

# EVALUATION OF SURFACE ROUGHNESS AND VERTICAL SHEAR REINFORCEMENT IN CONTACT ZONE OF REINFORCED CONCRETE CONSTRUCTIONS WITH SURVIVAL MOULDS

R. Bistrickaitė

To cite this article: R. Bistrickaitė (2000) EVALUATION OF SURFACE ROUGHNESS AND VERTICAL SHEAR REINFORCEMENT IN CONTACT ZONE OF REINFORCED CONCRETE CONSTRUCTIONS WITH SURVIVAL MOULDS, *Statyba*, 6:5, 322-328, DOI: [10.1080/13921525.2000.10531609](https://doi.org/10.1080/13921525.2000.10531609)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/13921525.2000.10531609>



Published online: 26 Jul 2012.



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



Article views: 78

---

## GELŽBETONINIŲ KONSTRUKCIJŲ SU LIKTINIAIS KLOJINIAIS JUNGIAMOJO STRYPYNO IR BETONO PAVIRŠIAUS ŠIURKŠTUMO ĮVERTINIMAS KONTAKTO ZONOJE

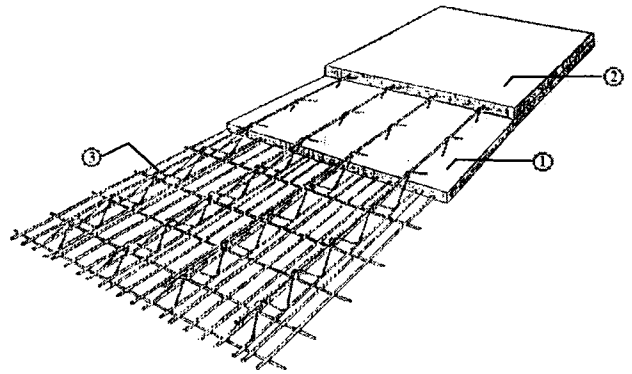
R. Bistrickaitė

Kauno technologijos universitetas

### 1. Įvadas

Europos Sąjungos valstybėse plačiai taikomos surenkamosios monolitinės perdangų konstrukcijos. Jos yra techniškai racionalios, technologiškos statyti, pakankamai universalios ir ekonomiškos. Lietuvoje šios konstrukcijos dar mažai žinomos.

Nuo mums įprastų ir žinomų surenkamųjų ar monolitinių gelžbetonio plokščių jos skiriasi tuo, kad perdangos konstrukciją sudaro 4–6 cm storio gelžbetonio liktinis klojinys – plokštė, ant kurios statybos vietoje liejama kita – monolitinė plokštė. Tokia perdanga armuota tinklais ir erdviniu strypynu (1 pav.). Tinklai bei strypyno armatūra apatinėje juostoje perima tempimo jėgas, strypyno vertikalusis tinklelis – šlyties jėgas surenkamosios plokštės ir monolitinio sluoksnio kontakto plokštumoje (zonoje), o jo viršutinė juosta ištraukia į monolitinio betono gniuždomojo sluoksnio darbą. Sukibimui padidinti plokštės ir monolitinio sluoksnio kontakto zona specialiai sušiurkštinama. Sumontuota ir sukietėjusi perdanga tampa vientiso skerspjūvio konstrukcija ir skaičiuojama kaip ištisinio skerspjūvio lenkiamasis elementas [1]. Tačiau perdangoje esančioje surenkamojo ir monolitinio sluoksnio kontakto zonoje, lenkiant konstrukciją, atsiranda šlyties jėgos, kurias naudingai gali perimti jungiamasis strypynas, atlikdamas ne tik montavimo, bet ir konstrukcinį vaidmenį. Apibendrintos ir bendros skaičiavimo metodikos, esant įlinkiui, literatūroje nėra. Šiuo darbu siekiama įvertinti skersinio armavimo ir sluoksnių sankibumo įtaką surenkamosios monolitinės perdangos su gelžbetonio liktiniais klojiniais kontakto zonos statiniam darbui.



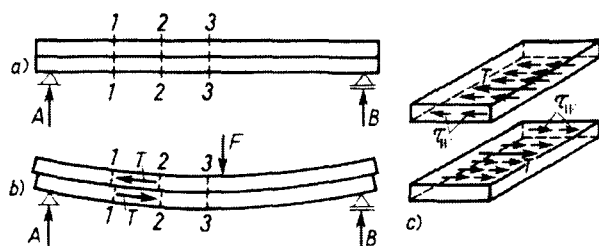
1 pav. Surenkamoji monolitinė perdanga su gelžbetonio liktiniais klojiniais: 1 – surenkamojo gelžbetonio liktinis klojinys, 2 – monolitinio gelžbetonio sluoksnis, 3 – jungiamasis strypynas

Fig 1. Reinforced precast concrete floor with survival moulds: 1 – precast reinforced concrete survival mould, 2 – reinforced concrete layer in situ, 3 – connecting vertical shear reinforcement

### 2. Bendrieji principai ir skaičiavimo metodika

Yra žinoma, kad lenkiamieji elementai yra veikiami momentų, ašinių ir skersinių jėgų, kurios sukelia tangentinius įtempimus. Nagrinėjamu atveju pagrindinė problema yra tokie tangentiniai įtempimai, kurie atsiranda kontakto plokštumoje, o jų dydžiai pavojingose zonose gali būti artimi leistiniams. Juos būtina tinkamai įvertinti ir nustatyti jų įtaką ribinių būvių susidarymui.

