

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
PANEVĖŽIO TECHNOLOGIJŲ IR VERSLO FAKULTETAS
TECHNOLOGIJŲ KATEDRA

Aivaras Pazūkas

NEVIENALYČIŲ SIJŲ STIPRUMO TYRIMAS

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Doc. Dainius Vaičiulis

PANEVĖŽYS, 2016

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
PANEVĖŽIO TECHNOLOGIJŲ IR VERSLO FAKULTETAS
TECHNOLOGIJŲ KATEDRA

TVIRTINU
Katedros vedėjas
(parašas) Doc. dr. Arūnas Tautkus
(data)

NEVIENALYČIŲ SIJŲ STIPRUMO TYRIMAS

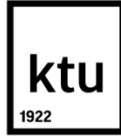
Baigiamasis magistro projektas
Statyba (kodas 621J80001)

Vadovas
(parašas) Doc. Dainius Vaičiulis
(data)

Recenzentas
(parašas) Prof. Jonas Bareišis
(data)

Projektą atliko
(parašas) Aivaras Pazūkas
(data)

PANEVĖŽYS, 2016



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Panevėžio technologijų ir verslo fakultetas

(Fakultetas)

Aivaras Pazūkas

(Studento vardas,pavardė)

Statyba (kodas 621J80001)

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

Baigiamojo projekto

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

2015 m. gruodžio 14 d.
Panevėžys

Patvirtinu, kad mano Aivaro Pazūko baigiamasis projektas tema „Nevienalyčių sijų stiprumo tyrimas“ yra parašytas visiškai savarankiškai, o visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

BAIGIAMOJO PROJEKTO UŽDUOTIS

Išduota studentui: Aivarui Pazūkui grupė: PMS-4

1. Darbo tema

Lietuvių kalba: *Nevienalyčių sijų stiprumo tyrimas*

Anglų kalba: *Research of inhomogeneous beams strength under bending load*

Patvirtinta 2015 m. 10 mėn. 21d. dekanu potvarkiu Nr. ST17-F-13-41.

2. Darbo tikslas

ištirti kaip lenkiamų sijų, sudarytų iš dviejų medinių tašų ir plieninio rifliuoto tiltelio tarp jų, stiprumą įtakoja plieninio rifliuoto tiltelio ir medinių tašų geometrija.

3. Reikalavimai ir sąlygos

sijos apkrova tolygiai išskirstytas sloginys; nustatyti kokią įtaką nevienalytės sijos stiprumui turi plieninio rifliuoto lakšto bangos ilgis bei viršutinių ir apatinių medinių tašų storis ir aukštis.

4. Projekto struktūra. Turinys konkretizuojamas kartu su vadovu, atsižvelgiant į BP pobūdį.

*Įvadas
Literatūros apžvalga
Tiriamų konstrukcijų modelių analizė
Išvados
Literatūros sąrašas*

5. Ši užduotis yra neatskiriama baigiamojo projekto dalis.

6. Projekto pateikimo gynimui kvalifikacinėje komisijoje terminas 2016-01-04
(data)

Užduotį gavau: Aivaras Pazūkas 2015 m. spalio mėn.
(studento vardas, pavardė, parašas) (data)

Vadovas: doc. Dainius Vaičiulis 2015 m. spalio mėn.
(pareigos, vardas, pavardė, parašas) (data)

TURINYS

ĮVADAS	8
1. Nevienalyčių sijų panaudojimo sritis ir efektyvumas	9
1.1. Medžiagos, iš kurių gaminamos nevienalytės sijos	9
1.2. DEALTABEAM nevienalytė sija	12
1.3. NAILWEB nevienalytė sija	12
2. Sijos, sudarytos iš medinių tašų bei plieninio rifliuoto tinklelio tarp jų, stiprumo tyrimas	16
2.1. Tyriamasis modelis	16
2.2. Tiriamojo modelio analizavimas	19
IŠVADOS	42
INFORMACINIAI ŠALTINIAI	43
PRIEDAI	44

Pazūkas, A. Nevienalyčių sijų stiprumo tyrimas. Magistrinio baigiamasis projektas / vadovas doc. dr. Dainius Vaičiulis; Kauno technologijos universitetas, Panevėžio technologijų ir verslo fakultetas, Technologijų katedra.

Panevėžys, 2016. 48 p.

SANTRAUKA

Baigiamajame magistro projekte tiriamas sijų, sudarytų iš dviejų medinių tašų, kuriuos jungia plieninis rifliuotas tiltelis, stiprumas. Nustatyta kaip sijos stiprumas priklauso nuo plieninės rifliuotos juostos riflio ilgio ir medinių tašų matmenų. Stipruminiai skaičiavimai atlikti naudojant baigtinių elementų metodą. Gauta, kad silpniausia lenkiamos nevienalytės sijos vieta yra ties sijos įtvirtinimu: šioje zonoje įtempimų intensyvumas yra nuo 1,1 iki 4,4 karto didesnis nei ties sijos viduriu.

Darbą sudaro šios dalys: įvadas, du pagrindiniai skyriai, išvados ir literatūros sąrašas. Įvade aptariamas darbo aktualumas ir naujumas, pristatomas darbo objektas, formuluojami tikslai ir uždaviniai, pateikiama tyrimų metodika. Pirmajame skyriuje pateikiamos bendros žinios apie nevienalytes sijas, jų efektyvumą. Aptariamos pagrindinės medžiagos, iš kurių gaminamos nevienalytės sijos. Antrajame skyriuje plačiai aprašomas nevienalytės sijos tiriama modelis, grafiškai pateikiami tyrimo rezultatai. Darbo pabaigoje apžvelgiami rezultatai, formuluojamos išvados.

Darbo apimtis – 48 puslapių, 44 paveikslai, 3 lentelės, 16 bibliografinių šaltinių.

Prasminiai žodžiai: stiprumas, nevienalytė lenkiama sija, mediniai tašai, plieninis rifliuotas tiltelis.

Pazūkas, A. Research of inhomogeneous beams strength under bending load. Final project of the Master's degree / supervisor doc. Dainius Vaičiulis; Cathedral of Technologies, Panevezys Faculty of Technologies and Business, Kaunas University of Technologies. Panevezys, 2016. 48 p.

SUMMARY

The Masters thesis investigates the strength of beams, which are constituted from two wooden lumbers, which are connected by corrugated steel mesh. It was determined, that the strength of the beam depends from the corrugated steel ribbon length and the dimensions of the wooden lumbers. Strength calculations are performed by using the finite element method. The results were, that the weakest place of the heterogeneous bent beam is at the place of beam fortification: the stress intensity at this place is stronger from 1.1 to 4.4 times than at the middle of the beam.

Work consists out of: conclusion, two main chapters, conclusions and references. The relevancy and novelty of the paper is discussed and the work object is presented, goals and task are formed and the research methodology is provided in the conclusion of the paper and work.

The first chapter provides general knowledge about heterogeneous beams and their efficiency. The main materials, which are used for production of heterogeneous beams, are discussed. The second chapter widely describes the investigative model of the heterogeneous beam and results are graphically presented. The results are reviewed and conclusions are formulated at the end of the paper.

Work extent – 48 pages, 44 pictures, 3 tables, 12 bibliographic sources.

Keywords: strength, heterogeneous bent beam, wooden lumbers, corrugated steel bridge.

IVADAS

Statyba, viena iš svarbiausių pasaulio ūkinės veiklos sričių, užima reikšmingą vietą žmonių socialiniame, ekonominiame gyvenime. Įvairių paskirčių statyba buvo ir yra kiekvieno regiono to laikotarpio ekonominio gyvenimo atspindys. Jos plėtros pradžia siekia neatmenamus laikus, kai dar pirmykštis žmogus pajuto poreikį turėti stogą virš galvos.

Pastatai yra statomi naudojant įvairias statybines medžiagas. Tinkamai jas parinkus, užtikrinamas konstrukcinio elemento, statinio patikimumas, estetiškumas, kartu ir ekonomiškumas. Konstrukcija – tai bet kokios rūšies materialus darinys, skirtas poveikiams atlaikyti. Statyboje labai svarbu naudoti lengvas, dideles laikomosios galios konstrukcijas. Medinės, ar nevienalytės skirtingų medžiagų konstrukcijos yra vienos iš jų.

Darbo aktualumas: nevienalytės sijos atsirado palyginus neseniai. Greitas patogus šių konstrukcijų montavimas, transportavimas, maži gamybos kaštai. Stiprumas ir kiti išvardinti veiksniai šiai dienai yra aktualiausi. Norint pasiekti gerų rezultatų reikia padryti konstrukciją iš skirtingų medžiagų. Nevienalyčių sijų turimos informacijos kiekis yra ribotas. Šios nevienalytės sijos yra tobulinamos, bandoma sukurti naujų efektyvesnių konstrukcijų.

Darbo tikslas: išnagrinėti sijų, sudarytų iš dviejų medinių tašų ir plieninio rifliuoto tiltelio tarp jų, stiprumą atsižvelgiant į plieninio rifliuoto tiltelio bangos ilgį ir medinių tašų geometrinius parametrus.

Darbo uždaviniai:

- ištirti kaip nevienalytės sijos stiprumas priklauso nuo plieninio rifliuoto lakšto bangos ilgio;
- ištirti kaip nevienalytės sijos stiprumas priklauso nuo medinių tašų geometrinių parametrų;
- parinkti tinkamiausius medinių tašų geometrinius parametrus.

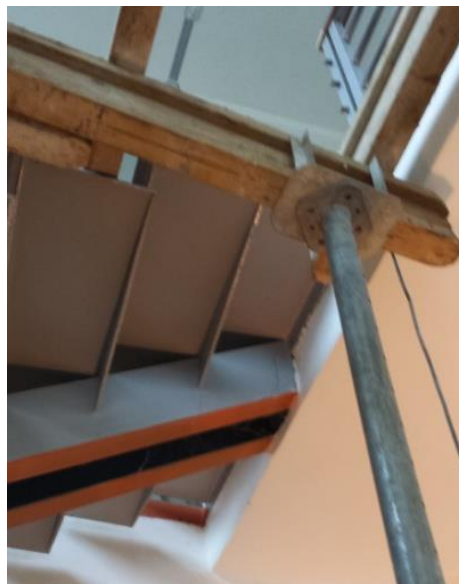
Darbo aprobavimas. Baigiamojo projekto tematika yra paskelbtas mokslinis straipsnis: „Strength of inhomogenous beams under bending load“ 2015 metai, 4 psl.

Darbo apimtis ir struktūra. Baigiamąjį projektą sudaro aiškinamasis raštas, įvadas, pagrindiniai du skyriais kuriuose yra 44 paveikslėliai, 3 lentelės, išvados, informaciniai šaltiniai. Baigiamojo projekto apimtis 48 p.

1. Nevienalyčių sijų panaudojimo sritis ir efektyvumas

Sijos nuo senų senovės naudojamos įvairiuose statiniuose. Tai viena iš pagrindinių konstrukcijų, laikančių apkrovas. Jos montuojamos pastatų denginiuose, perdangose, tiltuose. Medinės nevienalytės sijos plačiai naudojamos klojinių sferoje (žr. pav. 1) [2]. Betonuojant horizontalias perdangas naudojama klojinių sistema, kurią sudaro šie komponentai:

- metaliniai stovai;
- medinės nevienalytės sijos;
- paklotas.



1 pav. Horizontalios perdangos, sijiniai klojiniai [6]

1.1. Medžiagos, iš kurių gaminamos nevienalytės sijos

Nevienalytės sijos gaminamos iš skirtingų medžiagų, jas sujungus gaunamas vienas elementas, laikantis apkrovas. Pagrindinės medžiagos, kurias derinantsukuriamos šios nevienalytės sijos, yra apdirbta mediena, betonas ir plienas [2].

Statybinė mediena turi būti apsaugota nuo dviejų poveikių: ugnies ir puvimo. Tinkamai neapdirbta mediena laikui bėgant praranda savo fizines savybes. Ši medžiaga užsidega esant 175 – 200 °C temperatūrai, atsparumas ugniai priklauso nuo jos drėgnio, tankio, paviršiaus ploto ir tūrio santykio, oro kiekio. Didesni elementai atsparesni ugniai [14]. Gerai įmirkius antipirininiais tirpalais padidinamas atsparumas ugniai. Naudojami amonio sulfato ir amonio fosforo tirpalai. Tačiau efektyvesni atsparumo didinimo būdai yra medinių elementų padengimas įvairiais lakais, emaliu, pastomis, tinko skiediniais ir kitomis dangomis. Šiomis dangomis ugnies atsparumas

padidintas 30 – 50 min. Priklauso nuo dangos tipo ir jos storio(nebaigas sakinys). Medinių elementų užsidegimo laiką pailgina įvairios atitvaros tokios kaip nedegi stogo danga, specialios ugniasienės, ugniai atspari šilumos izoliacija, ugniai atsparūs konstrukciniai sluoksniai ir kitos panašios priemonės [10].

Medinių elementų apsauga nuo puvinimo turi didelę įtaką jos naudojimui. Puvinimo grybai veisiasi, kai medienos drėgnumas 20 – 70 %, oro temperatūra 5 – 45 °C, bloga ventiliacija [13]. Jei nėra bent vienos iš šių sąlygų, medieną ardantys grybai nesidaugina ir jos neardo, tačiau ir nežūna. Mediniai elementai nepūna, kai apsaugomi nuo drėgmės. Todėl norint apsaugoti ją nuo puvinimo reikia naudoti specialias apsaugines priemones [4].

Betonas – (pranc. k. dirbtinis akmuo). Sumaišius rišamąsias medžiagas: cementą, vandenį ir žvyrą, palaukus tam tikrą laiką, gaunamas kietas gaminy. Pirminė betono stadija, kai jis tik ką paruoštas yra skysto pavidalo, kitaip dar vadinamas betono skiediniu. Šis skiedinys supilamas į paruoštas formas, klojinius. Supilstytas skystas betono mišinys dažniausiai vibruojamas vakuuminiais vibratoriais 50 – 250 Hz dažnio virpesiais. Didelės konstrukcijos (sijos, kolonos) vibruojamos giluminiais vibratoriais [4].



2 pav. Giluminis betono vibratorius

Skysto pavidalo betonas tampa slankus ir užpildo tarpus, kurie yra klojiniuose ir po armatūra, – taip užtikrinamas betono tankumas. Sustingęs per atitinkamą laiką jis įgauna tinkamą stiprumą. Ši medžiaga viena svarbiausių statybos sektoriuje, naudojamagaminant statinių pagrindines konstrukcijas. Betonas puikiai laiko gniuždymo apkrovas, tačiau lenkimas yra silpnoji betono savybė. Šioje vietoje gelbsti armatūros strypai ir metaliniai karkasai. Betoninis gaminy su armatūra vadinamas gelžbetoniu. Betono stiprumas tempiant yra 10 – 20 kartų

mažesnis nei gniuždant, tankus betonas yra stipresnis, atsparesnis šalčiui, beveik nepraleidžia vandens, tankumas didinamas priedais, pvz., cerezitu. Betonas atsparus ugniai, nekeisdamas savybių kelias valandas atlaiko 1000 C. Ilgesnį laiką veikiamas aukštos temperatūros betonas silpnėja. Sausas betonas mažai laidus elektros srovei. Drėgname betone arba betono mišinyje nuolatinė elektros srovė sukelia elektrolizę, kuri ardo betoną. Taip pat jį ardo agresyvioji aplinka – jūrų, balų, kanalizacijos vandenys, rūgštys.

BETONAVIMAS. Tai betono mišinio klojimas į formas ar klojinius jo tankinimas ir kietėjimo priežiūra [4].

KLOJIMAS. Betonvežiais, transporteriais, betono siurbliais ar kitomis priemonėmis atgabentas betono mišinys paskirstomas mechaniniu ar rankiniu būdu. Dideli masyvai betonuojami barais, atskiriamais temperatūrinėmis, slūginio ar darbo siūlėmis. Baruose betono mišinys klojamas horizontaliais, paprastai 30 – 50cm storio sluoksniais [1].

KIETĖJIMO PRIEŽIŪRA. Suklotas ir sutankintas betono mišinys, kietėjantis normaliomis sąlygomis, pirmąsias 7 – 10 d. drėkinamas: laistomas vandeniu, uždengiamas drėgnomis pjuvenomis, šlapiais dembliais, polimerine plėvele [1].

Pirmosios metalinės konstrukcijos pagamintos XVIII a. pradžioje. XVIII a. pabaigoje Didžiojoje Britanijoje buvo statomi iki 30 m tarpatramio ketiniai tiltai. XIX a. viduryje pastatyti pirmieji geležinkelio tiltai iš valcuotųjų plieninių elementų. 1861 m. toks tiltas pastatytas Kaune, XIX a. pabaigoje – XX a. pradžioje pastatyta gražių statinių iš metalinių konstrukcijų – plieninis Eifelio bokštas Paryžiuje 1889 m.). Svarbesni statiniai iš metalinių konstrukcijų Lietuvoje: Kauno sporto halė (62 m plieninės kniedytos tarpatramio arkos; 1938), geležinkelio tiltas per Dubysos slėni Lyduvėnuose (Raseinių r.; 570 m ilgio, 48 m aukščio), pastatytas per Pirmąjį pasaulinį karą [1].

