

**RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE**  
Būvniecības fakultāte  
Būvkonstrukciju katedra

**Līga GAILE, Leonīds PAKRASTIŅŠ**

**DAUDZSTĀVU ĒKU KARKASU PROJEKTĒŠANAS  
PAMATPRINCIPI SASKAŅĀ AR EC3**  
1.daļa. Ievads

**Rīga 2011**

UDK 624.94.04  
Ga 165 d

Gaile L., Pakrastiņš L. Daudzstāvu ēku  
karkasu projektēšanas pamatprincipi  
saskaņā ar EC3. 1.daļa. Ievads  
Rīga: RTU, 2011.- 22 lpp.

Recenzents: RTU BF Būvkonstrukciju  
katedras docents I.Mieriņš

ISBN 978-9934-8151-6-4

## SATURS

1. EIROKODEKSU SISTĒMA.....	4
2. KARKASA KONSTRUĒŠANAS PAMATPRINCIPI.....	5
2.1. Iedarbes.....	5
2.2. Konstruksiju materiālu izvēle.....	6
2.3. Tērauda karkasa stabilitāte .....	7
2.4. Savienojumi .....	15
2.5. Deformāciju šuves .....	18
2.6. Ēkas robustums.....	19
2.7. Ugunsizturība .....	20
2.8. Pārseguma konstrukcija.....	20
3. IZMANTOTĀS LITERATŪRAS SARAKSTS .....	22

## 1. EIROKODEKSU SISTĒMA

Eirokodekss ir Eiropas Standartizācijas komitejas CEN standartu saime, kas nosaka būvkonstrukciju projektēšanas kārtību. Eiropas Komisija, Eiropas Savienības un Eiropas Brīvās tirdzniecības asociācijas (EFTA) dalībvalstis 1990. gadā nolēma pilnvarot Eiropas standartizācijas komiteju (CEN) veikt Eurokodeksa sagatavošanu un publicēšanu, lai vēlāk Eurokodeksiem varētu piešķirt Eiropas standarta (EN) statusu. CEN ietvaros tiek izveidota speciāla Tehniskā komiteja – CEN/TC 250, kas nodarbojas ar Eurokodeksu vienotu Eiropas būvkonstrukciju projektēšanas noteikumu – Eurokodeksu izstrādi.

Detalizētu informāciju par CEN darbību, tai skaitā par apstiprinātiem standartiem un izstrādē esošajiem standartu projektiem var iegūt tīmekļa vietnē [www.cen.eu](http://www.cen.eu). Informāciju par Latvijā adaptētiem CEN standartiem var iegūt Latvijas Standarta tīmekļa vietnē [www.lvs.lv](http://www.lvs.lv).

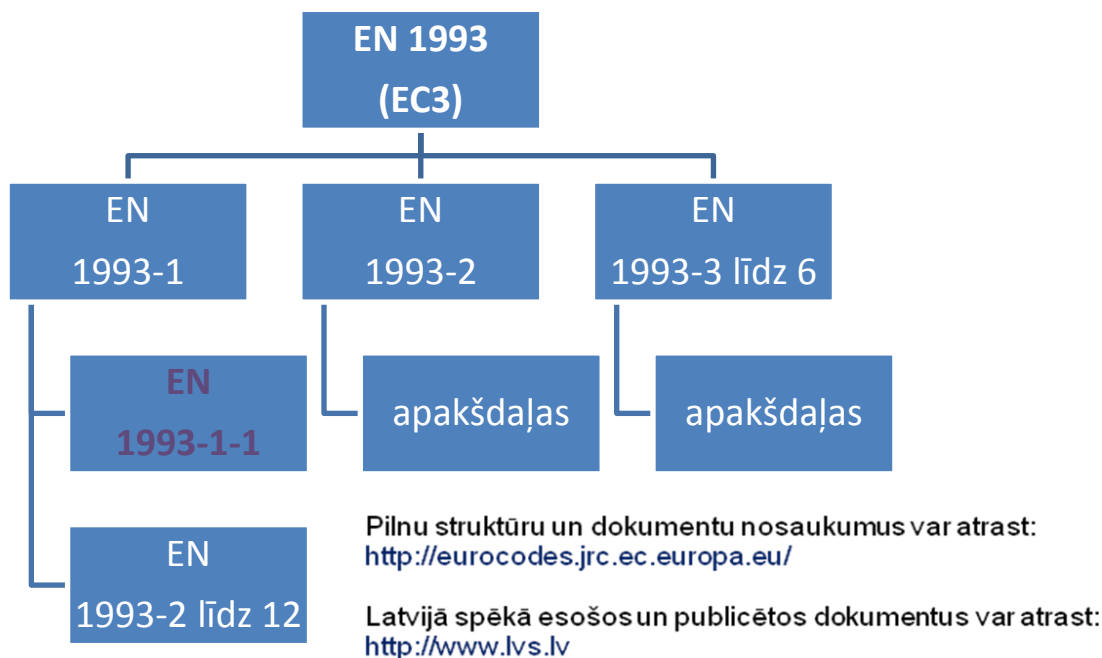
Eurokodeksa sistēma sastāv no 10 standartiem (standartu saimēm), no kurām 3 (EN 1990, EN 1991 un EN 1998) ir t.s. horizontālās saimes, kas aptver konstrukciju projektēšanas pamatprincipus, iedarbes uz konstrukcijām un seismiski izturīgu konstrukciju projektēšanu. Septiņas saimes ir konstrukciju projektēšanas noteikumi (EN 1992 – Betona konstrukciju projektēšana, EN 1993 – Tērauda konstrukciju projektēšana, EN 1994 – Tērauda un betona kompozīto konstrukciju projektēšana, EN 1995 – Koka konstrukciju projektēšana, EN 1996 – Mūra konstrukciju projektēšana, EN 1997 – Ģeotehniskā projektēšana, EN 1999 – Alumīnija konstrukciju projektēšana). Eurokodeksa sistēma aptver 58 standartizācijas dokumentus:

- EN 1990 – Projektēšanas pamatprincipi (1);
- EN 1991 saime – Iedarbes un konstrukcijām (10);
- EN 1992 saime – Betona konstrukcijas (4);
- EN 1993 saime – Tērauda konstrukcijas (20);
- EN 1994 saime – Kompleksās (betona-tērauda) konstrukcijas (3);
- EN 1995 saime – Koka konstrukcijas (3);
- EN 1996 saime – Mūra konstrukcijas (4);
- EN 1997 saime – Ģeotehniskā projektēšana (pamati un pamatnes (2));
- EN 1998 saime – Seismiskās noturības projektēšana (6);
- EN 1999 saime – Alumīnija konstrukcijas (5).

