

# **DRVENE KONSTRUKCIJE 2**

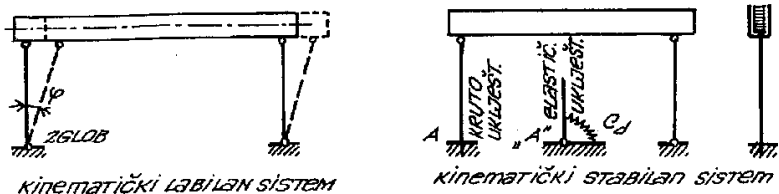
**(6. semestar studija smeru za konstrukcije na  
Građevinskom odseku)**

**Prostorna stabilnost konstrukcija od LLD-a  
(4.-11. maj 2020.)**

# Prostorna stabilnost drvenih konstrukcija

Pri projektovanju i izvođenju drvenih konstrukcija, pored redovne kontrole napona i deformacija, posebnu pažnju treba posvetiti prostornoj stabilnosti konstrukcija. Osnovni zahtev koji se ovde postavlja je da se obezbedi najmanje prosta kinematička stabilnost projektovanog sistema.

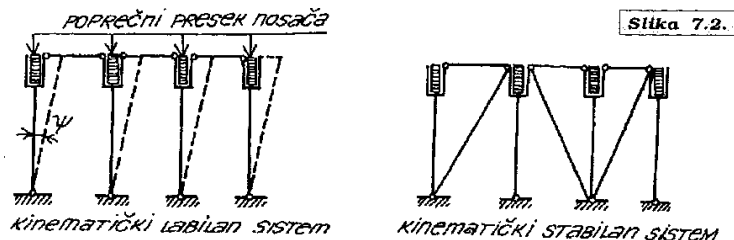
Kod ravnih nosača, potrebno je obezbediti prostu kinematičku stabilnost, kako u ravni sistema tako i van nje. Kod prostornih konstrukcija potrebno je projektovati kinematički stabilan prostorni sistem (Sl. 7.1).



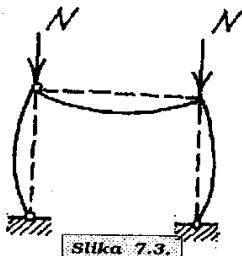
Slika 7.1.

Do nestabilnosti kinematički stabilnih sistema, može da dođe usled gubitka statičke ravnoteže, koja nastaje kao posledica izvijanja štapova sistema. Izvijanje može da nastane kao posledica pritiskajućih normalnih sila u vitkim štapovima konstrukcije ili usled momenta savijanja kod "vitkih" preseka (Sl. 7.2).

Izvijanje usled normalne sile može biti u ravni nosača (Sl. 7.3), a takođe i van ravni nosača u zavisnosti od geometrije sistema.



Slika 7.2.

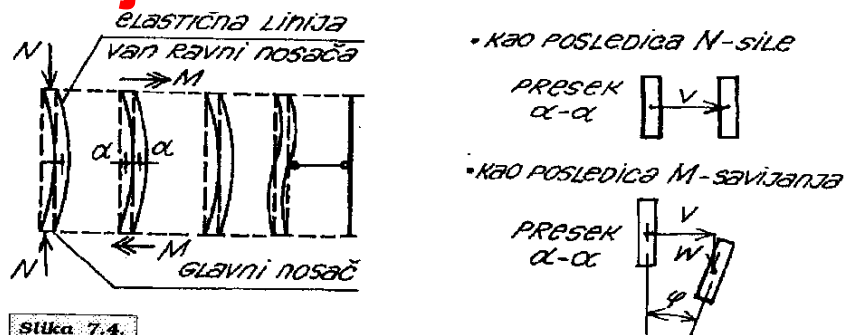


Slika 7.3.

Izvijanje usled savijanja, u praksi drvenih konstrukcija, redovno nastaje van ravni sistema nosača. U težnji da se poveća otpor savijanju i krutost nosača, preseki su redovno sa izraženom visinom. Ovakvi nosači obično imaju malu bočnu i torzionu krutost pa se bočno izvijaju.

Ovakvo izvijanje se naziva bočno-torziono izvijanje. Na sl. 7.4 su date forme izvijanja van ravni sistema nosača usled normalne sile i momenta savijanja.

Usled normalne sile sistem se bočno izvija, a forma izvijanja je definisana horizontalnim pomeranjem  $v$ , i usled momenta savijanja, pomeranjem  $w$  i uglom uvijanja (torzije) preseka  $\varphi$  (Sl. 7.4).

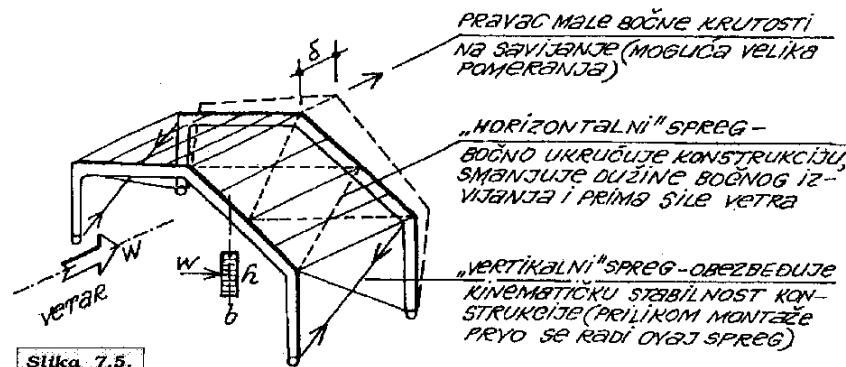


Slika 7.4.

U praksi se najčešće koristi sistem paralelnih ravnih nosača, sa sekundarnom konstrukcijom (rožnjače i specijalni elementi za osiguranje prostorne stabilnosti). Svi ovi elementi imaju ulogu:

1. da obezbede kinematičku stabilnost konstrukcije u ravni nosača i  $\perp$  na ravan nosača;
2. da smanje dužinu izvijanja pritisnutog pojasa rešetkastog nosača, odnosno da smanje dužinu bočnog izvijanja kod lepljenih lameliranih nosača;
3. da prime i prenesu horizontalne i vertikalne sile na oslonce.

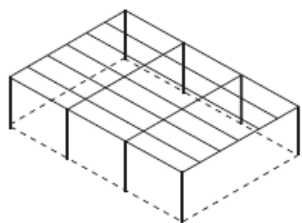
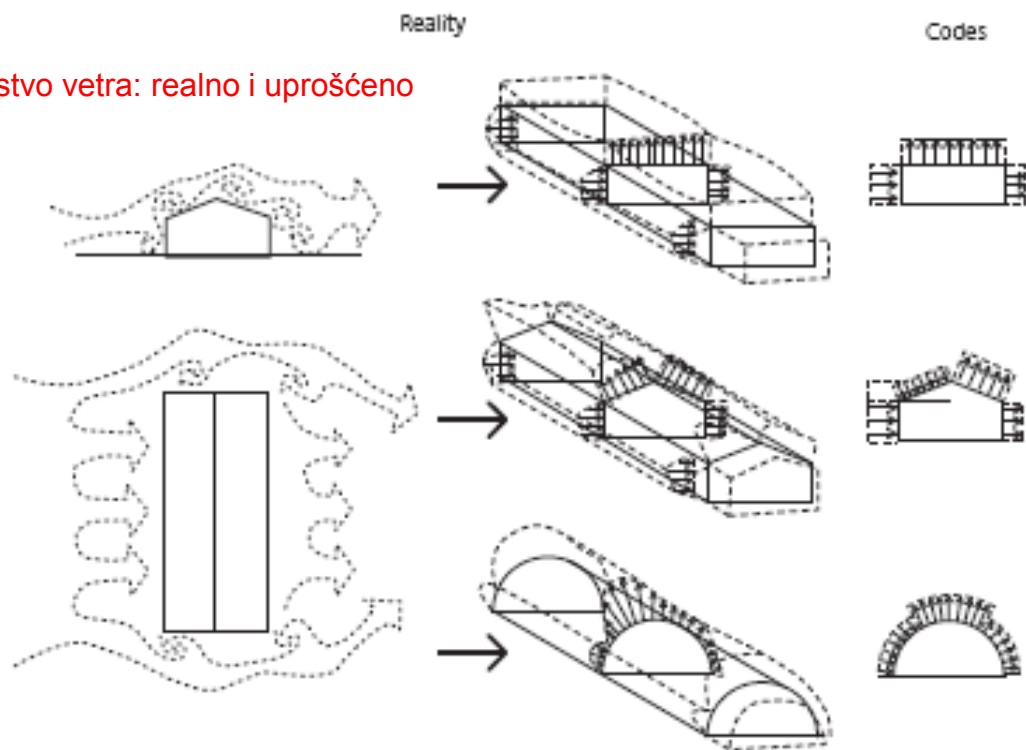
Sistem ravnih nosača (vezača) prima opterećenje samo u svojoj ravni. Za prijem opterećenja  $\perp$  na ravan nosača koriste se specijalne konstrukcije - spregovi (Sl. 7.5).



