

# INVESTIGATIONS IN THE STRENGTH OF GLULAM MULTILAYERED BEAMS UNDER A SHORT-TIME SHEAR

R. Čechavičius

To cite this article: R. Čechavičius (1998) INVESTIGATIONS IN THE STRENGTH OF GLULAM MULTILAYERED BEAMS UNDER A SHORT-TIME SHEAR, Statyba, 4:1, 5-11, DOI: [10.1080/13921525.1998.10531373](https://doi.org/10.1080/13921525.1998.10531373)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/13921525.1998.10531373>



Published online: 26 Jul 2012.



Submit your article to this journal [↗](#)



Article views: 62

---

## MEDINIŲ KLIJUOTŲ DAUGIASLUOKSNIŲ SIJŲ STIPRUMO TYRIMAI VEIKIANT TRUMPALAIKĖMS SKERSINĖMS JĖGOMS

R. Čechavičius

### 1. Įvadas

Straipsnio autorius atliko gausius medinių klijuotų sijų bandymus tikslu padidinti tokių sijų laikomąją galią veikiant skersinėms jėgoms. Atlikus šiuos bandymus, buvo pateikti ir patvirtinti 5 išradimai. Viso išbandytos 44 įvairios sijos veikiant statinėms trumpalaikėms ir ilgalaikėms apkrovoms.

Atliktų eksperimentinių tyrimų tikslas buvo patikrinti naują medinių klijuotų sijų laikomosios galios didinimo būdą. Šio būdo esmė - iš anksto įtemptų elementų naudojimas daugiasluoksnio skerspjuvio sijoms. Tai leidžia didinti elementų laikomąją galią veikiant trumpalaikėms skersinėms jėgoms ir sumažinti ar visai eliminuoti skersinio tempimo įtempių neigiamą įtaką jų laikomajai galiai.

Iš viso trumpalaikiam skersinių jėgų poveikiui išbandyta 30 sijų: 6 daugiasluoksnės sijos su iš anksto įtemptais elementais, pagamintos išradimo Nr. 954237 siūlomu būdu; 8 analogiškų matmenų sijos iš vientiso tašo, lentų paketo, daugiasluoksnės, be iš anksto įtemptų elementų - rezultatams palyginti, 16 įvairių matmenų sijų iš lentų paketo, armuotų, daugiasluoksnių - papildomiems bandymų metodikos bei atskirų technologinių faktorių patikrinimo tyrimams.

### 2. Technologinių faktorių įtaka sijų laikomajai galiai

Pirmųjų 6 klijuotų sijų (ilgis ( $l$ ), plotis ( $b$ ), aukštis ( $h$ ):  $l \times b \times h = 150 \times 8 \times 20$  cm) iš lentų paketo tyrimai buvo atlikti 1976 m. Jūrės SKMK. Nustatyta, kad medinių klijuotų sijų laikomoji galia veikiant skersinėms jėgoms priklauso nuo  $a/h$  santykio ( $a$  - atstumas nuo koncentruotos jėgos pridėjimo vietos iki atramos centro,  $h$  - sijos aukštis): kai  $a/h = 1$ , sijų medienos stipris skėlimui išilgai pluoštų išaugo 17,9%, lyginant su analogišku sijų stipriu, esant  $a/h \geq 2$ , kuris yra artimas teoriškai apskaičiuotam [1]. Mažėjant santykiui  $a/h$ , sijų stipris išauga dėl medienos atsparumo skėlimui padidėjimo veikiant vertikaliems gniuždymo įtempiams  $\sigma_y$ . Nustatytas eksperimentinis medžio ribinis atsparumas skėlimui išilgai pluoštų

$R_{s,u}^e = 6,4$  MPa yra  $\approx 16\%$  didesnis nei pateiktas normose, įvertinus faktinį suklijavimo paviršių  $A_s$  skersinių jėgų veikimo zonoje, kuris kai kuriais atvejais siekė tik 42-60% viso klijuojamojo paviršiaus  $A$  ir buvo mažesnis nei reglamentuojamas ( $k_s = A_s/A \geq 0,6$ ).

Bandant sijas trumpalaikė statine apkrova rasta, kad sijų suirimas įvyksta staiga, daugeliu atvejų per klijuotinę siūlę neutraliosios ašies zonoje. Sijų įlinkiai esant  $a/h = 1 \div 2,5$ , veikiant projektinėms ir ardančiosioms apkrovoms buvo apie 1,5 karto mažesni nei teoriniai, o esant  $a/h \geq 3$  sijų įlinkiai buvo artimi apskaičiuotiems [1].

Klijuotų armuotų medinių sijų laikomosios galios tyrimams buvo suprojektuotos, pagamintos ir išbandytos 4 sijos ( $l \times b \times h = 200 \times 8 \times 29$  cm) iš lentų paketo, 2-ose iš jų gniuždymo ir tempimo zonose epoksidiniais klijais buvo įklijuota po 2 armatūros strypus  $\emptyset 10$  A I (armavimo procentas  $\mu_a = 1,35\%$ ).

Epoksidinių klijų sudėtis:

- epoksidinė derva - 100 sv. dalių,
- kietiklis (polietilenpolivinilas) - 10-12 sv. dalių,
- užpildas (iškaitintas cementas) - 200-300 sv. dalių.

