

RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE
Būvkonstrukciju katedra

V. Goremikins, I. Mieriņš

**METODISKIE NORĀDĪJUMI
LABORATORIJAS DARBU IZPILDEI
PRIEKŠMETĀ „KOKA UN PLASTMASU
KONSTRUKCIJAS”**

Rīga
2011

V. Goremikins, I. Mieriņš. Metodiskie norādījumi laboratorijas darbu izpildei priekšmetā „Koka un plastmasu konstrukcijas”, Rīga: RTU, 2011, 35. lpp.

Laboratorijas darbi paredzēti RTU būvniecības specialitāšu studentiem, kas apgūst priekšmetu „Koka un plastmasu konstrukcijas”. Laboratorijas darbiem dota īsa izpildes programma un eksperimentālo datu apstrāde, kā arī kontroles jautājumi katram darbam.

Laboratorijas darbus sastādīja:
asistents Vadims Goremikins un docents Imants Mieriņš

Recenzents:
asoc.prof. Dmitrijs Serdjuks

ISBN 978-9934-8151-9-5

PRIEKŠVĀRDS

Laboratorijas darbu gaitā studentiem jāveic dažādu koka un plastmasu konstrukciju modeļu pārbaudes. Studentiem jāiegūst izpratne par konstrukciju faktisko darbību. Jānovērtē konstrukciju modeļu atbilstība Eirokodeksa EN 1995-1-1 prasībām, konstrukciju stiprība un deformācijas, kā arī jāapgūst eksperimentālā darba pamatprincipi. Laboratorijas darbos ietilpst koka elementu dažāda savienojuma konstrukciju izpēte un pārbaude. Pirms laboratorijas darbu uzsākšanas studentam jāapgūst teorētiskā kursa attiecīgās nodaļas. Darba gaitā šajā žurnālā jāieraksta visi mērījumi un novērojumi, jā sastāda tabulas, patstāvīgi jāveic rezultātu analīze. Lai saņemtu pozitīvu vērtējumu, studentam jāuzrāda pasniedzējam laboratorijas darbu žurnāls, jādod paskaidrojumi par darba izpildes gaitu, iegūtiem rezultātiem, kā arī jāatbild uz kontroles jautājumiem.

SATURS

PRIEKŠVārds	3
1. LABORATORIJAS DARBS. GALA IESĒJUMA PĀRBAUDE	5
1.1. GALA IESĒJUMA ĢEOMETRISKIE IZMĒRI	5
1.2. PARAUGA NESTSPĒJAS NOTEIKŠANA	6
1.3. GALA IESĒJUMA PĀRBAUDE	7
1.4. PĀRBAUDES REZULTĀTU GRAFISKĀ SAKARĪBA	9
1.5. REZULTĀTU SALĪDZINĀJUMS	9
1.6. SLĒDZIENS PAR SAVIENOJUMA DARBĪBU	10
1.7. KONTROLES JAUTĀJUMI	10
2. LABORATORIJAS DARBS. BULTSKRŪVJU SAVIENOJUMA PĀRBAUDE	11
2.1. SAVIENOJUMA ĢEOMETRISKIE IZMĒRI	11
2.2. SAVIENOJUMA NESTSPĒJAS NOTEIKŠANA	12
2.3. PĀRVIETOJUMU NOTEIKŠANA	14
2.4. BULTSKRŪVES SAVIENOJUMA PARAUGA PĀRBAUDE	14
2.5. PĀRBAUDES REZULTĀTU GRAFISKĀS SAKARĪBAS	16
2.6. DROŠUMA KOEFICIENTU NOTEIKŠANA:	16
2.7. SLĒDZIENS PAR DARBU	17
2.8. KONTROLES JAUTĀJUMI	17
3. LABORATORIJAS DARBS. NAGLOTA SAVIENOJUMA PĀRBAUDE	18
3.1. SAVIENOJUMA ĢEOMETRISKIE IZMĒRI	18
3.2. SAVIENOJUMA NESTSPĒJAS NOTEIKŠANA	20
3.3. PĀRVIETOJUMU NOTEIKŠANA	23
3.4. NAGLOTA SAVIENOJUMA PARAUGA PĀRBAUDE	24
3.5. PĀRBAUDES REZULTĀTU GRAFISKĀS SAKARĪBAS	26
3.6. DROŠUMA KOEFICIENTU NOTEIKŠANA:	26
3.7. SLĒDZIENS PAR DARBU	27
3.8. KONTROLES JAUTĀJUMI	27
4. LABORATORIJAS DARBS. VIENGABALA UN LĪMĒTAS SIJAS PĀRBAUDE	28
4.1. SIJU ĢEOMETRISKIE IZMĒRI	28
4.2. SIJU PĀRBAUDE	29
4.3. PĀRBAUDES REZULTĀTU APSTRĀDE	31
4.4. KOKSNES ATBILSTĪBA STIPRĪBAS KLASĒM	33
4.5. GRAFISKĀS SAKARĪBAS	33
4.5. SLĒDZIENS PAR DARBU	34
4.6. KONTROLES JAUTĀJUMI	34
IZMANTOTĀS LITERATŪRAS SARAKSTS	35

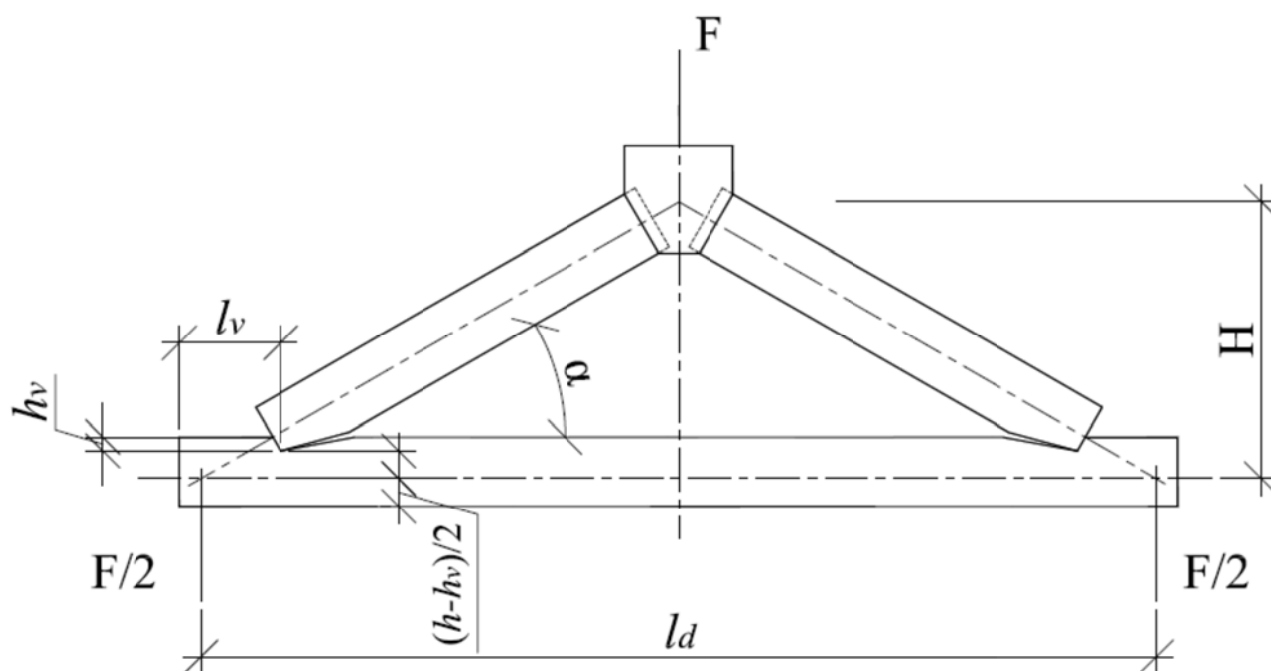
1. LABORATORIJAS DARBS.