Atliekant praktinius skaičiavimus laikoma, kad skersinės jėgos gali sukelti greta esančių sluoksnių vertikaliuosius poslinkius – atsiranda tangentiniai įtempimai  $\tau_v$ . Tačiau sijos ir plokštės nuo apkrovos išlinksta, todėl sluoksniai pasislenka vienas kito atžvilgiu horizontalia kryptimi, atsiranda horizontalieji išilginiai tangentiniai įtempimai  $\tau_w$  (2 pav.). Jie yra didžiausi neutraliojoje ašyje arba kontakto plokštumoje.



**2 pav.** Sluoksniuotas lenkiamasis elementas: a) neapkrauto lenkiamojo sluoksniuoto elemento schema; b) poslinkis ir išilginė šlyties jėga nuo skersinės apkrovos vieno ant kito uždėtų sluoksnių kontakto plokštumoje; c) horizontalieji išilginiai tangentiniai įtempimai  $\tau_{11}$  sluoksnių kontakto zonoje

**Fig 2.** Bending composite element: a) scheme of non-loaded bending composite element; b) lag and shear force in contact zone between layers; c) horizontal shear stresses  $\tau_{11}$  in contact zone between layers

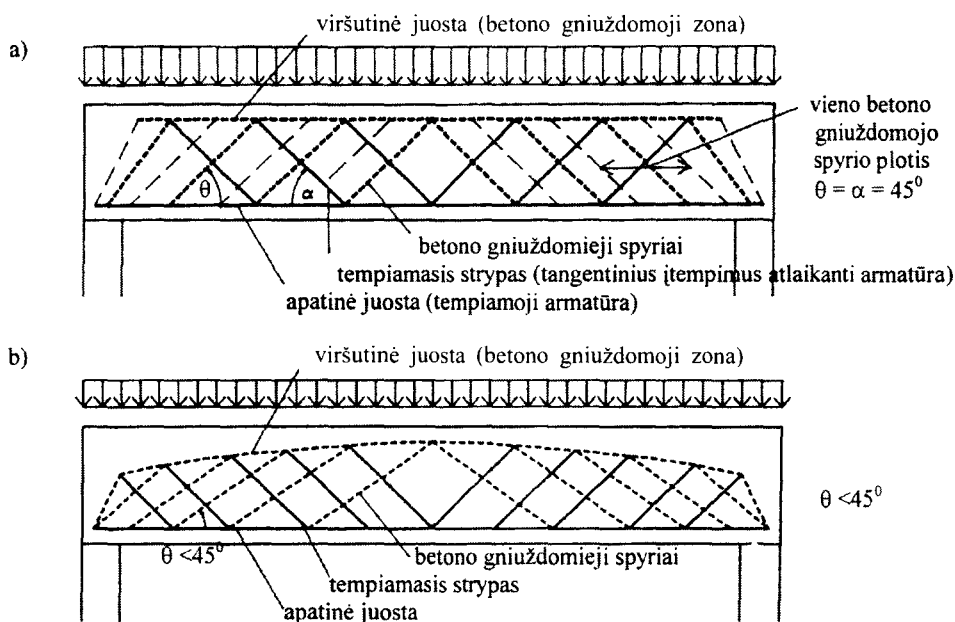
Remiantis literatūros šaltiniais [2–4], sudėtinis (sluoksniuotas) lenkiamasis elementas iki atsirandant plyšiams gali būti skaičiuojamas analogiškai kaip ir gniuždoma arka, turinti tempiamą juostą. Didinant apkrovą atsiranda plyšiai, kurie suardo gniuždomos arkos struktūrą ir taip sumažina jos laikomąją galią. Gelžbetonio elementas suirtų, jei nebūtų armatūros, atlaikančios tangentinis įtempimus. Kai tokia armatūra yra, galima sudaryti menamą skaičiuojamąją santvarą (3 pav.), kurios viršutinė juosta sudaryta iš gniuždomojo betono,

apatinė – iš tempiamosios armatūros. Elementų ruožus tarp plyšių galima įsivaizduoti kaip „gniuždomuosius betono spyrius“ [5], o statmenai kertančią plyšius armatūrą – kaip „tempiamuosius strypus“.