Metalinės konstrukcijos būna plieninės, aliumininės, rečiau ketinės. Jos stiprios, patikimos, ilgaamžės, ekonomiškos, nesunkios. Lengvesnės už gelžbetonines, o aliumininės labai lengvos, nedidelių matmenų, ir atsparios korozijai, bei žemai temperatūrai iki -100°C. Mechaninės jų savybės nekinta, dekoratyvios. Jos gaminamos iš įvairaus profilio valcuotųjų elementų lakštų juos suvirinant, su kniedijant, suveržiant varžtais. Kad reikėtų mažiau metalo, naudojami atsparūs, mažai legiruoti, termiškai sustiprinti plienai, mechaniškai ir termiškai sustiprinti aliuminio lydiniai, konstrukcijos iš anksto įtempiamos. Tiltuose, sudėtingų formų visuomeniniuose pastatuose naudojamos ekonomiškos ir gražios metalinės kabančiosios konstrukcijos iš labai stiprių tempiamų elementų. Iš plieninių konstrukcijų daromi laikantieji pastatų elementai, didelių tarpatramių tiltai, paslankios hidrotechninių įrenginių konstrukcijos, aukštakrosnių kevalai, rezervuarai, dujų talpyklos, bunkeriai, stiebai, bokštai. Aliumininės konstrukcijos naudojamos atitvaroms, apdailai, langų ir durų rėmams. Sunkiai prieinamose

vietose, kur žema temperatūra, pvz., šiaurėje, taip pat reprezentaciniuose statiniuose, daromos ir aliumininės laikančiosios konstrukcijos [9].

1.2. DEALTABEAM nevienalytė sija

Sparčiai augant technologijų lygiuimokslininkai sukuria naujas konstrukcijas. Viena iš jų yra DEALTABEAM sija. Ji pasižymi unikalumu: viską sumontavus, ši konstrukcija susideda iš dviejų medžiagų – metalo ir betono. Tvirtinama specialiomis įdėtinėmis detalėmis, kurios jau numatytos konstruktorių, suprojektuotose kolonose. Privalumas tas, jog ši konstrukcija pritaikyta plonomis perdangoms. Dažniausiai naudojama su kiaurymėmis gelžbetoninėmis plokštėmis. Tokiomis sijomis galima sukurti dideles atviras erdves, tai šiuo metu labai aktualu. Šis praktiškas konstrukcinis sprendimas tinkamas daugiaaukščiams statiniams, ligoninėms, mokykloms, biurams, prekybos centrams ir kitiems didelio masto objektams. Sumontavus siją, uždėjus gelžbetonines kiaurymėtas perdangos plokštes, sija tuštumas užbetonuojamos. Taip sukuriamas nevienalytė sija ir ji veikia kaip vienas elementas [3].



3 pav. DEALTABEAM sijos metalinis karkasas [1]

1.3. NAILWEB nevienalytė sija

Šiais moderniais laikais galimas 100 metrų ilgio tarpatramio perdengimas klijuotomis medžio sijomis. Klijuotos medinės sijos – aukščiausio technologinio lygio tiesūs ir lenkti mediniai elementai, suklijuoti iš 16 – 40mm storio balanėlių [2].

Nevienalytės NAILWEB sijos sudarytos iš dviejų medinių tašų ar klijuotos medienos tašų kuriuos presavimo būdu jungia plieninis tiltelis (žr. 4 pav.). Naudojami džiovintos ir

obliuotos, apdirbtos antiseptikais spygliuočių medienos masyvo arba klijuoto medžio tašai. Taip vadinama pjautinė mediena, kurios storis yra daugiau kaip 100 mm. Išpjauamas iš rąsto išilgai lygiagrečiais pjūviais (neapipjautas tašas) arba dar ir jiems statmenais (apipjautas tašas). [8] Reikiamas sijos ilgis gaunamas tašus jungiant dyginiu klijavimu. Klijuota mediena labai greitai iškovojo savo vietą rinkoje, dėl akivaizdžių savo privalumų [11]. Klijuotos medienos konstrukcijos atsparios ugniai, drėgmei ir chemiškai agresyviai aplinkai. Medienos klijavimas leidžia pagaminti didelių gabaritų gaminius, kurie sumontuojami masyviuose statiniuose. Galima įvairi gaminių geometrija atitinkanti architektūrinius ir statinius reikalavimus. Klijuota mediena išlaiko savo formą ir matmenis, ji nesusėda, nesusideformuoja, kadangi neturi vidinių įtempių ir yra gaminama iš išdžiovintos tinkamai paruoštos medienos. Tašai gali būti dažomi arba lakuojami [8].

Sijų NAILweb metaliniai tilteliai pagaminti iš galvanizuotos plieninės skardos. Plieninės skardos nuriebalinamos ir cinkuojamos karštu būdu, uždedant 285 g/m² cinko dangą [9]. Ši cinko danga garantuoja puikią sijų tiltelių apsaugą nuo korozijos. Tokia apsauga nuo korozijos yra pakankama patalpoms, kuriose vidutinis santykinis oro drėgnumas daugiau kaip 70 proc [8].



4 pav. NAILWEB sija [8]

Hidraulinis presas, jungiantis medinius tašus su plieniniu tilteliu, yra nesudėtingos konstrukcijos. Jį sudaro metalinis rėmas, hidraulinė sistema su cilindrais, valdymo blokas, presas tinkamas skydams, sijoms gaminti. Šio modelio hidrauliniai presai yra tvirtos konstrukcijos, taip pat labai tinka taupantiesiems patalpų erdvei, nes užima nedaug vietos. Presas SL3 yra lengvas, paprastas naudoti, juo dirbant pasiekiamas didelis našumas. Preso ilgis gali būti nuo 3 iki 20 metrų [15, 16].

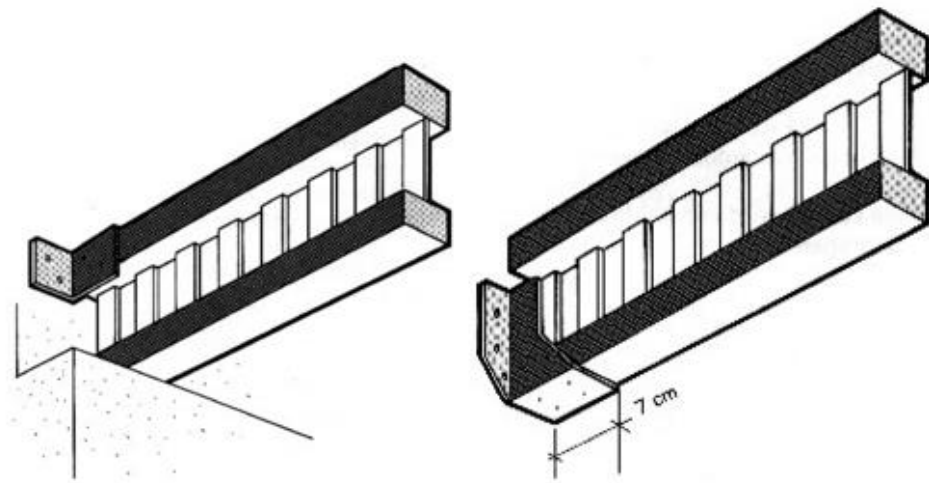
SL3 Hidraulinio preso techninės charakteristikos [14]

Techninės charakteristikos	
Darbinis ilgis	3000 – 20000 mm
Darbinis aukštis	1200 mm
Maksimalus ruošinio plotis	200 (250) mm
Kolonos su vertikaliais hidrauliniais cilindrais	18 vnt
Hidrostaties variklio galingumas	5,5 kW
Vieno vertikalios cilindro spaudimo jėga	7200 kg
Spaudimo jėga j vieną cm ² , kai mošinio plotis 120 mm	18 kg
Spaudimo jėga j vieną cm ² , kai mošinio plotis 200 mm	11 kg
Slėgio reguliatorius	Yra
Bendra preso spaudimo jėga su 18 vnt. cilindų	129,6 tonos
Kiekvienas vertikalus hidraulinis cilindras gali būti išjungtas/įjungtas su rankena (svertu) atskirai	Yra
Vertikaliai reguliuojami atraminiai kronšteinai	Yra
Priekiniai prispaudėjai hidrauliniai	6 vnt
Kiekvienas priekinis hidraulinis prispaudėjas gali būti išjungtas/įjungtas atskirai	Yra
Valdymo blokas	Yra

**5 pav.** presavimo staklių fragmentas [16]

Nevienalytės sijos atrėmimo ilgis turi būti ne trumpesnis kaip 0,07 m. Nevienalytė sija sudaryta iš dviejų medinių tašų ir plieninio rifliuoto tiltelio tarp jų yra labai lengva. Galimi keli

tvirtinimo būdai (žr. 6 pav.). Tradicinis būdas – atremti siją ant gelžbetoninės konstrukcijos lentynos, sijos viršutinį tašą pritvirtinti metaliniais kampuočiais. Kitas būdas – su specialia metaline detale tvirtinti sijos galą į laikančiąją konstrukciją [8].

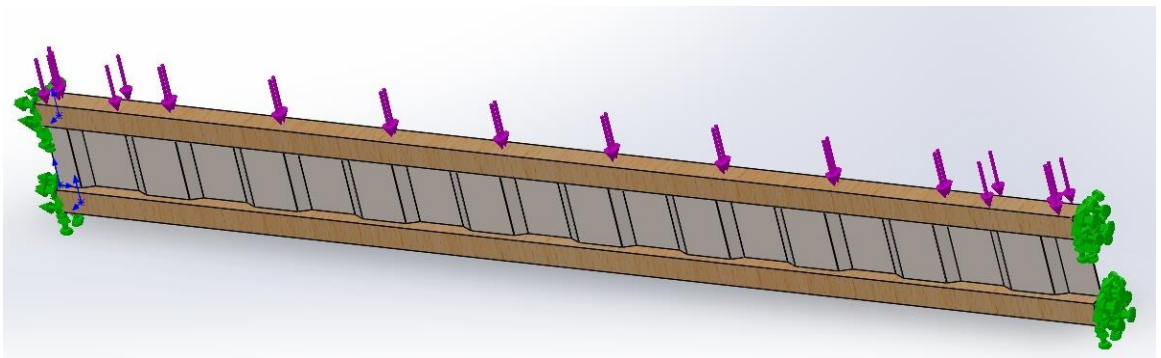


6 pav. Sijos atrėmimo būdai ir ilgis [5]

2. Sijos, sudarytos iš medinių tašų bei plieninio rifliuoto tinklelio tarp jų, stiprumo tyrimas

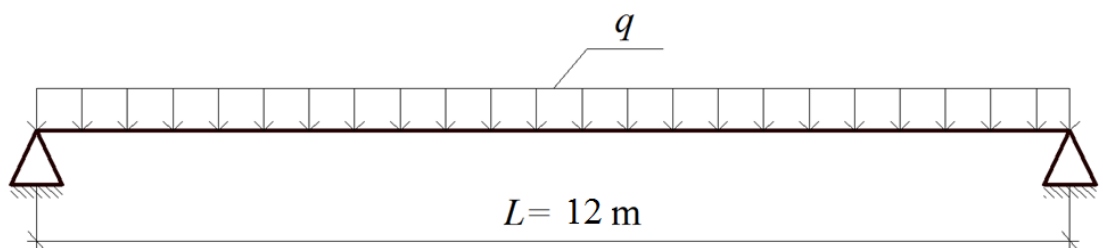
2.1. Tyriamasis modelis

Tiriama sija sudaryta iš dviejų skirtingų medžiagų: dviejų tašų ir skardinio rifliuoto tiltelio tarp jų. Sija yra 12 metrų ilgio, tvirtinimas galuose standus. Tyrimas atliktas baigtinių elementų metodu naudojant „SolidWorks Simulation“.



7 pav. Sijos modelis apkrautas išskirstyta apkrova, galai įtvirtinti standžiai

Siją sudaro (apatinis ir viršutinis), tašai. Juos presavimo būdu jungia plieninis rifliuotas tiltelis. Tiltelio riflio bangos ilgiai yra 50 mm, 150 mm, 250 mm. Aukštis nuo 510 iki 590mm, o plotis nuo 80 mm iki 120 mm. Apkrauta sloginiu (išskirstyta apkrova). Skaičiuojamoji sijos schema pateikta 8pav.



8 pav. Sijos skaičiavimo schema [7]

Numatyta, kad tirti tašai bus gaminami iš džiovintos ir obliuotos, apdirbtos antiseptikais spygliuočių medienos masyvo arba klijuoto medžio. Reikiamas sijos ilgis gaunamas tašus jungiant dyginiu kljaviu. Tokios medienos mechaninės charakteristikos yra šios: tamprumo modulis 0,20, stiprumo riba 0,20 [7].

Tiltelis padarytas iš specialios cinkuotos ir dažytos šampuotos plieno juostos. Juostų medžiaga plienas S235, kurio mechaninės charakteristikos yra tokios: tamprumo modulis 0,06, Puasono koeficientas 0,03, stiprumo riba 0,11 [4].

Atliekant skaičiavimus nebuvo vertinamas sijos savasis svoris ir padarytos šios prielaidos: medis yra izotropinė medžiaga; galimų tašo jungimo vietų stiprumas yra toks pat kaip ir vienalyčio tašo. Laikoma, kad tašai su tilteliu sujungti absoliučiai standžiai.

Sijos atskirų elementų stiprumas buvo tirtas dviejuose pjūviuose: sijos galuose ir viduryje.

Lentelė 2

Nevienalyčių sijų modeliai

Sijų modeliai	Viršutini o tašo matmuo $h - b$, mm	Apatinio tašo matmuo $h - b$, mm	Plieninės juostos matmuo $k - l$, mm	Sijos modelio aukštis, H , mm	Pjūvis
Sija 1	80 × 80	80 × 80	5 – 50	510	
Sija 2	80 × 80	80 × 120	5 – 50	510	
Sija 3	80 × 80	120 × 120	5 – 50	550	
Sija 4	80 × 120	80 × 80	5 – 50	510	
Sija 5	80 × 120	80 × 120	5 – 50	510	
Sija 6	80 × 120	120 × 120	5 – 50	510	
Sija 7	120 × 120	80 × 80	5 – 50	550	
Sija 8	120 × 120	80 × 120	5 – 50	550	
Sija 9	120 × 120	120 × 120	5 – 50	590	
Sija 10	80 × 80	80 × 80	5 – 150	510	
Sija 11	80 × 80	80 × 120	5 – 150	510	
Sija 12	80 × 80	120 × 120	5 – 150	550	
Sija 13	80 × 120	80 × 80	5 – 150	510	
Sija 14	80 × 120	80 × 120	5 – 150	510	
Sija 15	80 × 120	120 × 120	5 – 150	510	
Sija 16	120 × 120	80 × 80	5 – 150	550	
Sija 17	120 × 120	80 × 120	5 – 150	550	
Sija 18	120 × 120	120 × 120	5 – 150	590	
Sija 19	80 × 80	80 × 80	5 – 250	510	
Sija 20	80 × 80	80 × 120	5 – 250	510	
Sija 21	80 × 80	120 × 120	5 – 250	550	
Sija 22	80 × 120	80 × 80	5 – 250	510	
Sija 23	80 × 120	80 × 120	5 – 250	510	
Sija 24	80 × 120	120 × 120	5 – 250	510	
Sija 25	120 × 120	80 × 80	5 – 250	550	
Sija 26	120 × 120	80 × 120	5 – 250	550	
Sija 27	120 × 120	120 × 120	5 – 250	590	

Pradžioje nustatyta, kaip didžiausias santykinis įtempimų intensyvumas $\sigma_{i\ max} / q \cdot l\ m$ (čia q – išorinė apkrova, šiuo atveju sloginis) atskirose sijos medžiagose priklauso nuo riflio ilgio. Gauta, kad didinant riflio ilgį, įtempimai $\sigma_{i\ max}$ ties sijos įtvirtinimu plieniniame tiltelyje didėja, o mediniuose tašuose mažėja. Sijos viduryje $\sigma_{i\ max}$ beveik nepriklauso nuo riflio ilgio l . Labiausiai apkrauti yra sijos galai (tvirtinimo vietos). Čia įtempimų intensyvumas yra nuo 1,7 iki 4,4 karto didesnis nei sijos viduryje.