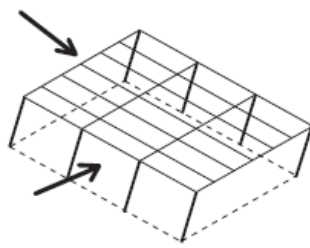
Slika 7.5.

# Prostorna stabilnost drvenih konstrukcija

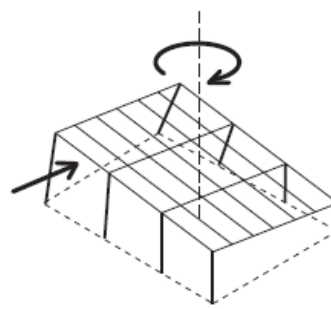
Dejstvo vetra: realno i uprošćeno



a)



b)



c)

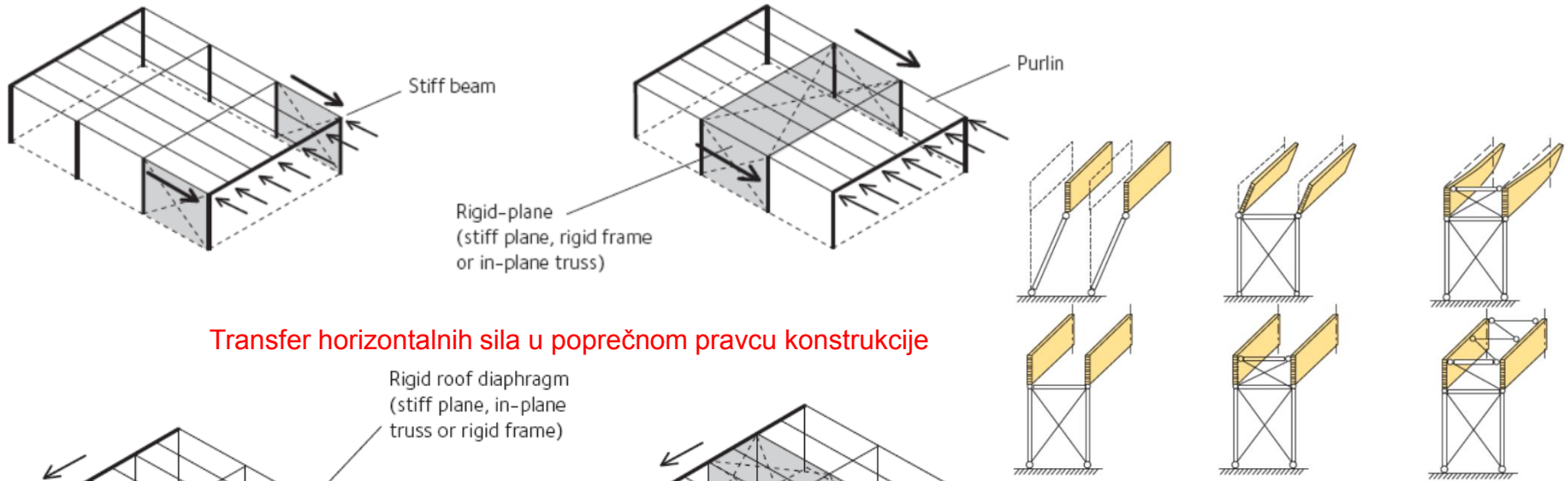
a) Konstrukcija bez elemenata za prostornu stabilnost

b) Prikaz bočnog pomeranja konstrukcije

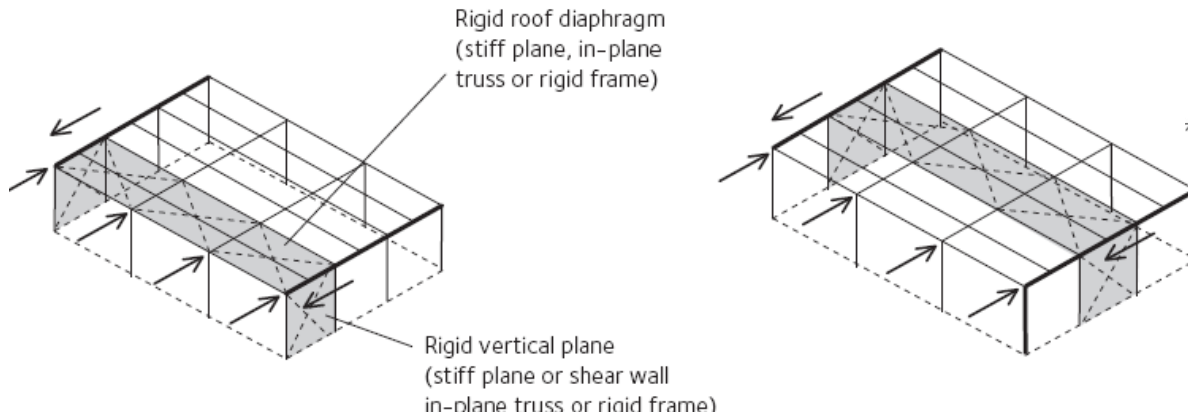
c) Torziona deformacija konstrukcije

# Prostorna stabilnost drvenih konstrukcija

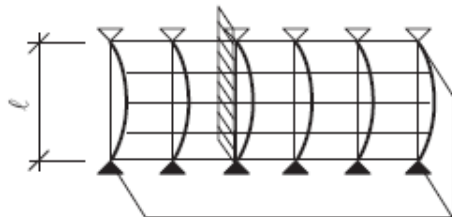
## Transfer horizontalnih sila u podužnom pravcu konstrukcije



## Transfer horizontalnih sila u poprečnom pravcu konstrukcije

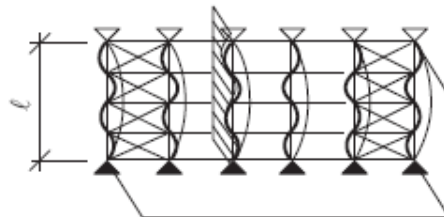


## Drvena krovna konstrukcija i glavni nosači ukrućeni na različite načine



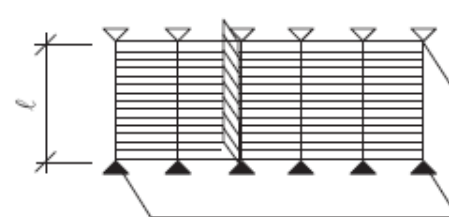
Buckling length =  $l$

a)



Buckling length =  $l/4$

b)