3 pav. pavaizduota santvara statistiškai yra neišsprendžiama. Jos sprendimo būdas pavadintas Emilio Möršcho vardu [6]. Tačiau nemažai atliktų eksperimentinių tyrimų [2, 4] parodė, kad Emilio Möršcho klasikinio tipo santvaros modelis (3 a pav.) turi būti patikslintas, įvertinant tai, kad gniuždoma juosta yra ne horizontali, bet kiek išgaubta, o menamų gniuždomųjų betono „spyrių“ posvyrio kampas mažesnis kaip  $45^\circ$  (3 b pav.). Hipotetiškai galima laikyti, kad patikslinto santvaros modelio parametrus lemia horizontaliųjų poslinkių (deformacijų) kontakto plokštumoje (zonoje) poveikis. Šie poslinkiai turi būti įvertinti.

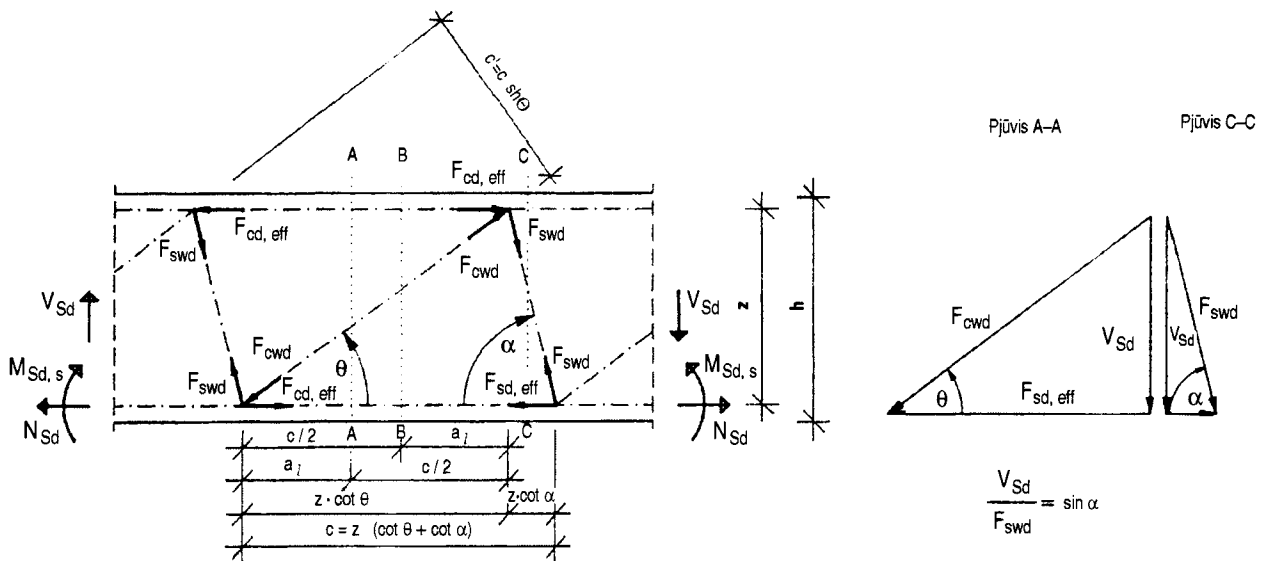
### 3. Jėgų pasiskirstymas santvaros modeliuose

Yra žinomas DIN 1045 [1] metodas, taikomas gniuždymo jėgoms betono „spyriuose“ įvertinti pagal leistinuosius tangentinius įtempimus ir EN [7], bei SNiT [8] metodikos skersinėms jėgoms įvertinti. Žinant armatūros klasę, skerspjuvius ir elemento aukštį, nustatomas didžiausias atstumas tarp armatūros strypyno, siekiant, kad įstrižas plyšys nedidėtų per visą konstrukcijos aukštį ir nesusikirstų su armatūra.



**3 pav.** Menamų skaičiuojamųjų santvarų schemas: a) klasikinis modelis; b) patikslintas modelis

**Fig 3.** Schemes of imaginary design trusses: a) classical model; b) refined model



4 pav. Skaičiuojamųjų jėgų pasiskirstymas menamos santvaros modelyje (žymėjimai pagal EN2 [7])

Fig 4. Distribution of design forces in imaginary truss model (designations in EN2 [7])

Skaičiuojamųjų jėgų pasiskirstymas menamos santvaros modelyje pagal EN2 [7] pavaizduotas 4 paveiksle.

Pagal klasikinį modelį atstumas  $c$  tarp strypyno sekcijų (žingsnis) įvertinamas formule:

$$c = z(\text{ctg } \theta + \text{ctg } \alpha), \quad (1)$$

$z$  – efektyvusis vidinių jėgų petys esant tarnos būviui;  $\theta$  – „gniuždomųjų“ spyrių posvyrio kampas;  $\alpha$  – tempiamųjų strypų posvyrio kampas.