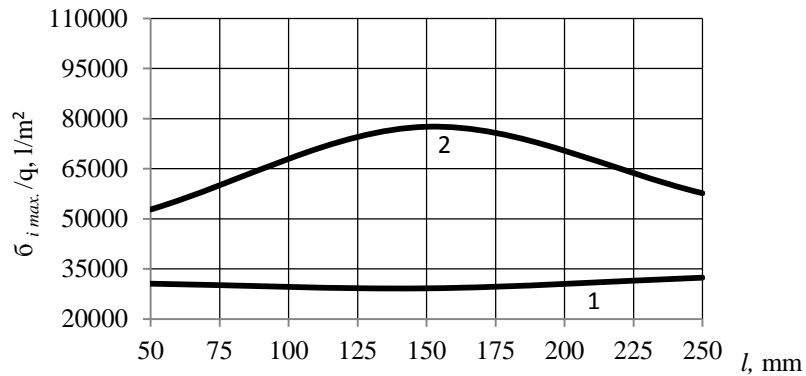
Lentelė 3

Nevienalyčiųjų modelių didžiausi santykiniai įtempiai

Plieno bangos ilgis, l mm	Medinių tašų matmenys $h \times b$, mm (pirmasis viršutinio tašo, antrasis – apatinio)	Santykiniai įtempiai $\sigma_{i\ max} / q$, $1/\text{mm}^2$					
		Viduryje sijos			Sijos gale		
		Viršutinis tašas	Apatinis tašas	Plieninis tiltelis	Viršutinis tašas	Apatinis tašas	Plieninis tiltelis
50	80×80, 80×80	1851,6	386,71	5097,1	2066	1208,3	8798,3
50	80×80, 80×120	395	269,3	6124,6	647,05	1198	9034,3
50	80×80, 120×120	362,51	514,59	6630,1	651,71	630,43	13755
50	80×120, 80×80	1851,6	386,72	5097,1	2066	1208,3	8798,3
50	80×120, 80×120	596,48	2418,8	4678,9	868,16	2190,7	7180,5
50	80×120, 120×120	1880,8	406,09	6673,2	3811	613,96	12025
50	120×120, 80×80	362,32	476,05	7144,4	915,77	628,3	10013
50	120×120, 80×120	410,6	284,14	5313,4	757,43	458,37	13386
50	120×120, 120×120	405,81	411,27	6437,5	701,13	662,36	11495
150	80×80, 80×80	488,65	489,37	4863,6	884,82	889,83	12928
150	80×80, 80×120	463,62	283,22	5088,8	869,23	506,87	14977
150	80×80, 120×120	458,02	407,65	5595,7	833,38	862,53	16160
150	80×120, 80×80	1608	472,67	4878,4	5192	839,62	12995
150	80×120, 80×120	2003,5	284,68	4864,1	6585,3	508,88	15220
150	80×120, 120×120	1486,6	422,78	5240,4	4497,9	723,21	11567
150	120×120, 80×80	398,01	441,11	5336,6	756,89	725,54	15560
150	120×120, 80×120	410,83	284,95	5306,7	753,42	457,85	13348
150	120×120, 120×120	360,31	383,52	5488,4	524,16	500,32	9403,8
250	80×80, 80×80	425,61	406,81	5396	693,11	649,82	9610,4
250	80×80, 80×120	423,62	246,26	5202,1	687,06	390,42	9984,2
250	80×80, 120×120	399,11	389,96	6130,4	626,75	593,78	10467
250	80×120, 80×80	2307,1	403,77	5180,8	3694,9	663,56	10137
250	80×120, 80×120	2269,5	250,02	4370,6	3522,9	386,55	8025
250	80×120, 120×120	2381,3	372,22	5268,4	3960,6	607,87	10649
250	120×120, 80×80	411,07	380,64	5848,9	674,88	608,03	11221
250	120×120, 80×120	411	380,65	5848,3	674,92	607,87	11221
250	120×120, 120×120	369,17	359,26	5272,1	613,64	585,06	9302,7

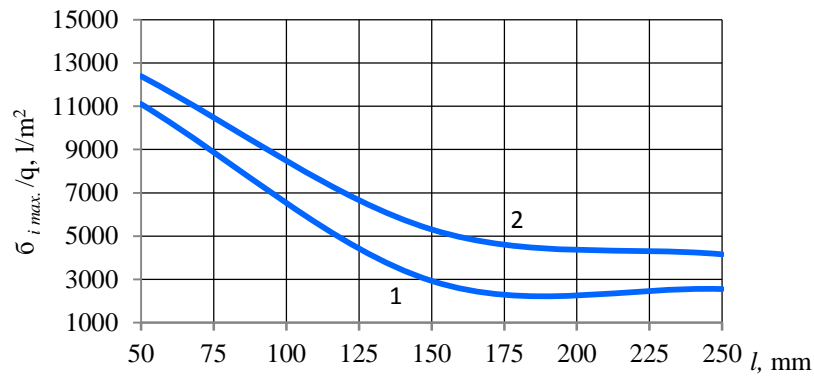
2.2. Tiriamojo modelio analizavimas

Nevienalytės sijos sudarytos iš dviejų vienodų tašų $80 \times 80 \times 12\,000$ mm ir plieninio rifliuoto tiltelio tarp jų kūrio storis 5 mm. Sija 1 yra su plieniniu tilteliu, kurio riflio ilgis $l = 50$ mm; sija 10 yra su plieniniu tilteliu, kurio riflio ilgis $l = 150$ mm; sija 19 yra su plieniniu tilteliu, kurio riflio ilgis $l = 250$ mm.



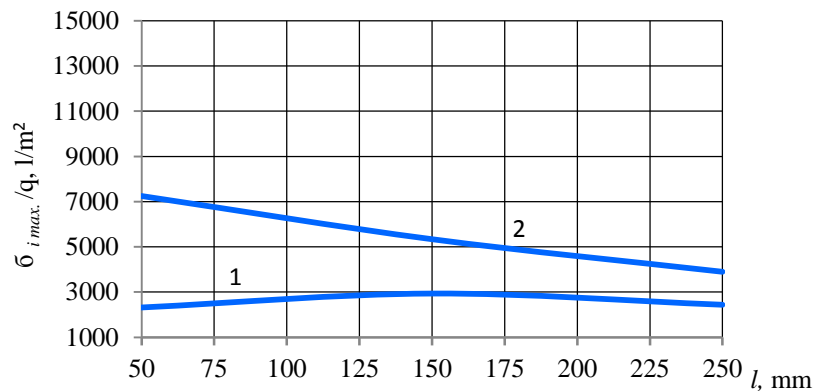
9 pav. Santykinių įtempimų, kylančių nevienalytės lenkiamos sijos plieniniame rifliuotame lakšte, priklausomybė nuo rifliuoto tinklelio riflio ilgio l , kai 1 – santykiniai įtempimai sijos viduryje; 2 – santykiniai įtempimai sijos įtvirtinimo vietoje (galuose)

Iš 9 pav. galima pastebėti, kad plieniniame lakšte didžiausi santykiniai įtempimai kyla sijos galuose. Čia santykinių įtempimų intensyvumas yra nuo 1,7 iki 2,7 karto didesni nei sijos viduryje. Kai plieno riflio bangos ilgis 150 mm, galuose įtempimai yra didžiausi. Sijos viduryje didžiausi įtempimai nuo riflio bangos ilgio kinta nežymiai.



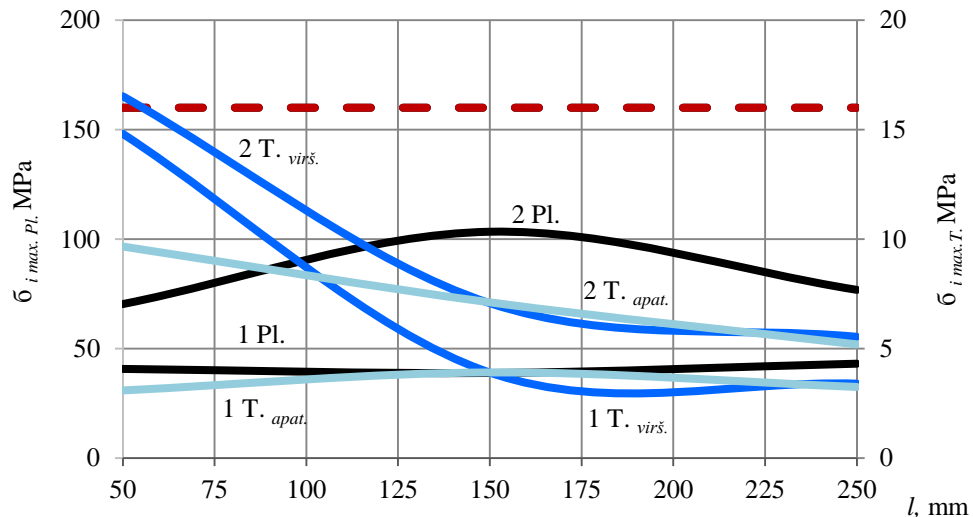
10 pav. Santykinių įtempimų, kylančių nevienalytės lenkiamos sijos viršutiniame taše, priklausomybė nuo rifliuoto tinklelio riflio ilgio l , kai 1 – santykiniai įtempimai sijos viduryje; 2 – santykiniai įtempimai sijos įtvirtinimo vietoje (galuose)

Viršutinio medinio tašo didžiausi santykiniai įtempiai yra sijos galuose (žr 10 pav.), čia jie yra nuo 1,1 iki 1,8 karto didesni nei sijos viduryje. Mažėjant riflio bangos ilgiui (maždaug nuo 150 mm) vertės santykiniai įtempimai didėja tiek tašų galuose tiek viduryje. Nuo 150 mm iki 250 mm santykiniai įtempiai kinta mažai.



11 pav. Santykinių įtempimų, kylančių nevienalytės lenkiamos sijos apatiniame taše, priklausomybė nuo rifliuoto tinklelio riflio ilgio l , kai 1 – santykiniai įtempimai sijos viduryje; 2 – santykiniai įtempimai sijos įtvirtinimo vietoje (galuose)

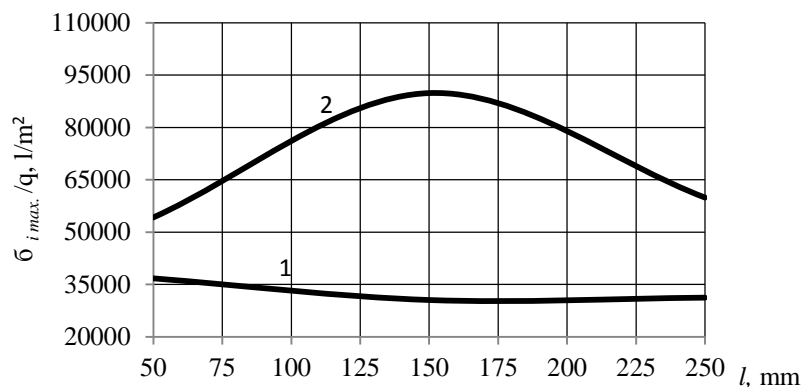
Didėjant plieninio tiltelio bangos riflio ilgiui maksimalus santykiniai įtempiai tolygiai mažėja. Tačiau, nevienalytės sijos viduryje, maksimalūs įtempiai ties 50 mm plieninio tiltelio bangos ilgiu iki 150 mm ilgio kyla ir po to iki 250 mm ilgio mažėja (žr. 11 pav.).



12 pav. Didžiausio įtempimų intensyvumo priklausomybė nuo riflio bangos ilgio skirtingose sijos medžiagose, kai $q = 200 \text{ N/m}$, $k = 5 \text{ mm}$: (---) – leistinieji įtempimai; grafike 1 pozicija pažymėti santykiniai įtempiai sijos viduryje; 2 pozicija pažymėti santykiniai įtempiai sijos galuose; Pl. – plieniniame tiltelyje; $T_{virš.}$ – viršutiniame taše; $T_{apat.}$ – apatiniame taše.

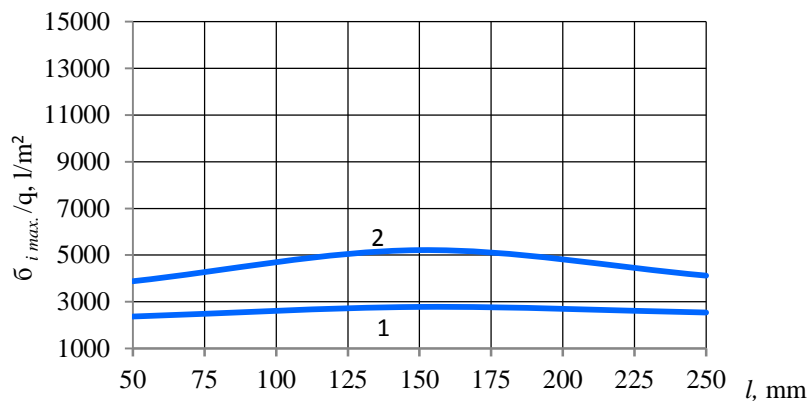
Grafike, pateiktame 12 pav., matome kaip didžiausias įtempimų intensyvumas (stiprumo kriterijus) priklauso nuo plieninės rifliuotos juostos bangos ilgio skirtingose sijos medžiagose. Kairėje grafiko vertikalioje ašyje pateikiami plieno įtempimai, o dešinėje tašo. Matome, kad sijos rifliuoto tiltelio ir apatinio tašo stiprumas yra pakankamas, kai rifliuotos juostos bangos ilgis yra ribose nuo 50 mm iki 250 mm. Tačiau viršutinio tašo, sijos tvirtinimo vietoje didžiausi įtempimai viršija leistinuosius įtempimus, kai plieninio rifliuoto tiltelio bangos ilgis yra nedidelis. Todėl, kai išskirstyta apkrova $q = 200 \text{ N/m}$, sijos ilgis $L = 12 \text{ m}$, medinių tašų leistinieji įtempimai $\sigma_{adm T} = 16 \text{ MPa}$, reiktų naudoti rifliuotą juostą, kurios bangos ilgis ne mažesnis 60 mm arba naudoti tašus, kurių skerspjūvio matmenys didesni už esama tašą (120 mm \times 120 mm \times 12000 mm).

Nevienalytės sijos sudarytos iš dviejų skirtingų tašų 80 \times 80 \times 12 000 mm ir 80 \times 120 \times 12 000 mm ir plieninio rifliuoto tiltelio tarp jų kūrio storis 5 mm. Sija 2 yra su plieniniu tilteliu, kurio riflio ilgis $l = 50 \text{ mm}$; sija 11 yra su plieniniu tilteliu, kurio riflio ilgis $l = 150 \text{ mm}$; sija 20 yra su plieniniu tilteliu, kurio riflio ilgis $l = 250 \text{ mm}$.



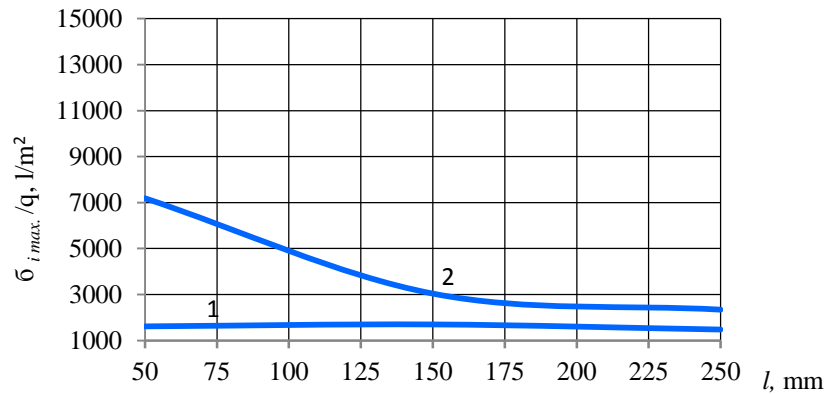
13 pav. Santykinių įtempimų, kylančių nevienalytės lenkiamos sijos plieniniame rifliuotame lakšte, priklausomybė nuo rifliuoto tinklelio riflio ilgio l , kai 1 – santykiniai įtempimai sijos viduryje; 2 – santykiniai įtempimai sijos įtvirtinimo vietoje (galuose)

Čia santykinių įtempimų intensyvumas yra nuo 1,5 iki 2,9 karto didesni nei sijos viduryje. Kai plieninio lakšto riflio bangos ilgis 150 mm, galuose įtempimai yra didžiausi. Sijos viduryje didžiausi įtempimai kai riflio bangos ilgis yra nuo 50 iki 150 mm, nuo 150 iki 250 mm kinta nežymiai (žr. 13 pav.).



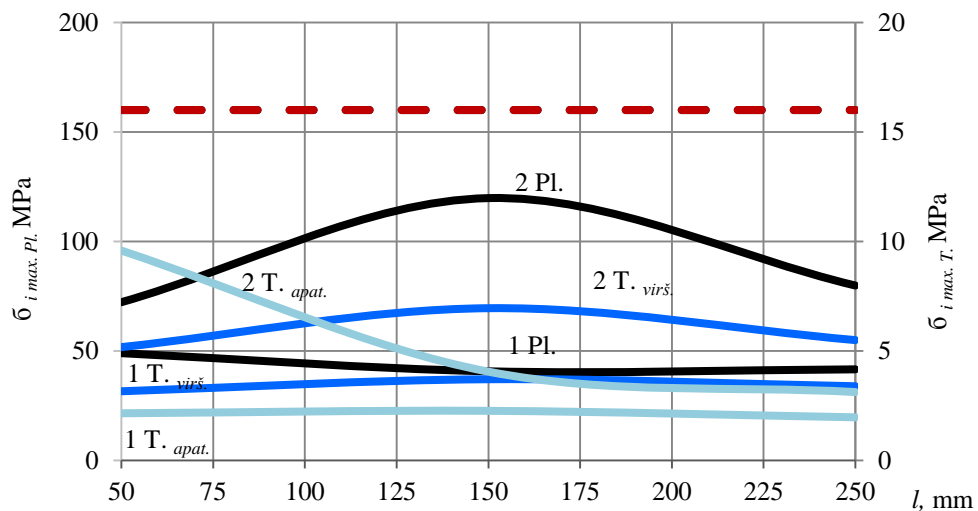
14 pav. Santykinių įtempimų, kylančių nevienalytės lenkiamos sijos viršutiniame taše, priklausomybė nuo rifliuoto tinklelio riflio ilgio l , kai 1 – santykiniai įtempimai sijos viduryje; 2 – santykiniai įtempimai sijos įtvirtinimo vietoje (galuose)

Iš 14 pav. galima pastebėti, kad kuo plieninio tiltelio bangos riflio ilgis yra ilgesnis iki 150 mm, maksimalūs santykiniai nevienalytės sijos įtempimai viršutiniame taše tolygiai didėja. Nuo 150 mm iki 250 mm, nevienalytės sijos viduryje ir ties įtvirtinimu, maksimalūs santykiniai įtempimai po truputi mažėja.



