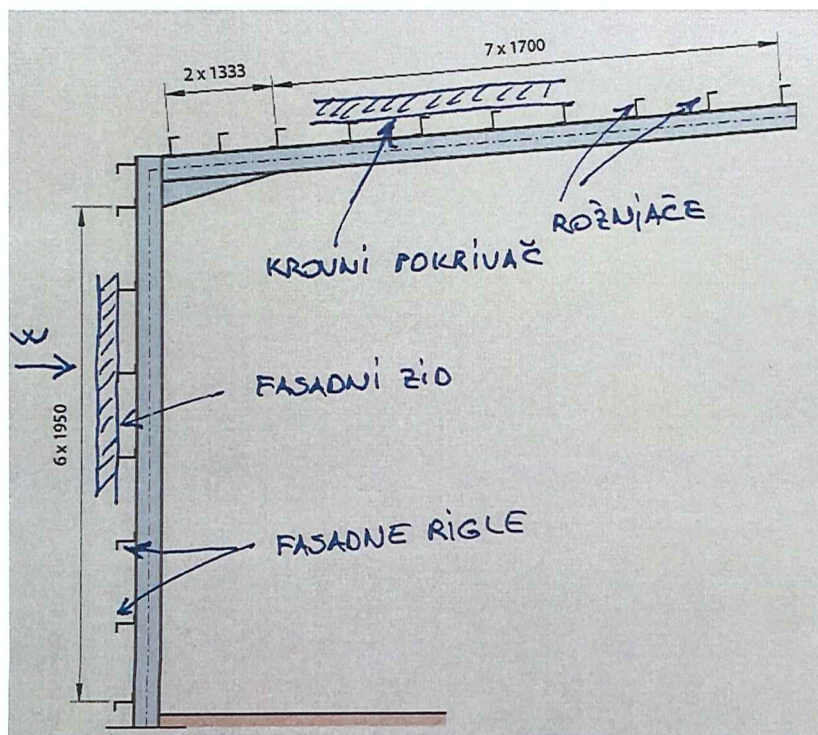
Rožnjače

- Statički sistem rožnjača i dimenzije profila elemenata rožnjače, prvenstveno zavise od rastera glavnog nosača, tj. od njenog raspona. Raspon rožnjača prati raster glavnih nosača i kreće se u rasponu od 5.0 - 20.0 m. Međusobni razmak između pojedinih rožnjača se kreće između 1.0 - 4.0 m.
- Statički sistemi u kojima se rožnjača racionalno projektuje zavisi od raspona koji rožnjača treba da premosti između dvije rigle glavnog nosača i mogu biti: prosta greda, kontinualni nosač, gerberov nosač, greda sa podupiralom, rešetkasta rožnjača itd.
- Rožnjače se sa izuzetkom rešetkastih rožnjača obično projektuju od hladno oblikovanih U, Z, C... profila. Visina ovih profila se kreće od 150 - 250 mm. Razmak pojaseva kod rešetkastih rožnjača ne treba da pređe 600 mm.
- Na sljedećoj skici se vidi rožnjača u statičkom sistemu greda sa podupiralom i veza elemenata rožnjače sa riglom glavnog nosača.



Fasadne rigle

- Fasadne rigle su elementi na koje se naslanjaju fasadni zidovi. Primarno opterećenje ovim elementima je vjetar koji duva upravno na fasadni zid. Iz tog razloga (vidi sljedeću sliku) fasadne rigle se postavljaju oborene, tako da se opiru silama vjetra savijanjem oko jače ose.