GALA IESĒJUMA PĀRBAUDE

Uzdevums:

1. Noteikt gala iesējuma teorētisko nestspēju;
2. Noteikt gala iesējuma parauga faktisko nestspēju;
3. Salīdzināt teorētiskus un praktiskus rezultātus;
4. Attēlot sakarību starp slodzi un deformācijām gala iesējumā.

1.1. GALA IESĒJUMA ĢEOMETRISKIE IZMĒRI



1.1. att. Gala iesējuma shēma

Parauga ģeometriskie izmēri:

Joslu platums:	$b =$	mm;
Apakšējās joslas augstums:	$h =$	mm;
Iecirtuma dziļums:	$h_v =$	mm;
Skaldes laukuma garums:	$l_v =$	mm;
Parauga laidums:	$l_d =$	mm;
Parauga augstums starp asīm:	$H =$	mm;
Instrumentu bāze:	$l_{(i)} =$	mm.

Materiāla rakstūrvērtības:

Koksnes klase:	C22	
Koksnes stiprība spiedē šķiedru virzienā:	$f_{c,0,k} =$	N/mm ² ;
Koksnes stiprība spiedē šķērsām šķiedrām:	$f_{c,90,k} =$	N/mm ² ;
Koksnes stiprība skaldē:	$f_{v,k} =$	N/mm ² ;
Koksnes blīvums:	$\rho_k =$	kg/m ³ ;

Slodzes raksturs:

Slodzes darba apstākļu klase:

Slodzes darbības ilgums:

Modifikācijas faktors: $k_{mod} =$

1.2. PARAUGA NESTSPĒJAS NOTEIKŠANA

Virsmas spiedes leņķis:

$$\alpha = \arctg\left(\frac{H}{l_d / 2}\right) =$$

Virsmas spiedes laukums:

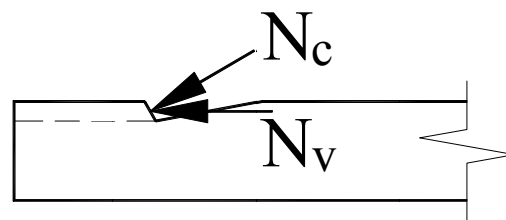
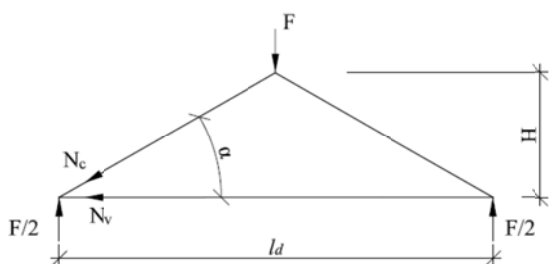
$$A_c = \frac{h_v}{\cos \alpha} \cdot b = \text{mm};$$

Skaldes laukums:

$$A_v = l_v \cdot b = \text{mm}.$$

Koksnes stiprība spiedē leņķī pret šķiedrām:

$$f_{c,\alpha,k} = \frac{f_{c,0,k}}{\frac{f_{c,0,k}}{f_{c,90,k}} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} = \text{N/mm}^2;$$



1.2. att. Parauga shēma

Piepūle virsmas spiedē:

$$N_c = f_{c,\alpha,k} \cdot A_c = \text{kN};$$

Piepūle skaldē:

$$N_v = f_{v,k} \cdot A_v = \text{kN};$$

Parauga nestspēja virsmas spiedē:

$$F_c = 2 \cdot N_c \cdot \sin \alpha = \text{kN};$$

Parauga nestspēja skaldē: $F_v = 2 \cdot N_v \cdot \operatorname{tg} \alpha =$ kN;

Savienojuma nestspēja:

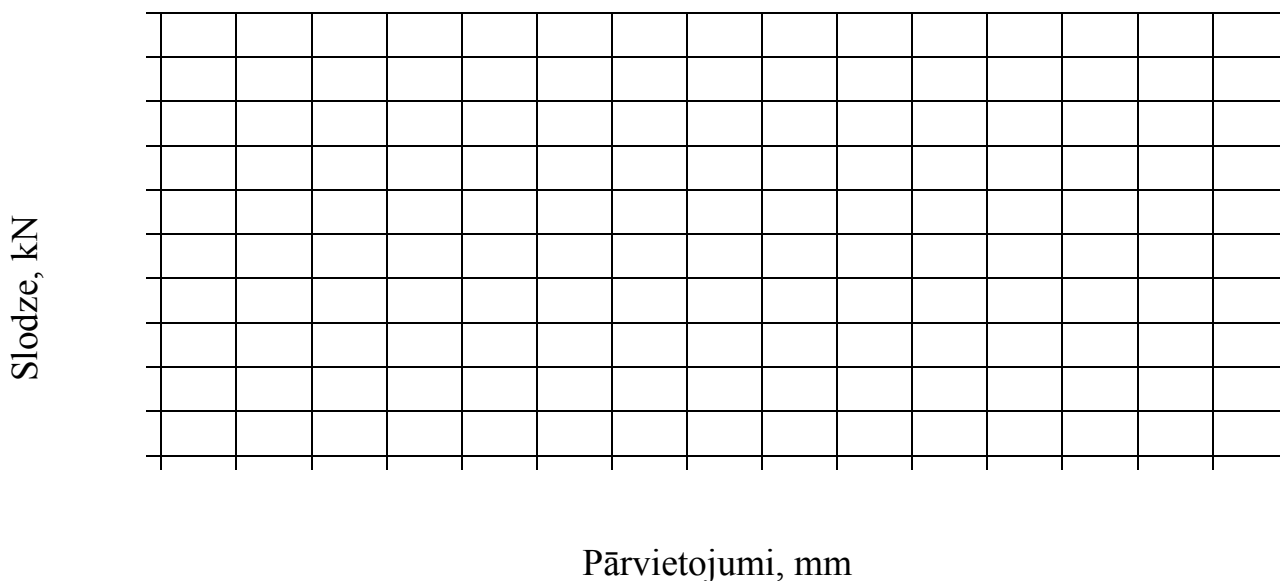
$$F = \min \left\{ \begin{matrix} F_c \\ F_v \end{matrix} \right\} = \text{kN.}$$

1.3. GALA IESĒJUMA PĀRBAUDE

Parauga pārbaudes gaitā nosaka virsmas spiedes deformācijas un graužošo slodzi. Parauga slogošanu veic pakāpjveidā. Virsmas spiedes deformāciju noteikšanai pēc katras slodzes pakāpes nolasa abu indikatoru rādījumus un atzīmē 1.1.tabulā. Pēc 8 ... 10 slodzes pakāpēm indikatorus noņem un slogošanu turpina līdz paraugs sagrūst. Mērījumu rezultātu apstrādi izdara 1.1. tabulā. Nosaka deformācijas lielumu katrā slodzes pakāpē un vidējās deformācijas lielumu no slogošanas sākuma.

1.4. PĀRBAUDES REZULTĀTU GRAFISKĀ SAKARĪBA

Pēc mērījumu rezultātiem uzzīmē slodzes un vidējās absolūtās deformācijas sakarību diagrammu (1.3.att.).