Tangentiniai įtempimai armatūros strypuose  $\tau_{wd}$  bendruoju atveju [9, 10] nustatomi taip:

$$\tau_{wd} = \frac{A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot \sin \alpha \cdot (\text{ctg } \theta + \text{ctg } \alpha)}{s_{ST} \cdot s_w}, \quad (2)$$

$A_{sw}$  – armatūros skerspjūvio plotas;  $f_{ywd}$  – leistinieji armatūros įtempimai;  $s_{ST}$  – armatūros strypynų žingsnis;  $s_w$  – armatūros strypyno įstrižųjų strypų žingsnis.

Čia laikomasi sąlygos, kad  $c = s_w$ .

#### 4. Šlyties deformacijų įtaka patikslintoje lenkiamojo elemento schemoje

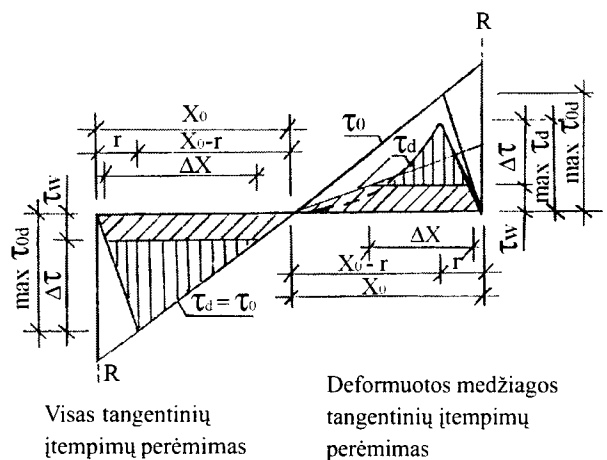
Pagal [2, 5], didžiausi tangentiniai įtempimai neutraliojoje plokštumoje skaičiuojami nuo skersinės jėgos:

$$\tau_{od, \max} = \frac{V_{sd}}{b \cdot z}, \quad (3)$$

$V_{sd}$  – skersinė jėga;  $b$  – elemento plotis;  $z$  – vidinių jėgų petys.

Veikiant šlyties jėgoms, dalį tangentinių įtempimų

perima gretutiniai sluoksniai, o veikiančių jėgų dydžiai ir kryptys transformuojasi pagal schemą, parodytą 5 pav. Ši transformacija turi būti įvertinta, skaičiuojant konstrukcijos laikomąją galią.



5 pav. Tangentinių įtempimų transformacija veikiant šlyties jėgoms

Fig 5. Transformations of shear stresses under shear forces

Remiantis prof. G. Marčiukaičio ir J. Valivonio [11] analitine medžiaga, nustatyta, kad esant pasislinkimui tarp sluoksnių mažėja elemento standumas ir didėja konstrukcijos įlinkis. Tačiau pasislinkimas  $x$  ašies (horizontalia) kryptimi sumažėja dėl šlyties deformacijų  $\psi_x$ . Tuomet vertikaliųjų ( $v$ ) ir horizontaliųjų ( $w$ ) deformacijų atstojamoji  $\psi(x)$  yra tokia:

$$\psi(x) = \frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \quad (4)$$

ir tam tikra vidutinė šlyties deformacija pagal konstrukcijos aukštį bus:

$$\psi(x) = \frac{1}{h} \int_0^h \gamma_{xy}(x, y) dy. \quad (5)$$

Ten pat nurodoma, kad, žinant tangentinių įtempimų vertes, šlyties deformacijas tarp sluoksnių galima apskaičiuoti pagal tokią formulę:

$$\psi_{xy} = \frac{1}{h} \int_0^h \frac{\tau_{xy} dx}{G_{xy}}, \quad (6)$$

$G_{xy}$  – šlyties modulis.

Remiantis pagal šią schemą atliktais teoriniais ir eksperimentiniais tyrimais daroma išvada, kad apkrovai didėjant virš  $0,5 M_u$  ribos, sluoksniuotų lenkiamųjų elementų deformatyvumas yra gerokai didesnis nei vienasluoksnių. Tačiau čia pat pastebima, kad sluoksniuotų konstrukcijų deformatyvumas priklauso nuo sluoksnių ir kontakto tarp sluoksnių deformatyvumo.

Žinant, kad  $\psi_{xy} = \varphi(\tau_{xy})$ , Ackermanas [12, 13] horizontaliąsias deformacijas išreiškia kaip trijų įtempimų dėmenų funkcija, išreikštą daugianariu:

$$\psi = \varphi(\tau_w) = \varphi(\tau_{adh} + \tau_{Rw} + \tau_{Bw}), \quad (7)$$

čia paviršių adhezijos  $\tau_{adh}$ , skersinės armatūros  $\tau_{Rw}$  ir betono  $\tau_{Bw}$  įtempimai yra šios funkcijos dėmenys.