15 pav. Santykinių įtempimų, kylančių nevienalytės lenkiamos sijos apatiniame taše, priklausomybė nuo rifliuoto tinklelio riflio ilgio l , kai 1 – santykiniai įtempimai sijos viduryje; 2 – santykiniai įtempimai sijos įtvirtinimo vietoje (galuose)

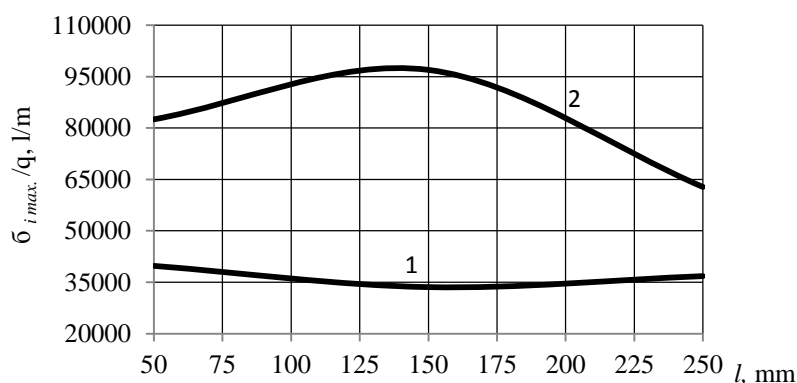
Apatinio medinio tašo didžiausi santykiniai įtempimai yra sijos galuose, kai bangos ilgis pats mažiausias 50 mm, sparčiai mažėja iki 150 mm ilgio. Santykiniai įtempimai yra nuo 1,6 iki 4,4 karto didesni nei sijos viduryje. Nuo 150 mm iki 250 mm įtempimai kinta mažai, o sijos viduryje santykiniai įtempimai praktiškai vienodi (žr. 15 pav.).



16 pav. Didžiausio įtempimų intensyvumo priklausomybė nuo riflio bangos ilgio skirtingose sijos medžiagose, kai $q = 200$ N/m, $k = 5$ mm: (---) – leistinieji įtempimai; grafike 1 pozicija pažymėti santykiniai įtempimai sijos viduryje; 2 pozicija pažymėti santykiniai įtempimai sijos galuose; Pl. – plieniniame tiltelyje; $T_{virš.}$ – viršutiniame taše; $T_{apat.}$ – apatiniame taše.

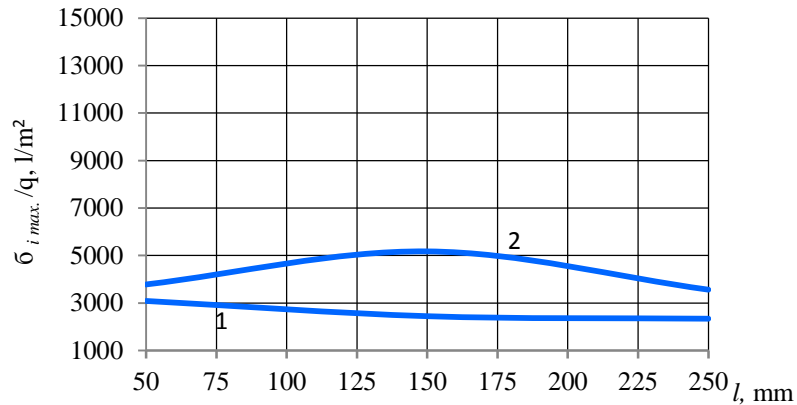
Grafike, pateiktame 16 pav., matome kaip didžiausias įtempimų intensyvumas (stiprumo kriterijus) priklauso nuo plieninės rifliuotos juostos bangos ilgio skirtingose sijos medžiagose. Visųnevienalytės sijos kompozitų, abiejų tašų ir plieninio tiltelio stiprumas pakankamas ir neviršyje leistinųjų įtempimų.

Nevienalytės sijos sudarytos iš dviejų skirtingų tašų $80 \times 80 \times 12000$ mm ir $120 \times 120 \times 12000$ mm ir plieninio rifliuoto tiltelio tarp jų kūrio storis 5 mm. Sija 3 yra su plieniniu tilteliu, kurio riflio ilgis $l = 50$ mm; sija 12 yra su plieniniu tilteliu, kurio riflio ilgis $l = 150$ mm; sija 21 yra su plieniniu tilteliu, kurio riflio ilgis $l = 250$ mm.



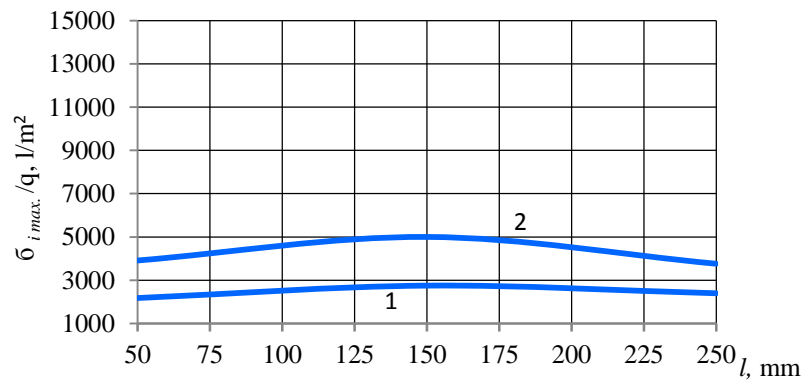
17 pav. Santykinų įtempimų, kylančių nevienalytės lenkiamos sijos plieniniame rifliuotame lakšte, priklausomybė nuo rifliuoto tinklelio riflio ilgio l , kai 1 – santykiniai įtempimai sijos viduryje; 2 – santykiniai įtempimai sijos įtvirtinimo vietoje (galuose)

Grafike galima pastebėti, kad plieniniame lakšte didžiausi santykiniai įtempimai yra sijos galuose. Čia santykinų įtempimų intensyvumas yra nuo 1,7 iki 2,9 karto didesni nei sijos viduryje. Nevienalytės sijos viduryje santykiniai didžiausi įtempimai prasideda, kai bangos riflio ilgis yra mažiausias nuo 50 mm iki 150 mm, įtempiai mažėja, tada jie pradeda didėti nuo 150 mm iki 250 mm. Tačiau sijos įtvirtinimo vietose yra atvirkščiai, didžiausi santykiniai įtempimai yra kai plieno bangos riflio ilgis apie 150 mm. (žr. 17 pav.).



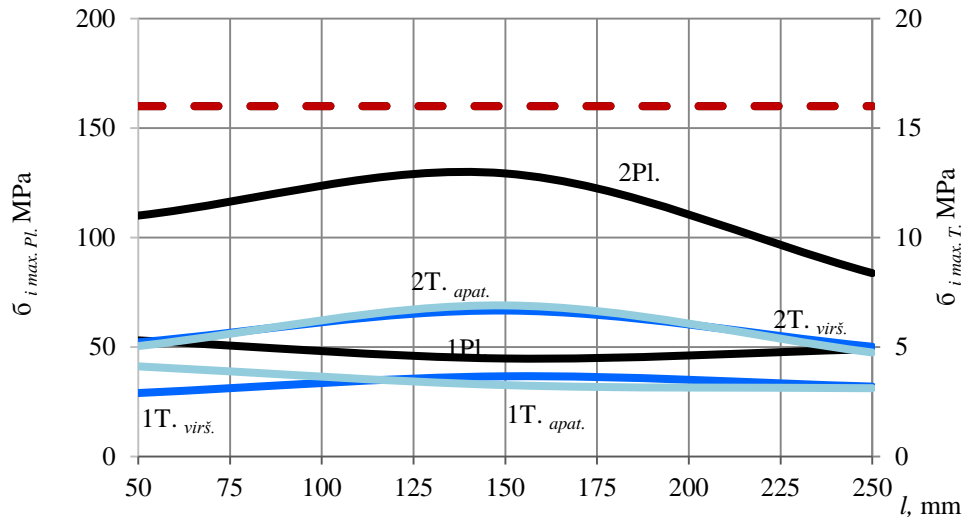
18 pav. Santykinių įtempimų, kylančių nevienalytės lenkiamos sijos apatiniame taše, priklausomybė nuo rifliuoto tinklelio riflio ilgio l , kai 1 – santykiniai įtempimai sijos viduryje; 2 – santykiniai įtempimai sijos įtvirtinimo vietoje (galuose)

Apatinio medinio tašo didžiausi santykiniai įtempiai yra sijos galuose. Čia santykinių įtempimų intensyvumas yra nuo 1,2 iki 2,1 karto didesni nei sijos viduryje. Nevienalytės sijos viduryje santykiniai didžiausi įtempiai prasideda, kai bangos riflio ilgis yra mažiausias nuo 50 mm ir tolygiai mažėja iki 250 mm. Tačiau sijos įtvirtinimo vietose didžiausi santykiniai įtempiai yra kai plieno bangos riflio ilgis apie 150 mm (žr. 18 pav.).



19 pav. Santykinių įtempimų, kylančių nevienalytės lenkiamos sijos viršutiniame taše, priklausomybė nuo rifliuoto tinklelio riflio ilgio l , kai 1 – santykiniai įtempimai sijos viduryje; 2 – santykiniai įtempimai sijos įtvirtinimo vietoje (galuose)

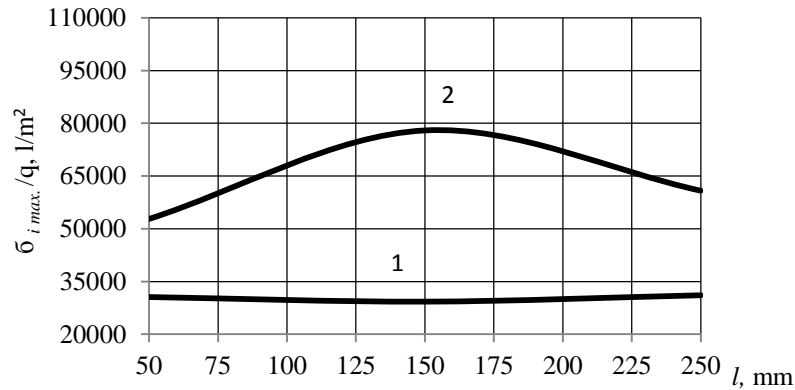
Viršutinio medinio tašo santykiniai didžiausi įtempiai kinta nežymiai. Įtvirtinimo vietoje jie yra didesni nuo 1,6 iki 1,8 karto. Didžiausi santykiniai įtempiai šiame taše yra tada, kai plieninio rifliuoto lakšto bangos ilgis yra 150 mm (žr. 19 pav.).



20 pav. Didžiausio įtempimų intensyvumo priklausomybė nuo riflio bangos ilgio skirtingose sijos medžiagose, kai $q = 200 \text{ N/m}$, $k = 5 \text{ mm}$: (---) – leistinieji įtempimai; grafike 1 pozicija pažymėti santykiniai įtempiai sijos viduryje; 2 pozicija pažymėti santykiniai įtempiai sijos galuose; Pl. – plieniniame tiltelyje; $T_{virš.}$ – viršutiniame taše; $T_{apat.}$ – apatiniame taše.

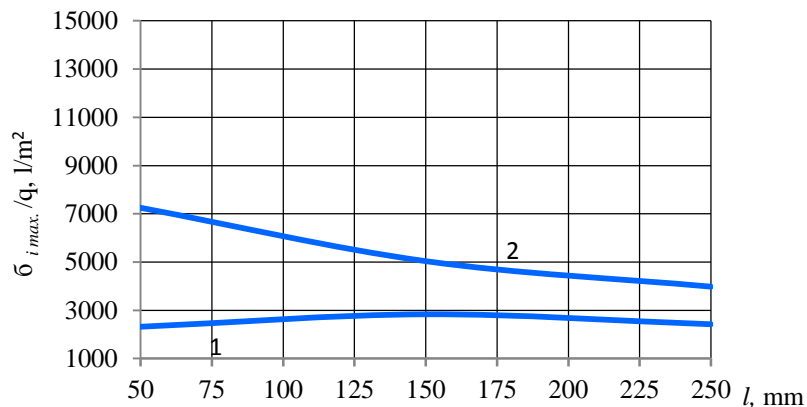
Šis nevienalytės sijos modelis apkrautas tokia pačia išskirstyta apkrova $q = 200 \text{ N/m}$ kaip ir kiti modeliai. Konstrukcija neviršija leistinųjų įtempimų. Matome kaip apatinis ir viršutinis tašai, įtvirtinti galuose, mažai kuo skiriasi vienas nuo kito. Praktiškai tokie pat santykiniai įtempai (žr. 20 pav.).

Nevienalytės sijos sudarytos iš dviejų skirtingų tašų $80 \times 120 \times 12000 \text{ mm}$ ir $80 \times 80 \times 12000 \text{ mm}$ ir plieninio rifliuoto tiltelio tarp jų kūrio storis 5 mm . Sija 4 yra su plieniniu tilteliu, kurio riflio ilgis $l = 50 \text{ mm}$; sija 13 yra su plieniniu tilteliu, kurio riflio ilgis $l = 150 \text{ mm}$; sija 22 yra su plieniniu tilteliu, kurio riflio ilgis $l = 250 \text{ mm}$.



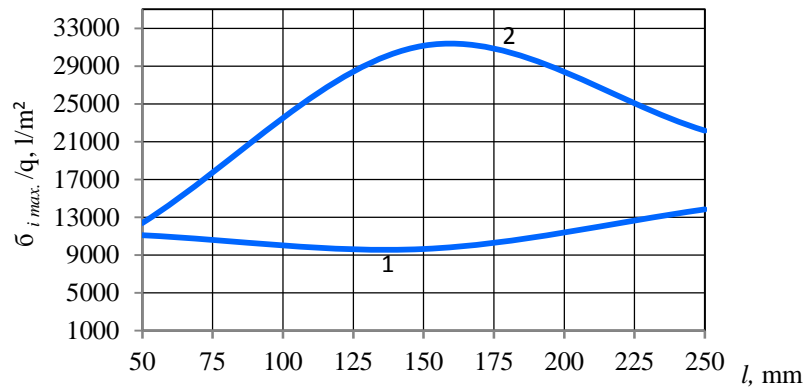
21 pav. Santykinių įtempimų, kylančių nevienalytės lenkiamos sijos plieniniame rifliuotame lakšte, priklausomybė nuo rifliuoto tinklelio riflio ilgio l , kai 1 – santykiniai įtempimai sijos viduryje; 2 – santykiniai įtempimai sijos įtvirtinimo vietoje (galuose)

Plieninis rifliuotas tiltelis ties sijos viduriu praktiškai nekinta nuo rifliuoto tinklelio riflioilgio l . Tačiau, sijos galuose, kai riflio bangos ilgis $l = 150$ mm santykiniai įtempimai yra didžiausi (žr. 21 pav.).



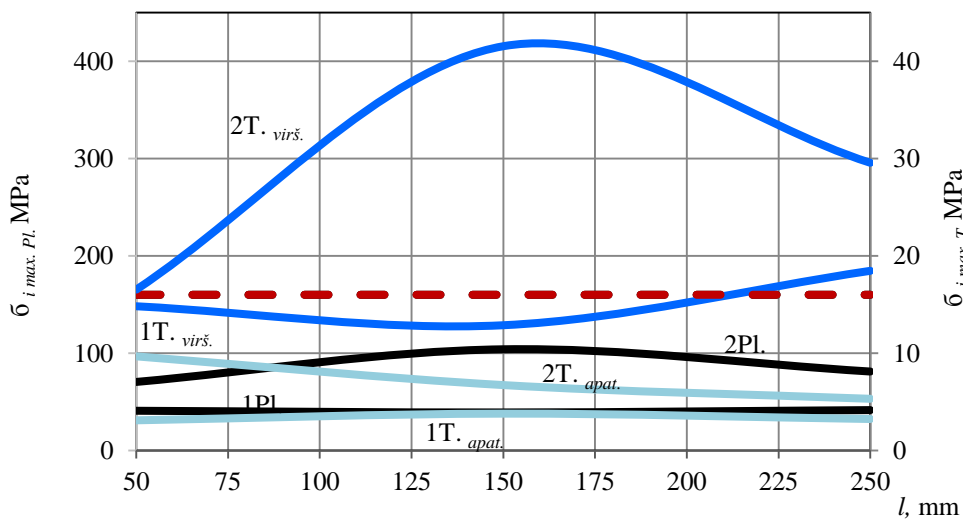
22 pav. Santykinių įtempimų, kylančių nevienalytės lenkiamos sijos apatiniame taše, priklausomybė nuo rifliuoto tinklelio riflio ilgio l , kai 1 – santykiniai įtempimai sijos viduryje; 2 – santykiniai įtempimai sijos įtvirtinimo vietoje (galuose)

Apatinio medinio tašo didžiausi santykiniai įtempimai yra sijos galuose, kai bangos ilgis pats mažiausias 50 mm, visai riflio bangos ilgiais mažėja iki 250 mm. Santykiniai įtempimai yra nuo 1,6 iki 3,1 karto didesni nei sijos viduryje. Sijos viduryje didžiausi santykiniai įtempimai kai riflio bangos ilgis yra 150 mm. Nuo 150 mm iki 50 mm ir nuo 150 mm iki 250 mm įtempimai tolygiai mažėja (žr. 22 pav.).