1.3. att. Sakarība starp pielikto spēku un deformāciju gala iesējumam

1.5. REZULTĀTU SALĪDZINĀJUMS

Atšķirība starp eksperimentā noteikto un aprēķināto graužošās slodzes vērtību novērtē %:

$$\frac{F_{gr} - F}{F} \cdot 100\% =$$

Atšķirība starp eksperimentā noteiktajiem skaldes spriegumiem un koksnes stiprību skaldē:

$$\frac{f_{v,k} - \tau_{v,eksp}}{\tau_{v,eksp}} \cdot 100\% =$$

eksperimentā noteiktā piepūle skaldē:

$$N_{v,eksp} = \frac{F_{gr}}{2 \cdot \operatorname{tg} \alpha} =$$

eksperimentā noteiktie spriegumi skaldē:

$$\tau_{v,eksp} = \frac{N_{v,eksp}}{A_v} =$$

1.6. SLĒDZIENS PAR SAVIENOJUMA DARBĪBU

1.7. KONTROLES JAUTĀJUMI

1. Skaldes spriegumu epīras vienpusīgās un abpusējās skaldes gadījumā.
2. Savienojuma aprēķina nestspējas noteikšana, ja darbojas virsmas spiede un skalde.
3. Gala iesējuma aprēķinā lietotās koksnes aprēķina pretestības.
4. Vienzoba gala iesējuma konstruēšanas noteikumi.
5. Gala iesējuma deformāciju analīze.

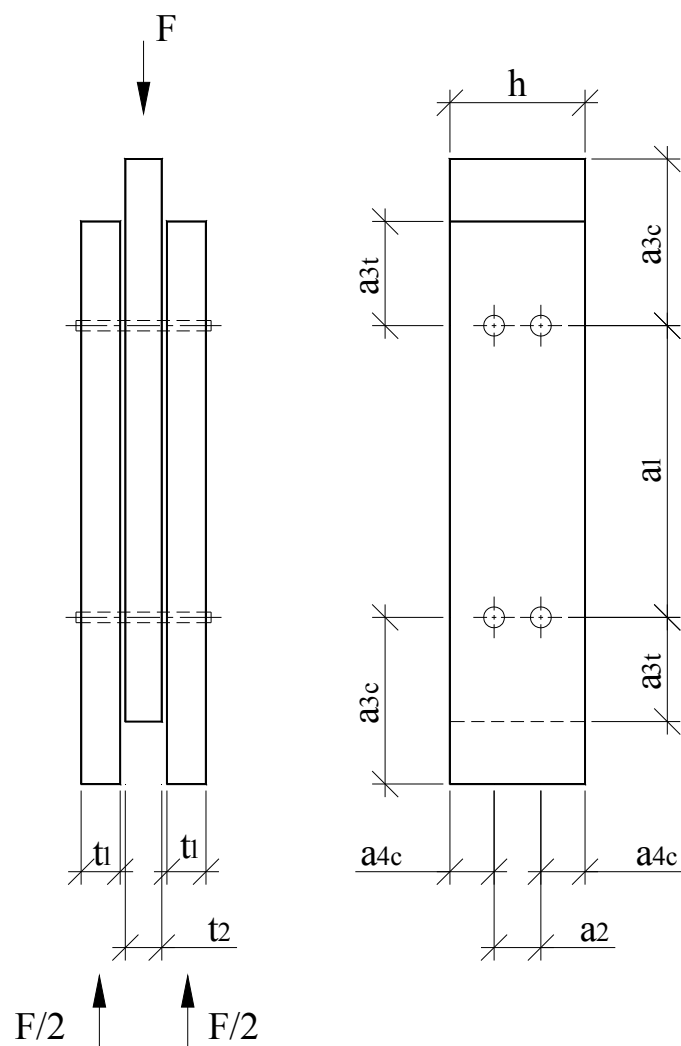
2. LABORATORIJAS DARBS.

BULTSKRŪVJU SAVIENOJUMA PĀRBAUDE

Uzdevums:

1. Pārbaudīt, vai savienojuma paraugs atbilstība Eirokodeksa EN 1995-1-1 prasībām;
2. Noteikt savienojuma teorētisko nestspēju;
3. Noteikt savienojuma parauga faktisko nestspēju;
4. Noteikt savienojuma drošuma koeficientus pēc stiprības un deformācijām;
5. Attēlot sakarību starp slodzi un deformācijām.

2.1. SAVIENOJUMA ĢEOMETRISKIE IZMĒRI



2.1.att. Bulskrūvju savienojuma shēma

Parauga ģeometriskie izmēri:

Malējo elementu izmērs:	$t_1 =$	mm;		
Vidēja elementa biezums:	$t_2 =$	mm;		
Elementu augstums:	$h =$	mm;		
Skrūves diametrs:	$d =$	mm;		
Bultskrūvju skaits vienā rindā:	$n =$			
Rindu skaits:	$n_r =$			
Nobīdes plākņu skaits:	$n_c =$			
Naglu solis:	$a_1 =$	mm;	$a_{3t}/a_{3c} =$	mm;
	$a_2 =$	mm;	$a_{4c} =$	mm.

Materiālu rakstūrvērtības:

Koksnes klase:	C22		
Koksnes stiprība spiedē:	$f_{c,0,k} =$	N/mm ² ;	
Koksnes blīvums:	$\rho_k =$	kg/m ³ ;	
Skrūves klase:			
Tērauda stiprības rakstūrvērtība stiepē:	$f_{u,k} =$	N/mm ² ;	
Slodzes raksturs:			
Slodzes darba apstākļu klase:			
Slodzes darbības ilgums:			
Modifikācijas faktors:	$k_{mod} =$		

2.2. SAVIENOJUMA NESTSPĒJAS NOTEIKŠANA

Koksnes pretestība virsmas spiedē šķiedru garenvirzienā:

$$f_{h,k} = 0,082 (1 - 0,01d) \cdot \rho_k = \text{N/mm}^2;$$

$$f_{h,1,k} = f_{h,2,k} = f_{h,k} = \text{N/mm}^2;$$

$$\beta = (f_{h,1,k} / f_{h,2,k}) = 1$$

Bultskrūves raksturīgais lieces moments:

$$M_{y,Rk} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6} = \text{N}\cdot\text{mm};$$

Tapas nestspējas raksturvērtības savienojumā vienā nobīdes plaknē:

a) Lokālā spiedē malējā elementā ligzdas kontaktvirsmā sevišķi stingai tapai:

$$F_{v,Rk,1} = f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d = \text{N};$$

b) Lokālā spiedē vidējā elementā ligzdas kontaktvirsmā:

$$F_{v,Rk,2} = 0,5 \cdot f_{h,2,k} \cdot t_2 \cdot d = \text{N};$$

c) Tapai liecē, ja robežstāvoklī izveidojās viena plastiskā locīkla:

$$F_{v,Rk,3} = 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \cdot \left(\sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right) =$$

N;

d) Tapai liecē, ja robežstāvoklī izveidojās divas plastiskās locīklas:

$$F_{v,Rk,4} = 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} =$$

N;

Tapas nestspējas raksturvērtība savienojumā vienā nobīdes plaknē:

$$F_{v,Rk} = \min \{ F_{v,Rk,1}; F_{v,Rk,2}; F_{v,Rk,3}; F_{v,Rk,4} \} = \text{N};$$