Avots tekstam augstāk: [http://old.em.gov.lv/images/modules/items/1\\_02.pdf](http://old.em.gov.lv/images/modules/items/1_02.pdf)

Neatņemama Eurokodeksu sastāvdaļa ir katras dalībvalsts izstrādātie valsts Nacionālie pielikumi, kuri var noteikt aprēķina metodes izvēli, dažādu koeficientu vērtības, Eurokodeksu pielikumu statusu, kā arī var dot norādes uz citu informācijas avotu, kas nav

pretrunā ar Eirokodeksiem. Att. 1-1. attēlota EC3 struktūra. Tērauda konstrukciju izgatavošanas standarts ir EN 1090, bet attiecīgie materiālu standarti ir EN 10025, EN 10210 un EN 10219.



Attēls 1-1 Eirokodeksu saime tērauda konstrukciju projektēšanai

## 2. KARKASA KONSTRUĒŠANAS PAMATPRINCIPI

Daudzstāvu karkasa ēkas ir trīsdimensionālas konstrukcijas. Projektēšanas sākuma posmā mērķis ir izveidot pēc iespējas vienkāršāku ēkas konstruktīvo shēmu, kas ir ērti uzbūvējama, ekonomiska un nav pārmērīgi jūtīga pret izmaiņām tālākā projektēšanas procesā. Slodzes jācenšas novada uz pamatiem pa iespējami īsāko ceļu. Konstruktīvo elementu un detaļu atkārtotā ēkas karkasā samazina projektēšanas un būvniecības izmaksas.

Par zemām un vidēja augstuma ēkām var uzskatīt tādas ēkas, kurām būtiski netiek ietekmēta konstrukciju forma, izpildot prasības, kas nodrošina izturību pret horizontālajām slodzēm un pietiekamu stingumu. Normālas proporcijas ēkām, tas varētu būt, līdz 10 stāviem.

### 2.1. Iedarbes

Iedarbes uz konstrukciju, kas jāņem vērā ir:

- raksturīgās pastāvīgās iedarbes (visu nesošo un nenesošo elementu svars);

- b) raksturīgā mainīgā iedarbe (piem., mainīgās iedarbes uz pārseguma, sniega slodzes, vēja slodzes). Ja mainīgās slodzes iedarbojas vienlaicīgi, pēc kārtas ņem vienu no mainīgām iedarbēm un pārējās samazina ar attiecīgiem koeficientiem.

Lietderīgās iedarbes uz karkasa kolonnām var tik samazinātas atkarībā no slogotās platības un ēkas stāvu skaita saskaņā ar EN 1991-1-1. Parasti projektēšanas sākumposmā tas netiek ņemts vērā, lai ietaupītu laiku sākotnējās shēmas pieņemšanā.

Gadījumos, kad horizontālo slodžu uzņemošās sistēmas ir tuvu ēkas vērpes centram (*shear centre*), ēka var būt jūtīga attiecībā uz asimetriskām slodzēm. Eirokodeks EN 1991-1-4 (Vēja iedarbes) nosaka kā ņemt vērā asimetriskas vēja iedarbes uz ēku. Lielākā daļā gadījumu ir pietiekami, ja vēja iedarbe tiek pielikta ar 10% ekscentritāti no ēkas platuma.

Rūpīgi jāizvērtē pastāvīgo iedarbju lielumi. Projektēšanas sākumposmā, ja nav pieejama detalizētāka informācija var pieņemt orientējoši šādas slodzes:

grīdas segums un izlīdzinošā kārtā (75mm)	- 1.8 kN/m <sup>2</sup> (plānā);
piekārtie griesti un inženierkomunikācijas	- 0.5 kN/m <sup>2</sup> (plānā);
starp sienas (ar pašsvaru ≤2.0 kN/m)	- 0.8 kN/m <sup>2</sup> (plānā);
starp sienas (ar pašsvaru ≤3.0 kN/m)	- 1.2 kN/m <sup>2</sup> (plānā);
vieglbetona mūra starp sienas	- 2.5 kN/m <sup>2</sup> (plānā);
piekārtās stikla fasādes	- 0.5 kN/m <sup>2</sup> (fasādē);

Dzelzsbetona pārsegumu blīvumu jāpienem vienādu ar 25kN/m<sup>3</sup>.

Kur nepieciešams jāņem vērā temperatūras efekti. Detalizētu informāciju par deformāciju šuvēm un temperatūras ietekmi var atrast Access Steel [2] dokumentā SS017a.

## 2.2. Konstrukciju materiālu izvēle

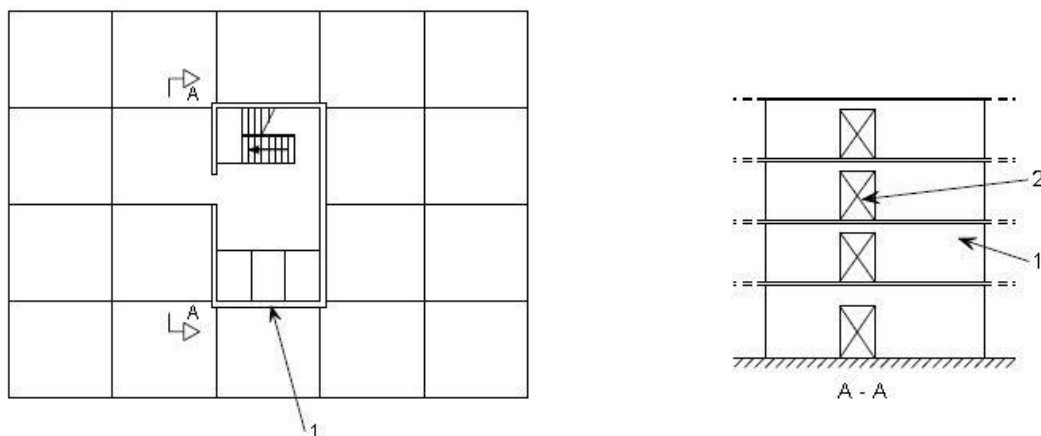
Pārsvārā tiek lietots tērauds ar klasi S235. Kompozītos tēraudbetona pārsegumos, ja noteicošās nav izlieces, sijām ekonomiski ir lietot S355 klases tēraudu. Visos savienojuma elementos parasti tiek lietotas detaļas ar tērauda klasi S235 un skrūves ar klasi 8.8. Savienojumos var tik lietots augstākas klases tērauds, ja tiek nodrošināta pietiekama kontrole tam, ka būvniecības laikā tas netiktu nomainīts uz zemākas klases tēraudu.

### 2.3. Tērauda karkasa stabilitāte

Karkasa noturību un stabilitāti jāapskata atsevišķi divos principiālos virzienos. Katrā no virzieniem var tikt pielietoti dažādi risinājumi. Lai konstrukcija spētu uzņemt horizontālās slodzes un nodrošinātu tās noturību, ir jābūt kādam šādiem variantiem:

- a) metāla konstrukcija ir savienota ar stingu dz./bet. kodolu. Parasti tajā tiek izvietoti lifti, kāpnēs un vertikālie inženiertīkli (Att.2-1);
- b) vēja saites (Att.2-2; 2-3);
- c) stingi metāla savienojumi (momenta rāmji);
  - i. visi paralēlie rāmji ēkā;
  - ii. atsevišķos laidumos.