Šiuo daugianariu išskiriamas kontakto tarp liktinio klojinio (mūsų atveju) ir monolitinio sluoksnio (adhezijos) dėmuo. Suprantama, kad priklausomai nuo  $\tau_{adh}$  dydžio lenkiamųjų sluoksniuotų elementų deformatyvumas turi mažėti ir savo verte artėti prie vienasluoksnės konstrukcijos deformacijų.

Atlikus specialiuosius tyrimus [12], nustatyta, kad horizontaliųjų ( $w$ ) ir vertikalųjų ( $v$ ) deformacijų atstojamoji ( $v$ ) aprašoma rodikline funkcija:

$$v = \alpha \cdot w^{2/3}, \quad (8)$$

$\alpha$  – proporcingumo daugiklis, priklausantis nuo kontakto zonos (plokštumos) šiurkštumo arba sankibumo.

Iš klasikinės mechanikos yra žinomos trinties tarp dviejų medžiagų reikšmės ir jų analitinė išraiška. Mūsų atlikti paruošiamieji tyrimai, remiantis Sungatulino [14]

atliktais eksperimentiniais duomenimis ir Ackermanno [12] „išraiška“, leidžia pateikti šias orientacines betono paviršių šiurkštumo reikšmes (1 lentelė):

**1 lentelė.** Betono paviršiaus šiurkštumo rodiklis  $\alpha$

**Table 1.** The index  $\alpha$  of concrete surface roughness

Paviršiaus šiurkštumo charakteristika	Šiurkštumo rodiklis $\alpha$
Labai lygus paviršius	0,12
Lygus paviršius	0,2
Natūraliai šiurkštus paviršius	0,3
Pašiurkštintas paviršius	0,4
Stipriai pašiurkštintas paviršius	0,5

Imant lenkiamojo sluoksniuoto elemento šiurkštumo rodiklius  $\alpha=(0,2; 0,3; 0,4$  ir  $0,5)$  pagal (8) išraišką nustatytas horizontaliųjų ( $w$ ) deformacijų dėmuo (2 lentelė):

**2 lentelė.** Lenkiamojo sluoksniuoto elemento horizontaliųjų deformacijų dėmuo  $w$  (mm) skerspjūvio aukščio atžvilgiu

**Table 2.** Component  $w$  (mm) of horizontal strains in section of bending composite element

Vertikaliosios deformacijos (įlinkis) $v$ , mm	Paviršiaus šiurkštumo rodiklis $\alpha$			
	0,2	0,3	0,4	0,5
0,05	0,14	0,08	0,04	0,03
0,10	>0,4	0,2	0,14	0,09
0,15	-	>0,4	0,25	0,16
0,20	-	-	0,28	0,27
0,25	-	-	>0,4	0,41
0,30	-	-	-	>0,5

Pasinaudodami (2) ir (7) formulėmis atlikome analitinį tyrimą – eksperimentą. Jo esmė yra ta, kad keisdami strypyno žingsnius, plokštės aukščius, armatūros klasę, matematinio nuosekliojo artėjimo metodu sudarėme palyginamąją patikslintų šlyties įtempimų lentelę (3 lent.). Užtektino artėjimo kriterijus buvo gautų rezultatų koreliacija (glaustumas), atitinkanti (7) išraiškos kreivių trajektoriją.

**3 lentelė.** Klasikiniu  $\tau_{cl}$  ir patikslintu  $\tau_{pt}$  metodu įvertintų skersinių strypų perimamų tangentiųjų įtempimų palyginimas. Čia  $s_w=20$  cm. Betono klasė – B 15

**Table 3.** Comparable evaluation of successive shear stresses  $\tau_{cl}$  and  $\tau_{pt}$  in stirrups.  $s_w=20$  cm, concrete class B 15

$S_{ST}$ [cm]	$\tau_{pt}$ [MN/m <sup>2</sup> ]			$\tau_{cl}$ [MN/m <sup>2</sup> ]		
	Strypo Ø			Strypo Ø		
	5	6	7	5	6	7
25	0,264	0,384	0,522	0,264	0,384	0,522
35	0,188	0,274	0,373	0,215	0,274	0,373
40	0,165	0,240	0,327	0,201	0,242	0,327
50	0,132	0,192	0,261	0,180	0,217	0,261
60	0,110	0,160	0,218	0,164	0,198	0,231
70	0,094	0,137	0,187	0,152	0,183	0,214