Efektīvais tapu skaits vienā rindā:

$$n_{ef} = \min \left\{ \begin{array}{l} n \\ n^{0,9} \cdot \sqrt[4]{\frac{a_1}{13 \cdot d}} \end{array} \right\} =$$

Savienojuma raksturīga nestspēja:

$$F_{Rk} = n_{ef} \cdot n_c \cdot n_r \cdot F_{v,Rk} = \text{kN};$$

Savienojuma nestspēja ievērojot slodzes raksturu:

$$F_{Rd} = F_{Rk} \cdot k_{mod} = \text{kN};$$

2.3. PĀRVIETOJUMU NOTEIKŠANA

Savienotājlīdzekļa elastīgās bīdes modulis:

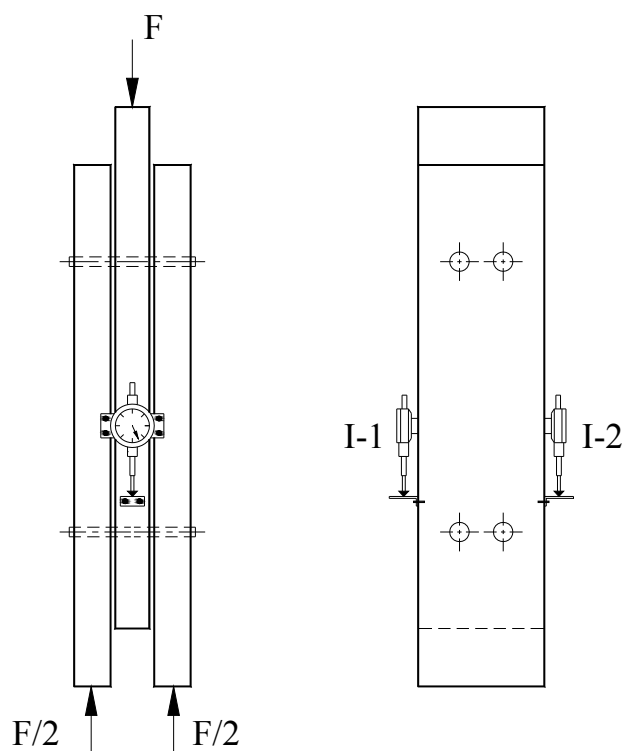
$$K_{ser} = \rho_k^{1.5} \cdot d/20 = \quad \text{N/mm};$$

Savienotu elementu galīgais pārvietojums:

$$u_{fin} = F/K_{ser} \cdot n \cdot n_c / n_r = \quad \text{mm};$$

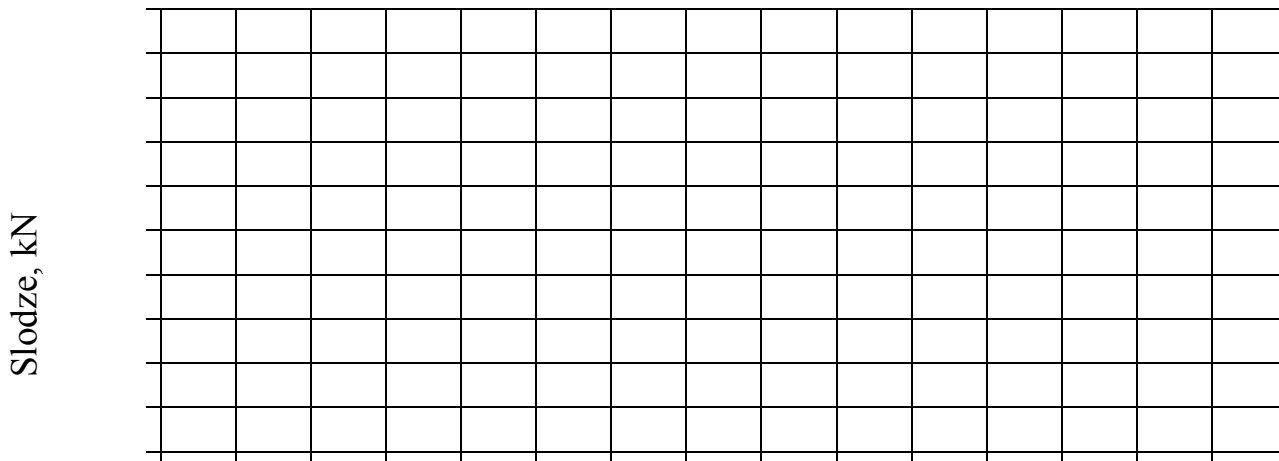
2.4. BULTSKRŪVES SAVIENOJUMA PARAUGA PĀRBAUDE

Parauga pārbaudes gaitā nosaka savienojuma deformācijas, kā arī graužošo slodzi. Instrumentu izvietojums parādīts 2.2 attēlā. Eksperimenta gaitā iegūtos rezultātus ieraksta 2.1. tabulā.



2.2. att. Parauga shēma

2.5. PĀRBAUDES REZULTĀTU GRAFISKĀS SAKARĪBAS



Pārvietojumi, mm
2.3. att. Savienojuma darbības raksturojums

2.6. DROŠUMA KOEFICIENTU NOTEIKŠANA:

a) Pēc savienojuma stiprības:

$$k_1 = \frac{F_u}{F_{Rd}} =$$

kur F_u – graužoša slodze

b) Pēc deformācijām:

$$k_2 = \frac{u}{u_{fin}} =$$

kur u – savienojuma deformācija pie aprēķina nestspējas;

u_{fin} – pieļaujama deformācija.

2.7. SLĒDZIENS PAR DARBU

2.8. KONTROLES JAUTĀJUMI

1. Koksnes anizotropija, tās ietekme uz savienojuma nestspēju.
2. Koksnes trausluma mazināšanas iespējas savienojumos.
3. Koksnes defekti un to ietekme uz savienojuma nestspēju.
4. Savienojuma blīvums, sīkstums un iekšējo spēku sadalīšanās savienojumā.
5. Attāluma starp skrūvēm ietekme uz savienojuma darbu.