Ja ēkas ir sadalītas ar temperatūras šuvēm, katra daļa ir jāuzskata par atsevišķu ēku. Pārsegumi darbojas kā diafragmas, kas pārnes kopējās horizontālās slodzes uz stingo kodolu vai vēja saitēm. Lai darbotos efektīvi, stingam kodolam vai saitēm jābūt izvietotām vairāk vai mazāk simetriski attiecībā pret ēkas apjomu.

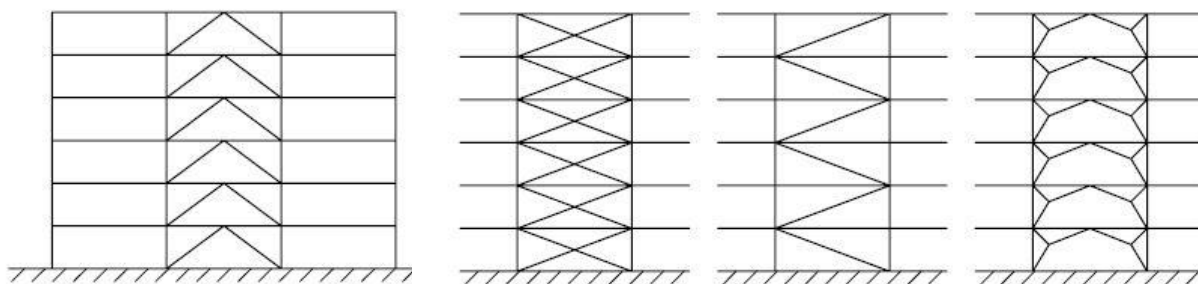


1-Stinga kodola dz./bet sienas

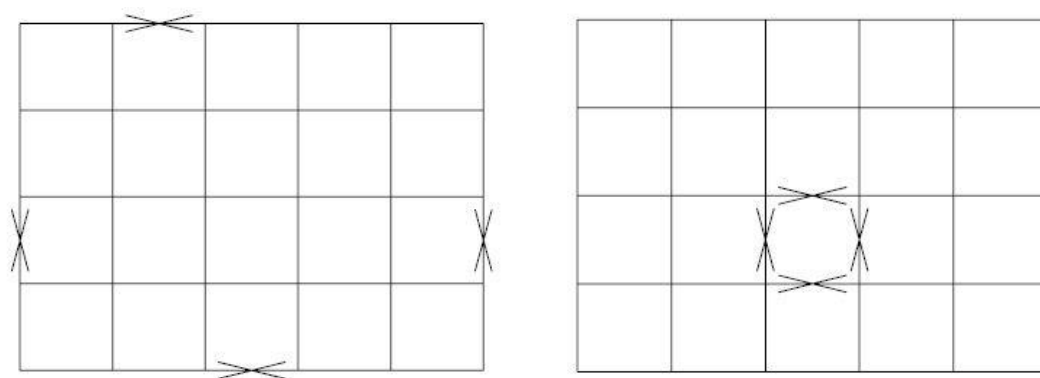
2 –Durvju aile

**Attēls 2-1. Metāla konstrukcija ir savienota ar stingu dz./bet. kodolu**

Parasti dz./bet kodola lielums ir aptuveni 5-7% no stāva plāna izmēra. Taču augstceltnēs tas var sasniegt 12-20%. Parasti dz./bet. sienu biezums ir no 200-300mm.



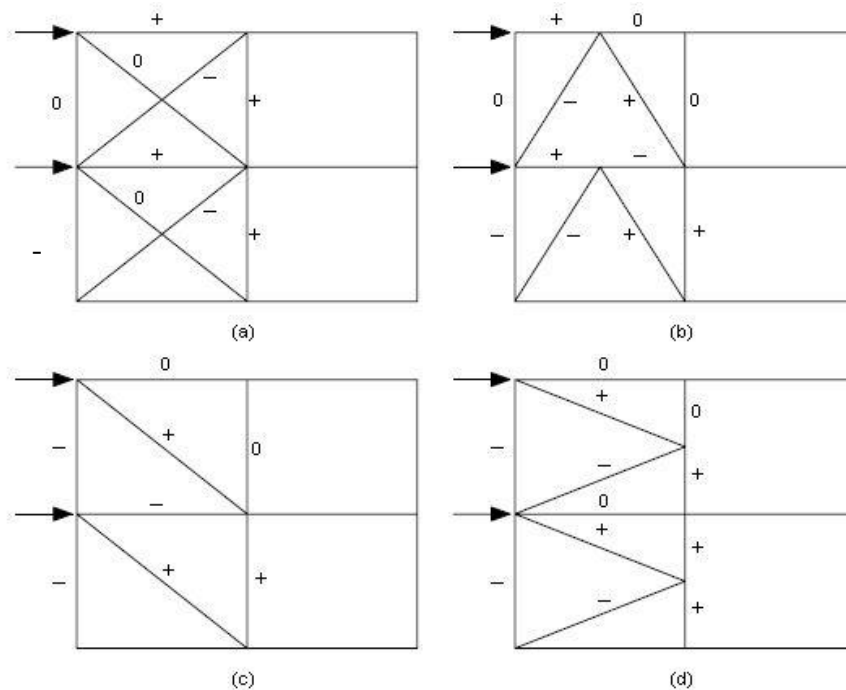
**Attēls 2-2. Vēja saišu risinājumi**



**Attēls 2-3. Vēja saišu izvietojuma plānā risinājumi**

Zemāk redzamā attēlā 2-4 a-d parādīts, ka spēku veids elementos ir atkarīgs no saišu ģeometrijas. Tā kā gadījumā a) saitēs ir tikai stiepe, tad diagonālēm var izmantot lokšņu tēraudu vai leņķprofilus. Pārējos gadījumos parasti izmanto cauruļprofilus. Apgāzta V saišu sistēma var tikt lietota, kad nepieciešams izveidot durvju aili.