Buckling length = 0

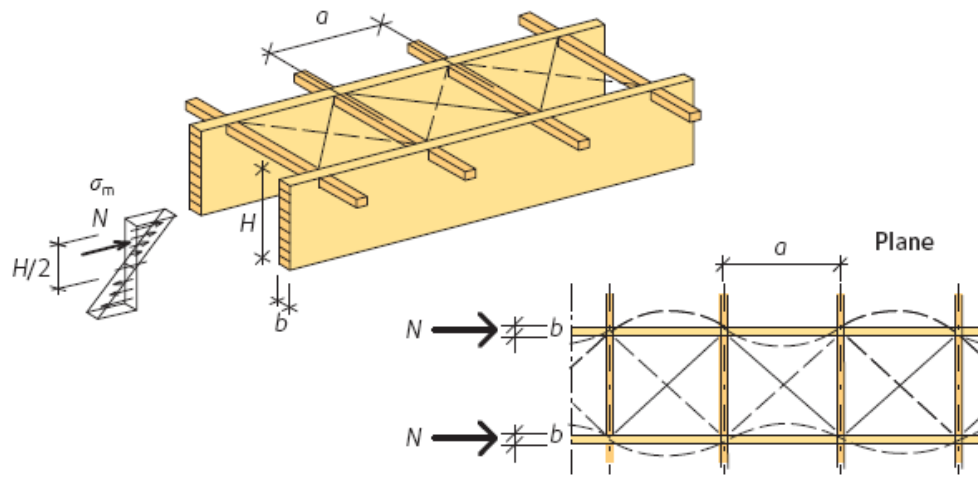
c)

# Prostorna stabilnost drvenih konstrukcija

Kao što je već istaknuto u uvodu, konstrukcija sprega mora da obezbedi prostornu stabilnost objekta u celini. Sagledavano po konstrukcijskim elementima, spregovima se smanjuje dužina izvijanja pritisnutih delova ili celina greda i stubova, posebno bočna, torziona nestabilnost grednih nosača od LLD-a, u konstrukcijama velikih raspona, redovno, male širine i velike visine poprečnog preseka.

U suštini, konstrukciju sprega koja u statičkom smislu predstavlja ravnu rešetkastu konstrukciju, neophodnu za stabilnost drvene krovne konstrukcije čine: glavni gredni nosači od LLD-a (primarni noseći elementi), rožnjače (sekundarni noseći elementi) i dijagonale koje mogu biti od čelika različitog poprečnog preseka, čeličnih užadi (sajli) i od drveta. Glavni nosaču čine gornji i donji pojas statičkog modela ravne rešetke konstrukcije sprega, rožnjače su vertikalne izložene aksijalnom pritisku, a dijagonale su izložene aksijalnom zatezanju i to tako da za alternativno dejstvo vetra ili nekih drugih horizontalnih dejstava i one alternativno „rade” u statičkom modelu primajući sile zatezanja.

Glavni nosači koji su elementi konstrukcije sprega nalaze se u veoma složenom naponskom stanju koje stvaraju naprezanja na koso savijanje, pritisak i zatezanje i problem bočne stabilnosti još više utiče na složenost njihovog proračuna i dimenzionisanja. Slično stanje karakteriše i rožnjače koje u statičkom modelu, pored uticaja od osnovnog vertikalnog opterećenja, trpe i horizontalna dejstva koji se prenose u krovnoj ravni.

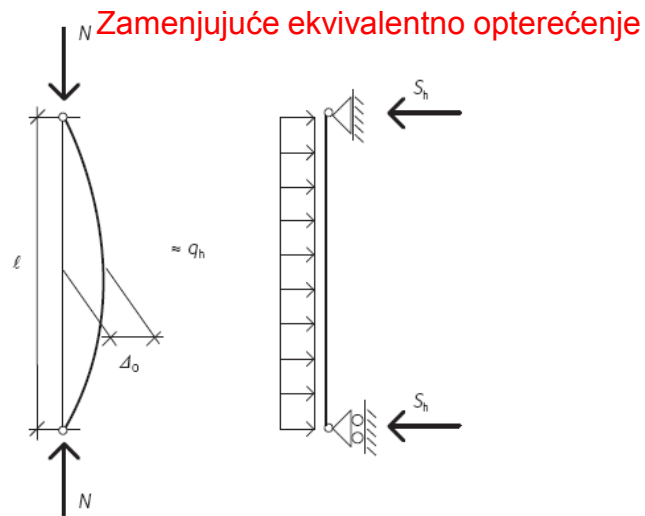


**Tipična konstrukcija sprega**

# Prostorna stabilnost drvenih konstrukcija

Opšti računski model za proračun uticaja u konstrukciji sprega zasniva se pretpostavci da su gredni elementi izloženi aksijalnom pritisku i tako sklone izbočavanju, tj. nestabilnosti. Pretpostavimo da svaki pritisnuti gredni element ima inicijalno izbočavanje (pomeranje)  $\Delta_0$  (slika desno). Izdvojeni pritisnuti gredni element opterećen aksijalnom silom  $N$  i sa inicijalnim pomeranjem  $\Delta_0$  može se analizirati kao element opterećen zamenjujućim ekvivalentnim opterećenjem  $q_{h1}$ , odnosno može se pisati:

$$N \cdot \Delta_0 = q_{h1} \cdot \frac{\ell^2}{8} \Rightarrow q_{h1} = \frac{8 \cdot N \cdot \Delta_0}{\ell^2}$$

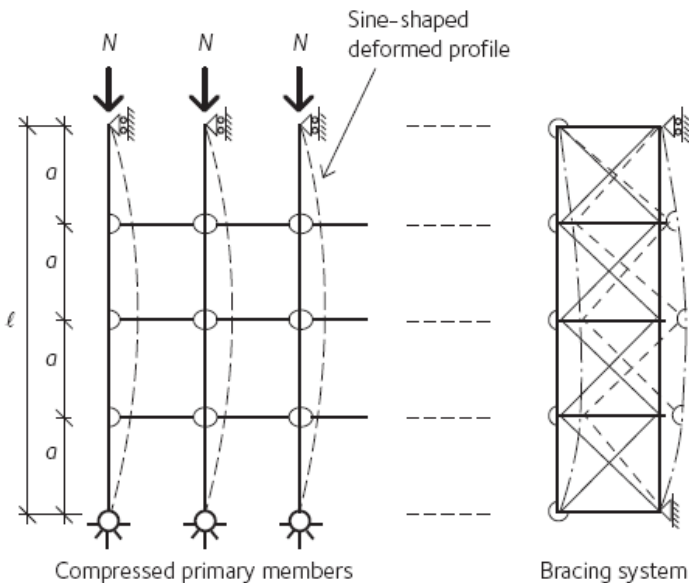


Ako ukrućujemo  $n$  grednih nosača konstrukcijom sprega, **ukupno pritiskujuće opterećenje** koje tom konstrukcijom sprega mora biti prihvaćeno iznosi:



$$q_h = n \cdot \frac{8 \cdot N \cdot \Delta_0}{\ell^2}$$

U drvenim konstrukcijama, inicijalno pomeranje predstavlja odnos  $\Delta_0/l$  i može se uzeti u iznosu 1/500 za LLD(GL) i 1/300 za MD(C). Zamenjujući ove vrednosti u izraz iznad, dobijamo:



$$q_h \approx n \cdot \frac{N}{60 \cdot \ell}$$



**Lepijeno lamelirano drvo**

$$q_h \approx n \cdot \frac{N}{40 \cdot \ell}$$



**Monolitno drvo**

$$q_h = n \cdot \frac{M}{30h \cdot \ell} \cdot (1 - k_{crit})$$



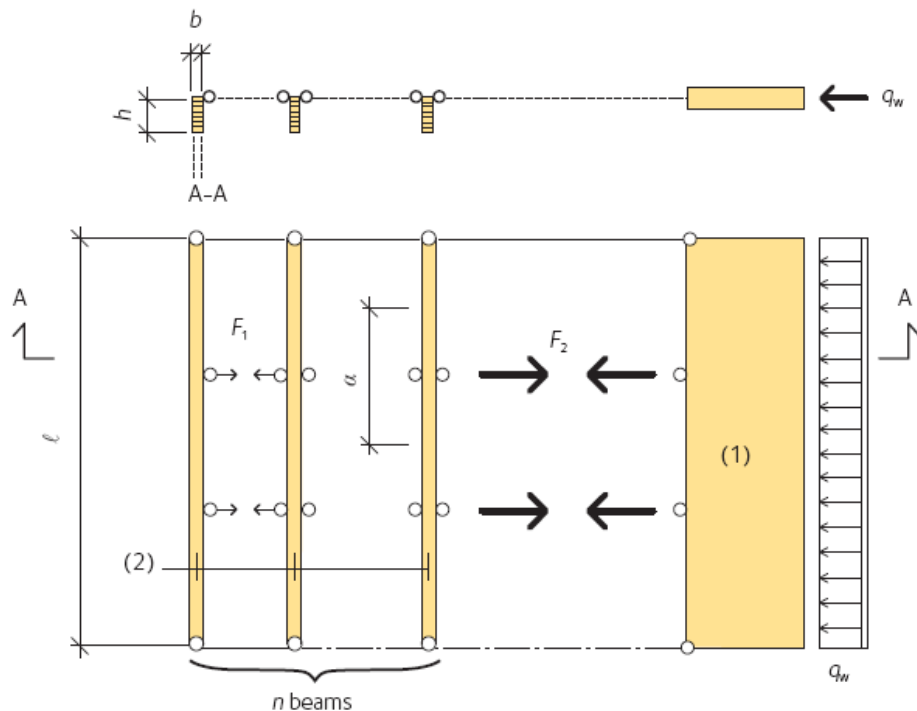
**Evrokod 5**

Računski model sistema za ukrućenje (spreg)

# Prostorna stabilnost drvenih konstrukcija

$$q_h = n \cdot \frac{M}{30h \cdot \ell} \cdot (1 - k_{\text{crit}}) \quad \longrightarrow \quad \text{Evrokod 5}$$

- $M$  max. moment savijanja grede  
 $h$  visina poprečnog preseka grede  
 $\ell$  raspon grede (glavnog nosača) [m]  
 $n$  ukupan broj ukrućenih grednih nosača konstrukcijom jednog sprega  
 $k_{\text{crit}}$  faktor bočne stabilnosti grednog nosača koji nije ukrućen konstrukcijom sprega



Veza rožnjače i glavnog grednog nosača u odnosu na sračunato opterećenje treba biti sračunata za vrednost sile  $F_2$ , određene izrazom:

$$F_2 = n_b \frac{q_h \cdot a}{n}$$

- $a$  raster sekundanih nosača (rožnjača),  
 $n_b$  broj glavnih nosača van konstrukcije sprega.

*Konstrukcija sprega, označena oznakom (1) na slici, mora se sračunati za opterećenje vetrom uvećano za opterećenje  $q_h$ .*

# Prostorna stabilnost drvenih konstrukcija

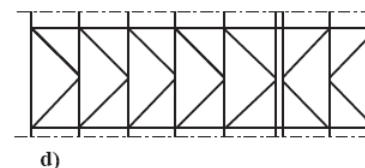
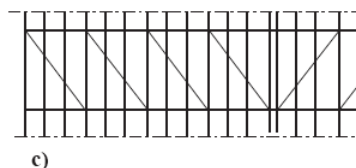
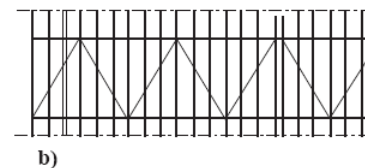
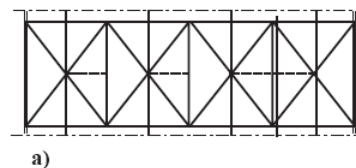
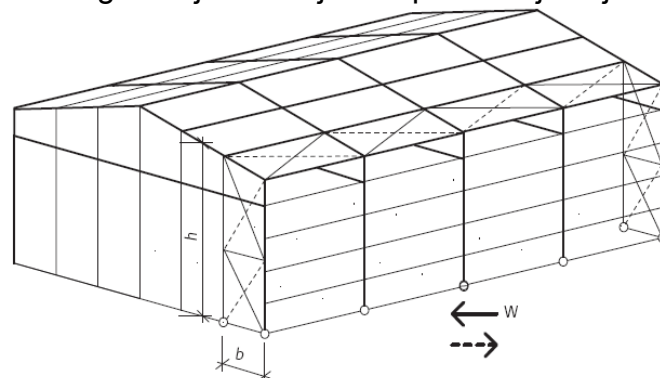
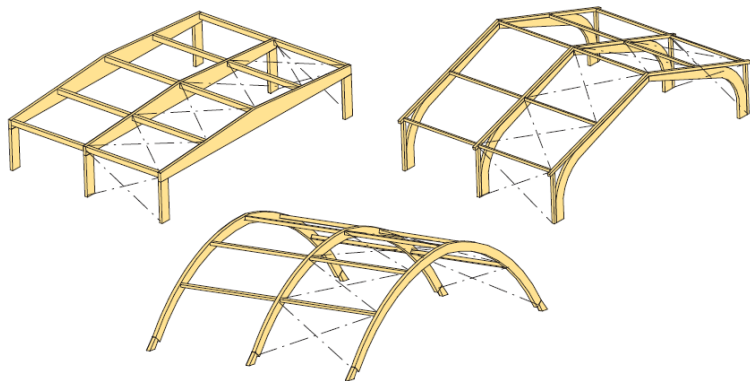
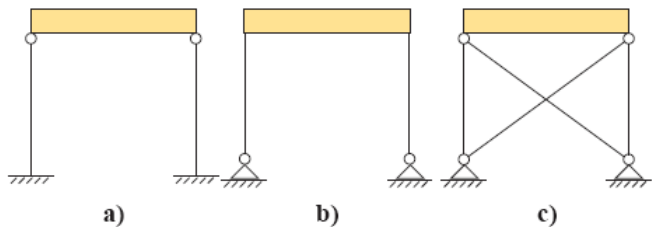
Generalno, da bi bile u stanju da prihvate horizontalna dejstva, konstrukcije velikog raspona izvedene u lepljenom lameliranom drvetu

(ramovi, lukovi,...) moraju biti prostorno obezbeđene sa aspekta stabilnosti u skladu sa sledećim pravilima:

- krovni spregovi se postavljaju u kalkanskim poljima i treba da horizontalno opterećenje koje deluje u krovnoj ravni prenesu preko zidnih spregova do temeljne konstrukcije;
- jedan ili oba stuba su kruto povezana sa temeljnom konstrukcijom (Slika a));
- jedan ili oba stuba su kruto povezana sa glavnim grednim nosačem (Slika b));
- Konstrukcija sprega je kompletirana ugradnjom dijagonala i ovo je moguće izvesti u kalkanskim poljima iz funkcionalnih i arhitektonskih razloga vezanih za namenu samog objekta.

Lepljene lamelirane konstrukcije se prostorno mogu stabilizovati ugradnjom pločastih konstrukcijskih obložnih ili nosećih elemenata pod sledećim uslovima:

- ploče moraju biti međusobno povezane i u stanju da prenesu odgovarajuće sile smicanje koje deluju u njihovoj ravni;
- krovne ploče (dijafragme, pločasta ukrućenja) su povezane svojim krajevima sa glavnim ili sekundarnim nosećim elementima (gredama, rožnjačama) koje su projektovane tako da su u stanju da prihvate odgovarajuće aksijalno opterećenje koje se prenosi u ravni ploča.





# Prostorna stabilnost drvenih konstrukcija

## 7.6. Spregovi

U jednoj krovnoj konstrukciji glavni vezači su ravanski nosači, znači nosači koji primaju opterećenje samo u svojoj ravni – u ravni vezača, odnosno nosača. Za opterećenje koje deluje upravno na ravan nosača oni su nestabilni pa za prijem ovih sila mora se oblikovati posebna konstrukcija – koja treba i mora da primi ovo

opterećenje. To se može postići na dva načina. Ili apliciranjem punog – monolitnog nosača pravougaonog poprečnog preseka i dovoljne krutosti u ravni dejstva opterećenja, ili – tako što se formira posebna konstrukcijska celina koja prima ovo opterećenje.