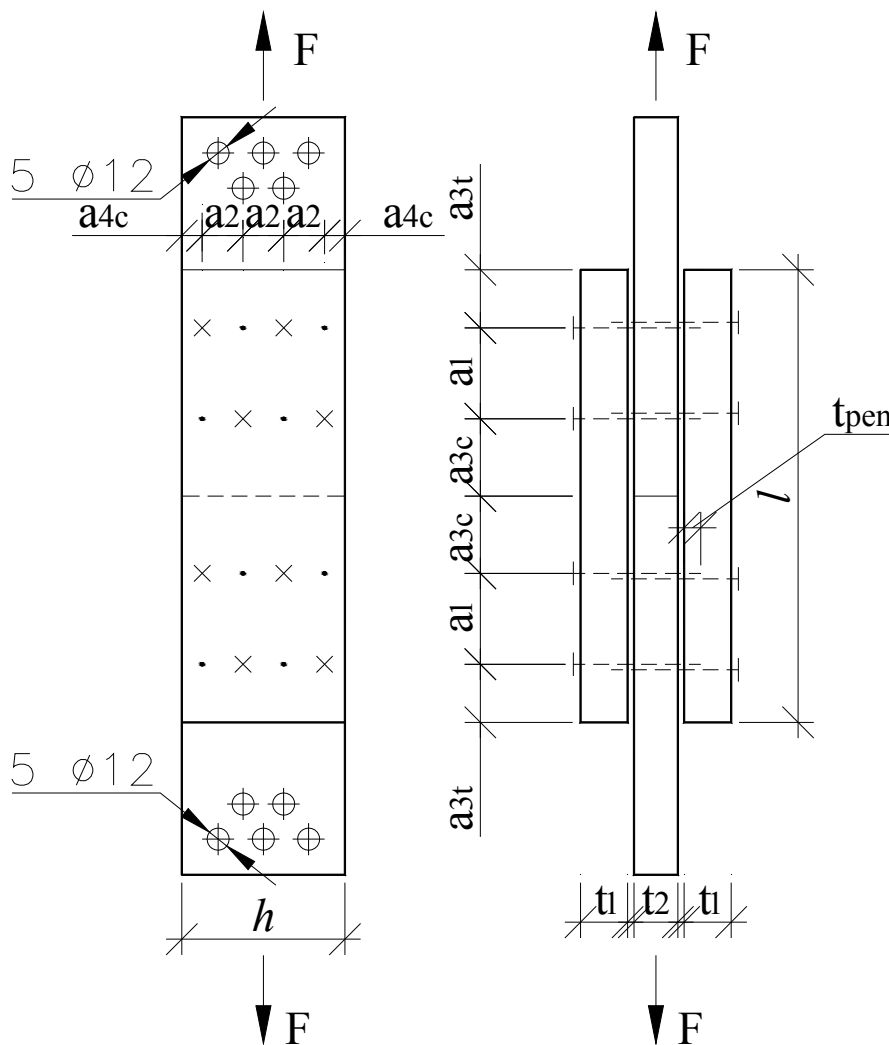
3. LABORATORIJAS DARBS.

NAGLOTA SAVIENOJUMA PĀRBAUDE

Uzdevums:

1. Pārbaudīt, vai savienojuma paraugs atbilstība Eirokodeksa EN 1995-1-1 prasībām;
2. Noteikt savienojuma teorētisko nestspēju;
3. Noteikt savienojuma parauga faktisko nestspēju;
4. Noteikt savienojuma drošuma koeficientus pēc stiprības un izlieces;
5. Attēlot sakarību starp slodzi un deformācijām.

3.1. SAVIENOJUMA ĢEOMETRISKIE IZMĒRI



2.1.att. Bulskrūvju savienojuma shēma

Parauga ģeometriskie izmēri:

Malējo elementu izmērs: $t_1 =$ mm;

Vidēja elementa biezums: $t_2 =$ mm;

Elementu augstums: $h =$ mm;

Stiprinājuma skrūvju diametrs: $d_1 =$ mm;

Skrūvju skaits: $n_1 =$ mm;

Naglas diametrs: $d =$ mm;

Naglas garums: $l_n =$ mm;

Naglas galviņas diametrs: $d_h =$ mm;

Naglu skaits vienā rindā: $n =$

Rindu skaits: $n_r =$

Naglas iespīlējums mālēja elementa:

$$t_{\text{pen}} = l_n - t_1 - t_2 - 2 \cdot 0.2 = \text{mm};$$

Nepieciešamais minimālais iespīlējuma garums:

$$8d = \text{mm};$$

Nobīdes plakņu skaits: $n_c =$

Naglu solis: $a_1 =$ mm; $a_{3t}/a_{3c} =$ mm;

$a_2 =$ mm; $a_{4c} =$ mm.

Materiālu raksturvērtības:

Koksnes klase: C22

Koksnes stiprība spiedē: $f_{c,0,k} =$ N/mm² ;

Koksnes blīvums: $\rho_k =$ kg/m³;

Tērauda stiprības raksturvērtība stiepē: $f_{u,k} =$ N/mm²;

Slodzes raksturs:

Slodzes darba apstākļu klase:

Slodzes darbības ilgums:

Modifikācijas faktors: $k_{\text{mod}} =$

3.2. SAVIENOJUMA NESTSPĒJAS NOTEIKŠANA

Parauga nestspēja, izejot no koksnes stiprības:

Elementa neto laukums:

$$A_{nt} = t_1 \cdot h - (d_1 \cdot t_1) \cdot n_1 = \text{mm}^2;$$

Elementa nestspēja ievērojot slodzes raksturu:

$$F_1 = A_{nt} \cdot (k_{\text{mod}} \cdot f_{t,0,k} \cdot k_h) = \text{kN};$$

Ja stieptā elementa platums ir mazāks par 150 mm, tad normatīvos lielumus $f_{t,0,k}$ palielina to reizinot ar koeficientu k_h :

$$k_h = \min \left\{ \left(\frac{150}{h} \right)^{0.2}, 1.3 \right\} =$$

Parauga nestspēja, izejot no naglu savienojuma stiprības:

Koksnes pretestība virsmas spiedē šķiedru garenvirzienā:

$$f_{h,k} = 0.082 \cdot \rho_k \cdot d^{0.3} = \text{N/mm}^2;$$

$$f_{h,1,k} = f_{h,2,k} = f_{h,k} = \text{N/mm}^2;$$

$$\beta = (f_{h,1,k} / f_{h,2,k}) = 1$$

Naglas raksturīgais lieces moments:

$$M_{y,Rk} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6} = \text{N}\cdot\text{mm};$$

Naglas iespīlētas daļas izraušanas pretestība, ja iespīlējuma garums mazāks par $12d$:

$$f_{ax,k} = (t_{pen} / 4d - 2) (20 \cdot 10^{-6} \rho_k^2) = \text{N/mm}^2;$$

Naglas caurvilkšanas pretestība:

$$f_{head,k} = 70 \cdot 10^{-6} \rho_k^2 = \text{N/mm}^2;$$

Naglas izraušanas nestspēja:

$$F_{ax,Rk} = \min \left\{ \int f_{ax,k} dt_{pen}, \int f_{ax,k} dt + f_{head,k} d_h^2 \right\} =$$

N;

Naglas nestspējas raksturvērtības savienojumā vienā nobīdes plaknē:

I. Vienbīdes savienojuma gadījumā:

a) Lokālā spiedē malējā elementā līgzdas kontaktvirsmā sevišķi stingai tapai:

$$F_{v,Rk,1} = f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d = \quad N;$$

b) Lokālā spiedē vidējā elementā līgzdas kontaktvirsmā:

$$F_{v,Rk,2} = f_{h,0,2,k} \cdot t_2 \cdot d = \quad N;$$

c) Tapai liecē, ja robežstāvoklī neveidojās plastiskā locīkla:

$$F_{v,Rk,3} = \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{1 + \beta} \cdot \left(\sqrt{\beta + 2\beta^2 \cdot \left[1 + \frac{t_2}{t_1} + \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right]} + \beta^3 \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2 - \beta \left(1 + \frac{t_2}{t_1} \right) \right) + \frac{F_{ax,Rk}}{4} =$$

N;

d) Tapai liecē, ja robežstāvoklī izveidojās viena plastiskā locīkla malēja elementā:

$$F_{v,Rk,4} = 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \cdot \left(\sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right) + \frac{F_{ax,Rk}}{4} =$$

N;

e) Tapai liecē, ja robežstāvoklī izveidojās viena plastiskā locīkla vidējā elementā:

$$F_{v,Rk,5} = 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_2 \cdot d}{1 + 2\beta} \cdot \left(\sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (1 + 2\beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_2^2}} - \beta \right) + \frac{F_{ax,Rk}}{4} =$$

N;

f) Tapai liecē, ja robežstāvoklī izveidojās divas plastiskās locīklas:

$$F_{v,Rk,6} = 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} =$$

N;