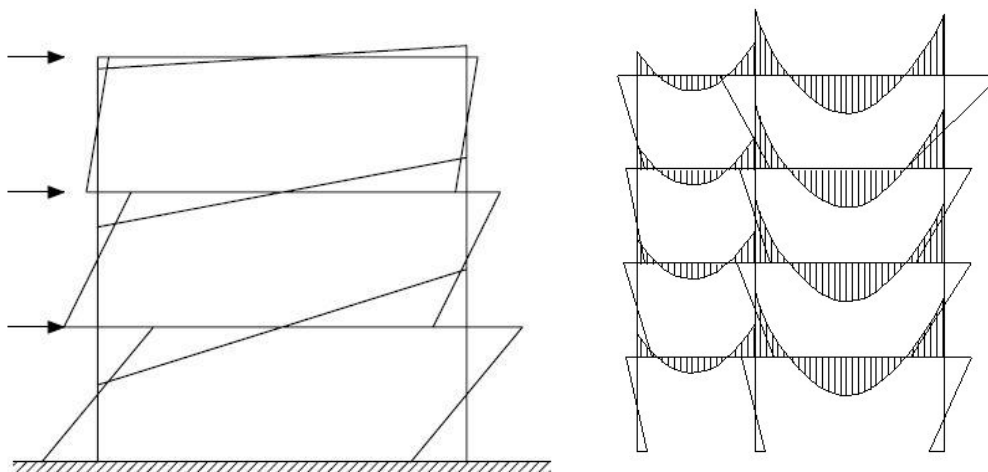




„+” –spiede; „-” stiepe;

**Attēls 2-4. Piepūles vēja saitēs**

Att. 2-5 redzams, ka stingos rāmjos uzņemot horizontālās slodzes, kolonnās un sijās rodas papildus momenti un šķērspēki. Kolonnām, sijām un arī to savienojumiem jāspēj uzņemt šie spēki.



- a) Rāmim, kas jūtīgs pret horizontālām slodzēm      b) Rāmim, kas nav jūtīgs pret horizontālām slodzēm

**Attēls 2-5. Stīga rāmja momenta epīras**

Konstrukciju aprēķini ir atkarīgi no tā cik efektīvi darbojas augstāk minētās sistēmas horizontālo slodžu uzņemšanai. Eirokodeksā EN 1993-1-1 ir minēti kritēriji, lai noteiktu vai karkass ir jūtīgs pret horizontālām deformācijām. Ja tā ir, tad nevar vairs pielietot pirmās kārtas

analīzi (*first-order analysis*), bet jāievēro papildus piepūles, kas rodas no rāmja horizontālām deformācijām (otrās kārtas analīze/*second order analysis*).

Lai noteiktu vai pietiekama ir pirmās kārtas analīze (*first-order analysis*), vairumā gadījumu var lietot sakarību 5.2 no EN 1993-1-1:

$$\alpha_{crit} = \left( \frac{H_{Ed}}{V_{Ed}} \right) \left( \frac{h}{\delta_{H,Ed}} \right) \geq 10, \quad (5.2)$$

kur

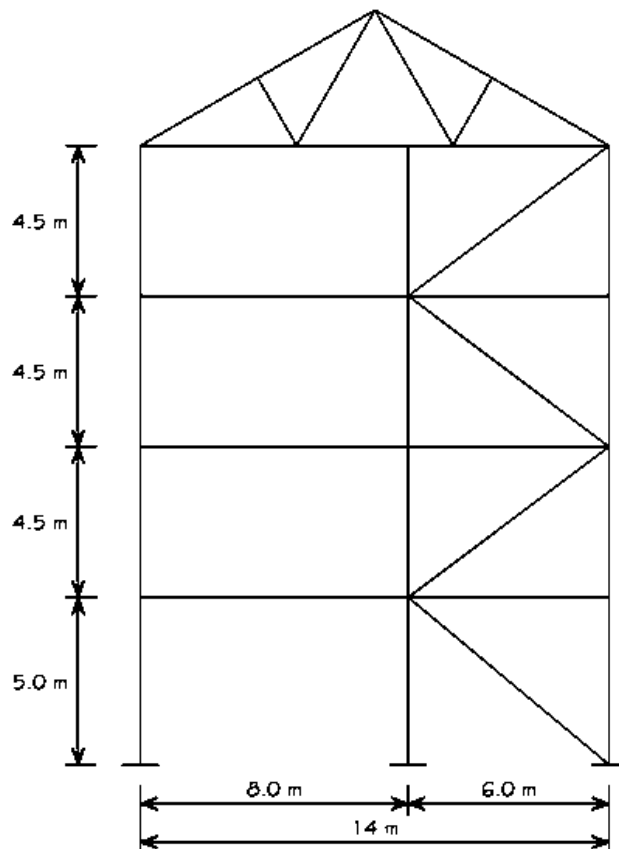
$H_{Ed}$	ir horizontālo slodžu izraisītās horizontālās reakcijas un fiktīvās horizontālās slodzes stāva pamatnē;
$V_{Ed}$	ir kopējā vertikālā aprēķina slodze uz konstrukciju pa stāva augšjoslu;
$\delta_{H,Ed}$	ir stāva augšjoslas horizontālais pārvietojums attiecībā pret stāva apakšjoslu, ja rāmis tiek slogots ar horizontālām slodzēm (piemēram, vējš) un fiktīvām horizontālām slodzēm, pieliktām katra stāva pamatnes līmenī;
$h$	ir stāva augstums.

Ja  $\alpha_{cr} \geq 10$ , konstrukcijas pirmās kārtas analīze (*first-order analysis*) ir pietiekama. Ja  $\alpha_{cr} \leq 3$ , konstrukcijas otrās kārtas analīze (*second-order analysis*) ir obligāta. Starpstadijā horizontālo deformāciju izraisītie efekti var tikt ņemti vērā ar koeficientu  $\alpha_{cr}/(\alpha_{cr}-1)$ .

Konstrukciju elementu un stabilitātes aprēķinā jāņem vērā arī materiāla un ģeometrijas nepilnības. Materiāla nepilnības tiek ņemtas vērā elementu noturības aprēķinos. Ģeometriskās nepilnības aprēķinu shēmā parasti ņem vērā, uz konstrukciju (stabilitātes rāmjiem) pieliekot ekvivalento horizontālo spēku (EHF). Uz drošo pusi EHF var pieņemt kā 0,5% no kopējā aprēķina vertikālās iedarbes plus horizontālā iedarbe katra stāva līmenī uz atbilstošo rāmi. Ja ārējo iedarbju horizontālās vērtības uz rāmi sastāda vairāk par 15% no vertikālās iedarbes ģeometrisko nepilnību efekts būs mazs un EN 1993-1-1 ļauj to neņemt vērā.

**Piemērs** („Steel Building Design. Worked Examples for Students” .SCI Publication P387;2009):

Noteikt vai attēlā 2-6. redzamajam rāmim būs pietiekama pirmās kārtas analīze (*first-order analysis*). Ēkas šķērsrāmju solis ir 6m. Kopējais ēkas garums ir  $8 \times 6 = 48$ m. Visi savienojumi pieņemti locīklveida. Konstrukciju stabilitāti nodrošina saišu sistēmas – jumta saišu sistēma un vertikālo saišu sistēma un pārseguma diafragmas kopdarbība. Attēlā dotais rāmis atrodas ēkas galos, tādejādi uzņemot pusi no visas vēja slodzes attiecīgajā virzienā. Uz ēku kopējā raksturīgā vēja iedarbe piemērā apskatāmajā virzienā ir  $F_h = 925$ kN. Saišu sistēmai jāuzņem papildus arī spēki, kas rodas no ģeometriskām nepilnībām (piemēram, novirze no vertikālītātes). Ekvivalentais horizontālais spēks (EHF) tiek pieņemts 1/200 (0.5%) no kopējās vertikālās aprēķina slodzes katra stāva līmenī.