23 pav. Santykinių įtempimų, kylančių nevienalytės lenkiamos sijos viršutiniame taše, priklausomybė nuo rifliuoto tinklelio riflio ilgio l , kai 1 – santykiniai įtempimai sijos viduryje; 2 – santykiniai įtempimai sijos įtvirtinimo vietoje (galuose)

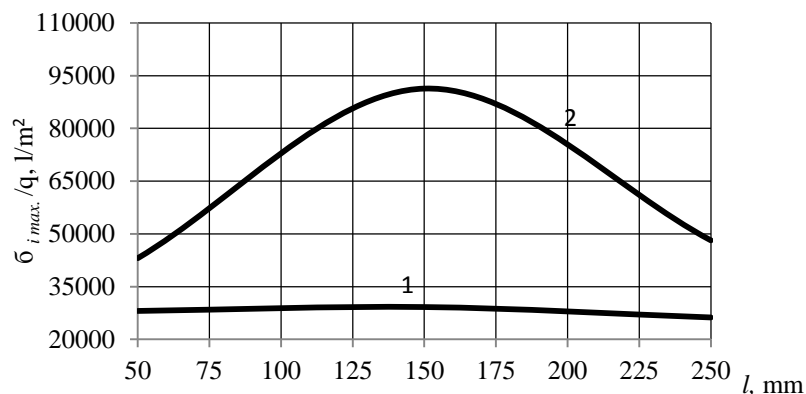
Iš 23 pav. matome, kad mediniame taše didžiausi santykiniai įtempimai kyla sijos galuose. Čia santykinių įtempimų intensyvumas yra nuo 1,5 iki 3,3 karto didesni nei sijos viduryje. Kai plieno riflio bangos ilgis 150 mm, galuose įtempimai yra didžiausi. Sijos viduryje didžiausi įtempimai kai plieninio lakšto riflio bangos ilgis yra 250 mm.



24 pav. Didžiausio įtempimų intensyvumo priklausomybė nuo riflio bangos ilgio skirtingose sijos medžiagose, kai $q = 200 \text{ N/m}$, $k = 5 \text{ mm}$: (---) – leistinieji įtempimai; grafike 1 pozicija pažymėti santykiniai įtempimai sijos viduryje; 2 pozicija pažymėti santykiniai įtempimai sijos galuose; Pl. – plieniniame tiltelyje; $T_{virš.}$ – viršutiniame taše; $T_{apat.}$ – apatiniame taše.

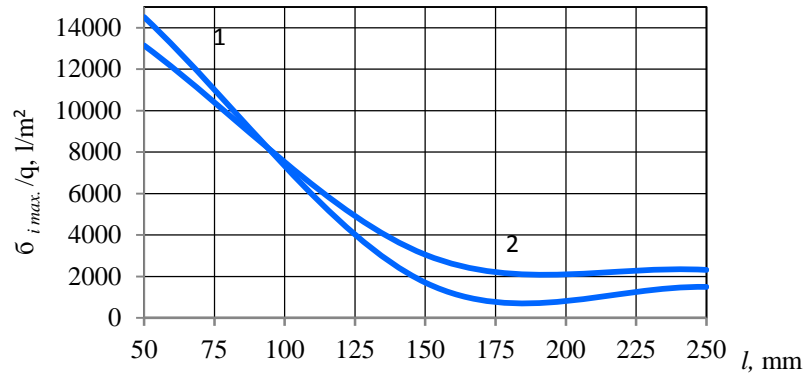
Grafike, pateiktame 24 pav., matome, kaip didžiausias įtempimų intensyvumas (stiprumo kriterijus) priklauso nuo plieninės rifliuotos juostos bangos ilgio skirtingose sijos medžiagose. Matome, kad sijos rifliuoto tiltelio ir apatinio tašo stiprumas yra pakankamas, kai rifliuotos juostos bangos ilgis yra nuo 50 mm iki 250 mm. Tačiau viršutinio tašo sijos tvirtinimo vietoje didžiausi įtempimai viršija leistinuosius įtempimus visais plieninio rifliuoto tiltelio bangos ilgiais. Taip pat sijos viduryje, kai bangos ilgis yra nuo 210 mm iki 250 mm Todėl, kai išskirstyta apkrova $q = 200 \text{ N/m}$, sijos ilgis $L = 12 \text{ m}$, medinių tašų leistinieji įtempimai $\sigma_{adm T} = 16 \text{ MPa}$, reikėtų naudoti rifliuotą juostą, kurios bangos ilgis ne didesnis 210 mm, arba naudoti tašus, kurių skerspjūvio matmenys didesni už esamą tašą.

Nevienalytės sijos sudarytos iš dviejų vienodų tašų $80 \times 120 \times 12000 \text{ mm}$ ir plieninio rifliuoto tiltelio tarp jų. Sija 5 yra su plieniniu tilteliu, kurio riflio ilgis $l = 50 \text{ mm}$; sija 14 yra su plieniniu tilteliu, kurio riflio ilgis $l = 150 \text{ mm}$; sija 23 yra su plieniniu tilteliu, kurio riflio ilgis $l = 250 \text{ mm}$.



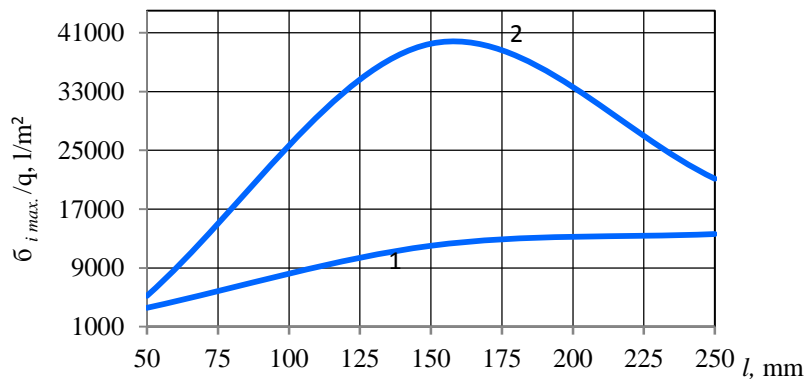
25 pav. Santykinių įtempimų, kylančių nevienalytės lenkiamos sijos plieniniame rifliuotame lakšte, priklausomybė nuo rifliuoto tinklelio riflio ilgio l , kai 1 – santykiniai įtempimai sijos viduryje; 2 – santykiniai įtempimai sijos įtvirtinimo vietoje (galuose)

Santykinių įtempimų intensyvumas yra viens didžiausių iš pateiktų modelių nuo 1,5 iki 3,1 karto didesni nei sijos viduryje. Kai plieninio lakšto riflio bangos ilgis 150 mm, galuose įtempiai yra didžiausi. Nuo 150 iki 50 ir nuo 150 mm iki 250 mm įtempiaisparčiai mažėja. Sijos viduryje didžiausi santykiniai įtempiai kai riflio bangos ilgis yra taip pat 150 mm, nuo 150 iki 50 ir nuo 150 mm iki 250 mm įtempiai nežymiaimažėja (žr. 25 pav.).



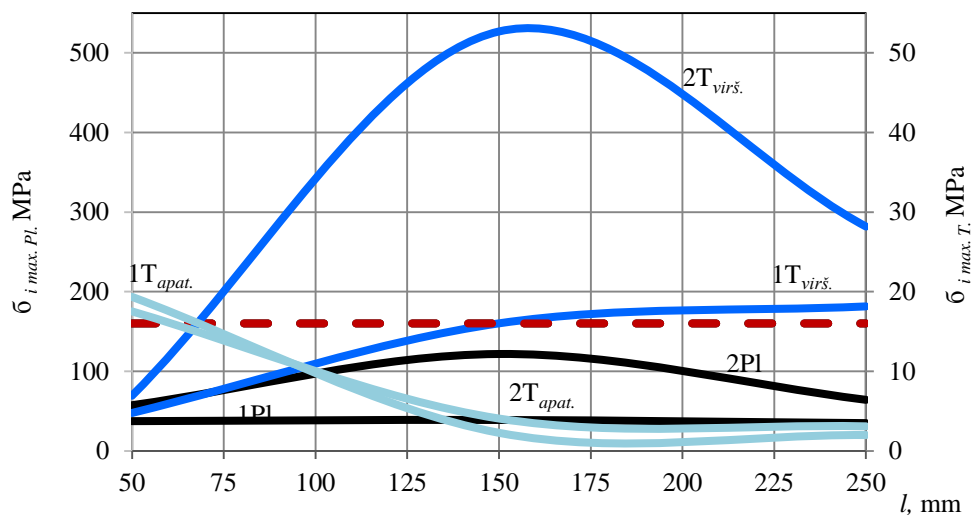
26 pav. Santykinių įtempimų, kylančių nevienalytės lenkiamos sijos apatiniame taše, priklausomybė nuo rifliuoto tinklelio riflio ilgio l , kai 1 – santykiniai įtempimai sijos viduryje; 2 – santykiniai įtempimai sijos įtvirtinimo vietoje (galuose)

Apatinio medinio tašo didžiausi santykiniai įtempiai yra sijos galuose, čia jie yra nuo 0,9 iki 1,8 karto didesni nei sijos viduryje. Mažėjant riflio bangos ilgiui (maždaug nuo 150 mm) vertės santykiniai įtempimai sparčiai didėja tiek tašų galuose tiek viduryje. Nuo 150 mm iki 250 mm santykiniai įtempiai kinta mažai (žr. 26 pav.).



27 pav. Santykinių įtempimų, kylančių nevienalytės lenkiamos sijos viršutiniame taše, priklausomybė nuo rifliuoto tinklelio riflio ilgio l , kai 1 – santykiniai įtempimai sijos viduryje; 2 – santykiniai įtempimai sijos įtvirtinimo vietoje (galuose)

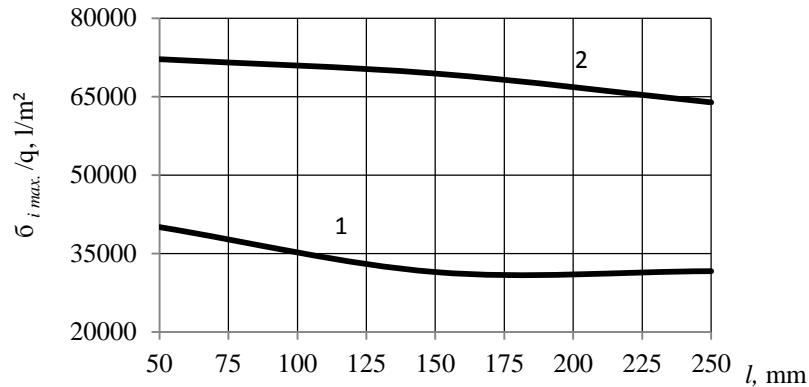
Iš 27 pav. galima pastebėti, kad mediniame taše didžiausi santykiniai įtempiai kyla sijos galuose. Čia santykinių įtempimų intensyvumas yra nuo 1,5 iki 3,3 karto didesni nei sijos viduryje. Kai plieno riflio bangos ilgis 150 mm, galuose įtempiai yra didžiausi. Sijos viduryje didžiausi įtempiai nuo riflio bangos mažiausio 50 mm ilgio iki didžiausio 250 mm ištiesi didėja.



28 pav. Didžiausio įtempimų intensyvumo priklausomybė nuo riflio bangos ilgio skirtingose sijos medžiagose, kai $q = 200 \text{ N/m}$, $k = 5 \text{ mm}$: (---) – leistinieji įtempimai; grafike 1 pozicija pažymėti santykiniai įtempiai sijos viduryje; 2 pozicija pažymėti santykiniai įtempiai sijos galuose; Pl. – plieniniame tiltelyje; $T_{virš.}$ – viršutiniame taše; $T_{apat.}$ – apatiniame taše.

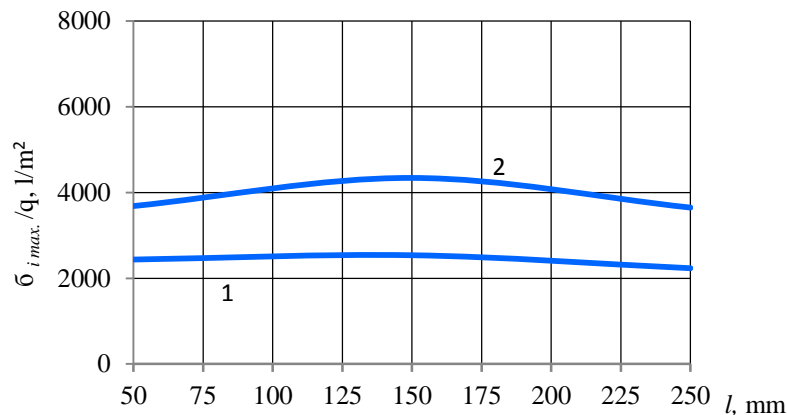
Grafike, pateiktame 28 pav., matome kaip didžiausias įtempimų intensyvumas (stiprumo kriterijus) priklauso nuo plieninės rifliuotos juostos bangos ilgio skirtingose sijos medžiagose. Matome, kad sijos rifliuoto tiltelio stiprumas yra pakankamas, kai rifliuotos juostos bangos ilgis yra ribose nuo 50 mm iki 60 mm, apatinis tašas sijos viduryje ir gale viršija leistinuosius įtempimus, o viršutinio tašo, sijos tvirtinimo vietoje ir viduryje didžiausi įtempimai viršija leistinuosius įtempimus, kai plieninio rifliuoto tiltelio bangos ilgis yra nuo 60 mm. Todėl, kai išskirstyta apkrova $q = 200 \text{ N/m}$, sijos ilgis $L = 12 \text{ m}$, medinių tašų leistinieji įtempimai $\sigma_{adm T} = 16 \text{ MPa}$, šio nevienalytės sijos modelio negalima naudoti su visais rifliuotos juostos, bangos ilgiais.

Nevienalytės sijos sudarytos iš dviejų skirtingų tašų $80 \times 120 \times 12000 \text{ mm}$ ir $120 \times 120 \times 12000 \text{ mm}$ ir plieninio rifliuoto tiltelio tarp jų kūrio storis 5 mm. Sija 6 yra su plieniniu tilteliu, kurio riflio ilgis $l = 50 \text{ mm}$; sija 15 yra su plieniniu tilteliu, kurio riflio ilgis $l = 150 \text{ mm}$; sija 24 yra su plieniniu tilteliu, kurio riflio ilgis $l = 250 \text{ mm}$.



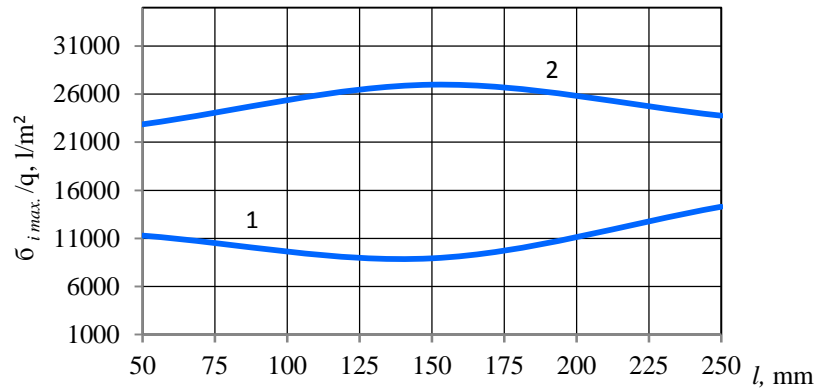
29 pav. Santykinių įtempimų, kylančių nevienalytės lenkiamos sijos plieniniame rifliuotame lakšte, priklausomybė nuo rifliuoto tinklelio riflio ilgio l , kai 1 – santykiniai įtempimai sijos viduryje; 2 – santykiniai įtempimai sijos įtvirtinimo vietoje (galuose)

Plieniniame lakšte didžiausi santykiniai įtempimai nuo 50 mm iki 150 mm sijos galuose tiek sijos viduryje. Čia santykinių įtempimų intensyvumas yra nuo 1,8 iki 2 karto didesni nei sijos viduryje. Nuo 50 mm iki 250 mm santykiniai įtempimai sijos galuose išties mažėja, tačiau sijos viduryje nuo 150 mm iki 250 mm nežymiai padidėja (žr. 29 pav.).