Ova celina konstruiše se od dva vezača, odnosno nosača koji se poprečno vezuju. Poprečna veza između glavnih nosača ostvaruje se rožnjačama a da bi ovaj sistem mogao uspešno da primi i prenese na oslonce horizontalne sile, glavni vezači, odnosno nosači povezuju se i kosim – dijagonalnim štapovima.

Tako sada – pojasevi glavnih vezača zajedno sa vertikalama (a to su već postojeće rožnjače) i dodatnim dijagonalama čine jedan **rešetkasti sistem** u ravni opterećenja, u ravni krovne konstrukcije, koji treba uspešno da primi ovo opterećenje. Ovakve konstrukcije nazivaju se spregovi (ili spregovi za vetar, kada primaju i opterećenje od vetra). Po pravilu uvek je bolje za konstrukciju sprega upotrebiti rešetkasti sistem nosača (veća krutost).

Kada je gornja površina krova ravna – to je ravanski nosač. U slučajevima kada je gornja površina krova prelomljena, što je najčešći slučaj u praksi, ili je izvedena po krivoj površini – to je onda prostorni rešetkasti sistem.

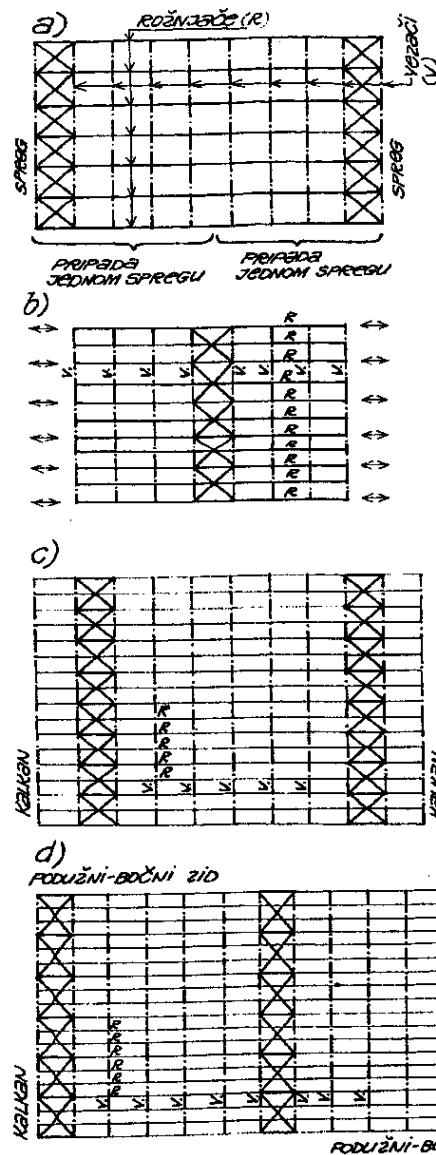
Osim zadatka da prime horizontalne sile (od vetra) spregovi imaju zadatak da smanje dužine izvijanja pritisnutog pojasa, kod rešetkastih nosača, odnosno da osiguraju pritisnute zone od izbočavanja – kod lameliranih lepljenih i kod kovanih nosača.

Ako je donji pojas glavnog vezača, odnosno nosača pritisnut, ili donji deo preseka kod punih nosača, slučaj koji se javlja kod lučnih i ramovskih konstrukcija – onda se preduzimaju posebne konstrukcijske mere da se i donji pojas, odnosno intrados nosača osigura od izvijanja, odnosno izbočavanja (u ravni upravnoj na ravan vezača, odnosno nosača).

### 7.6.1. Položaj, oblik, broj i konstrukcija spregova

Spregovi se redovno postavljaju u prvo polje krovne konstrukcije, odnosno prva dva vezača (sa strane kalkana) vezuju se pomoću sprega u prostornu celinu – sl. 7.12a. Varijantno rešenje može da bude, ukoliko je to konstrukcijski opravdano, da se drugi i treći vezač spajaju u prostornu celinu, da čine prostorni sistem za prijem horizontalnih sila a da se horizontalne sile koje deluju na kalkansku ravan preko sistema rožnjača prenose na ovu celinu. U takvim primerima prvo polje krovne konstrukcije je bez sprega, vidi sl. 7.12c.

Po dužini krovne konstrukcije, odnosno oblikovanog volumena a iz razloga što spregovi imaju zadatak i da spreče bočno izvijanje



nosaa – postavljaju se u svako šesto polje tako da osiguravaju od bočnog izvijanja maksimum šest nosaa.

To znači, da duž krovne konstrukcije mora da postoji minimum dva ali može i više spregova – zavisno od dužine građevine odnosno broja glavnih vezača, sl. 7.12d.

U svakom slučaju, što se i najčešće javlja u praksi, po jedan spreg treba postaviti u krajnjim poljima i jedan u sredini krovne konstrukcije – ili više redovno simetrično raspoređenih, zavisno od broja glavnih vezača. Pri rasporedu spregova, za slučaj da su rožnjače sa zglobovima – gerberov sistem, strogo voditi računa da spregovi ne mogu biti u polju gde se nalaze zglobovi.

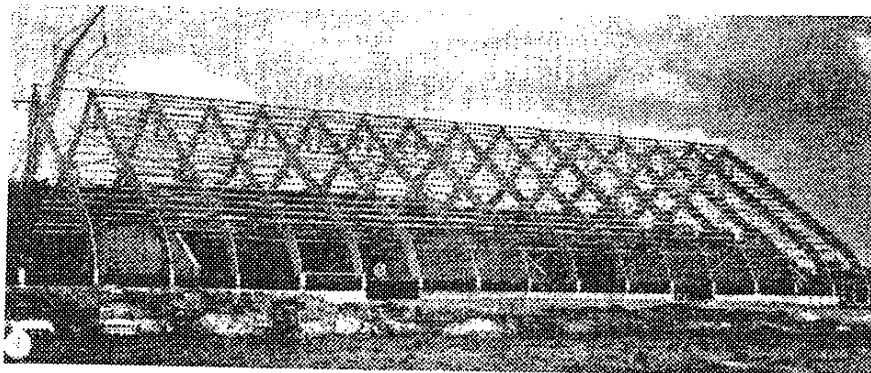
Slika 7.12.

Za male dužine hala, odnosno krovnih konstrukcija može se ugraditi i samo jedan spreg (mada se ne preporučuje), kako je to prikazano na sl. 7.12b.

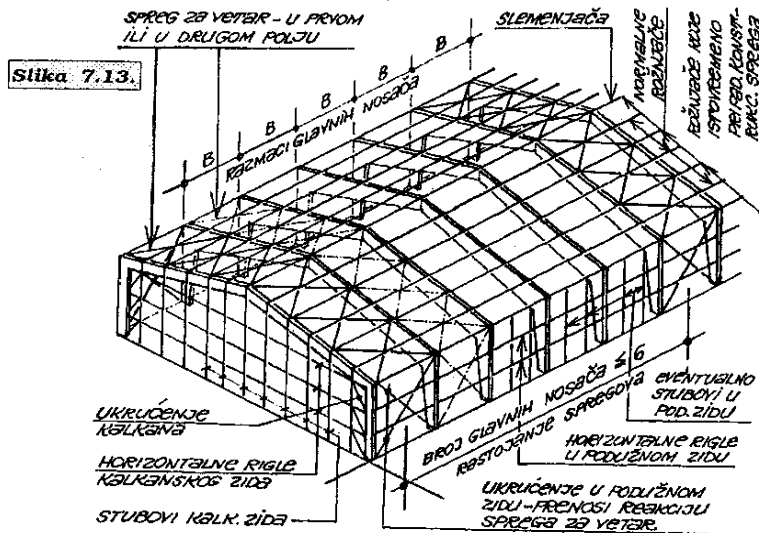
Konstrukcija jednog ovakvog sprega prima i opterećenje od vetra koje se prenosi preko rožnjača, ali i sprečava izvijanje – izbočavanje glavnih nosaa.