**Attēls 2-6. Rāmja shēma**

Šī slodze, tāpat kā vēja slodze, caur jumta saišu sistēmu un pārseguma diafragmām tiek nodota uz ēkas gala vertikālajām saitēm (apskatāmajā virzienā).

#### Nestspējas robežstāvoklis (ULS)

Saišu sistēmas pārbaude uz horizontālo deformāciju jūtīgumu ir nestspēja robežstāvokļa pārbaude.

#### Horizontālo iedarbju aprēķina vērtība

Vēja slodzes aprēķina vērtība:

$$=1.5 \times 925 = 1388 \text{ kN}$$

Iedarbe uz gala rāmi:

$$=0.5 \times 1388 = 694 \text{ kN}$$

Attiecīgi jumta pārseguma līmenī pieņem:  $=694/8 = 86.8 \text{ kN}$ ;

Attiecīgi pārseguma līmenī pieņem:  $=694/4 = 173.5 \text{ kN}$ ;

#### Vertikālo iedarbju aprēķina vērtība

Jumts:

Dota pastāvīgā iedarbe = 0.83 kN/m<sup>2</sup>

Dota mainīgā iedarbe = 0.3 kN/m<sup>2</sup>

Iedarbe uz vienu rāmi: =  $14 \cdot 6 (1.35 \cdot 0.83 + 1.5 \cdot 0.3) = 132.2kN$

Kopējā iedarbe: =  $8 \cdot 132.2 = 1058kN$

Ekvivalentais horizontālais spēks (EHF) uz gala rāmi: =  $0.5 \cdot 0.5\% \cdot 1058 = 2.7kN$

Pārsegumi:

Dota pastāvīgā iedarbe = 3.42 kN/m<sup>2</sup>

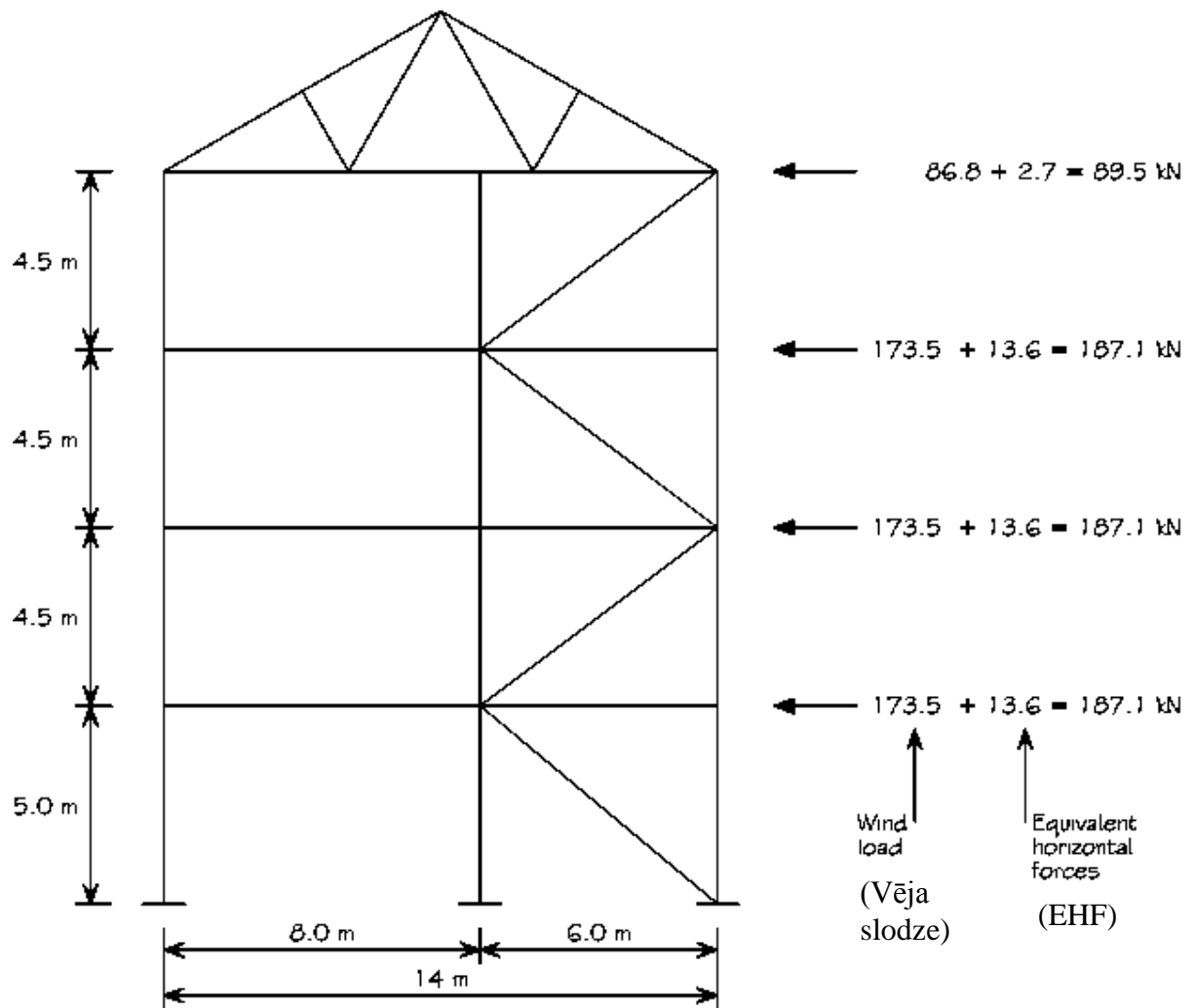
Dota mainīgā iedarbe = 2.31 kN/m<sup>2</sup>

Iedarbe uz vienu rāmi: =  $14 \cdot 6 (1.35 \cdot 3.42 + 1.5 \cdot 2.31) = 679kN$

Kopējā iedarbe: =  $8 \cdot 679 = 5433kN$

Ekvivalentais horizontālais spēks (EHF) uz gala rāmi: =  $0.5 \cdot 0.5\% \cdot 5433 = 13.6kN$

Saskaņā ar EN 1993-1-1 5.3.2 (3) šis spēks var tikt samazināts. Konservatīvi ir nesamazināt EHF vērtību.



Attēls 2-7. Horizontālās slodzes uz rāmi

Izmantojot statikas aprēķina programmu attēlā 2-7. redzamai shēmai aprēķinātas relatīvās izlieces katrā stāvā. Skat. att. 2-8.