Nustatyta, kad armuotų sijų laikomoji galia išaugo 16%, o tai praktiškai atitinka santykio  $I_{red}/S_{red}$  padidėjimą. Taip pat nustatyta, kad medinių klijuotų sijų armavimui būtina naudoti aukštesnės (A III ar A IV) klasės armatūrą, nes taikant A-I jau esant 0,55-0,62 ardančiosios apkrovos pasireiškė armatūros takumas, o nuo to padidėjo sijų įlinkiai (20% daugiau nei apskaičiuoti [1]).

Paskutinės šešios papildomų bandymų sijos buvo skirtos daugiasluoksnių sijų, tarp jų ir iš anksto įtemptų, gamybos bei bandymo metodikai tobulinti. Sijų ( $l \times b \times h = 170 \times 6 \times 24$  cm) skerspjuvis susidarė iš 3 elementų: dviejų išorinių 2,5 cm storio išilgai elemento ašies orientuotų lentų ir vidurinio - 1 cm storio skersai elemento ašies pastatytų lentelių. Šios sijos pagamintos išradimo Nr. 954237 pateiktu būdu (išankstinio apspaudimo įtempiai  $\sigma_y \approx 1,5$  MPa). Sijų gniuždoma ir tempiama zonos buvo armuotos  $2\emptyset 10$

AI-AIII klasės armatūra visu sijos ilgiu, o sijų gryojo lenkimo zona buvo dar papildomai armuota dviem 80 cm ilgio analogiškais strypais.

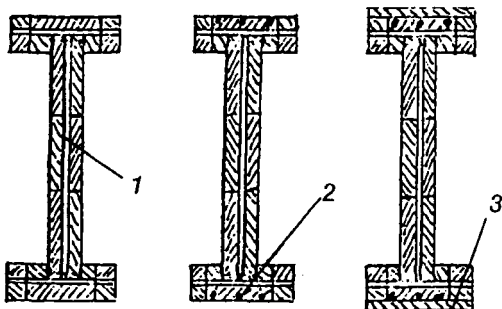
Šios sijos buvo labai didelio standumo, bandymo metu lengvai nukrypavo nuo vertikalios padėties, suirimas įvykdavo dėl sijos gniuždomos zonos suglemžimo ar dėl lenkimo momento veikimo. Šie bandymai mums suteikė galimybę patikslinti bandinių konstrukciją bei bandymo schemą: skersai elemento ašies pastatytos lentelės buvo pakeistos statybine fanera ( $b_f = 6,7$  mm), buvo padidintas glemžiamųjų plotų ilgis po atramomis bei koncentruotų jėgų pridėjimo vietose, imtasi specialių priemonių sijų pastovumui užtikrinti bandymo metu (papildomas išramstymas atramose).

### 3. Daugiasluoksnių sijų stiprumo tyrimai veikiant trumpalaikėms skersinėms jėgoms

#### 3.1. Daugiasluoksnių sijų konstrukcijos ypatumai

Medinių klijuotų sijų laikomajai galiai veikiant skersinėms jėgoms padidinti, be armavimo, yra plačiai naudojamas sijų sustiprinimas faneros ar vertikaliai priklijuotų lentų antdėklais, didesnio stiprumo medienos naudojimas dvitėjo skerspjuvio sijų juostoms ar sijų konstravimas iš daugelio sluoksnių. Straipsnyje [2] siūloma dvitėjų daugiasluoksnių Wolf-Klemm sijų konstrukcija, kurių sienelių vienas sluoksnis yra įrengtas iš skersai išilginės elemento ašies orientuotų medienos pluoštų. Šios sijos gali būti papildomai armuotos įklijuotais strypais, kurie gali būti apsaugoti papildoma lenta (1 pav.).

Analogiškos sijų konstrukcijos pateiktos ir patentinėje literatūroje: Vokietijos patente DBGM Nr. 722899 aprašyta daugiasluoksnių tėjinių ar dvitėjų



1 pav. Wolf-Klemm daugiasluoksnių sijų konstrukcijos [2]: a - su skersai orientuota mediena (1), b - armuota metaliniais strypais (2), c - su papildoma apsaugine lenta (3)

Fig 1. Types of cross-sections of multilayered Wolf-Klemm glulam beams: a - with laterally oriented timber (1), b - reinforced by steel bars (2), c - with additional protection board

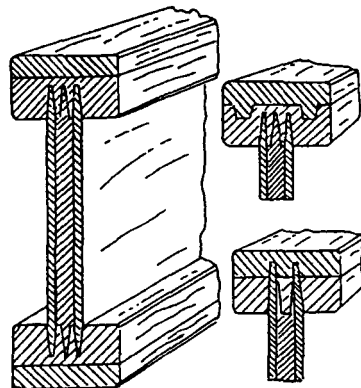
skerspjuvio sija, kurios juostos arba jų dalys gali būti pagamintos iš kitos - stipresnės medienos, pavyzdžiui, afrikietiško "Bongossi-Eisenholz" (2 pav.). Tokios sijos gausiai naudojamos Vokietijoje, jų sienelė pagaminta mažiausiai iš trijų skersai ( $90^\circ$  kampu) suklijuotų medienos sluoksnių, sijos yra didelio pastovumo bei didesnės laikomosios galios veikiant koncentruotoms jėgoms. Tokias sijas rekomenduotina naudoti ir statybiniais klojiniais ar tais atvejais, kai veikia didelės skersinės jėgos, nes jos yra mažesnio statybinio aukščio, esant palyginti didelei laikomajai galiai.