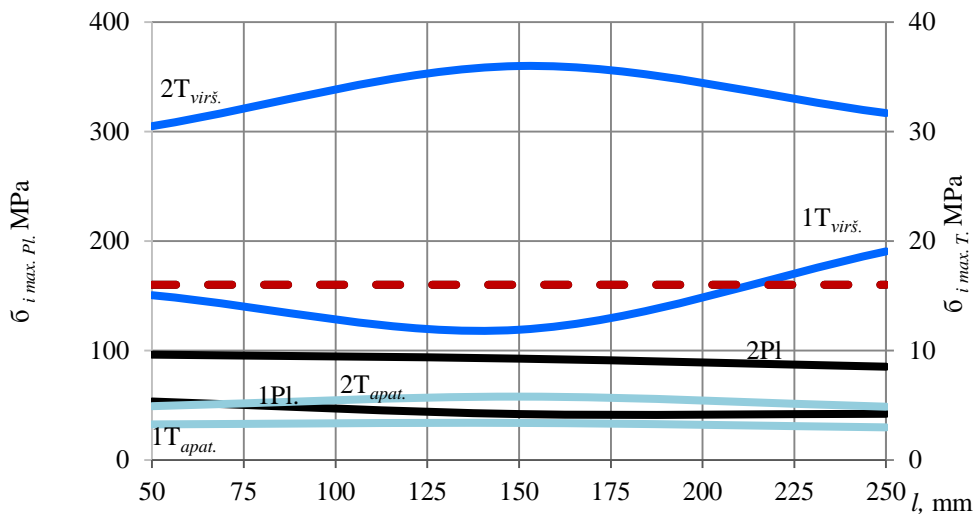
30 pav. Santykinių įtempimų, kylančių nevienalytės lenkiamos sijos apatiniame taše, priklausomybė nuo rifliuoto tinklelio riflio ilgio l , kai 1 – santykiniai įtempimai sijos viduryje; 2 – santykiniai įtempimai sijos įtvirtinimo vietoje (galuose)

Apatinio medinio tašo santykiniai didžiausi įtempimai kinta nežymiai. Įtvirtinimo vietoje jie yra didesni nuo 1,5 iki 1,7 karto. Didžiausi santykiniai įtempimai šiame taše yra įtvirtinimo vietose, kai plieninio rifliuoto lakšto bangos ilgis yra 150 mm. Sijos viduryje didžiausi įtempimai, kai plieninio rifliuoto lakšto bangos ilgis nuo 50 mm iki 150 mm (žr. 30 pav.).



31 pav. Santykinių įtempimų, kylančių nevienalytės lenkiamos sijos viršutiniame taše, priklausomybė nuo rifliuoto tinklelio riflio ilgio l , kai 1 – santykiniai įtempimai sijos viduryje; 2 – santykiniai įtempimai sijos įtvirtinimo vietoje (galuose)

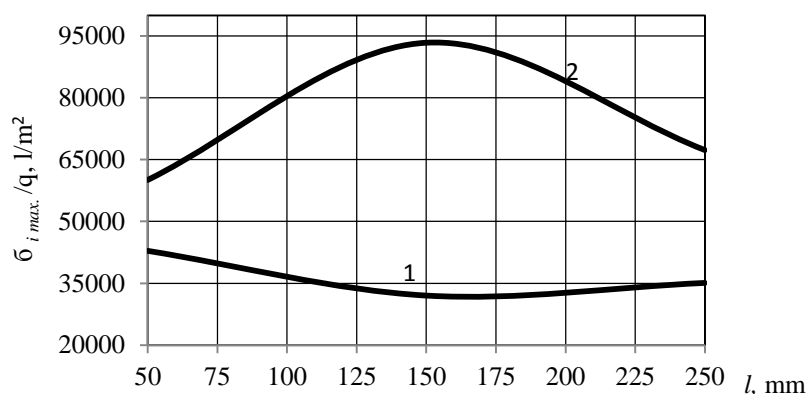
Iš 31 pav. matome, kad mediniame taše didžiausi santykiniai įtempimai kyla sijos galuose. Čia santykinių įtempimų intensyvumas yra nuo 1,7 iki 3 karto didesni nei sijos viduryje. Kai plieno riflio bangos ilgis 150 mm, galuose įtempimai yra didžiausi. Sijos viduryje didžiausi įtempimai kai plieninio lakšto riflio bangos ilgis yra 250 mm



32 pav. Didžiausio įtempimų intensyvumo priklausomybė nuo riflio bangos ilgio skirtingose sijos medžiagose, kai $q = 200$ N/m, $k = 5$ mm: (---) – leistinieji įtempimai; grafike 1 pozicija pažymėti santykiniai įtempimai sijos viduryje; 2 pozicija pažymėti santykiniai įtempimai sijos galuose; Pl. – plieniniame tiltelyje; $T_{virš.}$ – viršutiniame taše; $T_{apat.}$ – apatiniame taše.

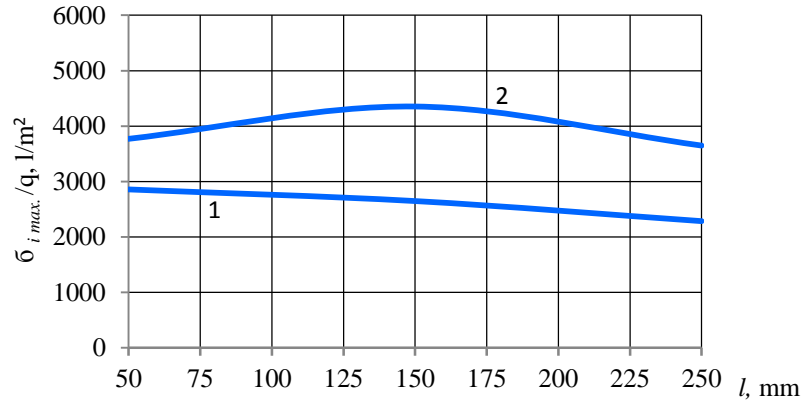
Grafike, pateiktame 32 pav., matome kaip didžiausias įtempimų intensyvumas (stiprumo kriterijus) priklauso nuo plieninės rifliuotos juostos bangos ilgio skirtingose sijos medžiagose. Matome, kad sijos rifliuoto tiltelio ir apatinio tašo stiprumas yra pakankamas, kai rifliuotos juostos bangos ilgis yra ribose nuo 50 mm iki 210 mm. Tačiau viršutinio tašo, sijos tvirtinimo vietoje didžiausi įtempimai viršija leistinuosius įtempimus, visais plieninio rifliuoto tiltelio bangos ilgiais. Todėl, kai išskirstyta apkrova $q = 200 \text{ N/m}$, sijos ilgis $L = 12 \text{ m}$, medinių tašų leistinieji įtempimai $\sigma_{adm T} = 16 \text{ MPa}$, reiktų naudoti rifliuotą juostą, kurios bangos ilgis ne didesnis 210 mm arba naudoti tašus, kurių skerspjūvio matmenys didesni už esama tašą.

Nevienalytės sijos sudarytos iš dviejų skirtingų tašų $120 \times 120 \times 12000 \text{ mm}$ ir $80 \times 80 \times 12000 \text{ mm}$ ir plieninio rifliuoto tiltelio tarp jų kūrio storis 5 mm. Sija 7 yra su plieniniu tilteliu, kurio riflio ilgis $l = 50 \text{ mm}$; sija 16 yra su plieniniu tilteliu, kurio riflio ilgis $l = 150 \text{ mm}$; sija 25 yra su plieniniu tilteliu, kurio riflio ilgis $l = 250 \text{ mm}$.



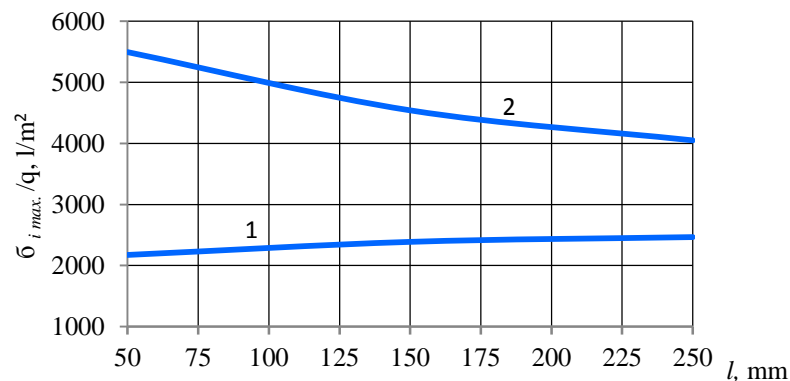
33 pav. Santykinių įtempimų, kylančių nevienalytės lenkiamos sijos plieniniame rifliuotame lakšte, priklausomybė nuo rifliuoto tinklelio riflio ilgio l , kai 1 – santykiniai įtempimai sijos viduryje; 2 – santykiniai įtempimai sijos įtvirtinimo vietoje (galuose)

Čia santykinių įtempimų intensyvumas yra nuo 1,4 iki 2,9 karto didesni nei sijos viduryje. Kai plieninio lakšto riflio bangos ilgis 150 mm, galuose įtempimai yra didžiausi. Sijos viduryje didžiausi įtempimai kai riflio bangos ilgis yra nuo 50 iki 150 mm, nuo 150 iki 250 mm nežymiai didėja (žr. 33 pav.).



34 pav. Santykinių įtempimų, kylančių nevienalytės lenkiamos sijos apatiniame taše, priklausomybė nuo rifliuoto tinklelio riflio ilgio l , kai 1 – santykiniai įtempimai sijos viduryje; 2 – santykiniai įtempimai sijos įtvirtinimo vietoje (galuose)

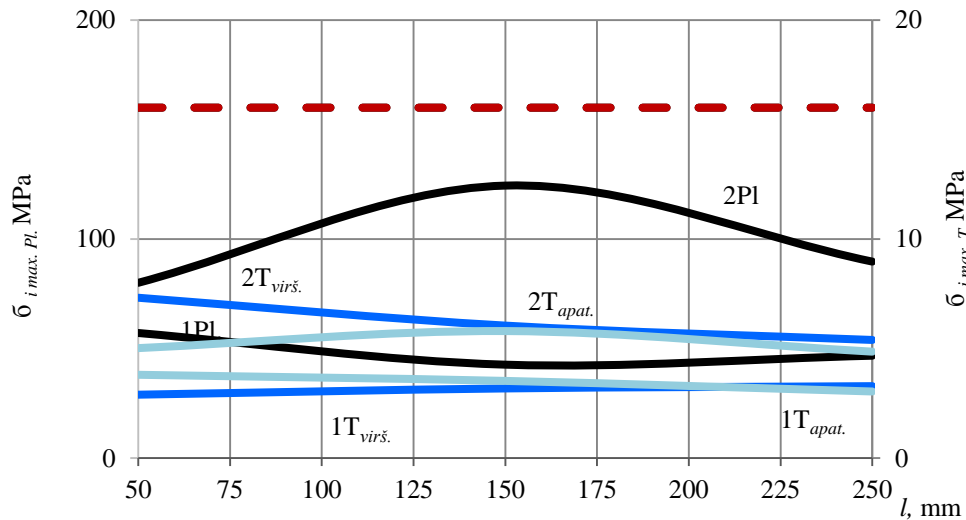
Apatinio medinio tašo santykiniai didžiausi įtempimai kinta nežymiai. Įtvirtinimo vietoje jie yra didesni nuo 1,3 iki 1,6 karto. Didžiausi santykiniai įtempimai šiame taše yra įtvirtinimo vietose, kai plieninio rifliuoto lakšto bangos ilgis yra 150 mm. Sijos viduryje didžiausi įtempimai, kai plieninio rifliuoto lakšto bangos ilgis yra 50 mm. Sijos viduryje santykiniai įtempimai ištiesai mažėja, nuo 50 mm riflio bangos ilgio (žr. 34 pav.).



35 pav. Santykinių įtempimų, kylančių nevienalytės lenkiamos sijos viršutiniame taše, priklausomybė nuo rifliuoto tinklelio riflio ilgio l , kai 1 – santykiniai įtempimai sijos viduryje; 2 – santykiniai įtempimai sijos įtvirtinimo vietoje (galuose)

Viršutinio medinio tašo didžiausi santykiniai įtempimai yra sijos galuose, kai bangos ilgis pats mažiausias 50 mm, visais riflio bangos ilgiais mažėja iki 250 mm. Santykiniai įtempimai yra nuo 1,6 iki 2,5 karto didesni nei sijos viduryje. Sijos viduryje didžiausi santykiniai įtempimai kai

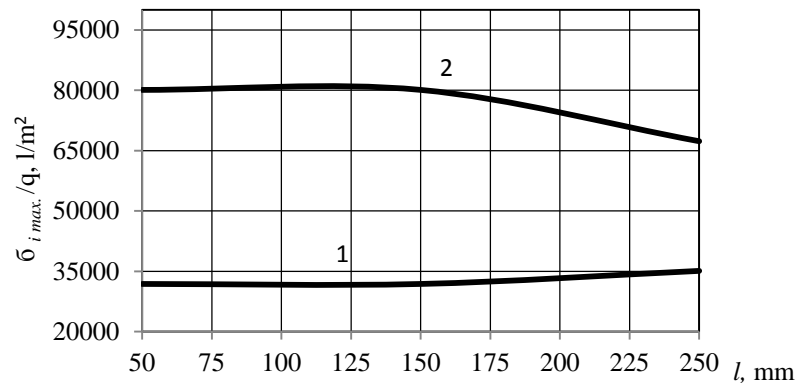
riflio bangos ilgis yra 250 mm. Nuo 50 mm iki 250 mm santykiniai įtempiai tolygiai didėja (žr. 35 pav.).



36 pav. Didžiausio įtempimų intensyvumo priklausomybė nuo riflio bangos ilgio skirtingose sijos medžiagose, kai $q = 200$ N/m, $k = 5$ mm: (---) – leistinieji įtempimai; grafike 1 pozicija pažymėti santykiniai įtempiai sijos viduryje; 2 pozicija pažymėti santykiniai įtempiai sijos galuose; Pl. – plieniniame tiltelyje; T_{virš.} – viršutiniame taše; T_{apat.} – apatiniame taše.

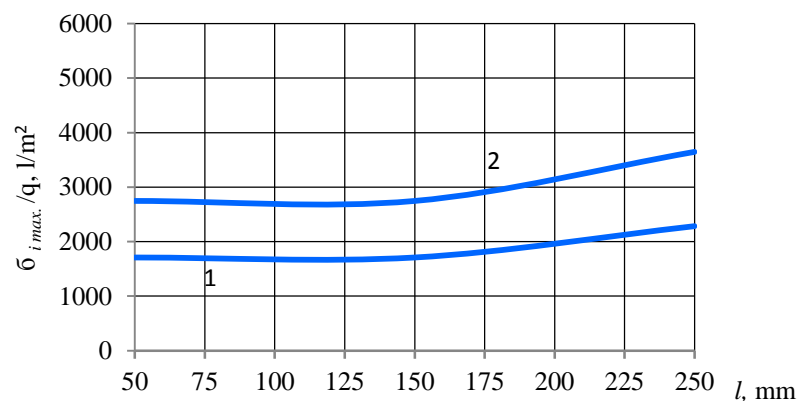
Šis nevienalytės sijos modelis apkrautas tokia pačia išskirstyta apkrova $q = 200$ N/m kaip ir kiti modeliai. Konstrukcija neviršija leistinųjų įtempių. Matome kaip apatinis ir viršutinis tašai, įtvirtinti galuose, mažai kuo skiriasi vienas nuo kito. Praktiškai tokie pat santykiniai įtempiai. Racionaliausias plienins lakštas yra su 250 mm riflio bangos ilgiu (žr. 36 pav.).

Nevienalytės sijos sudarytos iš dviejų skirtingų tašų $120 \times 120 \times 12000$ mm, $80 \times 120 \times 12000$ mm ir plieninio rifliuoto tiltelio tarp jų kūrio storis 5 mm. Sija 8 yra su plieniniu tilteliu kurio riflio ilgis $l = 50$ mm; Sija 17 yra su plieniniu tilteliu kurio riflio ilgis $l = 150$ mm; Sija 26 yra su plieniniu tilteliu kurio riflio ilgis $l = 250$ mm.



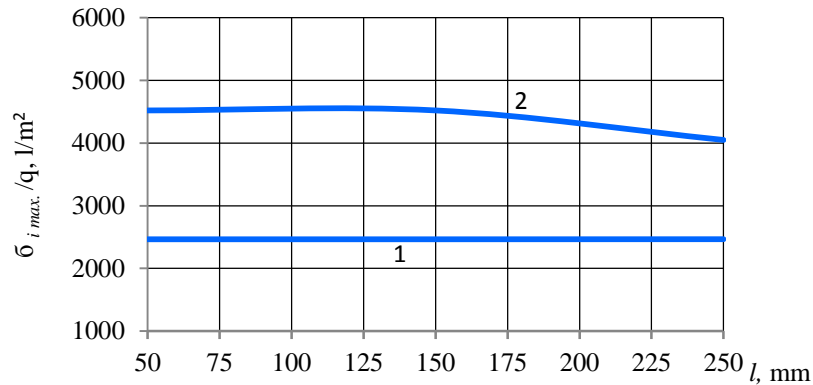
37 pav. Santykinių įtempimų, kylančių nevienalytės lenkiamos sijos plieniniame rifliuotame lakšte, priklausomybė nuo rifliuoto tinklelio riflio ilgio l , kai 1 – santykiniai įtempimai sijos viduryje; 2 – santykiniai įtempimai sijos įtvirtinimo vietoje (galuose)

Grafike santykinių įtempimų intensyvumas yra nuo 1,9 iki 2,5 karto didesni nei sijos viduryje. Kai plieninio lakšto riflio bangos ilgis yra nuo 50 iki 150 mm, galuose įtempiai yra didžiausi. Sijos viduryje didžiausi įtempiai kai riflio bangos ilgis yra nuo 150 iki 250 mm. Nuo 50 iki 150 santykiniai įtempimai sijos galuose, viduryje nekinta (žr. 37 pav.).