Rāmja stabilitātes aprēķins:

$$\alpha_{\text{crit}} = \left( \frac{H_{\text{Ed}}}{V_{\text{Ed}}} \right) \left( \frac{h}{\delta_{\text{H,Ed}}} \right) \geq 10$$

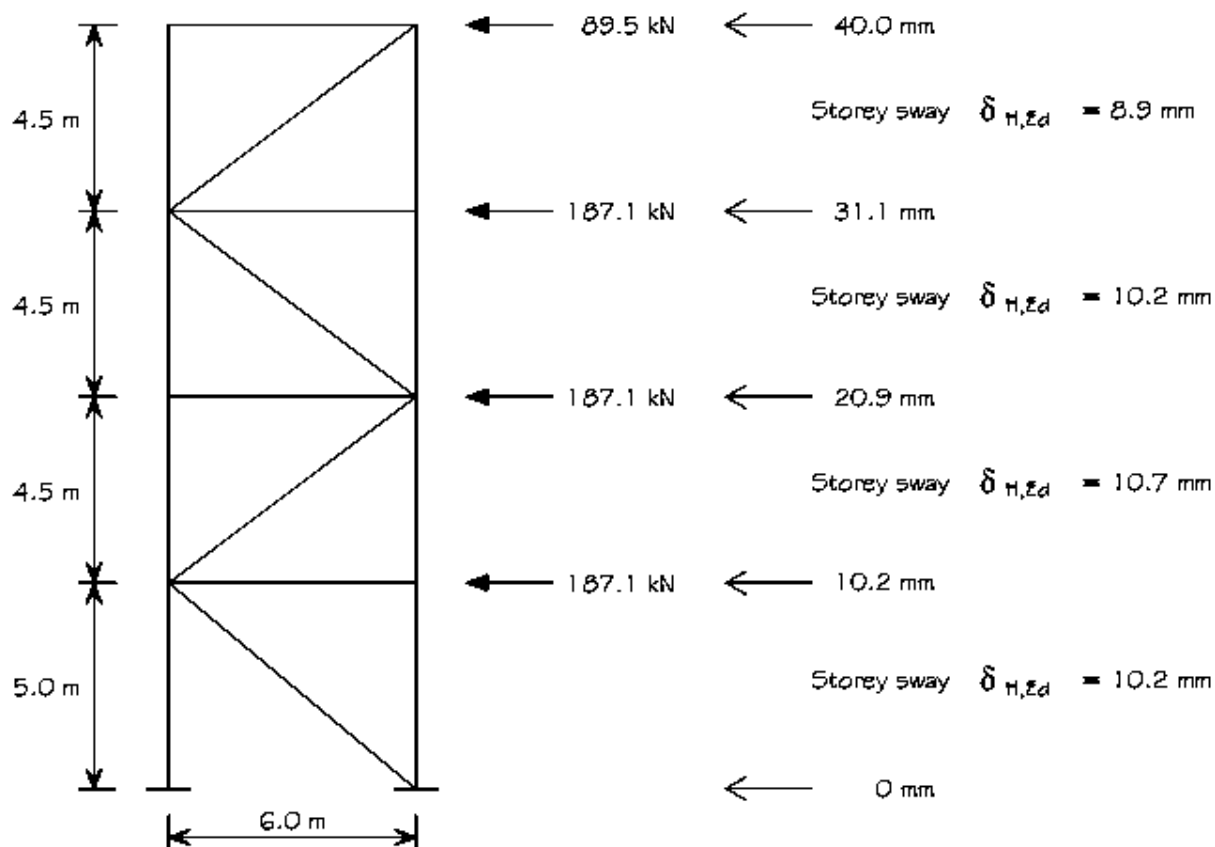
kur

$H_{Ed}$  ir horizontālo slodžu izraisītās horizontālās reakcijas un fiktīvās horizontālās slodzes stāva pamatnē;

$V_{Ed}$  ir kopējā vertikālā aprēķina slodze uz konstrukciju pa stāva augšjoslu;

$\delta_{H,Ed}$  ir stāva augšjoslas horizontālais pārvietojums attiecībā pret stāva apakšjoslu, ja rāmis tiek slogots ar horizontālām slodzēm (piemēram, vējš) un fiktīvām horizontālām slodzēm, pieliktām katra stāva pamatnes līmenī;

$h$  ir stāva augstums.



Attēls 2-8. Rāmja relatīvās horizontālās izlieces

#### Ceturtais stāvs

$$H_{Ed,4} = 89.5 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,4} = 1058 \cdot 0.5 = 529 \text{ kN}$$

$$\alpha_{cr,4} = \frac{89.5}{529} \cdot \frac{4500}{8.9} = 85.5 > 10$$

#### Trešais stāvs

$$H_{Ed,3} = 89.5 + 187.1 = 276.6 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,3} = 529 + 0.5 \cdot 5433 = 3246 \text{ kN}$$

$$\alpha_{cr,3} = \frac{276.6}{3215} \cdot \frac{4500}{10.2} = 37.6 > 10$$

### Otrais stāvs

$$H_{Ed,2} = 276.6 + 187.1 = 463.7kN$$

$$V_{Ed,2} = 3246 + 0.5 \cdot 5433 = 5963kN$$

$$\alpha_{cr,2} = \frac{463.7}{5963} \cdot \frac{4500}{10.7} = 37.6 > 10$$

### Pirmais stāvs

$$H_{Ed,1} = 463.7 + 187.1 = 650.8kN$$

$$V_{Ed,1} = 59363 + 0.5 \cdot 5433 = 8680kN$$

$$\alpha_{cr,1} = \frac{650.8}{8680} \cdot \frac{5000}{10.2} = 36.8 > 10$$

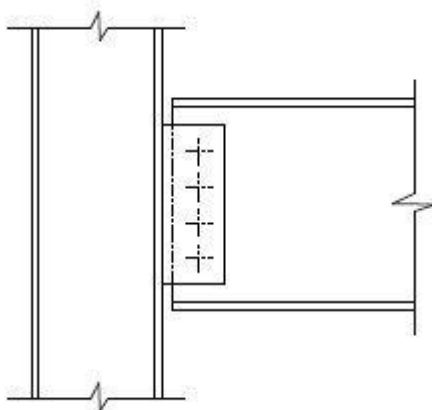
Visos stāvos  $\alpha_{cr} \geq 10$ , tādējādi konstrukcijas pirmās kārtas analīze (*first-order analysis*) ir pietiekama.