Kod konstrukcija hala manjih dužina i za manje raspone dovoljna su dva horizontalna sprega (Sl. 7.13), koji

# Prostorna stabilnost drvenih konstrukcija



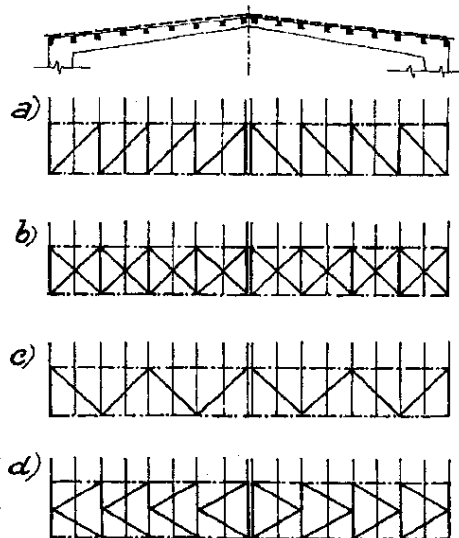
Primer proizvodne hale od drveta za hemijsku industriju – površina 7750m<sup>2</sup>, raspon 46m, dužina hale 168m.



istovremeno primaju horizontalne sile od vetra ali i ukrućuju pritisnuti pojas glavnog nosača. Za veće dužine građevina osim spregova koji se postavljaju neposredno uz kalkanske zidove moraju se predvideti spregovi i između kalkanskih površina – jedan (kao

na primeru sa sl. 7.12d) ili više. Broj spregova zavisi od broja glavnih vezača. Prema nekim autorima rastojanje spregova treba da je  $\leq 25$  m (i tada se ne zahteva rigorozan proračun prostorne stabilnosti), ili kako je već rečeno – jedan spreg treba da prostorno osigura  $\leq 6$  glavnih nosača.

Kao što je rečeno, konstrukciju sprega čine već postojeći pojasevi glavnog nosača i rošnjače – dodaju se samo dijagonale. Novo dodati dijagonalni štapovi mogu da budu od drveta – kada se nazivaju "proste" dijagonale (najčešće se koriste kod rešetkastih krovnih konstrukcija). Štapovi ispune mogu da budu i od ukrštenih dijagonala i tada se, u najvećem broju primera, izvode od čelika. Pri tome ukrštenne dijagonale mogu ići kroz jedno, dva ili tri polja. Da li će jedna dijagonala ići kroz jedno ili više polja zavisi od ugla  $\alpha$ , ugla između pravca dijagonale i glavnog vezača, odnosno rošnjače. Ovaj ugao treba da varira oko veličine od 45°.

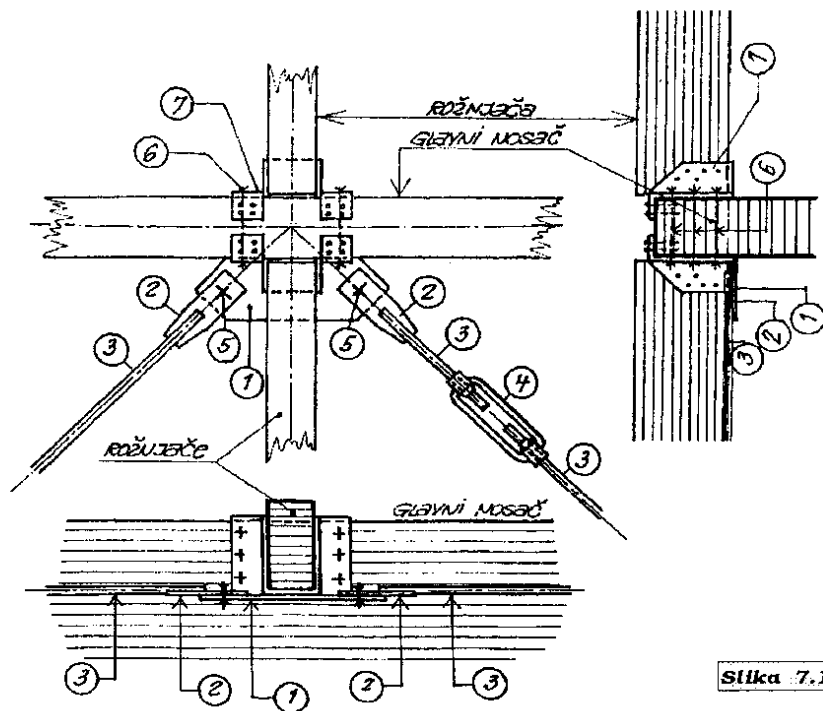


Slika 7.14.

Neke moguće konstrukcije spregova prikazane su na sl. 7.14. Na slici je: pod a) konstrukcija sprega je od oštroične građe. Zavisno dali su dijagonale "padajuće" ili "penjuće" u odnosu na smer opterećenja – mogu da budu zategnute odnosno pritisnute. Povoljnije je da rošnjače, odnosno vertikalne budu pritisnute – manje dužine izvijanja. Koristi se u slučajevima kada je jedan smer opterećenja dominantan, daje veće sile u štapovima ispune. Postavlja se, po pravilu, što bliže kalkanu; pod b) – spreg je konstruisan od ukrštenih dijagonala koje se redovno izvode od čelika (od okruglih profila ali i od pljoštog gvožđa).

Dijagonale su opterećene samo na zatezanje i redovno se izvode sa zatezačima. Prednosti: jednostavna montaža, rošnjače i glavni vezači su opterećeni na dodatno opterećenje; varijanta pod c) – ispuna sprega je od "padajućih" i "penjućih" dijagonala i konstruiše se od drvene građe (dužine izvijanja pritisnutih štapova sprega – u ravni rešetke  $l_1 = l$  a upravno na ravan rešetke dužine izvijanja mogu se smanjiti vezivanjem pritisnutih štapova za rošnjače).

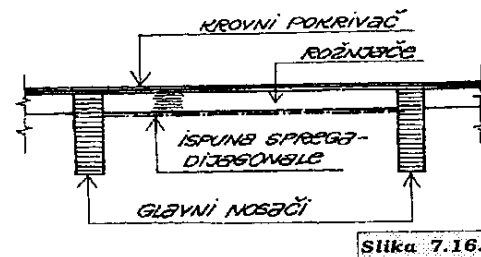
# Prostorna stabilnost drvenih konstrukcija



Slika 7.15.

Karakteristike: nema dodatnog opterećenja rožnjača, dijagonale moraju da imaju dovoljnu krutost (moguć pritisak); i d) - konstrukcija sprega je sa tzv. K-ispunom (rožnjače su na 1/2 raspona horizontalno poduprte. Dužine pritisnutih rožnjača kod istog nagiba kosnika umanjuju se na polovinu. Nedostatak: veliki broj čvorova).

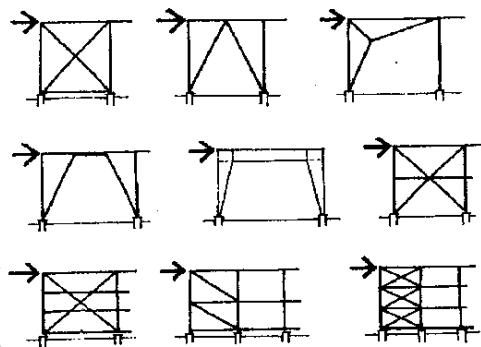
Najčešće se u praksi, posebno za lamelirane lepljene konstrukcije glavnih nosača koriste spregovi s ukrštenim dijagonalama, dijagonalama koje se izvode od okruglih profila. Jedna karakteristična veza između štapova i dijagonala (od Ø profila) i elementa konstrukcije od lepljenog lameliranog drveta, prikazana je na sl. 7.15 (na slici je: (1) čelični lim za vezu štapova ispune - vezuje se zavarivanjem za papuče kojima je izvedena veza rožnjača - glavni vezač; (2) čelični limovi za vezu sa Ø profilima, za glavni lim vezuje se zglibno pomoću zavrtnja; (3) štapovi dijagonala; (4) zatezač kojma se reguliše zategnutost dijagonale; (5) zavrtnj; (6) zavrtnji za poprečnu vezu papuče; (7) čelične papuče za vezu rožnjača sa glavnim nosačem). I dalje, dijagonale se redovno izrađuju od čelika Ø20 do Ø36 mm.