Tapas nestspējas raksturvērtība savienojumā vienā nobīdes plaknē:

$$F_{v,Rk} = \min\{F_{v,Rk,1}; F_{v,Rk,2}; F_{v,Rk,3}; F_{v,Rk,4}; F_{v,Rk,5}; F_{v,Rk,6}\} = \quad N;$$

II. Divbīdes savienojuma gadījumā:

a) Lokālā spiedē malējā elementā ligzdas kontaktvirsmā sevišķi stingai tapai:

$$F_{v,Rk,1} = f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d = \quad N;$$

b) Lokālā spiedē vidējā elementā ligzdas kontaktvirsmā:

$$F_{v,Rk,2} = 0.5 \cdot f_{h,0,2,k} \cdot t_2 \cdot d = \quad N;$$

c) Tapai liecē, ja robežstāvoklī izveidojās viena plastiskā locīkla:

$$F_{v,Rk,3} = 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \cdot \left(\sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right) + \frac{F_{ax,Rk}}{4} =$$

N;

d) Tapai liecē, ja robežstāvoklī izveidojās divas plastiskās locīklas:

$$F_{v,Rk,4} = 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} =$$

N;

Tapas nestspējas raksturvērtība savienojumā vienā nobīdes plaknē:

$$F_{v,Rk} = \min\{F_{v,Rk,1}; F_{v,Rk,2}; F_{v,Rk,3}; F_{v,Rk,4}\} = \quad N;$$

Efektīvais tapu skaits vienā rindā:

Attālums starp naglām a_1	k_{ef}
$a_1 \geq 14d$	1.0
$a_1 = 10d$	0.85
$a_1 = 7d$	0.7
$a_1 = 4d$	-
Attālumu starp vērtībām jāizmanto lineāro interpolāciju.	

$$k_{ef} =$$

$$n_{ef} = n^{k_{ef}} =$$

Savienojuma raksturīga nestspēja:

$$F_{Rk} = n_{ef} \cdot n_c \cdot n_r \cdot F_{v,Rk} = \text{kN};$$

Savienojuma nestspēja ievērojot slodzes raksturu:

$$F_2 = F_{Rk} \cdot k_{mod} = \text{kN};$$

Savienojuma nestspēja:

$$F = \min\{F_1; F_2\} = \text{kN}.$$

3.3. PĀRVIETOJUMU NOTEIKŠANA

Savienotājlīdzekļa elastīgās bīdes modulis:

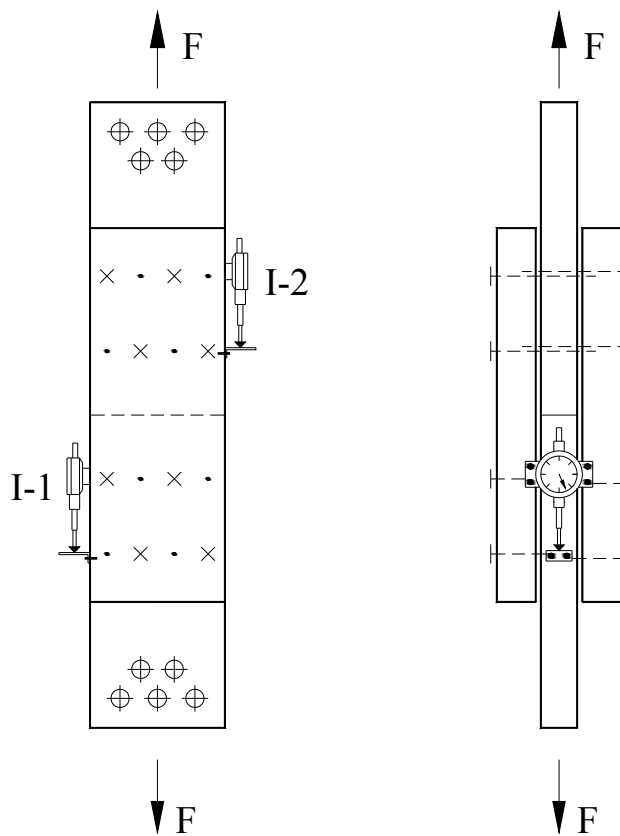
$$K_{ser} = \rho_k^{1.5} \cdot d^{0.8} / 25 = \text{N/mm};$$

Mezglā pievienotā elementa gala galīgais pārvietojums:

$$u_{fin} = F / K_{ser} \cdot n \cdot n_c / n_r = \text{mm}.$$

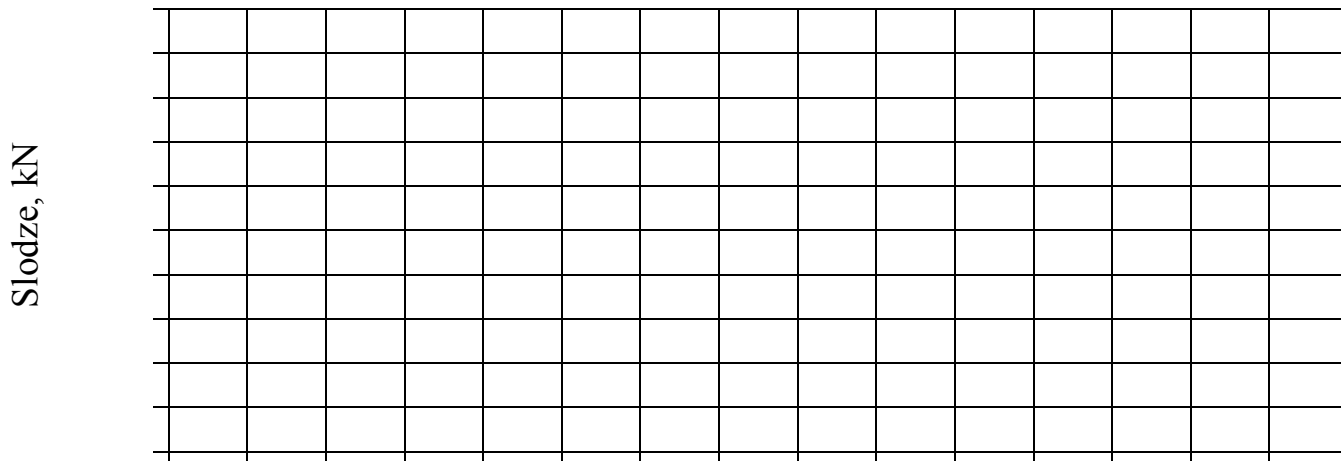
3.4. NAGLOTA SAVIENOJUMA PARAUGA PĀRBAUDE

Parauga pārbaudes gaitā nosaka savienojuma deformācijas, kā arī graužošo slodzi. Instrumentu izvietojums parādīts 3.2 attēlā. Eksperimenta gaitā iegūtos rezultātus ieraksta 3.1. tabulā.



3.2. att. Parauga shēma

3.5. PĀRBAUDES REZULTĀTU GRAFISKĀS SAKARĪBAS



Pārvietojumi, mm
3.3. att. Savienojuma darbības raksturojums

3.6. DROŠUMA KOEFICIENTU NOTEIKŠANA:

a) Pēc savienojuma stiprības:

$$k_1 = \frac{F_u}{F_{Rd}} =$$

kur F_u – graužoša slodze

b) Pēc deformācijām:

$$k_2 = \frac{u}{u_{fin}} =$$

kur u – savienojuma deformācija pie aprēķina nestspējas;

u_{fin} – pieļaujama deformācija.