## 2.4. Savienojumi

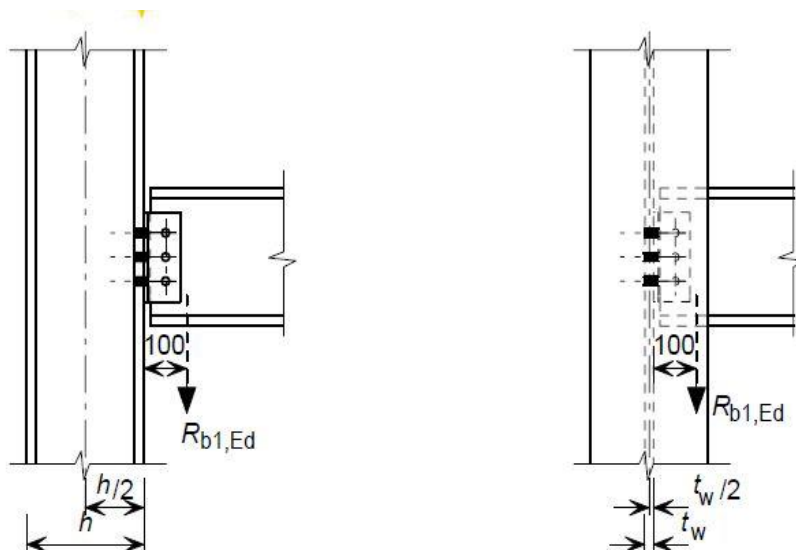
Tērauda karkasu var klasificēt atkarībā no siju - kolonnu savienojuma mezgliem:

- nomināla locīkla (Att. 2-9);
- semi-locīkla (Att. 2-11);
- stingi savienojumi (Att. 2-12).

Savienojumos ar nominālo locīklu aprēķinos siju-kolonnu mezglos tiek nodots tikai šķērsspēks no sijas gala uz kolonnu. Savienojuma elementu proporcijām jābūt tādām, lai būtu iespējams pagrieziens. Tā kā īstā konstrukcijā tomēr tiek nodots zināms moments, tad to var ievērtēt kolonnu šķērsriezuma aprēķinā, pieliekot nominālu momenta vērtību. Skat. att. 2-12.



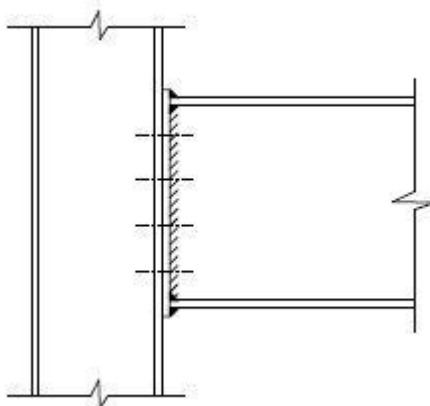
Attēls 2-9. Kolonnas-sijas locīklveida savienojums



$$M_{\text{nom}} = R_{b1,ED} \left( \frac{h}{2} + 100 \text{ mm} \right) \text{ or } M_{\text{nom}} = R_{b1,ED} \left( \frac{t_w}{2} + 100 \text{ mm} \right)$$

**Attēls 2-10. Kolonnas-sijas locīklveida savienojuma nominālais moments uz kolonnu**

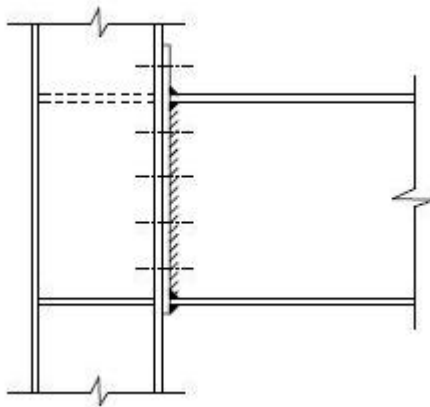
Savienojums ar semi-locīklu papildus nodod ievērojamus momentus no sijas gala uz kolonnu. Tomēr zināma pagrieziena brīvība mezglā ļauj pārdalīt daļu momentu uz citiem rāmja elementiem. Šāda aprēķina shēma ir sarežģīta, jo tajā ir jāmodelē savienojumu darbība.



**Attēls 2-11. Kolonnas-sijas semi-locīklveida savienojums**

Stingi savienojumi projektēti tā, lai būtu spējīgi pārvadīt visu sijas gala momentu uz kolonnām.





**Attēls 2-12. Kolonnas-sijas stings savienojums**

Projektējot jāņem vērā šādi aspekti:

- a) Savienoto elementu centrālām garenasīm jābūt centrētām uz vienu punktu. Ja tas netiek nodrošināts, tad jāņem vērā ekscentritāte aprēķinos.
- b) Siju un kolonnu montāžas savienojumu vietās skrūvēm un metinājumiem jābūt rēķinātiem uz pilnu aprēķina slodzi. Var ņemt vērā, ka spiedes ass spēks tiek nodots no kolonas uz kolonu tiešā balstījumā tikai tad, ja tiek nodrošināta visas kolonas šķērsriezuma virsmas pilna saskare.
- c) Pārsvarā savienojumos tiek lietotas skrūves M20 kl.8.8. Mazākos elementos var lietot M16 kl.8.8. Ļoti stipri slogotos elementos, var lietot skrūves līdz pat M30, taču jāveic kontroles pārbaude uz būves.
- d) Jāpārbauda vietējā nestspēja elementiem savienojumos un kur nepieciešams jālieto papildus stinguma ribas.
- e) Ja tiek lietoti dažādi metāli savienojumos, jābūt neoprēna paplākšņiem un paliktņiem, lai nepieļautu koroziju.
- f) Stūra šuve, kuras garums ir mazāks par 30mm vai seši šuves biezumi  $a$ , nevar tik lietota kā slodzi nesoša.
- g) Šuves var tikt projektētas pārtrauktas un nepārtrauktas, taču nav pieļaujama nepārtrauktu šuvju lietošana korozīvos apstākļos vai, ja pakļauta noguruma iedarbībai.
- h) Vienu stūra šuvi nevar lietot, ja tā pakļaut momenta iedarbībai ap garenvirziena asi.
- i) Minimālais šuves katetes izmērs ir 4mm.

## 2.5. Deformāciju šuves

Uz ēku tās kalpošanas laikā darbojas dažādi fizikāli efekti:

- a) temperatūras maiņas un termiskā izplešanās;
- b) pamatu sēšanās;
- c) betona rukums un šļūde;
- d) vibrācijas.

Mazākās ēkās šo fenomenu ietekme nav tik būtiska un var tikt ignorēta. Lielām būvēm vai arī tādām uz kurām darbojas speciāli apstākļi, jāspēj uzņemt dažādu daļu atšķirīgos pārvietojumus. Pēc vajadzības var tik pielietoti viens vai vairāki paņēmieni kā to panākt:

- a) temperatūras šuve (expansion joints) – garām ēkām atļauj temperatūras maiņas ietekmē radītos pārvietojumus, lai samazinātu spēkus konstrukcijā, ko rada termiskā iedarbe;
- b) konstruktīvā šuve (construction joint) – kontrolē betona grīdu un dz/bet plātnes uz grunts rukumu;
- c) Šuves apjomu atdalīšanai (separation joints) – nodrošina atsevišķu darbību ēkās daļām kam ir dažādi augstumi vai konstrukciju veids.