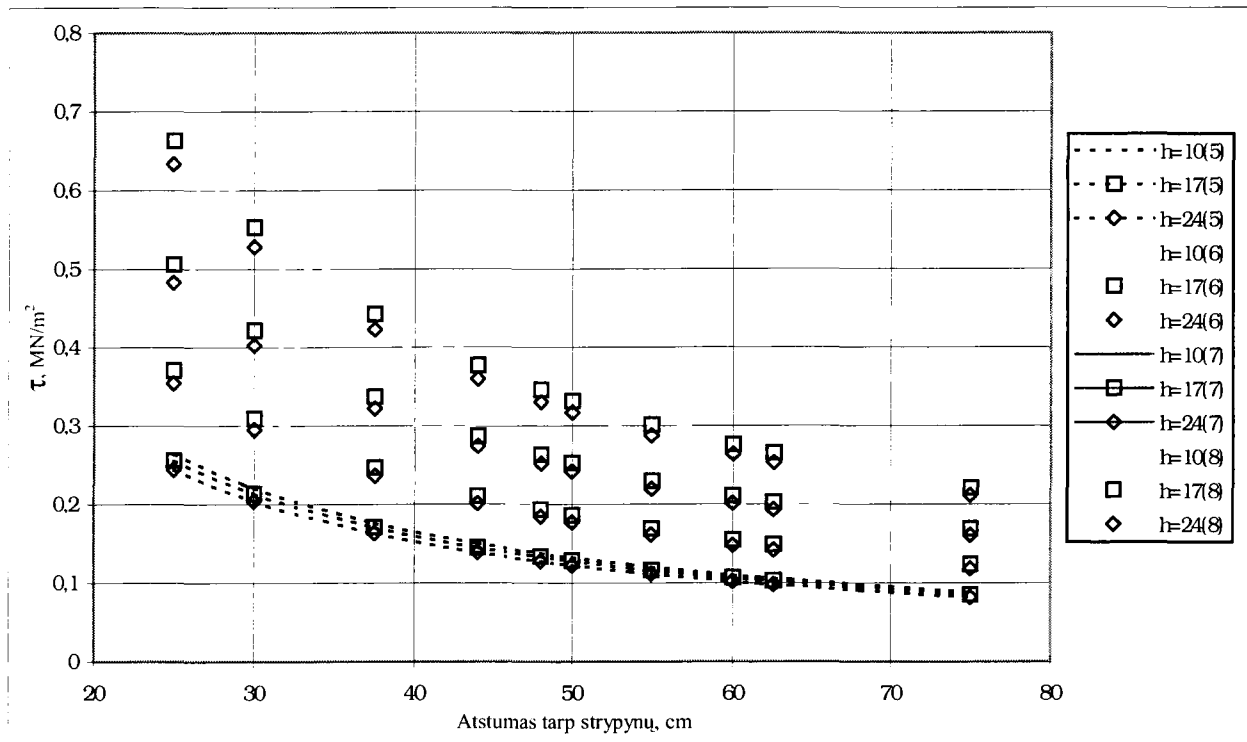
*Pastaba.* Apibrautos  $\tau_{cl}$  vertės yra didesnės už  $\tau_{pt}$  vertes.

Iš 3 lentelės matyti, kad, didėjant  $s_{ST}$ , skirtumas tarp  $\tau_{cl}$  ir  $\tau_{pt}$  verčių didėja. Šis skirtumas dar labiau didėja, didėjant betono klasei, o jungiančiosios armatūros laikomoji galia geriau išnaudojama iki leistinųjų įtempimų.