#### 3.2. Sijų stiprumo tyrimai

Jūrės SKMK pagal įprastą gamybos technologiją buvo pagamintos 4 daugiasluoksnių sijos ( $l \times b \times h \approx 150 \times 5 \times 20$  cm) su 6,7 mm storio faneros įdėklų, kurio išorės lukštai nukreipti statmenai sijos išilginei ašiai (3 pav.). Armatūros strypai įklijuoti minėtais epoksidiniais klijais. Sijos viduryje įklijuoti 80 cm ilgio armatūros strypai 4, skirti sijos laikomajai galiai dėl lenkimo momento veikimo padidinti. Šios armatūros ( $\emptyset 10$ AIII) mechaninės charakteristikos buvo nustatytos papildomuose bandymuose:  $\sigma_{0,2} = 372$  MPa;  $E = 2,035 \cdot 10^5$  MPa;  $\sigma_u = 680$  MPa.

Palyginimui buvo pagamintos tokios pat 3 sijos iš medinio tašo ir 2 sijos iš lentų paketo. Sijų bandymo metodika ir prietaisų išdėstymo schema pateikta 4 pav.

Visos sijos suiro dėl skersinių jėgų veikimo. Sijos iš medinio tašo ir lentų paketo suiro staiga, atsiradus horizontaliam plyšiui neutralinės ašies lygyje, o daugiasluoksnių sijoje (S-22; S-23) išilginis skėlimo plyšys atsirado gerokai anksčiau, veikiant 0,86-0,90 ardančiosios apkrovos ( $V_u$ ), sijoje S-24 išilginiai mikroplyšiai neutraliosios ašies lygyje buvo pastebėti dar



2 pav. Patente DBGM Nr. 722899 pateikta daugiasluoksnių sijų konstrukcija

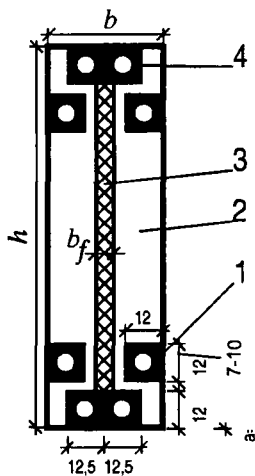
Fig 2. Type of cross-sections of multilayered beams presented in invention DBGM No 722899

prieš bandymą. Sijoje S-22 atsiradusio plyšio plotis siekė 0,6 mm, o prieš suirimą padidėjo iki 0,8 mm. Plyšiui didėjant buvo stebimas perkirstų sijos dalių persislinkimas viena kitos atžvilgiu (šlyties deformacijos). Didžiausios šlyties deformacijos prieš siją suiriant užfiksuotos sijoje S-24 buvo lygios 5,2 mm.

Tenzojutikliais, užklijuotais ant medžio ir armatūros, buvo galima fiksuoti išilginių mikroplyšių susidarymo momentą (5 pav.). Šiame paveiksle sijos įlinkis  $f$  užfiksuotas įlinkiomačiu (indikatoriumi) Il-8, Il-7 ir Il-9 atžvilgiu.

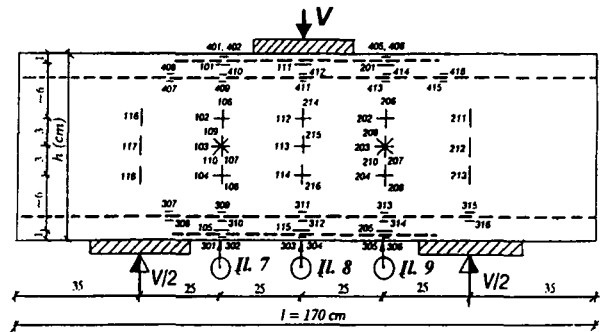
Iš pateiktų santykinų deformacijų grafikų matome, kad maksimalios medienos tempimo ir gniuždymo deformacijos užfiksuotos skersinių jėgų zonos viduryje neutraliosios ašies lygyje (jutikliai 109, 110, 209). Santykinės armatūros deformacijos iki plyšių atsiradimo buvo mažesnės už takumo ribą apibūdinančias deformacijas ( $\epsilon_a^t = 183 \cdot 10^{-5}$ ), o prieš elementui suiriant maksimalaus lenkimo momento veikimo vietoje armatūros deformacijos dažnai viršydavo šią ribą (jutiklis 303).