Projektējot ēku jāņem vērā šo šuvju izvietojumu. Atsevišķām šuvēm jābūt projektētām tā, lai tās spētu uzņemt tām paredzēto horizontālo vai vertikālo pārvietojumu. Ēkas vertikālām saitēm jābūt izvietotām, ņemot vērā šo šuvju atrašanās vietas. Vertikālām saitēm nav jāuzņem pārvietojumi, kuri tiek realizēti ar vertikālo šuvju palīdzību. Katrai ēkas daļai atdalītai ar temperatūras šuvēm, jānodrošina horizontālā stabilitāte. Visiem ēkā esošiem aprīkojumiem (piem. konveijers) izvietojumā jāņem vērā šo šuvju esamība un darbība.

Projektējot temperatūras šuves, jāizšķir divu veida konstrukcijas - tādas, kas atrodas ārējo vides apstākļu ietekmē, un tādas, kas atrodas apkurināmas ēkas apjoma iekšpusē. Pirmās būs pakļautas daudz lielākām temperatūras radītām deformācijām.

Termālo efektu neievērošana var novest pie:

- a) Bojājumiem balstu vietās, ieskaitot plaisas un pat sienu nestabilitāti, kas balsta liela laidums sijas vai kopnes;
- b) Savienojumu bojājumiem;
- c) Ievērojamiem iekšējiem spēkiem statistiski nenoteicamās sistēmās.

## 2.6. Ēkas robustums

Eirokodeks EN 1991-1-7 (Ārkārtējās iedarbes) iedala ēkas klasēs pēc sabrukšanas seku nozīmīguma. Konstruējot ēkas karkasu jāņem vērā minētā Eurokodeksā izvirzītās prasības, lai novērstu neproporcionālu vai lielu ēkas sabrukumu neparedzētu ārkārtas iedarbju rezultātā. Ēku iedalījuma piemērs un atbilstošās prasības apkopotas tabulā 2-1.

tab.2-2

### Ēku robustuma klasifikācija

Klase	Piemēri	Konstruēšanas prasības
1	-ģimenes mājas ≤ 4 stāvi; -lauksaimniecības būves	Nav speciālu prasību
2a zemākā riska grupa	-piecstāvu dzīvojamās ēkas; viesnīcas, kas nav augstākas par 4 stāviem; -biroja ēkas, kas nav augstākas par 4 stāviem; -industriālās būves, kas nav augstākas par 3 stāviem; -komercplatības, kas nav augstākas par 3 stāviem vai stāva platība nepārsniedz 1000m <sup>2</sup> ; -vienstāvu izglītības ēkas	Efektīvas horizontālās saites (prasības definētas EN EN 1991-1-7 pielikumā A)
2b augstākā riska grupa	Biroja ēkas, apartamentu ēkas, viesnīcas u.c., kas ir augstākas par 4 stāviem, bet ne augstākas par 15 stāviem	Efektīvas horizontālās un vertikālās saites vai alternatīvs variants ir aprēķinā (ārkārtas iedarbes kombinācijas) izņemot ārā noteiktus galvenos elementus (prasības definētas EN 1991-1-7 pielikumā A)
3	Biroja ēkas u.c., kas ir augstākas par 15 stāviem, vai citas nozīmīgas būves, kas neietilpst augstāk minētajās klasēs	Nepieciešams riska novērtējums

## 2.7. Ugunsizturība

Eiropkodeksa EN 1993-1-1 dotās materiālu īpašības attiecas uz materiāla darbību vidējā temperatūrā. Uguns apstākļos materiālu īpašības jāņem saskaņā ar EN 1993-1-2. Nesošie tērauda konstrukciju elementi var tik aizsargāti ar dažādām metodēm. Aizsargājošais materiāls un tā biezums ir atkarīgs no laika kādu elementam ir jāiztur ugunī, kā arī no šķērsriezuma perimetra/šķērsriezuma laukuma attiecības. Orientējošie aizsargmateriālu biezumi doti tabulā 2-2 („Manual for the Design of Steelwork Building Structures to Eurocode 3. The Institution of Structural Engineers.2010”):

tab.2-2

### Tērauda konstrukciju uguns aizsardzība

Aizsardzības veids	Aptuvenš biezums mm atbilstošajam laika periodam	
	60 min	120 min
Uzsmidzinājums	20	35
Apšuvums	15	30
Aizsargkrāsa	1-5	-
Stiegrots betona apvalks – slodzi nesošs	50	50
Stiegrots betona apvalks – slodzi nenesošs	25	25

## 2.8. Pārseguma konstrukcija

Parasti starpstāvu pārsegumos tiek izvietotas galvenās sijas, uz kurām tiek balstītas klāja sijas. Nesošo tērauda siju aprēķins un arī visas konstrukcijas darbība ir atkarīga no starpstāvu pārseguma konstrukcijas – tas var nodrošināt pārseguma siju spiesto plauktiņu noturību un diafragmas darbību, lai nodotu horizontālās slodzes uz to uzņemšanai paredzētajām sistēmām. Tabulā 2-3 apkopotas biežāk lietotās pārseguma konstrukcijas elementi un to ietekme uz nesošajām tērauda konstrukcijām. Dati no „Manual for the Design of Steelwork Building Structures to Eurocode 3. The Institution of Structural Engineers.2010.

**Biežāk sastopamās pārseguma konstrukcijas elementi**

Veids	Laidums, m	Biezums, mm	Būvniecības procesa ilgums	Siju spiestā plauktiņa iespīlējums	Pārseguma diafragmas darbība	Piezīmes
Koka sijas	2.5-4.0	150-300	vidējs	Vājšs	Vāja	
Monolītais dzelzsbetons	3.0-6.0	150-250	vidējs	Ļoti labs	Ļoti laba	
Saliekamais dzelzsbetons	3.0-6.0	110-220	ātrs	Slikts - vidējs	Vidēja - laba	diafragmas darbība atkarīga no konkrēta projekta;
Monolītais dzelzsbetons uz tērauda profilētā klāja (kompozīta darbība)	2.5-9.0	110-200+	vidējs	Ļoti labs	Ļoti laba	Jāveic papildus pārbaudi uz pārseguma vibrācijām

### 3. IZMANTOTĀS LITERATŪRAS SARAKSTS

1. EN 1990:2002(E) - Basis of structural design
2. EN 1991-1-1:2003 - Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-1: General actions - Densities, self-weight and imposed loads for buildings
3. EN 1991-1-4:2005(E) - Actions on structures – Part 1-4: General actions - Wind actions.
4. EN 1993-1-1:2004(E) - Design of steel structures – Part 1-1: General rules and rules
5. EN 1993-1-2:2004 - Design of steel structures – Part 1-2: General rules. Structural fire
6. EN 1991-1-7:2006 - Eurocode 1 - Actions on structures - Part 1-7: General actions - Accidental actions
7. Manual for the design of steel structures to Eurocode 3; The Institution of structural Engineers; 2010
8. Steel building design: Worked examples for students; The Steel Construction Institute
9. Internets: [http://old.em.gov.lv/images/modules/items/1\\_02.pdf](http://old.em.gov.lv/images/modules/items/1_02.pdf)
10. Internets: <http://www.access-steel.com/>