



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

STATYBOS FAKULTETAS

ARCHITEKTŪROS INŽINERIJOS KATEDRA

Kotryna Parvickaitė

**MEDINIŲ KONSTRUKCIJŲ NAUJŲ SPRENDINIŲ TAIKymo LIETUVOJE
GALIMYBĖS**

**MODERN SOLUTIONS OF TIMBER CONSTRUCTIONS AND THEIR
ADJUSTMENT POSSIBILITIES IN LITHUANIA**

Baigiamasis magistro darbas

Statybos studijų programa, valstybinis kodas 62402T108

Architektūros inžinerijos specializacija

Statybos inžinerijos mokslo kryptis

Vilnius, 2010

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
STATYBOS FAKULTETAS
ARCHITEKTŪROS INŽINERIJOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

(Parašas)
Josifas Parasonis

(Vardas, pavardė)

(Data)

Kotryna Parvickaitė

**MEDINIŲ KONSTRUKCIJŲ NAUJŲ SPRENDINIŲ TAIKymo LIETUVOJE
GALIMYBĖS**

**MODERN SOLUTIONS OF TIMBER CONSTRUCTIONS AND THEIR
ADJUSTMENT POSSIBILITIES IN LITHUANIA**

Baigiamasis magistro darbas

Statybos studijų programa, valstybinis kodas 62402T108

Architektūros inžinerijos specializacija

Statybos inžinerijos mokslo kryptis

Vadovas _____
(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė) (Parašas) (Data)

Konsultantas _____
(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė) (Parašas) (Data)

Konsultantas _____
(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė) (Parašas) (Data)

Vilnius, 2010

**BAIGIAMOJO MAGISTRO DARBO
UŽDUOTIS**

Vilniaus Gedimino technikos universitetas ISBN ISSN
Statybos fakultetas Egz. sk.
Architektūros inžinerijos katedra Data-.....-.....

Antrosios pakopos studijų **Statybos** programos baigiamasis darbas

Pavadinimas **Medinių konstrukcijų naujų sprendinių taikymo Lietuvoje galimybės**

Autorius **Kotryna Parvickaitė**

Vadovas **prof. habil. dr. Josifas Parasonis**

Kalba: lietuvių

Anotacija

Baigiamajame magistro darbe aptariamos medinės konstrukcijos ir nauji jų sprendiniai. Apžvelgiama medinių konstrukcijų istorinė kaita, pateikiamos labiausiai paplitusios Lietuvoje bei kitose Europos šalyse, analizuojamos naujų medinių konstrukcijų sprendinių taikymo galimybės Lietuvoje. Pagal fizines bei mechanines savybes išnagrinėti septyni nauji medinių konstrukcijų sprendiniai: lentų plokštės, kiaurymėtosios Lignatur plokštės, kryžmai sluoksniuotos statybinės plokštės, smulkių profilių plokštės, Steko blokai, dvigubų rąstų konstrukcija ir rąstų blokai. Pateikiamas konstrukcijų sisteminimas. Šių naujų medinių konstrukcijų sprendinių taikymo galimybės vertinamos pagal tai, kaip atitinka Lietuvos statybos normas, jų esminius reikalavimus. Baigiamajame darbe pateikiamos dviejų vienbučių gyvenamųjų namų suprojektuotos gelžbetoninės ir mūrinės konstrukcijos, siūlomi alternatyvūs naujų medinių konstrukcijų sprendiniai, atsižvelgiant į mechaninį pastovumą ir stabilumą, gaisrinę saugą, apsaugą nuo triukšmo bei energijos taupymą ir šilumos išsaugojimą. Išnagrinėjus teorinį vertinimą bei taikymą, pateikiamos baigiamojo darbo išvados.

Darbą sudaro septynios dalys: įvadas, „Medinių konstrukcijų istorinė kaita“, „Medinių konstrukcijų pritaikymas Lietuvoje“, „Naujų medinių konstrukcijų sprendinių taikymas Europoje“, „Naujų medinių konstrukcijų sprendinių taikymo galimybės Lietuvoje“, išvados, literatūros sąrašas. Darbo apimtis – 83 p. teksto be priedų, 54 iliustr., 24 lent., 36 bibliografiniai šaltiniai.