### 5. Taikomieji denginių, sudarytų iš liktinių klojinių ir monolitinės gelžbetoninės plokštės, rezultatai

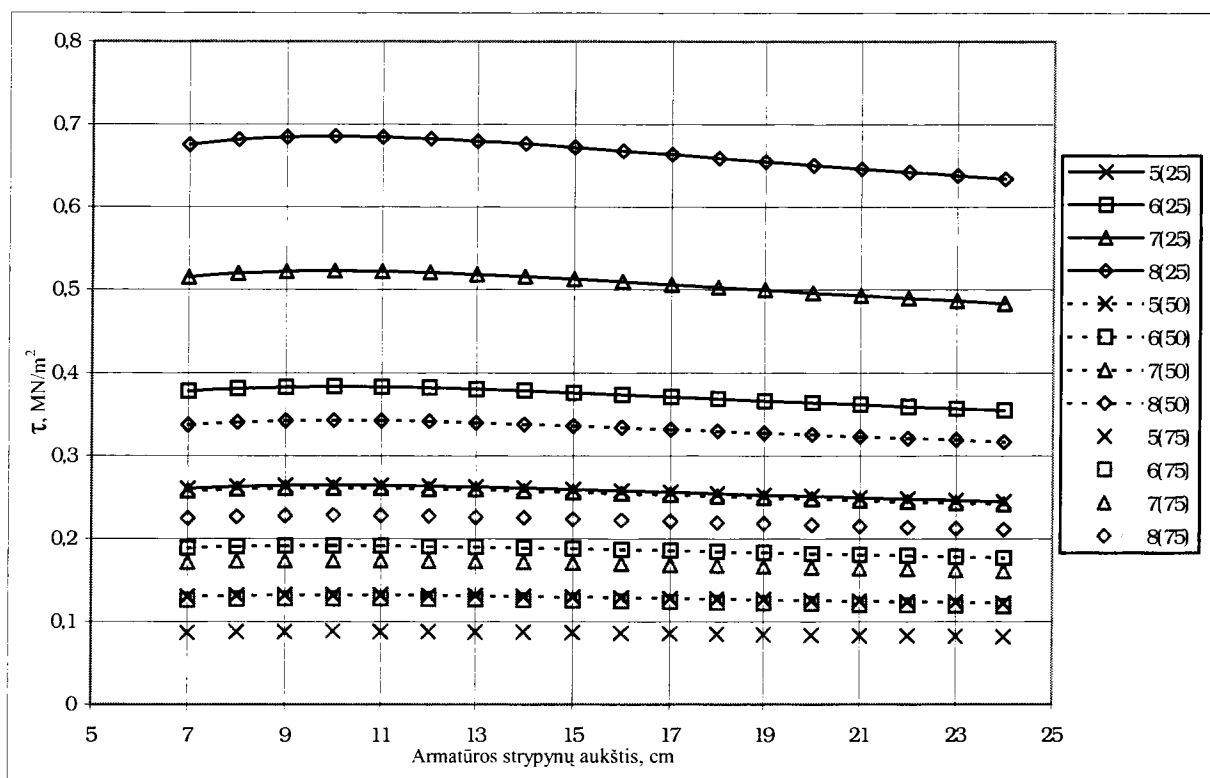
Remiantis gautomis armatūros strypyno įstrižųjų strypų, atlaikančių tangentiuosius įtempimus, modifikuotomis skaičiavimo lygtimis, atlikta tangentiųjų įtempimų pasiskirstymo grafinė analizė. Buvo nagrinėta 10 variantų, keičiant atstumą tarp armatūros strypynų, atitinkamai, 25; 30; 37,5; 44; 48; 50; 55; 60; 62,5 ir 75 cm. Taip pat išanalizuota, kokią įtaką daro armatūros skersmens ( $\varnothing 5$ ;  $\varnothing 6$ ;  $\varnothing 7$ ;  $\varnothing 8$ ) keitimas armatūros strypyno aukščiui. Imant, kad įstrižųjų strypų žingsnis  $s_w=const$ , atitinkamai buvo įvertintas strypyno posvyrio kampo  $\alpha$  kitimas.

6 paveiksle pateikiamas suvestinės tangentiųjų įtempimų funkcinės priklausomybės nuo atstumo tarp armatūros strypynų pavyzdys, keičiant armatūros skersmenį.



**6 pav.** Tangentiųjų įtempimų priklausomybė nuo atstumo tarp strypynų

**Fig 6.** Dependency of shear stresses on the distance of vertical shear reinforcement



7 pav. Tangentinių įtempimų priklausomybė nuo armatūros strypyno aukščio

Fig 7. Dependency of shear stresses on the height of vertical shear reinforcement

Suvestinio 6 paveikslo duomenys rodo, kad strypyno žingsniui didėjant virš 60 cm, šlyties įtempimų skirtumas, keičiant armatūros skersmenį ir elemento aukštį, artėja prie pastoviojo dydžio:  $c \rightarrow \text{const}$ . Taip pat mažėja absoliuti įtempimų skirtumų vertė – nuo  $\Delta\tau_{25} = 0,45 \text{ MN/m}^2$  iki  $\Delta\tau_{75} = 0,13 \text{ MN/m}^2$ .

Iš 7 pav. suvestinių duomenų matyti, kad strypyno aukščio kitimo įtaka yra pastovus dydis, jeigu reguliuojamas strypyno skersmuo ir žingsnis. Taigi racionalus konstrukcijos armavimo sprendimas priklauso nuo armatūros sąnaudų palyginimo, laikantis minimalaus ir maksimalaus armavimo reikalavimų. Naudingiau naudoti didesnio skersmens armatūrą.

## 6. Išvados

1. Lenkiamos dvisluoksnės gelžbetonio plokštės gali būti skaičiuojamos pagal menamos, kiek išgaubtos santvaros modelį, įvertinant ir įtraukiant į plokštės statinį darbą vertikalių strypyną.

2. Skaičiuojamoji schema leidžia įvertinti šlyties įtempimus kontakto zonoje (plokštumoje), remiantis šlyties įtempimų transformacija plokštei įlinkus.

3. Įvertinus kontakto zonos (plokštumos) paviršių šiurkštumą, galima maksimaliai išnaudoti jungiamojo strypyno laikomąją galią ir sumažinti plokštės deformacijas (įlinkį) iki lygio, artimo vienasluoksnei konstrukcijai.