3.7. SLĒDZIENS PAR DARBU

3.8. KONTROLES JAUTĀJUMI

1. Koksnes darbs virsmas spiedē (virsmas spiedes spriegumu epīras elastīgo deformāciju stadijā un elastīgi plastisko deformāciju stadijā).
2. Naglas un tapas nestspēja savienojumā atkarībā no koka šķiedru virziena.
3. Absolūtās, relatīvās, pēcdarbības un paliekošās deformācijas.
4. Koksnes elastības un bīdes moduļi materiāla elastīgajā un elastīgi plastiskajā darbības zonā.
5. Mērinstrumenti laboratorijas darbā un to izvietojuma pamatprincipi.

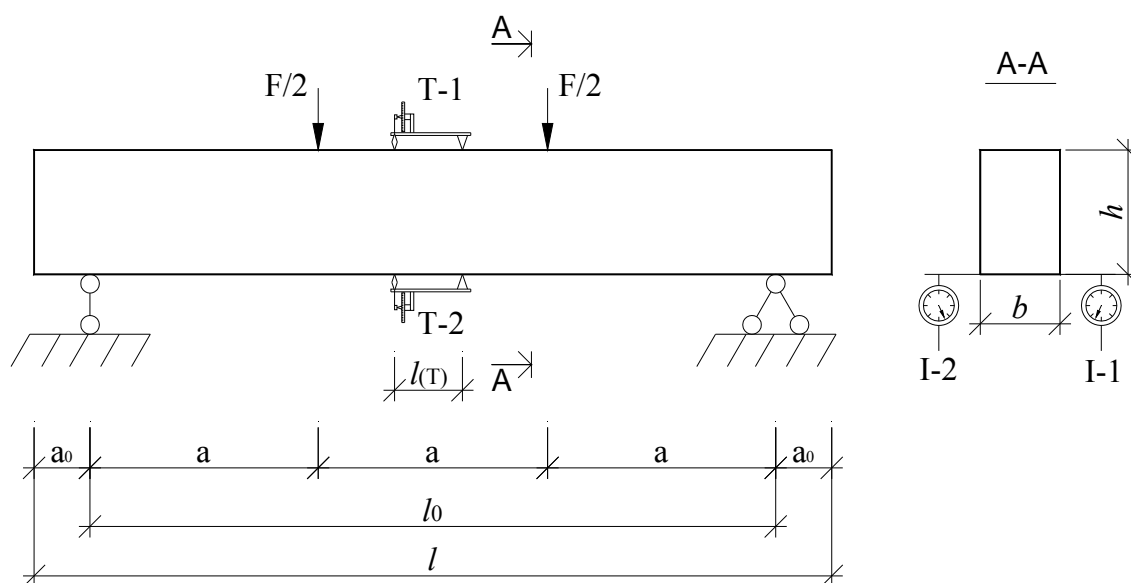
4. LABORATORIJAS DARBS.

VIENGABALA UN LĪMĒTAS SIJAS PĀRBAUDE

Uzdevums:

1. Noteikt normālo spriegumu un deformāciju teorētiskos un eksperimentālos lielumus;
2. Noteikt eksperimentāli masīvas koksnes sijas un līmētās sijas elastības modulūsus;
3. Noteikt masīvas koksnes sijas un līmētās sijas atbilstību stiprības klasēm.
4. Salīdzināt līmētās sijas un masīvas koksnes sijas darbu.

4.1. SIJU ĢEOMETRISKIE IZMĒRI



4.1. att. Sijas shēma

Viengabala sija

Līmēta sija

Sijas platums b :	mm		mm
Sijas augstums h :	mm		mm
Sijas garums l :	mm		mm
Sijas laidums l_0 :	mm		mm
Sijas posma izmērs a :	mm		mm
Tenzometru bāze $l_{(T)}$:	mm		mm

Siju īss apraksts (koksnes suga, mitrums, defekti, līmētās šuves blīvums utt.) un mērinstrumentu raksturojums:

4.2. SIJU PĀRBAUDE

Parauga pārbaudē nosaka lieces deformācijas. Siju slodzo pakāpeniski. Katrā slodzes pakāpē izdara nolasījumu no visiem mērinstrumentiem un ieraksta tos mērījumu pierakstu 4.1 tabulā. Slodzes lielums nepārsniedz 5 kN.

Mērījumu rezultāti
Viengabala sija

Slodze F, kN	T-1		T-2		I-1		I-2		Vidēja izliece w_{mean} , mm
	Nolasīj., mk	Δl_1 , mm	Nolasīj., mk	Δl_2 , mm	Nolasīj., $\text{mm} \cdot 10^{-2}$	w_1 , mm	Nolasīj., $\text{mm} \cdot 10^{-2}$	w_2 , mm	

Līmētā sija

Slodze F, kN	T-1		T-2		I-1		I-2		Vidēja izliece w_{mean} , mm
	Nolasīj., mk	Δl_1 , mm	Nolasīj., mk	Δl_2 , mm	Nolasīj., $\text{mm} \cdot 10^{-2}$	w_1 , mm	Nolasīj., $\text{mm} \cdot 10^{-2}$	w_2 , mm	

Nolasīja:

Datums:

Pārbaudīja:

4.3. PĀRBAUDES REZULTĀTU APSTRĀDE

Katrai slodzes pakāpei aprēķina eksperimentālās un aprēķina spriegumus un deformācijas un nosāka elastības moduli. Rezultātus viengabala sijai ieraksta 4.2.tabulā, bet līmētai sijai – 4.3 tabulā.

Eksperimentālus normālspriegumus aprēķina pēc formulas:

$$\sigma_{\text{eksp}} = \varepsilon \cdot E = \frac{\Delta l}{l_{(T)}} \cdot E;$$

Teorētiskus normālspriegumus aprēķina pēc formulas:

$$\sigma_{\text{teor}} = \frac{M}{W} = \frac{3 \cdot F \cdot a}{b \cdot h^2};$$

Teorētiskās izlieces aprēķina pēc formulas:

$$w_{\text{inst}} = \frac{F \cdot a \cdot (3l_0^2 - 4a^2)}{48EI};$$

Elastības moduli no normālspriegumiem var noteikt pēc formulas:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{3 \cdot F \cdot a \cdot l_{(T)}}{b \cdot h^2 \cdot \Delta l};$$

Elastības moduli no izlieces var noteikt pēc formulas:

$$E = \frac{F \cdot a}{48I \cdot w} \cdot (3l_0^2 - 4a^2).$$

Viengabala šķērsriezuma sijas normālspriegumi un izlieces

Slodze F, kN	Aprēķina spriegumi, σ , MPa	Aprēķina izlieces w_{inst} , mm	Eksperimentālas izlieces, w_{mean} , mm	Elastības modulis no spriegumiem, E_{σ} , MPa	Elastības modulis no izliecēm E_w , MPa	Eksperimentālie spriegumi	
						Spiede σ_c , MPa	Stiepe σ_t , MPa

E_{mean} :

Līmētas sijas sijas normālspriegumi un izlieces

Slodze F, kN	Aprēķina spriegumi, σ , MPa	Aprēķina izlieces w_{inst} , mm	Eksperimentālas izlieces, w_{mean} , mm	Elastības modulis no spriegumiem, E_{σ} , MPa	Elastības modulis no izliecēm E_w , MPa	Eksperimentālie spriegumi	
						Spiede σ_c , MPa	Stiepe σ_t , MPa