Prasminiai žodžiai

Medinės konstrukcijos, mediniai blokai Steko, lentų plokštės, kiaurymėtosios plokštės Lignatur, kryžmai sluoksniuotos statybinės plokštės, rąstinė ir karkasinė konstrukcija.

Vilnius Gediminas Technical University ISBN ISSN
Faculty of Civil Engineering Copies No.
Department of Architectural Engineering Date-.....-.....

Master Degree Studies **Construction Engineering** study programme Master's Thesis

Title **Modern Solutions of Timber Constructions and Their Adjustment Possibilities in Lithuania**

Author **Kotryna Parvickaitė**

Academic supervisor **Prof Dr Habil Josifas Parasonis**

Thesis language: Lithuanian

Annotation

In the final master thesis timber constructions and their modern solutions are analyzed. There is a review made under the historical development of timber constructions and most common of them in Lithuania and Europe are presented. The adjustment possibilities of modern timber construction solutions are analyzed according to the national building regulations. Two dwelling houses, built in Vilnius, are used as an example to examine whether their designed reinforced concrete and masonry constructions are replaceable by modern timber constructions. The features by which timber construction solutions are analyzed are mechanical stability, fire safety, soundproofness and heat insulation. Modern solutions of timber constructions are: planking panels, Lignatur panels, LenoTec panels, Palisadio panels, Steko blocks, double timber block construction, timber blocks. After theoretical use conclusions are made.

Structure: introduction, historic development of timber constructions, the adjustment of timber constructions in Lithuania, the adjustment of modern timber solutions in Europe, adjustment possibilities of modern timber construction solutions in Lithuania, conclusions, references.

Thesis consists of: 83 p. text without appendixes, 54 pictures, 24 tables, 36 bibliographical entries.

Keywords

Timber constructions, Steko, Brettstapelbau, Lignatur, Palisadio, Cross laminated board panel Leno tec, log and frame work construction.

TURINYS

	Įvadas	10
1.	Medinių konstrukcijų istorinė kaita	12
1.1.	Medinių konstrukcijų kaita Europoje	12
1.2.	Medinių konstrukcijų tradicijos Lietuvoje	14
1.3.	Skyriaus išvados	16
2.	Medinių konstrukcijų pritaikymas Lietuvoje	16
2.1.	Rąstinė konstrukcinė sistema	17
2.2.	Karkasinė konstrukcinė sistema	19
2.3.	Skyriaus išvados	20
3.	Naujų medinių konstrukcijų sprendinių taikymas Europoje	21
3.1.	Plokštinės konstrukcijos	22
3.1.1.	Lentinės plokštės	22
3.1.2.	Kiaurymėtos plokštės – <i>Lignatur</i>	31
3.1.3.	Kryžmai sluoksniuotos statybinės plokštės – <i>LenoTec</i>	35
3.1.4.	Smulkių profilių plokštės – <i>Palisadio</i>	40
3.2.	Smulkių elementų konstrukcijos:	46
3.2.1.	Mediniai blokai – <i>Steko</i>	46
3.3.	Strypinės konstrukcijos:	49
3.3.1.	Dvigubų rąstų siena	49
3.3.2.	Rąstų blokai	55
3.4.	Skyriaus išvados	57
4.	Naujų medinių sprendinių taikymo galimybės Lietuvoje	57
4.1.	Naujų medinių konstrukcijų sprendinių atitikimas Esminiam reikalavimui – mechaninis atsparumas ir stabilumas	60
4.2.	Esminis reikalavimas – gaisrinė sauga	70
4.3.	Esminis reikalavimas – apsauga nuo triukšmo	72
4.4.	Esminis reikalavimas – energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas	74
4.5.	Gamtai draugiškos medinės konstrukcijos	76
4.6.	Skyriaus išvados	77
	Išvados	79
	Literatūros sąrašas	81