## Literatūra

1. DIN 1045. Beton und Stahlbeton, Ausgabe Juli, 1988. 96 S.
2. R. Avak. Stahlbetonbau in Beispielen: DIN 1045 und europäische Normung / Ralf Avak. Düsseldorf: Werner. Teil 1. Baustoffe, Grundlagen, Bemessung von Stabtragwerken. 2, neubearb. u. erw. Aufl. 1994. 354 S.
3. Chu-Kia Wang, Charles G. Salmon. Reinforced Concrete design. Sixth Edition. Menlo Park, California Reading, Massachusetts New York Harlow, England Berkeley, California Don Hills, Ontario Sydney Bonn Amsterdam Tokyo Mexico City, 1995. 1020 S.
4. Ф. Леонгард. Предварительно напряженный железобетон. Москва: Стройиздат, 1983. 245 с.
5. G. Lohmeyer, Gottfried C.O. Stahlbetonbau: Bemessung, Konstruktion, Ausführung / von Gottfried C.O. Lohmeyer. 3, neubearb. u. erw. Aufl. Stuttgart: Teubner, 1983. 434 S.

6. H. Bay. Emil Mörsch. Erinnerungen an einen großen Lehrmeister des Stahlbetonbaus und techn. Mentor der Wayss & Freytag AG; Düsseldorf, VDI-Ges. Bautechnik, 1985 (Herausragende Ingenieurleistungen in der Bautechnik, Heft 3). 20 S.
7. DIN V ENV 1992-1-1. Eurocode 2, Planung von Stahlbeton und Spannbetontragwerken, Ausgabe Juni. 1992. 312 S.
8. СНиП 2.03.01-84. Бетонные и железобетонные конструкции. Москва, 1989. 88 с.
9. Institut für Bautechnik, Berlin: Zulassungsbescheid Nr. Z-4.1-89 für den Kaiser – Gitterträger KT800, Blatt 8.5.3.
10. Institut für Bautechnik, Berlin: Schreiben I 13-1089 vom 09. Juni 1992 an Badische Drahtwerke GmbH, Kehl.
11. G. Marčiukaitis, J. Valivonis. Ryšių standumo tarp sluoksnių įtakos lenkiamų sluoksniuotųjų armuotų sijų įlinkiams vertinimas // Statybinės konstrukcijos: kūrimas ir stiprinimas: Konferencijos, įvykusios Vilniuje 1998 m. lapkričio 20 d., medžiaga. Vilnius: Technika, 1998, p. 38–42.
12. G. Ackermann, R. Gatzsch. Schubversuche zur Bestimmung charakteristischer Kennwertfunktionen an bewehrten Verbundfugen bei Fertigteilen und Ortbeton // Wiss. Z. Hochsch. Archit. Bauwes. A/B. Weimar 39 (1993) 3, S. 191–203.
13. G. Ackermann, R. Gatzsch. Versuchsergebnisse zum Tragverhalten von bewehrten Verbundfugen bei Fertigteilen und Ortbeton // Beton- und Stahlbetonbau 89(1994), H. 5, S. 145–148.
14. Я. Г. Сунгатуллин. Экспериментально-теоретические основы расчета сопротивляемости сдвигу армированного и неармированного контактов сборно-монолитных конструкций // Сборные и сборно-монолитные железобетонные конструкции. Межвузовский сборник трудов, № 1. Казань – Ленинград, 1975, с. 90–145.

Įteikta 2000 07 18

## EVALUATION OF SURFACE ROUGHNESS AND VERTICAL SHEAR REINFORCEMENT IN CONTACT ZONE OF REINFORCED CONCRETE CONSTRUCTIONS WITH SURVIVAL MOULDS

R. Bistrickaitė

### Summary

Structurally and technologically expedient and economic precast-monolithic reinforcement floor slabs are widely used in western European countries. In Lithuania they are unknown, although there are all conditions for introducing them.

Precast-monolithic slabs are made from precast layers (used as survival moulds) and monolithic layers (poured in situ). These layers are connected to make a compact structure with vertical shear reinforcement.

There exists a method for calculating slabs analogous to a curved top truss. According to this method, the deflection of composite slabs increases considerably compared with that of one-layer structures.

By evaluating both the transformation of tangential shear stress in the cross-section of bending elements and the influence of adhesive power in the contact zone, we have defined in a more exact way the method for calculating composite slabs. Additionally, we have included a vertical reinforcement into the structure and diminished vertical deflections of slabs up to the values close to those of one-layer structures.

.....  
**Rėda BISTRICKAITĖ**. PhD student. Dept of Building Structures. Kaunas University of Technology (KTU), Studentų g. 48, LT-3031 Kaunas, Lithuania.

E-mail: romualdas.zilinskas@saf.ktu.lt

A graduate of KTU (1995). Doctoral studies at KTU (1995–2000). Author of 4 publications. Research interests: reinforced concrete structures, peculiarities of layered structures.