Slika 7.16.

Konstrukcija sprega, odnosno njegovi elementi u pravilu ne leže u jednoj ravni. Redovna je pojava, sl. 7.16, da su vertikale sprega - rožnjače - u jednoj ravni a neposredno uz njih nalaze se dijagonale. Ove i ovakve ekscentričnosti su neminovne i u odnosu na rešetkast sistem i u odnosu na njegove geometrijske, konstrukcijske i statičke karakteristike one su neznatne i o njima se ne vodi računa (osim u posebnim slučajevima kada su od uticaja na pojedine elemente sprega).

Reakcije sprega, odnosno prostornog ili ravanskog sistema koji prima horizontalne sile moraju se sigurno i najkraćim putem preneti na temelje građevine. Ovo se postiže svrsishodnim projektovanjem vertikalnih - bočnih ukrućenja koja se postavljaju u vertikalne (odgovarajuće) ravni građevine. Kako sve mogu da izgledaju ove konstrukcije za prenos reakcija dato je na sl. 7.17.

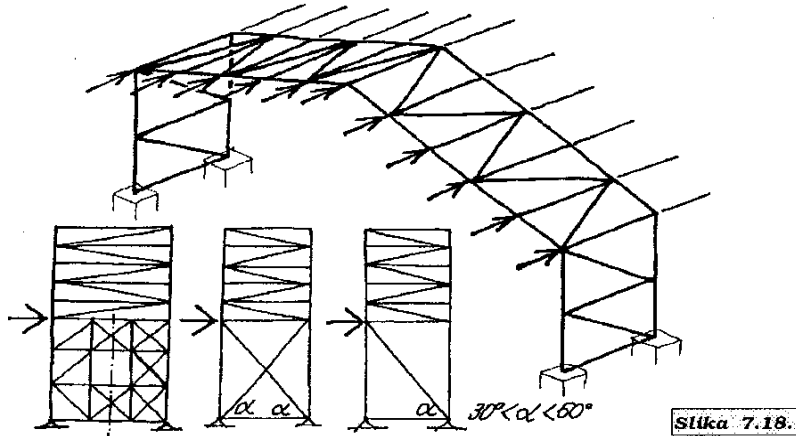


Prednja izlaganja se zaokružuju sa još nekoliko primera konstrukcija spregova i ukrućenja. Tako je, na sl. 7.18, prikazana jedna prostorna konstrukcija sprega (primenljiva za rešetkastu konstrukciju glavnih vezača) sa naizmenično projektovanim dijagonalama (od oštroičine građe). Kao što se iz slike vidi reakcije sprega za vetar, koji istovremeno služi za prihvatanje sila od mogućeg bočnog izvijanja pojaseva nosača, prenose se na temelj preko posebnih rešetkastih konstrukcija (datih u više varijanti).

Kalkanske površine velikih hala primaju znatno opterećenje od vetra. Na sl. 7.19 dat je primer sprega za vetar koji je postavljen u ravni donjeg pojasa glavnog nosača (ravanski nosač). Vetar se preko kalkanske površine, odnosno preko vertikalnih rešetkastih stubova prenosi na spreg i dalje na temelje. Reakcija sprega za

# Prostorna stabilnost drvenih konstrukcija

vetar prenosi se na temelje preko rešetkastih stubova (u bočnim ravnima građevine).

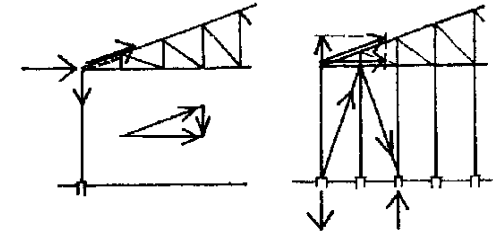
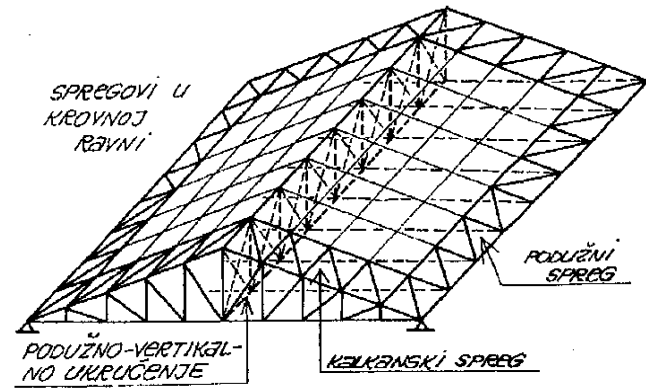
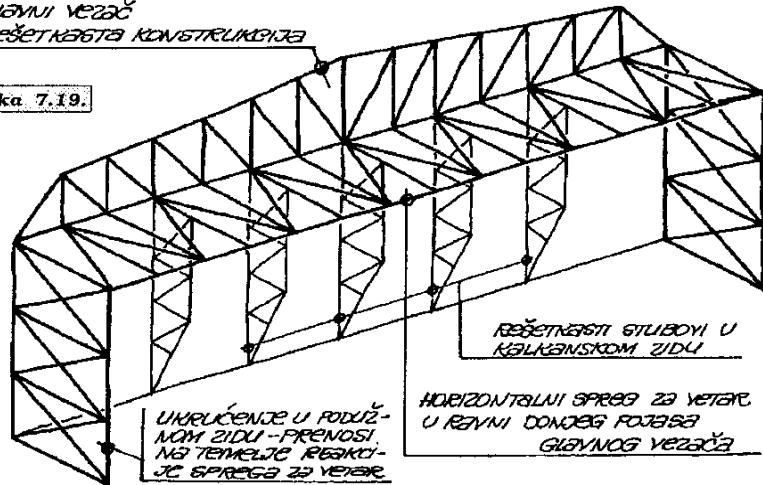


Slika 7.18.

Kod rešetkastih konstrukcija krovova velikih raspona, kada su glavni vezači rešetkaste konstrukcije različitog oblika i sistema, potrebna prostorna stabilnost građevine dobija se ugrađivanjem **podužnih ukrućenja**. Ovo su u stvari rešetkaste konstrukcije koje

GLAVNI VEZAČ  
REŠETKASTE KONSTRUKCIJE

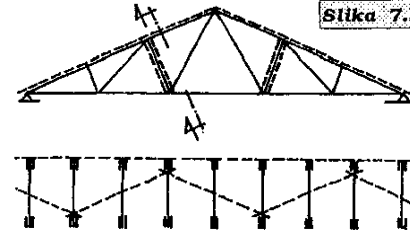
Slika 7.19.



Slika 7.20.

OPTERECENJE-SILE KOJE DELUJU NA PODUŽNI SPREG I NJIHOVO PRENOSIENJE NA TEMELJE

Slika 7.21.



se postavljaju upravno na ravan glavnih vezača (nosača), leže u vertikalnoj ravni i povezuju sve vezače u celinu, sl. 7.20. i sl. 7.21.