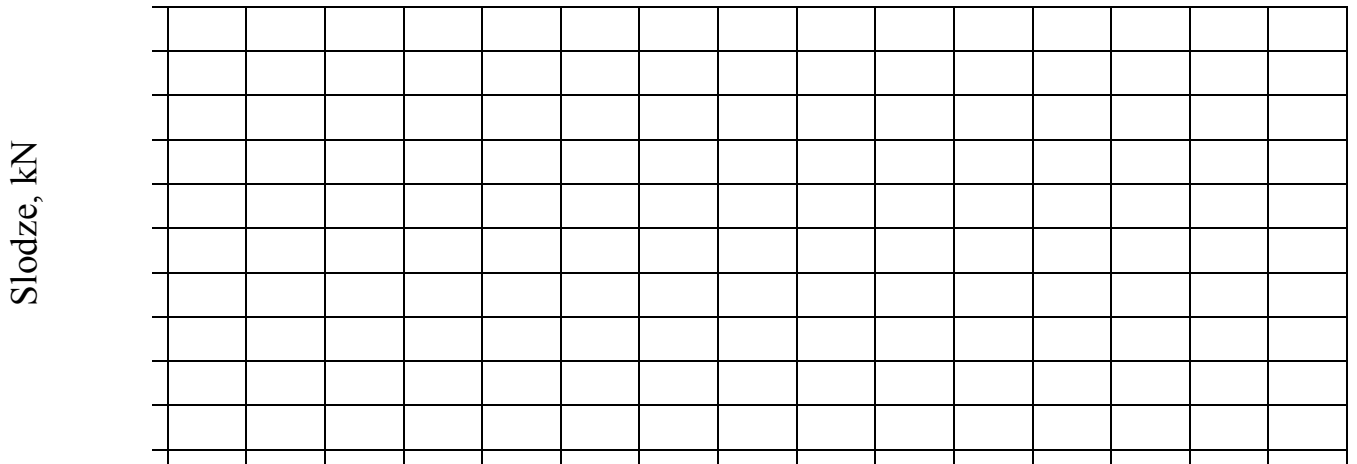
E_{mean} :

4.4. KOKSNES ATBILSTĪBA STIPRĪBAS KLASĒM

Masīvas koksnes stiprības klase:

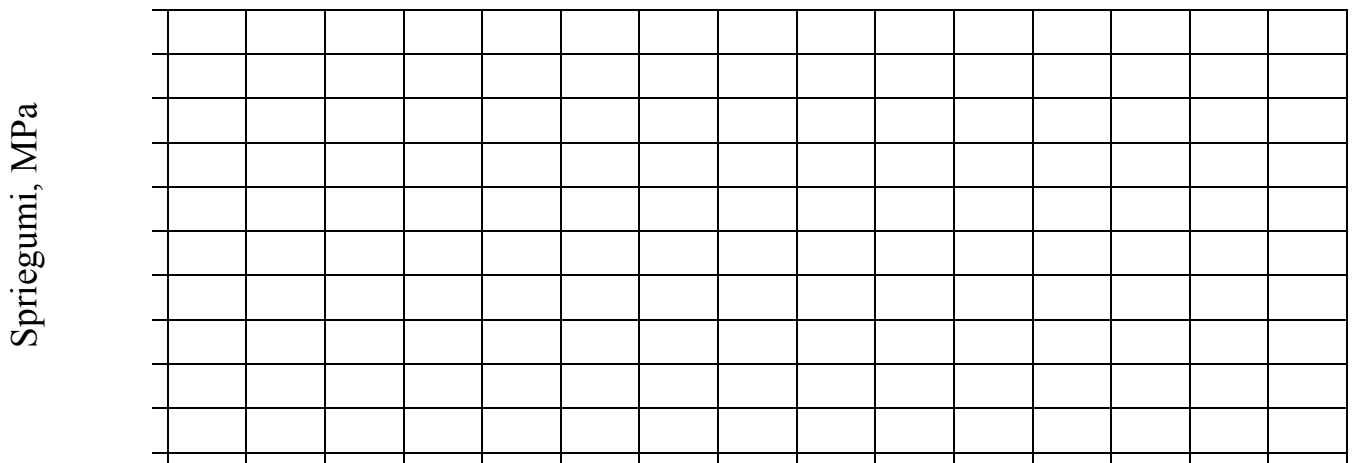
Līmētas koksnes stiprības klase:

4.5. GRAFISKĀS SAKARĪBAS



Izliece, mm

4.2. att. Viengabala un līmētās siju teorētiskās un aprēķina sakarības starp slodzi un izliecēm



Relatīvais pagarinājums

4.3. att. Viengabala un līmētās siju teorētiskās un aprēķina sakarības starp spriegumiem un relatīvām deformācijām stiepē un spiedē.

4.5. SLĒDZIENS PAR DARBU

4.6. KONTROLES JAUTĀJUMI

1. Normālspriegumu sadalījums pa sijas šķērsriezuma augstumu visās koka darbības stadijās (elastīgajā, elastīgi plastiskajā un plastiskajā).
2. Normālspriegumu un tangenciālo spriegumu sadalījums sijas šķērsriezumu augstumā, platumā un garumā.
3. Līmei uzstādāmās pamatprasības, adhēzija un kohēzija, adhēziskās stiprības mehānisms.
4. Kokmateriālu sagatavošana līmēšanai (virsmas apstrāde, mitrums, izmēri un to ietekme uz savienojuma stiprību).
5. Līmju veidi un to pielietošana konstrukciju izgatavošanai.
6. Līmēto savienojumu veidi.
7. Līmēto koka elementu aprēķins.
8. Iekārtas un to izvietojums līmēto konstrukciju ražošanā.

IZMANTOTĀS LITERATŪRAS SARAKSTS

1. Goremikins V., Serdjuks D. Metodiskie norādījumi stieptu koka konstrukciju naglu savienojumu projektēšanai (LVS EN 1995-1-1). – Rīga: RTU, 2009, – 34. lpp.
2. Goremikins V., Serdjuks D. Metodiskie norādījumi saplākšņa paneļu projektēšanai (LVS EN 1995-1-1). – Rīga: RTU, 2009, – 43. lpp.
3. Goremikins V., Serdjuks D. Metodiskie norādījumi saplākšņa paneļu projektēšanai (LVS EN 1995-1-1). 2. izdevums – Rīga: RTU, 2011, – 43. lpp.
4. Mieriņš I., Kupče L., Rocēns K. Koka un plastmasu konstrukcijas (Vispārējais kurss). Laboratorijas darbi. – Rīga: RTU, 2004, – 38. lpp.
5. LVS EN 1995-1-1:2005. 5. Eirokodekss - Koka konstrukciju projektēšana - 1-1.daļa: Vispārīgi - Kopīgie noteikumi un noteikumi būvēm. 2005.
6. LVS EN 302-1:2004. Līme nesošām koka konstrukcijām - Testa metodes. 2004.
7. LVS EN 380:2000. Koka konstrukcijas - Testa metodes - Pamatprincipi statistiskās slodzes testēšanā. 2000.
8. LVS EN 408:2011. Koka konstrukcijas. Konstrukciju kokmateriāli un līmētie koka izstrādājumi. Dažu fizikālo un mehānisko īpašību noteikšana. 2011.
9. LVS EN 1380:2009. Koka konstrukcijas. Testa metodes. Naglu, skrūvju, tapu un bultu savienojumu slodzes izturība. 2009.
10. LVS EN 14080:2005. Koka konstrukcijas - Līmētā koksne – Prasības. 2005.