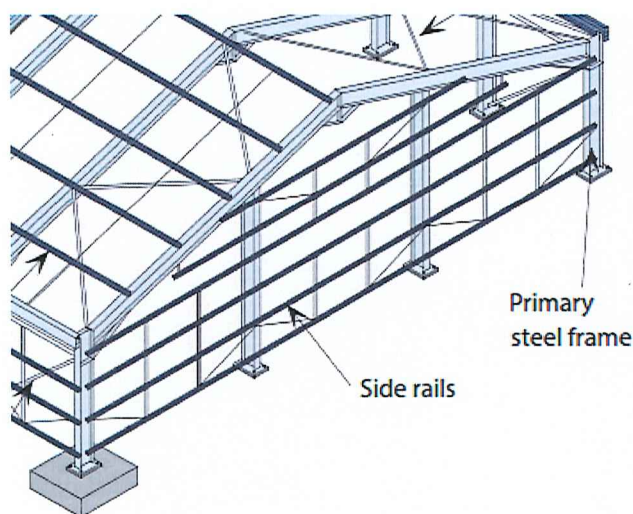
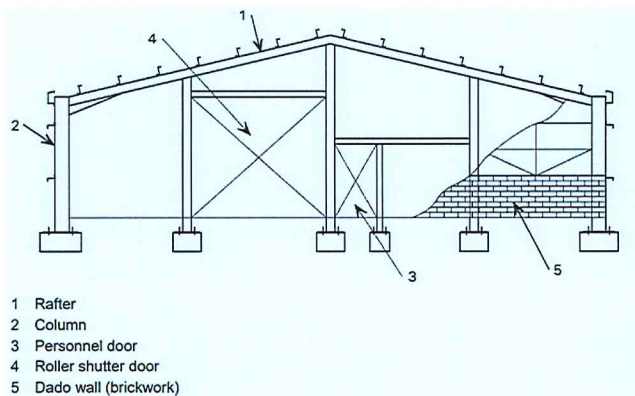
- Fasadne rigle se obično projektuju sa rasponom od 3.0 - 6.0 m. Pošto je raster glavnih stubova u podužnom zidu obično veći, potrebno je projektovati određeni broj međustubova. Razmak između međustubova međusobno ili između međustubova i glavnih stubova je u stvari raspon fasadne rigle u podužnom zidu.
- U kalkanskom zidu, od jednog do drugog glavnog stuba potrebno je projektovati određeni broj međustubova tako da se dobije racionalan raspon (3.0 - 6.0 m) za fasadne rigle u kalkanu.
- Međusobni razmak pojedinih fasadnih rigli treba da se kreće od 1.0 - 4.0 m, u slučaju kada se fasadni paneli postavljaju vertikalno. Fasadne rigle obavezno treba predvidjeti ispod i iznad prozora, kao i iznad vrata. Fasadne rigle nisu potrebne, osim iznad i ispod prozora, ako se fasadni paneli postavljaju horizontalno. U ovim slučajevima fasadni paneli se oslanjaju direktno na međustubove i glavne stubove.
- Fasadne rigle, kao i rožnjače se obično projektuju od hladno oblikovanih U, Z, C... profila. Visina ovih profila se kreće od 150 - 250 mm.

Međustubovi

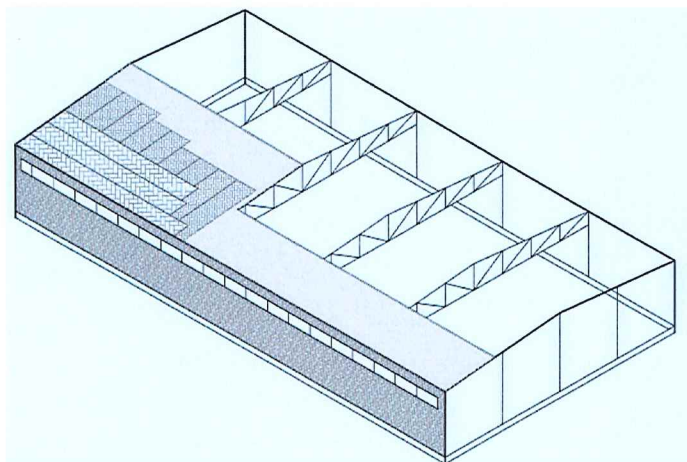
- Međustubovi se projektuju u sistemu proste grede ili kontinualnog nosača u zavisnosti da li se oslanjaju samo u krovu na horizontalni spreg ili postoji više oslonaca po visini podužnog i kalkanskog zida (spreg za prijem bočnih udara...).
- Međustubovi primarno prihvataju sile vjetra koji duva upravno na fasadni zid. Sile vjetra se prenose na međustubove direktno preko horizontalnih panela ili preko fasadnih rigli u slučaju vertikalnih panela.
- Na spoju međustuba sa temeljom obično se projektuje zglobna veza.
- Međustubovi se obično projektuju kao vruće valjani IPE ili U profili, a ponekad i kao dvopojasni hladno oblikovanih 2U ili 2C profili priljubljeni leđa u leđa tako da formiraju neku vrstu hladno oblikovanog I profila. Visina ovih profila se kreće od 200 - 300 mm.

Kalkanski zidovi

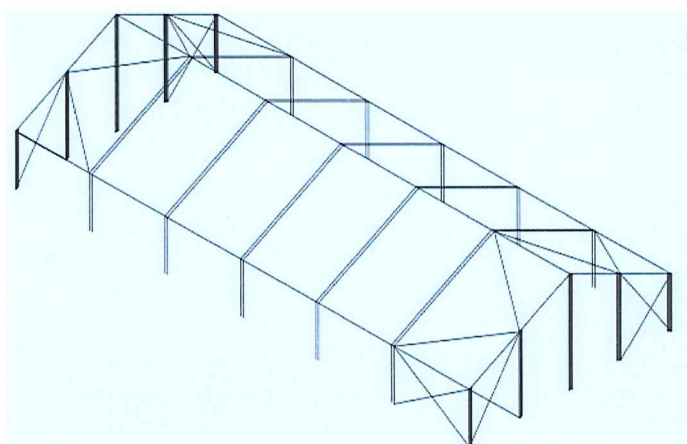
- Kalkanski zidovi se sastoje od fasadnih rigli i međustubova i uokvireni su glavnim stubovima i krovnim riglama.