Išbandytų sijų skerspjūvio geometrinės ir stiprio charakteristikos pateiktos lentelėje. Nustatyta, kad daugiasluoksnėse sijos horizontalusis plyšys atsiranda veikiant skėlimo įtempimams, artimiems teoriniam medienos atsparumui skėlimui išilgai pluoštų ( $\tau_{pl}^0 / R_{s,u}^e = 1,025$ ). Taigi faneros intarpo įtaka sijų supleišėjimui dėl mažo faneros tamprumo modulio ( $E_f / E_m = 0,6$ ) yra nedidelė. Sijos iš tašo ir lentų paketo (esant  $k_s = 0,6$ ) horizontalus plyšys atsirado



3 pav. Daugiasluoksnė sijų konstrukcija: 1 - 4Ø10 A III armatūros strypai įklijuoti visu sijos ilgiu, 2 - pušinės lentos, 3 - faneros įdėklas, 4 - 4Ø10 A III armatūros 80 cm ilgio strypai įklijuoti sijos viduryje

Fig 3. Cross-section of tested multilayered beams: 1 - 4Ø10AIII reinforcement steel bars glued along whole beams length, 2 - pin boards, 3 - plywood brass, 4 - 4Ø10AIII reinforcement steel bars of 80 cm long glued in the middle of the beam



4 pav. Sijų S-17÷S-30 bandymo ir prietaisų išdėstymo schema: 1xx, 2xx - 50 mm tenzojutikliai ant medienos, 3xx, 4xx - 20 mm tenzojutikliai ant armatūros,  $\odot$  - 0,01 mm tikslumo įlinkiomačiai (indikatoriai)

Fig 4. The testing scheme of beams with distribution of devices: 1XX, 2XX - 50 mm long strain gauges located on timber, 3XX, 4XX - 20 mm long strain gauges located on reinforcing steel,  $\odot$  - deflection indicators within precision of 0,01 mm

esant įtempimams  $\approx 6-7\%$  didesniems nei apskaičiuoti teoriškai [1]. Taigi fanerinis įdėklas ne tik padidina ( $\tau_u^0 / R_{s,u}^e \approx 1,17$ ) sijos laikomąją galią veikiant skersinėms jėgoms, bet ir neleidžia elementui staiga suirti, t.y. padidina ir jo patikimumą. Dydis  $\tau_u^0 = 7,50$  MPa yra artimas vidutiniam daugiasluoksnės sijos ribiniam atspariumi skėlimui išilgai pluoštų ( $R_{s,u}^{e,d} \approx 7,66$  MPa), apskaičiuotam įvertinus medienos (eksperimentinius) ir faneros (norminius) atspario dydžius. Armuotų medinių tašų ( $\mu_a = 7,29\%$ ) laikomoji galia veikiant skersinėms jėgoms buvo  $\approx 23\%$  didesnė nei tokių pat tašų be armatūros. Tai  $\approx 6\%$  daugiau nei teoriškai apskaičiuota [1] ir galima paaiškinti didesnio virbalinio efekto atsiradimu išilgineje armatūroje, kai armatūros strypai išdėstyti dviejuose lygiuose, - panašiai kaip gelžbetoninių sijų.

#### 4. Iš anksto įtemptų daugiasluoksnė sijų tyrimai veikiant trumpalaikėms skersinėms jėgoms

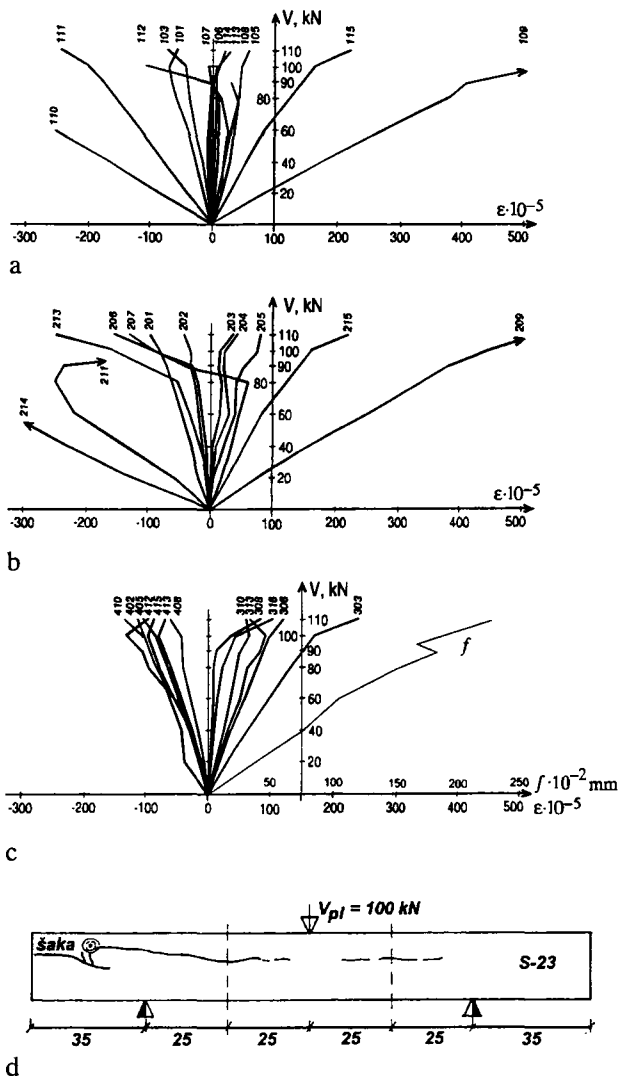
##### 4.1. Gamybos ypatumai

Yra žinoma, o tai patvirtino ir mūsų atlikti bandymai, kad medinių sijų atsparumas supleišėjimui išilgai pluoštų priklauso nuo skersinių gniuždymo įtempimų  $\sigma_y$ . Šie įtempimai daugiausia atsiranda dėl išorinių jėgų veikimo, tačiau juos galima sukelti ir vidinių jėgų veikimu, panaudojus išankstinį įtempimą. Be to, kas ypač svarbu, išankstinis įtempimas yra sukuriamas ne armatūra, o įtempiant (sugniuždant) dalį daugiasluoksnės sijos sienelės.