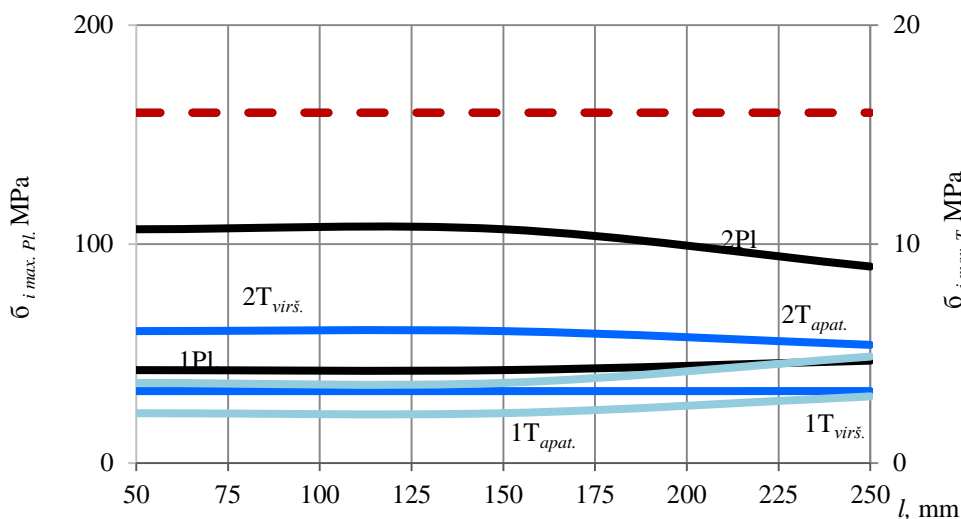
38 pav. Santykinių įtempimų, kylančių nevienalytės lenkiamos sijos apatiniame taše, priklausomybė nuo rifliuoto tinklelio riflio ilgio l , kai 1 – santykiniai įtempimai sijos viduryje; 2 – santykiniai įtempimai sijos įtvirtinimo vietoje (galuose)

Apatinio medinio tašo didžiausi santykiniai įtempiai yra sijos galuose, čia jie yra 1,6 karto didesni nei sijos viduryje. Sijos galuose tiek sijos įtvirtinimo vietose nuo 50 mm iki 150 mm riflio ilgio banga santykiniai įtempiai praktiškai nekinta. Santykiniai įtempiai sijos gale tiek sijos viduriu nuo 150 mm iki 250 mm Sparčiai padidėja (žr. 38 pav.).



39 pav. Santykinių įtempimų, kylančių nevienalytės lenkiamos sijos viršutiniame taše, priklausomybė nuo rifliuoto tinklelio riflio ilgio l , kai 1 – santykiniai įtempimai sijos viduryje; 2 – santykiniai įtempimai sijos įtvirtinimo vietoje (galuose)

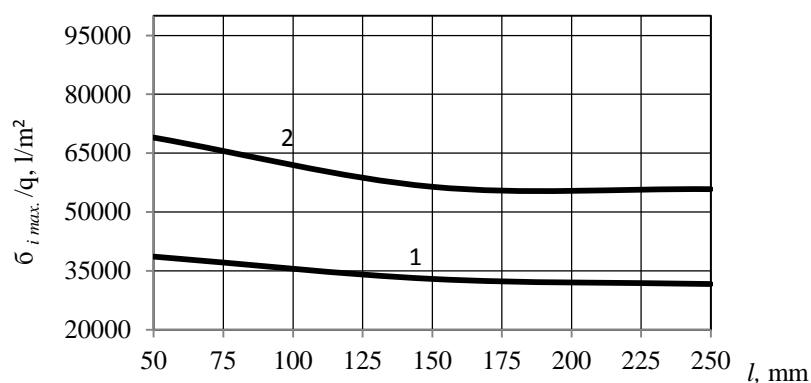
Virutinio medinio tašo santykiniai didžiausi įtempiai kinta nežymiai. Įtvirtinimo vietoje jie yra didesni nuo 1,6 iki 1,8 karto. Didžiausi santykiniai įtempiai šiame taše yra įtvirtinimo vietose, kai plieninio rifliuoto lakšto bangos ilgis yra nuo 50 mm iki 150 mm, tada iki 250 mm jie krenta. Sijos viduryje santykiniai įtempiai kinta labai mažai (žr. 39 pav.).



40 pav. Didžiausio įtempimų intensyvumo priklausomybė nuo riflio bangos ilgio skirtingose sijos medžiagose, kai $q = 200 \text{ N/m}$, $k = 5 \text{ mm}$: (---) – leistinieji įtempimai; grafike 1 pozicija pažymėti santykiniai įtempimai sijos viduryje; 2 pozicija pažymėti santykiniai įtempimai sijos galuose; Pl. – plieniniame tiltelyje; $T_{virš.}$ – viršutiniame taše; $T_{apat.}$ – apatiniame taše.

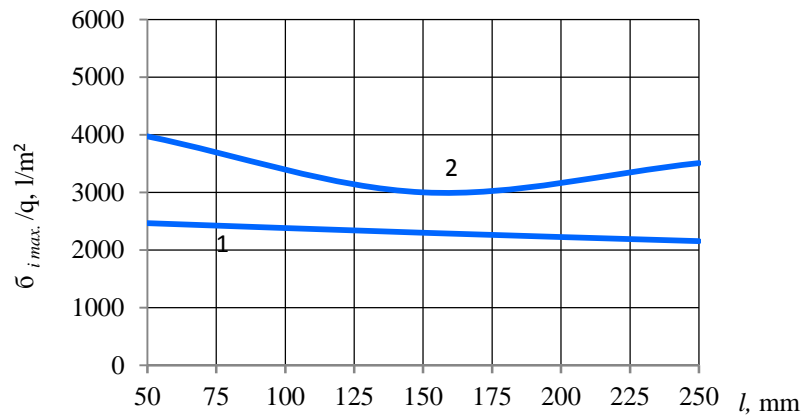
Šis nevienalytės sijos modelis apkrautas tokia pačia išskirstyta apkrova $q = 200 \text{ N/m}$ kaip ir kiti modeliai. Konstrukcija neviršija leistinųjų įtempimų. Matome kaip apatinis ir viršutinis tašai, įtvirtinti galuose, mažai kuo skiriasi vienas nuo kito. Praktiškai tokie pat santykiniai įtempimai. Racionaliausias plieninis lakštas yra su 250 mm riflio bangos ilgiu (žr. 40 pav.).

Nevienalytės sijos sudarytos iš dviejų vienodų tašų $120 \times 120 \times 12000 \text{ mm}$ ir plieninio rifliuoto tiltelio tarp jų kūrio storis 5 mm. Sija 9 yra su plieniniu tilteliu, kurio riflio ilgis $l = 50 \text{ mm}$; sija 18 yra su plieniniu tilteliu, kurio riflio ilgis $l = 150 \text{ mm}$; sija 27 yra su plieniniu tilteliu, kurio riflio ilgis $l = 250 \text{ mm}$.



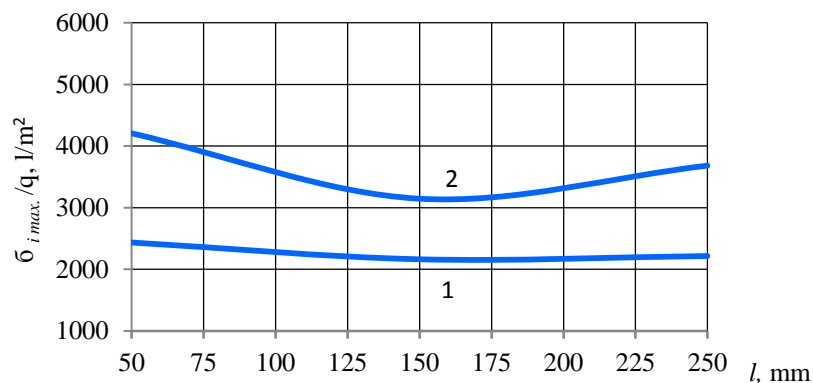
41 pav. Santykinių įtempimų, kylančių nevienalytės lenkiamos sijos plieniniame rifliuotame lakšte, priklausomybė nuo rifliuoto tinklelio riflio ilgio l , kai 1 – santykiniai įtempimai sijos viduryje; 2 – santykiniai įtempimai sijos įtvirtinimo vietoje (galuose)

Plieniniame lakšte didžiausi santykiniai įtempimai nuo 50 mm iki 150 mm sijos galuose tiek sijos viduryje. Čia santykinių įtempimų intensyvumas yra vienas mažiausių iš visų modelių nuo 1,7 iki 1,8 karto didesni nei sijos viduryje. Nuo 50 mm iki 250 mm sijos viduryje santykiniai įtempimai ištiesai mažėja, tačiau sijuos įtvirtinimo vietose truputi pakyla (žr. 41 pav.).



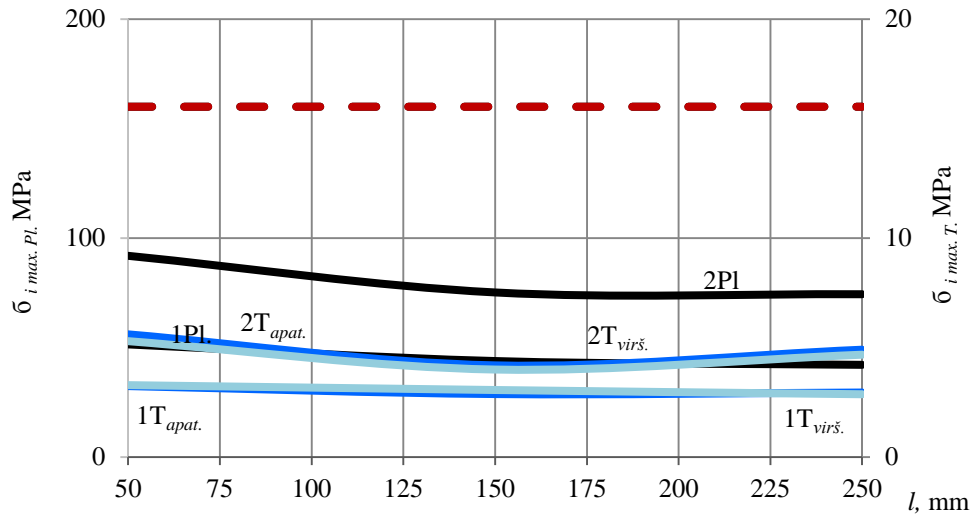
42 pav. Santykinių įtempimų, kylančių nevienalytės lenkiamos sijos apatiniame taše, priklausomybė nuo rifliuoto tinklelio riflio ilgio l , kai 1 – santykiniai įtempimai sijos viduryje; 2 – santykiniai įtempimai sijos įtvirtinimo vietoje (galuose)

Apatinio medinio tašo santykiniai didžiausi įtempiai kinta nežymiai. Įtvirtinimo vietoje jie yra didesni nuo 1,3 iki 1,6 karto. Didžiausi santykiniai įtempiai šiame taše yra įtvirtinimo vietose, kai plieninio rifliuoto lakšto bangos ilgis yra 50 mm. Sijos viduryje didžiausi įtempiai, kai plieninio rifliuoto lakšto bangos ilgis taip pat 50 mm (žr. 42 pav.).



43 pav. Santykinių įtempimų, kylančių nevienalytės lenkiamos sijos viršutinio taše, priklausomybė nuo rifliuoto tinklelio riflio ilgio l , kai 1 – santykiniai įtempimai sijos viduryje; 2 – santykiniai įtempimai sijos įtvirtinimo vietoje (galuose)

Viršutinio medinio tašo santykiniai didžiausi įtempiai kinta nežymiai. Įtvirtinimo vietoje jie yra didesni nuo 1,5 iki 1,7 karto nei sijos viduryje. Didžiausi santykiniai įtempiai šiame taše yra įtvirtinimo vietose, kai plieninio rifliuoto lakšto bangos ilgis yra 50 mm. Sijos viduryje didžiausi santykiniai įtempiai, kai plieninio rifliuoto lakšto bangos ilgis taip pat 50 mm (žr. 43 pav.).



44 pav. Didžiausio įtempimų intensyvumo priklausomybė nuo riflio bangos ilgio skirtingose sijos medžiagose, kai $q = 200 \text{ N/m}$, $k = 5 \text{ mm}$: (---) – leistinieji įtempimai; grafike 1 pozicija pažymėti santykiniai įtempiai sijos viduryje; 2 pozicija pažymėti santykiniai įtempiai sijos galuose; Pl. – plieniniame tiltelyje; $T_{virš.}$ – viršutiniame taše; $T_{apat.}$ – apatiniame taše

Ši konstrukcija apkrauta tokia pačia išskirstyta apkrova $q = 200 \text{ N/m}$ kaip ir kiti modeliai. Sija neviršija leistinųjų įtempimų. Matome kaip apatinis ir viršutinis tašai, įtvirtinti galuose, mažai kuo skiriasi vienas nuo kito. Praktiškai tokie pat santykiniai įtempiai. Racionaliausias plienins lakštas yra su 250 mm riflio bangos ilgiu (žr. 44 pav.).

IŠVADOS

Tiriant nevienalytės sijos stiprumo priklausomybę nuo plieninio lakšto riflio bangos ilgio (skaičiuota esant 50 mm, 150 mm ir 250 mm bangos ilgiams) , jog didžiausi santykiniai įtempiai tiek sijos viduryje, tiek sijos galuose kyla, kai plieninio rifliuoto lakšto bangos ilgis yra 150 mm.

Rezultatai parodė, jog viršutinis ir apatinis medžio tašai turi įtakos nevienalytės sijos, apkrautos išskirstyta apkrova, stiprumui. Mažiausi santykiniai įtempiai mediniuose tašuose gaunami, kai viršutinio tašo matmenys 120 x 120 x 12000 mm, o apatinio tašo 80 x 120 x 12000 mm. Didžiausi santykiniai įtempiai kyla tada, kai abu mediniai tašai yra 80 x 80 x 12000 mm.

Tiriant nevienalytės sijos, apkrautos išskirstyta apkrova $q = 200 \text{ N/m}$, stiprumą, nustatyta, jog plieninio rifliuoto lakšto bangos ilgis turėtų būti 250 mm. Viršutinis tašas 120 x 120 x 12000 mm, o apatinis medinis tašas 80 x 120 x 12000 mm. Rezultatai parodė, jog viršutinio medinio tašo dydžiausi santykiniai įtempiai yra 2,28 karto mažesni už leistinuosius santykinius įtempius. Plieninio rifliuoto tiltelio dydžiausi santykiniai įtempiai yra 1,68 karto mažesni už leistinuosius.