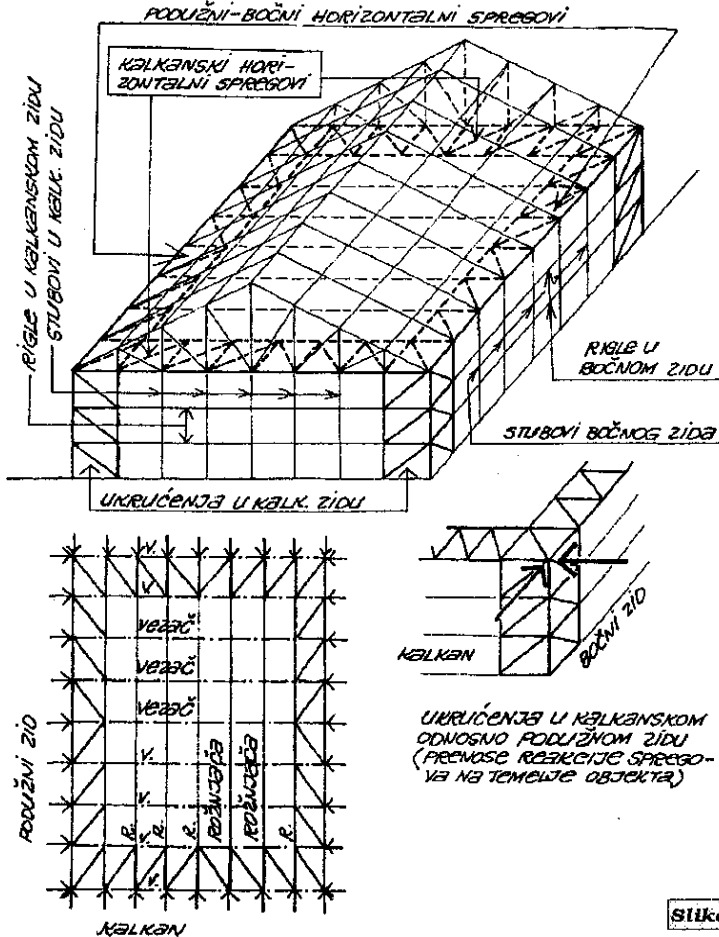
Redovno se ugrađuju u sredini raspona glavnih vezača. Kod većih konstrukcija mogu da se ugrade i tri podužna ukrućenja (u četvrtinama raspona).

Podužno ukrućenje je de facto rešetkasta konstrukcija koju čine: gornji pojas – rožnjača a vertikale su istovremeno i vertikale glavnih vezača; dodaje se donji pojas i dijagonalni štapovi. U pojedinim dispozicijama podužno rešetkasto ukrućenje može da zameni rožnjaču (na tome mestu).

### 7.6.3. Bočni podužni spregovi

Javljaju se u onim konstrukcijama zgrada od drveta kada je potrebno horizontalne sile, redovno od uticaja vetra na bočne površine građevine, preneti na temelje, sl. 7.22. To su u stavri rešetkaste konstrukcije postavljene redovno u ravni donjeg pojasa glavnih vezača koje prenose opterećenje od vetra na temelje građevine, preko rešetkastih konstrukcija stubova postavljenih u kalkanskim zidovima.

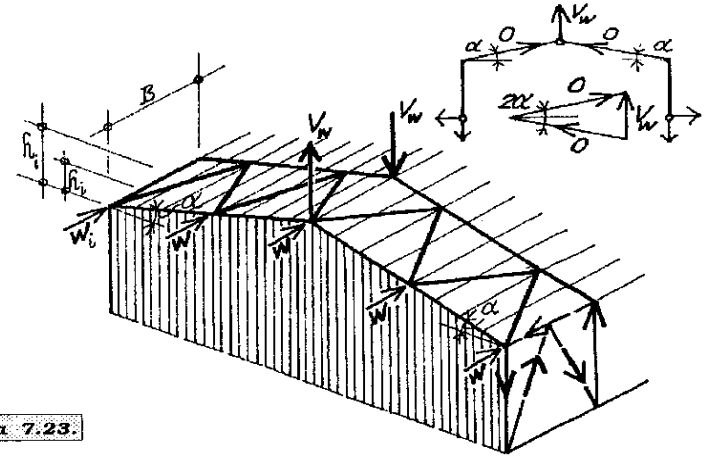
Međutim, ne isključuje se mogućnost postavljanja ovih spregova i u ravni gornjeg pojasa glavnih vezača. Kako što se iz slike 7.22 vidi i poprečni i podužni spregovi locirani su u ravni donjeg



Slika 7.22.

pojasa glavnih rešetkastih vezača date krovne konstrukcije (tro-uglastog oblika). Za slučaj da su podužni spregovi u ravni gornjeg pojasa, kao na primeru sa sl. 7.20, reakcije spregova prenose se na temelje takođe preko rešetkastih konstrukcija stubova postavljenih u ravni kalkanskog zida.

Kod krovnih vezača sa nagnutim ivicama (u ravni krova), na konstrukcijama dvovodnih krovova (na primerima kada su glavni nosači od lepljenog lameliranog drveta trapezastog oblika ili imaju oblik rama na dva ili tri zgloba, ili su lučnog oblika), konstrukcija sprega ima prelom u slemenu, odnosno pojasni štapovi sprega, koji su istovremeno i glavni ili sastavni delovi glavnih vezača - nosača, takođe imaju prelom, na mestu preloma pojasnih štapova, u slemenu, tom prilikom javljaju se sile  $V_w$ , kako je to prikazano na sl. 7.23.



Slika 7.23.

Usled postojanja i uticaja sile  $V_w$  u glavnim nosačima nastaju dodatni uticaju, momenti savijanja kod ramova na tri zgloba, i dodatne reakcije na osloncima. Ovo znači, da glavne vezače koji su deo sprega treba priveriti i na uticaj sile  $V_w$ .

Intenzitet sile  $V_w$  može se sračunati preko relacija

$$V_w = \frac{1}{B} \sum_{i=1}^n W_i \cdot h_i \quad \text{odnosno} \quad = 2 \cdot O \cdot \sin \alpha .$$

U ovom izrazu je:

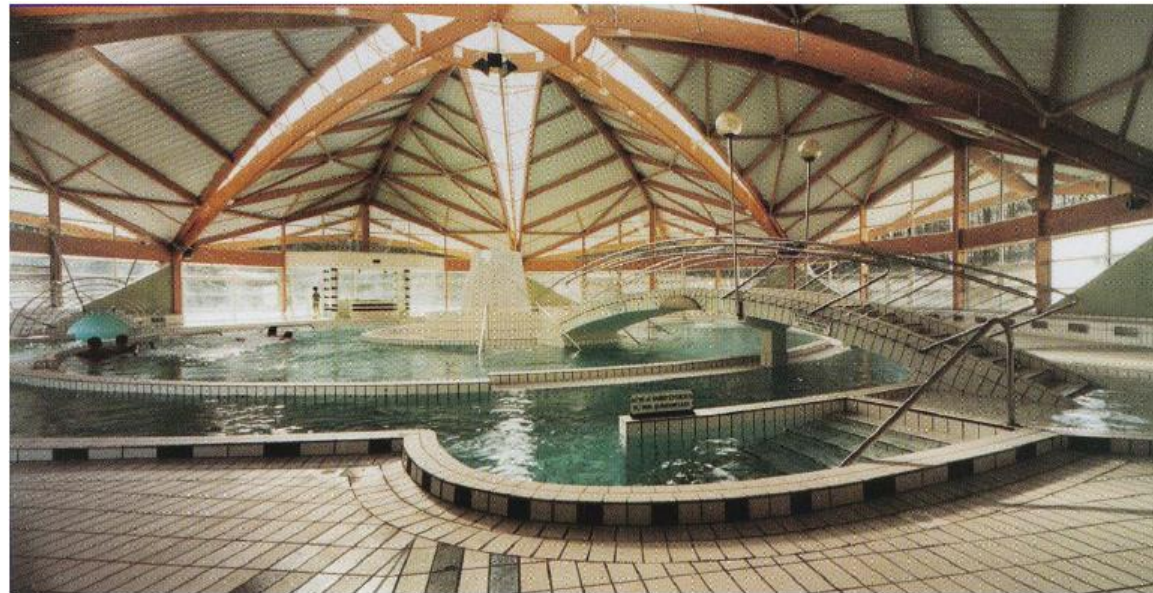
$\sum_{i=1}^n W_i \cdot h_i$  - moment sile  $W_i$  u odnosu na horizontalnu ravan kroz oslonce sprega;

$B$  - razmak vezača, odnosno visina rešetke sprega;

kod punih nosača  $O$  - sila u štapu rigle a ugao  $\alpha$  - ugao nagiba glavnog vezača (Sl. 7.23).

Statički uticaji usled uticaja sile  $V_w$  i provera napona u prescima glavnog vezača računaju se na poznat način.

# Prostorna stabilnost drvenih konstrukcija



# Prostorna stabilnost drvenih konstrukcija