Sijas suklijuoti būtina hidrauliniu ar mechaniniu įrenginiu, kuris gali apspausti siją dviem kryptimis: vertikalia ( $\sigma_y$ ) - dėl išankstinių įtempimų suteikimo,

Medinių sijų skerspjūvio geometrinės charakteristikos ir stiprumas veikiant trumpalaikėms skersinėms jėgoms  
 Geometrical characteristics of cross-sections and strength of beam under the action of short-time shears

Eil. Nr.	Sijų Nr.	Skerspjūvio geometrinės charakteristikos						Skersinės jėgos, KN		τ, MPa				Pastabos		
		Skerspjūvio matmenys, cm			S <sub>red</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>red</sub> cm <sup>4</sup>	σ <sub>y</sub> MPa	V <sub>pl</sub>	V <sub>u</sub>	τ <sub>pl</sub>	τ <sub>u</sub>	$\frac{\tau_{pl}}{\tau_u}$	$\frac{\tau_{pl}}{\tau_u} \cdot \frac{\tau_u^o}{R_{S,\mu}^e}$			
		b	b <sub>f</sub>	h												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	S-17	4,4	-	18,6	645	9345	-	43	43	6,74	6,74	-	1,00	-	1,05	tašas, R <sub>S,μ</sub> <sup>e</sup> = 6,4 MPa,
2	S-18	4,5	-	17,0	572	7450	-	39	39	6,65	6,65	-	1,00	-	1,04	čia R <sub>S,μ</sub> <sup>e</sup> - eksperimentinis ribinis
3	S-19	4,5	-	18,5	646	9265	-	45	45	6,97	6,97	-	1,00	-	1,09	medienos atsparumas skėlimui išilgai
4	S-20	4,6	-	19,6	707	10815	-	35	35	vidutinis: 6,79	6,79	-	1,00	-	1,06	pluoštų
5	S-21	4,7	-	19,6	711	10890	-	23	23	4,97	4,97	-	1,00	-	0,78	lentų paketas,
6	S-22	4,0	0,67	18,0	682	10102	-	45	50	3,20	3,20	-	1,00	-	0,50	R <sub>S,μ</sub> <sup>e</sup> = 6,4 MPa; b <sub>d</sub> = b
7	S-23	4,8	0,67	19,1	677	10094	-	50	58,2	6,99	8,13	1,06	0,86	1,08	-	daugiasluoksnės,
8	S-24	4,9	0,67	19,2	685	10200	-	-	55	-	7,54	-	-	1,00	-	X2 - τ <sub>pl</sub> <sup>o</sup> = 6,56 MPa,
9	S-25	5,0	0,67	19,4	706	10676	1,5	-	60	6,56	7,50	1,00	0,88	1,00	-	X3 - τ <sub>u</sub> <sup>o</sup> = 7,50 MPa
10	S-26	5,0	0,67	18,3	649	9161	1,5	-	70	-	7,94	-	-	1,06	-	
11	S-27	4,8	0,67	18,8	668	9770	1,5	52,5	56,5	7,40	7,96	1,13	0,93	1,06	-	
12	S-28	5,0	0,67	18,6	658	9490	1,5	49	50	6,86	7,00	1,05	0,98	0,93	-	
13	S-29	4,6	0,67	19,9	712	11100	2,25	58	60	7,13	8,18	1,09	0,96	1,09	-	
14	S-30	5,0	0,67	18,2	640	9987	2,25	-	55,5	8,00	8,28	1,22	0,97	1,09	-	
										vidutinis: 8,00	8,12	1,22	0,97	1,10	-	



5 pav. Sijos S-23 santykinės deformacijos ir plyšių schema: a, b - medžio deformacijos, c - armatūros deformacijos ( $f$  - sijos įlinkis), d - plyšių schema

Fig 5. Strains and scheme of cracks of beam S-23: a, b - strains in timber boards, c - strain in reinforcing steel bars ( $f$  - deflection of beam), d - scheme of cracks

bei horizontalia ( $\sigma_x$ ) - užtikrinant visų elemento sluoksnių suklijavimą. 6 pav. parodyta principinė daugiasluoksnio iš anksto įtempto elemento gamybos schema, pateikta išradime Nr. 954237.

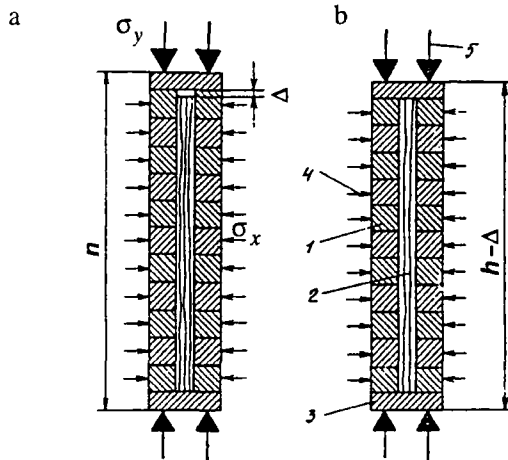
Išilginės medienos sluoksniai (1) gali būti suklijuoti ar išpjauti iš anksto. Medienos sluoksniai, išdėstyti skersai elemento išilginės ašies (2), yra dydžiu  $\Delta$  trumpesni už suklijuojamos sijos paketo aukštį ( $\Delta \geq \sigma_y h / E_{90}$ ). Vietoj skersinių medienos sluoksnių galima naudoti fanerą ar kitą analogiškų charakteristikų medžiagą, turinčią pakankamą atsparumą skersiniam tempimui ir išilginiam skėlimui. Horizontalus elementų apspaudimas  $\sigma_x = 0,5-1,0$  MPa, vertikalus apspaudimas ( $\sigma_y$ ) neturi viršyti medienos proporcingumo ribos glemžiant skersai pluoštų.