INFORMACINIAI ŠALTINIAI

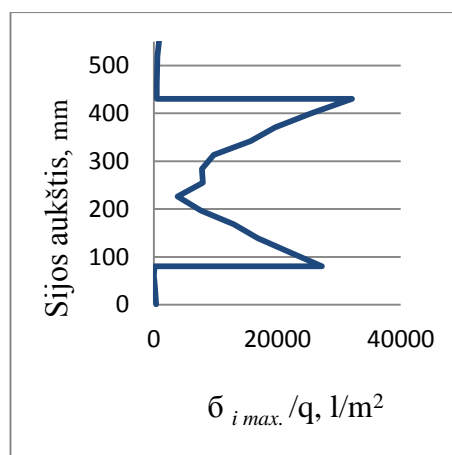
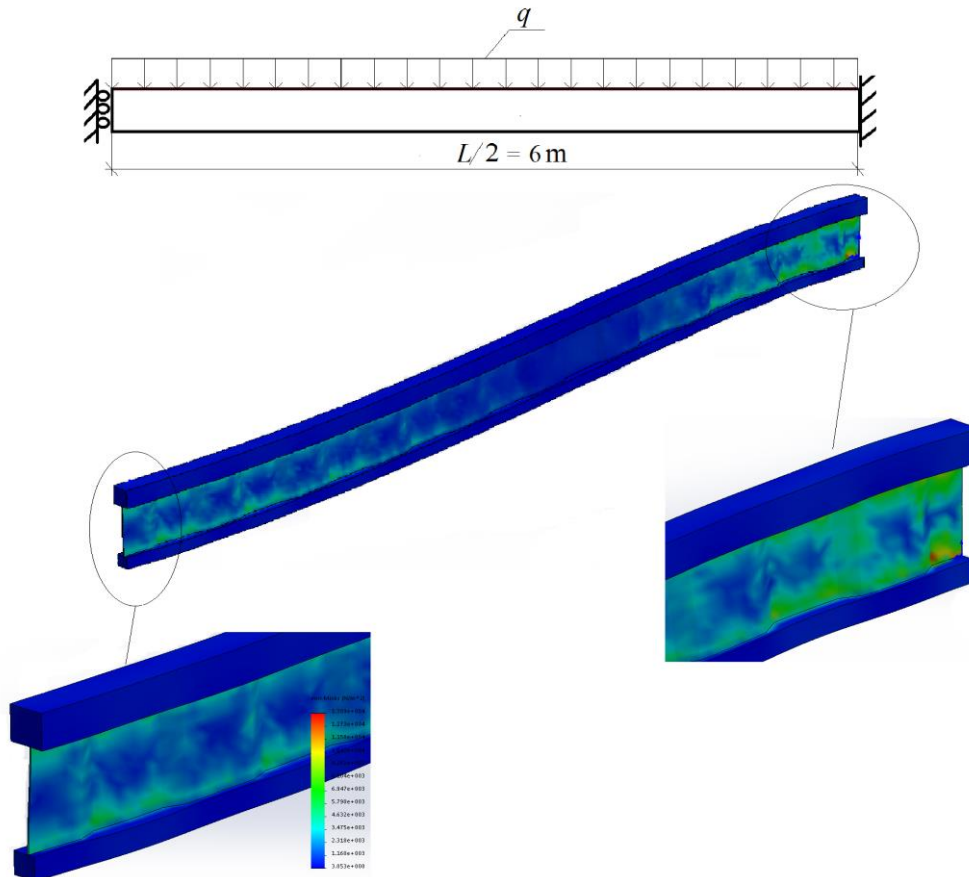
1. A. Vaidila, J. Vėlyvis, Statybos menas. Statybinės medžiagos. Bendrieji statybos darbai
Vilnius: Mintis, 2008. ISBN 978 – 5 – 417 – 00949 – 5.
2. A. Valentinavičius, B. Valiūns. Medinės konstrukcijos. Vilnius Enciklopedija 2000 m. ISBN
9986 – 433 – 20 – 7.
3. Dealtabeam nevienalytė sija, interaktyvus žiūrėta [2016 – 01 – 02]
<http://www.peikko.lt/kategorija-deltabeam-lt>
4. E. K. Zavadskas, A. Karablikovas, P. Malinauskas, P. Mikšta, H. Nakas, R. Sakalauskas.
Statybos procesų technologija: vadovėlis. 2-oji papildyta ir pataisyta laida. Vilnius:
Technika, 2008. 576 p.
5. G. Marčiukaitis, J. Valivonis. PASTATŲ KONSTRUKCIJŲ PROJEKTAVIMO
PAGRINDAI. Vadovėlis. V.:Technika, 2001. 325 p.
6. Horizontalūs perdangos klojiniai, interaktyvus žiūrėta [2016 – 01 – 02]
<http://www.solarisbaltic.lt/statybine-iranga/klojiniai/tradiciniai-perdangos-klojiniai/>
7. J. Parasonis. STATINIŲ KONSTRUKCIJŲ PROJEKTAVIMO PAGRINDAI: vadovėlis
statybos inžinerijos ir architektūros krypties aukštųjų mokyklų studentams. Vilnius;
Technika, 2008. 219 p.
8. Nevienalytė sija, interaktyvus žiūrėta [2016 – 01 – 02]
<http://www.alramstossija.lt/?id=tasai&menu=tasai&lang=lt>
9. Paulauskas J., Kvedaras A. Metalinės konstrukcijos. – Vilnius, 1977, p. 222-238.
10. R. Žurauskienė, A. P. Naujokaitis, R. Mažiulis, R. Žurauskas. Statybinės medžiagos:
vadovėlis. Vilnius: Technika, 2012. 540 p.
11. STR 2.05.07:2005. Medinių konstrukcijų projektavimas. Žin., 2002, Nr. 22-819.
12. STR 2.05.03:2003. Statybinių konstrukcijų projektavimo pagrindai. Žin., 2003, Nr. 231
13. STR 2.05.04:2004. Poveikiai ir apkrovos. Žin., 2004, Nr. 59-2683.
14. Šniuolis R. Medžiagų inžinerija. – BMK leidykla, Vilnius, 2014, – 193 p. ISBN 978-609-
468-007-6.
15. Vaidila, J. Vėlyvis. STATYBOS MENAS. STATYBINĖS MEDŽIAGOS. BENDRIEJI
STATYBOS DARBAI. MINTIS VILNIUS 2008 ISBN 978-5-417-00949-5
16. V. Martinov, N. Aliošin, B. Morozov, L. P. Lingaitis, J. Jurevičius. Statybos mašinos.
Statybinių medžiagų ir dirbinių gamyba, apdaila: vadovėlis. Vilnius: Technika, 2008. 448 p.

PRIEDAI

Skaičiavimų rezultatų grafinio atvaizdavimo pavyzdys

Įtempių intensivumo pasiskirstymas lenkiamoje sijoje, kuri sudaryta iš dviejų medinių tašų; viršutinis tašas $h = 120 \text{ mm} \times b = 120 \text{ mm} \times L = 12000 \text{ mm}$, apatinis tašas $h = 80 \text{ mm} \times b = 80 \text{ mm} \times L = 12000 \text{ mm}$. Rifliuotas tiltelis kurio bangos ilgis $l = 250 \text{ mm}$.

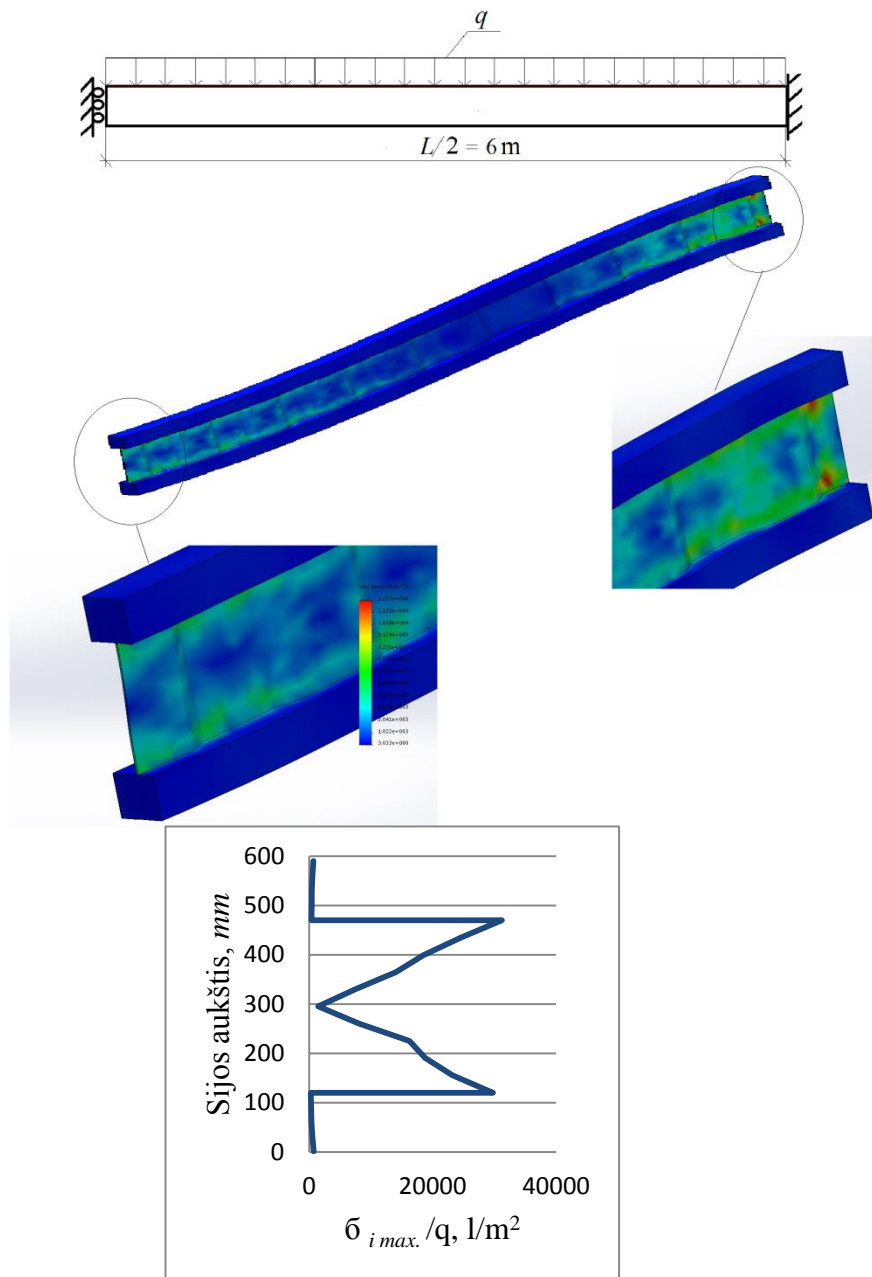
„SolidWorks Simulation“ Skaičiavimo schema



Santykiniai įtempiai sijos vidurio skerspjūvyje

Įtempių intensivumo pasiskirstymas lenkiamoje sijoje, kuri sudaryta iš dviejų medinių tašų $h = 120 \text{ mm} \times b = 120 \text{ mm} \times L = 12000 \text{ mm}$. Rifliuotas tiltelis kurio bangos ilgis $l = 250 \text{ mm}$

„SolidWorks Simulation“ Skaičiavimo schema



Santykiniai įtempiai sijos vidurio skerspjūvyje

Proceedings of 10th International Conference ITELMS'2015

Strenght of inhomogenous beams under bending load

A. Pazūkas*, D. Vaičiulis**

* Kaunas University of Technology, Daukanto 12, 35212 Panevėžys, Lithuania, E-mail: apazukas@gmail.com

**Kaunas University of Technology, Daukanto 12, 35212 Panevėžys, Lithuania, E-mail: Dainius.Vaiciulis@ktu.lt

Abstract

This article studies the strength of beams, consisting of two wooden girders that are connected by a corrugated steel bridge. It is identified how the strength of the beam depends on the corrugated steel rods rifle length and thickness. The study was conducted using the finite element method. Maximum tensions at the beam consolidation point calculated: tension intensity here is from 1.7 to 9 times higher than at the middle of the beam. When increasing the beam bridge corrugated rifle lengths in

both the beam materials at dangerous zone, the tension intensity increases. And by increasing the thickness of the bridge plat, the tension intensity slightly decreases.

KEY WORDS: *inhomogenous beam, bars, corrugated steel bridge, force.*

1. Introduction

The beam is an integral part of the building structure. It is a carrying element that should be of length of 20 meters and more.

The examined beam is composed of two materials: wooden girders (at the top of the beam and below) and the corrugated metal bridge between them [1]. This beam is lighter than metal, has good heat and sound insulation properties, its production is fast and the assembly is easy [2]. In order to minimize the mass of the beam in this work it has been investigated how beams withstand the limit load depending on the corrugated steel strip geometry.

2. Study description model

The tested beam is composed of two beams (top and bottom) that are joined by a steel bridging. The length of the beam 12 m, height 510 mm and a width - 120 mm. The ends of the beams are embedded tightly. The calculated beam is shown schematically in Figure 1.

It is envisaged that work will investigate lumber made girders from dried and planed, antiseptic treated softwood plywood or solid wood. The required length of the beam is obtained by connecting the beams by tenongluing. Such wood mechanical characteristics are as follows: elastic modulus 0.20, strength limit 0.20 [3].

The bridge is made of special galvanized and painted pressed steel band. Rod material: steel S235, the mechanical characteristics are as follows: elastic modulus 0.06 [4]. Poisson's ratio 0.03, tensile strength, 0.11 [5].

In the calculation the dead load of the beam was not considered and the following assumptions have been made: the tree is an isotropic material; the potential strength at the pint of the girder's connection points is the same as of a homogeneous girder; it is considered that the girders are absolutely tightly connected to the bridge.

The individual beam elements strength has been studied in two sections: the ends and the middle of the beam. The finite element method was used, using SolidWorks Simulation software.

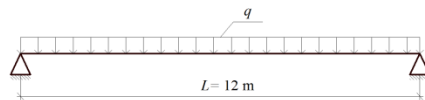


Figure 1. Beams calculation scheme

During the study of inhomogeneous beam strength, only the corrugated steel bridge rifle length and rod thickness has been changed (see Fig. 2). Details information on the length of the rifle used in the study and rod thickness values are provided in Table 1.

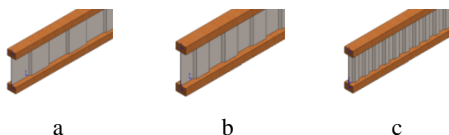


Figure 2. Researched beams sketches: a - beam with 250 mm long rifle; b - beam with 150 mm long rifle; c - beam with a 50 mm rifle

1 table

The facts of different beam models

Beams	Bars dimension $h - b$, mm	Steel core dimension $k - l$, mm	Crosscut
	80 - 120	5 - 250	
	80 - 120	5 - 150	
	80 - 120	5 - 50	
	80 - 120	6 - 150	
	80 - 120	7 - 150	
	80 - 120	8 - 150	

3. Results of the study

Initially it has been calculated how the maximum relative tension intensity $\sigma_{i,max} / q$ (where q - external load, in this case oppress load) depends on the length of the rifle in individual materials (see Fig. 3). It has been calculated that when increasing the length of the rifle, tension $\sigma_{i,max}$ at consolidating beam in the steel bridge increases and decreases in wooden girders. In the beam's middle $\sigma_{i,max}$ it almost does not depend on the length (l) of the rifle. The most tension is on the beam ends (points of consolidation). Here, the tension intensity is 1.7 to 9 times higher than in the middle of the beam.

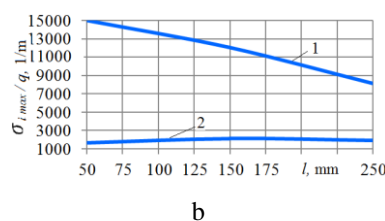
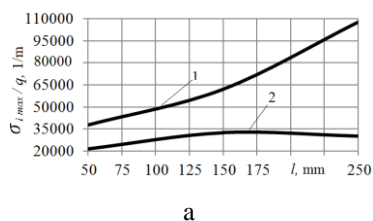


Figure 3. The largest relative tension intensity dependence from the lengths of rifle in different materials of the beam is, when $l = 50$ mm, 150 mm, 250 mm a - in a corrugated bridge; b - in wooden girders; 1 - the beam ends; 2 - in the middle of the beam

As the largest relative tension intensity $\sigma_{i \max} / q$ in individual beam materials depends on the corrugated sheet thickness of the bridge (Figure 4). It was found that increasing the thickness of the corrugated steel bridge, the tension $\sigma_{i \max}$ at consolidation point of the beam in the steel bridge and wooden girders slightly declines. In the middle of the beam $\sigma_{i \max}$ almost does not depend on the thickness of the corrugated bridge k . The most tension is on the beam ends (points of consolidation). Here, the tension intensity is 2 to 2.59 times higher than in the middle of the beam.



Figure 4. The largest relative tension intensity dependence from the corrugated grid sheet thickness in different materials of the beam is, when $k = 6$ mm, 7 mm, 8 mm: a - in the corrugated bridge; b - in wooden girders (1 - at the ends of the beam 2 - at the middle of the beam)

According to Figures 3 and 4 we can easily identify the arising highest tensions in individual materials at any load size. By using the data from Figures 3 and 4, it has been analyzed how the strength of a inheterogeneous beam depends on the aforementioned corrugated grid's geometric parameters. It was assumed that the beam oppress load is $q = 1333,33$ N/m and a steel bridge and wooden girders' permissible tensions respectively are $\sigma_{adm ST} = 160$ MPa and $\sigma_{adm W} = 16$ MPa [6].

Figure 5 shows how the largest tension intensity (strength criteria) depends on the rifle's length in different materials. We can see that the beam's corrugated bridge strength is sufficient, when the rifle length is less than ~ 300 mm, but the wooden girder strength will be sufficient, when the rifle length is greater than 150 mm.

It was also found how the maximum tension intensity (strength criteria) depends on the corrugated sheet thickness k of the bridge in different beam's materials (see Fig. 6). It was revealed that when k is in the range from 6 mm to 8 mm, its strength is sufficient.

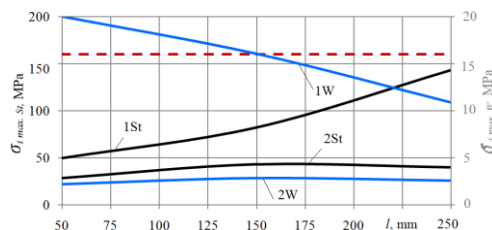


Figure 5 The maximum tension intensity dependence from rifle length in different materials, when $q = 200$ N/m, $k = 50$ mm: (- - -) - permissible tensions; 1 - tensions at the ends of the beam; 2 - tensions at the middle of the beam; ST - in the steel bridge; W - in wooden girders

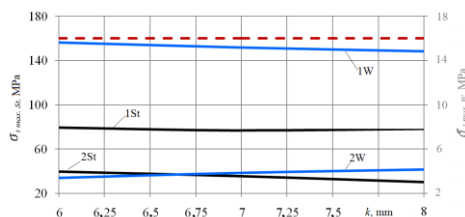


Figure 6. Maximum tension intensity dependence from the corrugated grid sheet thickness in different materials of the beam, when $q = 150$ N/m, $k = 6$ mm: (- - -) - permissible tensions; 1 - tensions at the ends of the beam; 2 - tensions at the middle of the beam; ST - in the steel bridge; W - in wooden girders

4. Conclusions

1. Danger zone (maximum tensions) are obtained at the beam consolidation: tension intensity here is 1.7 to 9 times higher than at the middle of the beam.
2. When increasing the rifle lengths of the beam's corrugated bridge, the tension intensity increases at the danger zone; and by increasing the thickness of the bridge sheet the intensity of tension slightly decreases.

References

1. Šniuolis R. Medžiagų inžinerija. – BMK leidykla, Vilnius, 2014, – 193 p. ISBN 978-609-468-007-6.
2. Inhomogenous beams. Link in internet: < <http://www.alramstossija.lt/?id=tasai&menu=tasai&lang=lt> > [previewed 2015-04-19].
3. STR 2.05.07:2005. Medinių konstrukcijų projektavimas. Žin., 2002, Nr. 22-819.
4. STR 2.05.03:2003. Statybinių konstrukcijų projektavimo pagrindai. Žin., 2003, Nr. 231
5. Paulauskas J., Kvedaras A. Metalinės konstrukcijos. – Vilnius, 1977, p. 222-238.
6. STR 2.05.04:2004. Poveikiai ir apkrovos. Žin., 2004, Nr. 59-2683.