- Glavni nosač u kalkanu je manje opterećen od ostalih glavnih nosača jer ima dva puta manju pripadajuću širinu objekta sa koga dobija opterećenje. Dodatno, krovna rigla u kalkanu ne treba da premosti raspon od jednog do drugog podužnog zida, već se može osloniti na međustubove u kalkanu, tako da se može formirati jedna ramovska struktura sa više stubova i sa krovnom riglom. Na ovaj način dobija se konstrukcija kalkanskog zida sa krovnom riglom znatno manjih dimenzija od rigli drugih glavnih nosača. Međutim, međustubovi će biti dodatno opterećeni reakcijama rigle. I na kraju treba imati u vidu da krajnji stubovi treba da prihvate reakcije krajnjih kranskih staza (ako postoji mostni kran). Na sljedećoj skici vidi se moguća konstrukcija kalkanskog zida u slučaju glavnih rešetkastih krovnih rigli unutar objekta.

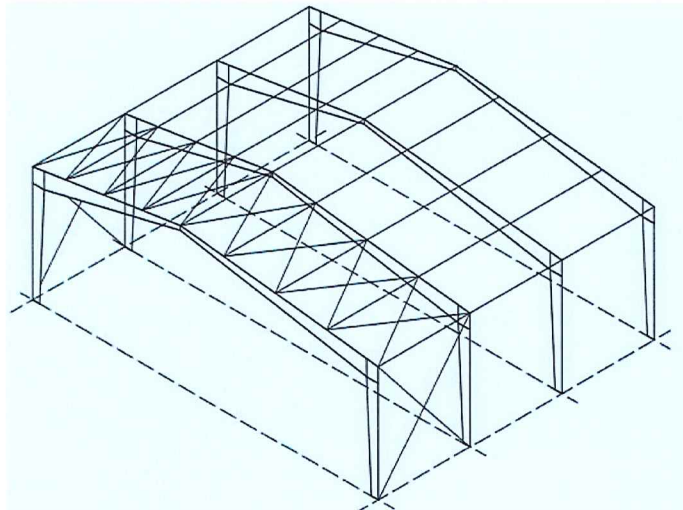


- U praksi se može desiti da Investitor u budućnosti ima namjeru da produži halu. Hala može da se produži tako što se jedan ili oba kalkanska zida demontiraju i izmjeste za dužinu za koju se želi produžiti hala. U tim slučajevima, kada se demontira kalkanski zid i produži krovna ravan i fasadni zidovi, glavni nosač u kalkanu će postati unutrašnji glavni nosač sa punim opterećenjem i treba ga projektovati kao i svaki drugi glavni nosač sa punim dimenzijama, bez obzira što će u prvo vrijeme on biti manje opterećen kao dio kalkanskog zida. U ovim slučajevima konstrukcija kalkanskog zida može biti priljubljena i direktno oslonjena na glavne stubove i rigle, a može biti pomjerena za 500 - 800 mm naprijed, radi kasnije lakše demontaže, kada se bude produžavala hala. U ovim slučajevima obavezno je postaviti vertikalne spregove u kalkanu, da bi se stabilizovao ovako izmješten kalkanski zid, kao što se vidi na sljedećoj skici.



Spregovi

- Dijagonale i vertikale spregova se obično projektuju kao vruće valjani U i L profili ili hladnooblikovani šuplji profili.
- Rešetkasta konfiguracija spregova može se postići klasičnim rasporedom dijagonala i vertikala, a moguće je dijagonale postaviti u ukrštenom "X" rasporedu, kao što se vidi na sljedećoj skici.



PREDAVANJE 02

Pitanja:

1. Koliko treba da bude najmanje rastojanje od mostnog krana do krovne konstrukcije?
2. Koliko treba da bude najmanje rastojanje od mostnog krana do glavnog stuba?
3. Razmak između glavnih nosača (raster) je ujedno raspon kojih konstruktivnih elemenata?
4. Od čega zavisi dužina vute krovne rigle kod punih limenih nosača?
5. Kolika je optimalna visina rešetkaste rigle glavnog nosača?
6. Fasadna rigla primarno treba da se savija oko jače ili slabije ose?
7. Što su oslonci međustubovima u kalkanu?