Iš anksto įtemptos daugiasluoksnės klijuotos medienos sijos buvo pagamintos VISI Statybinių konstrukcijų laboratorijoje hidraulinio presu ir specialia sijų apspaudimo įranga (7 ir 8 pav.).

Sijos buvo suspaustos nuo 250 iki 450 kN vertikaliaja jėga ( $\sigma_y = 1,5-2,25$  MPa), kuri buvo išlaikoma iki visiškai sukietėjo klijai ( $\approx 20-24$  val.). Sijoms suklijuoti buvo naudojami FR-100 markės klijai. Kiekvienas klijuojamas paviršius buvo aptepamas klijais teptuku. Dviejų sijų klijavimo trukmė iki jėgos suteikimo  $\approx 35-45$  min. Aptepti klijais paviršiai atviri buvo laikomi ne daugiau 5-6 min. Klijai ir klijavimo technologija buvo panašūs į naudotus Jūrės SKMK klijuotų medinių konstrukcijų ceche. Horizontaliems  $\sigma_x$  įtempimams suteikti naudojome 6 specialius tempimo įrenginius. Kiekvienu įrenginiu gaminamos sijos buvo suveržtos  $\approx 30$  kN jėga iki horizontalaus vienodai išskirstyto apspaudimo  $\sigma_x = 0,5$  MPa, reikalingo kokybiškai suklijuoti sluoksniams. Tokiu būdu buvo suklijuotos 6 iš anksto įtemptos sijos. Sijų konstrukcija analogiška pateiktai 3 pav. Suklijavus sijos buvo obliuojamos, išfrezuojami grioveliai armatūros strypams. Į sijų gniuždomas ir tempiamas zonas buvo įklijuota po 4 armatūros  $\varnothing 10$  A III klasės strypus.

#### 4.2. Sijų stiprumo tyrimas

Daugiasluoksnės, iš anksto įtemptos sijos buvo bandomos pagal tą pačią bandymo schemą, pateiktą 4 pav.



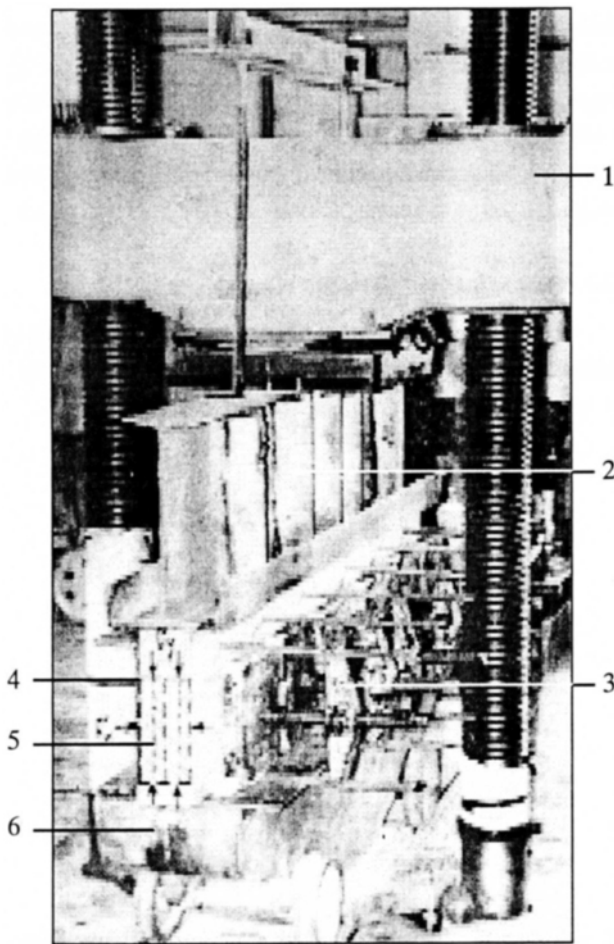
6 pav. Daugiasluoksnio iš anksto įtempto elemento gamybos schema prieš (a) ir po (b) suklijavimo: 1 - išilginiai medienos sluoksniai, 2 - skersiniai medienos ar faneros sluoksniai, 3 - apsauginė lenta, 4 - horizontalus apspaudimas  $\sigma_x$ , 5 - vertikalus apspaudimas  $\sigma_y$

Fig 6. Manufacturing scheme of multilayered prestressed beams before (a) and during (b) gluing: 1 - longitudinal wood layers, 2 - lateral wood layers or plywood, 3 - protection board, 4 - horizontal stresses  $\sigma_x$ , 5 - vertical stresses  $\sigma_y$

Visos sijos suiro nuo skersinių jėgų veikimo. Išilginiai plyšiai sijų neutraliosios ašies zonose atsirado, kai apkrova siekė 0,93-0,98 ardančiosios. Plyšių plotis jiems atsiradus siekė 0,2 mm, prieš suirimą padidėjo iki 0,7-0,8 mm, šlyties deformacijos prieš suirimą siekė 2-6 mm. Sijose S-25, S-26, S-30 prieš bandymą buvo pastebėti nedideli džiūvimo išilginiai plyšeliai, atsiradę po sijų suklijavimo pasikeitus aplinkos sąlygoms. Tai rodo, kad šio gamybos būdo efektyvumui didinti būtina reglamentuoti atskirų sluoksnių drėgmę. Tam būtina atlikti papildomus bandymus.

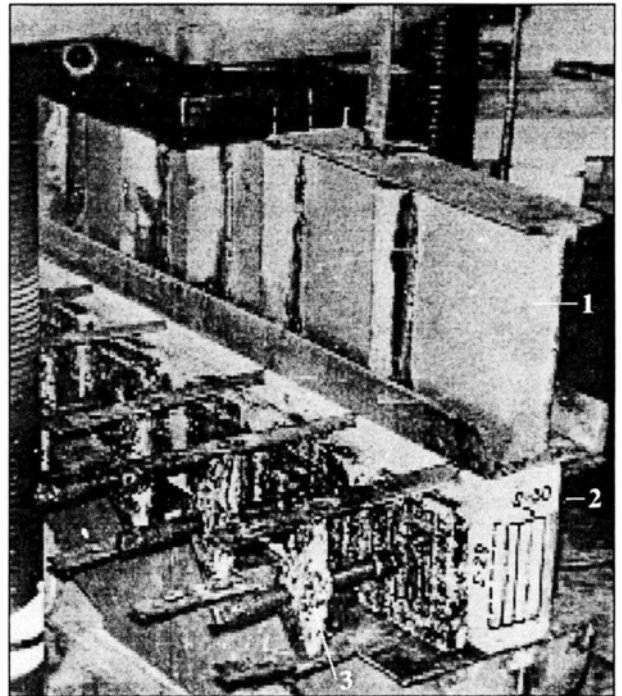
Bandymo metu gauti rezultatai pateikti lentelėje.

Lyginant tangentinių įtempių dydį plyšių susidarymo momentu sijose su išankstiniu įtėmiu ( $\tau_{pl}$ ) su tokių pat sijų be išankstinio įtėmio ( $\tau_{pl}^0$ ) nustatyta, kad sijų atsparumas supleišėjimui padidėjo



7 pav. Bendras daugiasluoksnių iš anksto įtemptų sijų gamybos vaizdas: 1 - hidraulinis presas, 2 - metalinė traversa, 3 - horizontalus apspaudimo įrenginys, 4 - šoninė atrama, 5 - gaminamos sijos, 6 - preso vežimėlis

Fig 7. Total view of manufacture of multilayered prestressed beams: 1 - hydraulic jack, 2 - steel cross-arm, 3 - horizontal prestressing device, 4 - side supports, 5 - beams on manufacture, 6 - compression track

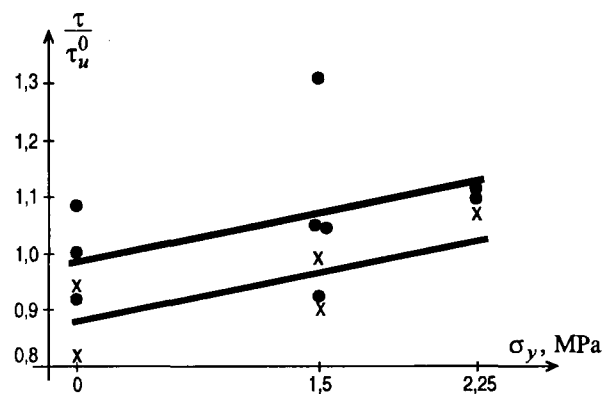


8 pav. Sijos S-29 ir S-30 gamybos metu: 1 - traversa, 2 - šoninė atrama, 3 - horizontalus apspaudimo įrenginys

Fig 8. Beams S-29 and S-30 during manufacture: 1 - steel cross-arm, 2 - side supports, 3 - horizontal prestressing device

9-22% pagal sijų apspaudimo dydį (atitinkamai  $\sigma_y = 1,5-2,25$  MPa). Sijų suirimo momentu tangentiniai įtėmiai sijose su išankstiniu įtėmiu ( $\tau_u$ ) buvo vidutiniškai 9-10% didesni negu tokių pat sijų be išankstinio įtėmio ( $\tau_u^0$ ).

Daugiasluoksnių sijų stiprumo priklausomybė nuo išankstinio apspaudimo dydžio pateikta 9 pav.



9 pav. Daugiasluoksnių sijų stiprumo veikiant skersinėms jėgoms priklausomybė nuo išankstinio apspaudimo  $\sigma_y$  dydžio: • - stiprumo ( $\tau_u/\tau_u^0$ ); x - atsparumo supleišėjimui ( $\tau_{pl}/\tau_u^0$ )

Fig 9. Relationship of shear strength of multilayered beams to the value of precompression  $\sigma_y$ : • - of strength ( $\tau_u/\tau_u^0$ ), x - of crack resistance ( $\tau_{pl}/\tau_u^0$ )

Šių tyrimų pagrindu gauto išradimo formulė pateikta kitame poskyryje. Šis būdas ne tik padidina medinių klijuotų elementų laikomąją galią veikiant trumpalaikėms skersinėms jėgoms, bet ir užtikrina didesnę tokių konstrukcijų patikimumą.

#### 4.3. Naujo medinių laikančiųjų elementų gamybos būdo išradimo formulė

Medinio laikančiojo elemento gamybos būdas, į kurį įeina pavienių medienos sluoksnių su pluoštais, orientuotais išilgai ir skersai elemento ašies suklijavimas, besiskiriantis tuo, kad siekiant padidinti šių elementų laikomąją galią veikiant trumpalaikėms skersinėms jėgoms, medienos sluoksniai su pluoštais, orientuotais išilgai elemento ašies, yra suspaudžiami skersai pluoštų iki įtempimų, neviršijančių medienos proporcingumo ribos, ir išlaikomi sugniuždyti su medienos sluoksniais, kuriuose medienos pluoštai yra orientuoti skersai elemento ašies iki visiškos klijų polimerizacijos.

#### 5. Išvados

1. Medinių klijuotų daugiasluoksnių sijų laikomąją galią ir patikimumą veikiant trumpalaikėms skersinėms jėgoms galima padidinti išradimo Nr. 954237 nurodytu būdu.

2. Daugiasluoksnių iš anksto įtemptų sijų ( $\sigma_y = 1,5-2,25$  MPa) laikomoji galia veikiant trumpalaikėms skersinėms jėgoms padidėjo atitinkamai 9-10%, o atsparumas supleišėjimui 9-22%, lyginant su tokiomis pat sijomis be išankstinio apspaudimo.

3. Daugiasluoksniuose iš anksto įtemptose sijose išilginis horizontalus plyšys atsiranda prieš sijų suirimą, kai apkrova siekia 0,93-0,98 ardančiosios; suirimo metu jo plotis siekia 0,7-0,8 mm, o šlyties deformacijos 2-6 mm.

#### Literatūra

1. СНиП II-25-80. Деревянные конструкции. Нормы проектирования. Москва: Стройиздат, 1982. 65 с.
2. W. Mönck. Holzträger mit verbesserter Trähigkeit // Holzindustrie, 1967/8.

Įteikta 1997 07 09

#### INVESTIGATIONS IN THE STRENGTH OF GLULAM MULTILAYERED BEAMS UNDER A SHORT-TIME SHEAR

R. Čechavičius

S u m m a r y

The author of the article has performed wide-range tests of glulam beams. The objective of the tests is in-

creasing of load bearing capacity of such beams under shear. As a result 5 inventions have been suggested and confirmed. In total 44 beams of various types were tested under the action of short and long-time loadings.

These investigations have verified a new method for increasing load bearing capacity of glulam beams. The essence of the method was the utilisation of prestressed elements in multilayered beams. It allows to increase load bearing capacity of such elements under shear and decrease or eliminate the influence of lateral tension stresses on their resistance.

Totally, 30 beams have been tested for the influence of short-time forces: 6 of them are multilayered with prestressed elements, made by the offer of invention No 954237; 8 analogous beams for comparison of the results are made of squared timber, board package, multilayered without prestressed elements; 16 different beams for additional investigations of methods of experiments and closer definition of separate technological factors.

All beams failed because of shear. It has been proved by experiments that plywood brass in multilayered beams not only increases the strength of the beam, but also prevents the element from a sudden failure, increases its reliability. Longitudinal cracks have appeared in the zones of neutral axes of prestressed multilayered beams before the failure of them, while the load was 0,93-0,98 of ultimate the width of the crack was 0,7-0,8 mm, and the shear deformation was 2-6 mm at the moment of failure. The strength of the beams under short-time shear depending on the level of prestressing force ( $\sigma_y = 1,5...2,25$  MPa) increased 9-10% and crack resistance increased 9-22% in comparison with unprestressed beams.

A short description of invention No 954237 has also been given (see Fig 6). Layers of a load bearing multilayered element with wood fibres oriented along the axis of the member (1) are precompressed laterally to the wood fibres (5). Compression force should not cause stresses ( $\sigma_y$ ) higher than the point of wood proportionality in lateral direction. These layers (1) are glued with the layers where wood fibres are directed laterally to the axis of the element (2) and they are shorter in value  $\Delta \geq \sigma_y \cdot h/E_{90}$  than layers (1). Horizontal prestressing of multilayered element (4) has to ensure a qualitative cohesion. It is possible to use structural plywood instead of wood layers with fibres lateral to the axis of the element.

The use of this method does not only increase the resistance of glulam elements to short-time shear, but also ensures a better reliability of such structures.

.....  
**Rimantas ČEČAVIČIUS**. Doctor, Associate Professor. Dept of Steel and Timber Structures. Vilnius Gediminas Technical University (VGTU), Saulėtekio al. 11, LT-2040 Vilnius, Lithuania.

A graduate of Kaunas University of Technology, 1963 (civil engineer). Doctor, 1972. Research visit to Helsinki Technological University (Finland), 1979. Associate Professor at Annaba University (Algeria), 1982-86. Author and co-author of 5 patents and more than 50 papers. Research interests: increase of load bearing capacity of timber glulam structures and their connections.