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1.1 pav.	Šakelių būstai	12
1.2 pav.	Kartiniai – stulpiniai namai	14
1.3 pav.	Vilniaus katedros skersinis pjūvis	14
2.1 pav.	Rankinio apdirbimo sienojai	18
2.2 pav.	Mašininio apdirbimo sienojai	18
2.3 pav.	Rąstų sukirtimas	18
3.1 pav.	Naujų medinių konstrukcijų sprendinių schema	21
3.2 pav.	Pastato konstrukcijos aksonometrija	22
3.3 pav.	Interjero detalė	22
3.4 pav.	Lentų jungimo būdai	24
3.5 pav.	Vinių kalimo schema	24
3.6 pav.	Plokščių tarpusavio jungimo būdai	25
3.7 pav.	Lentų plokščių laikomoji galia, kai leistinas įlinkis $l/500$	28
3.8 pav.	Lentų skersinis jungimas	29
3.9 pav.	Lentų skersinio jungimo modeliavimo pavyzdys	29
3.10 pav.	Plokštės įlinkis nuo apkrovos skersai lentoms	30
3.11 pav.	Plokštės įlinkis nuo apkrovos lygiagrečiai lentoms	30
3.12 pav.	Sienos skaičiavimo schema	31
3.13 pav.	Dėžinio profilio elementai	32
3.14 pav.	Plokštieji elementai	32
3.15 pav.	Kiautiniai elementai	32
3.16 pav.	Dėžinio ir plokštinio profilių elementų laikomoji galia, kai leistinas įlinkis yra $l/300$	33
3.17 pav.	Kiautinių profilių elementų laikomoji galia, kai leistinas įlinkis yra $l/300$	34
3.18 pav.	Sluoksnių klijavimas kryžminant pagal medienos plaušą	35
3.19 pav.	Keturaukščio gyvenamo namo statybos Nyderlanduose	35
3.20 pav.	<i>Palisadio</i> gamybos technologija	41
3.21 pav.	Interjero vaizdas	41
3.22 pav.	Sienos plokštės bei grindų denginio jungimas per 4 elementų eilę	43
3.23 pav.	Išskirtasis skerspjūvis	43
3.24 pav.	Susilpninta jungties zona 6a	44

3.25 pav.	Suirimo diagrama, kai apkrova veikia lygiagrečiai profiliams	45
3.26 pav.	Suirimo diagrama, kai apkrova veikia statmenai profiliams	45
3.27 pav.	<i>Steko</i> blokas	46
3.28 pav.	Neįrengtas vidus	46
3.29 pav.	Pagrindinis sistemos elementas	47
3.30 pav.	Apatinio ir viršutinio vainiko detalė	47
3.31 pav.	Vertikalių ertmių užtaisymo detalė	47
3.32 pav.	Sienos iš <i>Steko</i> blokų pavyzdys	48
3.33 pav.	Laikančioji geba, kai naudojamas bukmedis	49
3.34 pav.	Laikančioji geba koncentruotos apkrovos atveju, kai naudojamas bukmedis	49
3.35 pav.	Dvigubų rąstų sienos kertės mazgas	50
3.36 pav.	Įrengtas gyvenamasis namas	50
3.37 pav.	Horizontalių apkrovų pasiskirstymas rąstinėje sienoje	51
3.38 pav.	Rąstinės sienos skaičiavimo schema	53
3.39 pav.	Rąsto įlinkis nuo apkrovos	53
3.40 pav.	Rąsto pasisukimas	53
3.41 pav.	Rąstinė siena su angomis	54
3.42 pav.	Rąstinė siena su veikiančiomis jėgomis	55
3.43 pav.	Įtempių išsidėstymas kertėje esant apkrovai	55
3.44 pav.	Rąstų bloko elementas	56
4.1 pav.	Gyvenamųjų namų skaičiavimo schemas	61
4.2 pav.	Konstrukcinių medžiagų svorių palyginamoji diagrama	69
4.3 pav.	Veikiančios apkrovos ir konstrukcinės medžiagos svorių santykio palyginamoji diagrama	70
4.4 pav.	Garso atsispindėjimą slopinančios priemonės	74

LENTELIŲ SĄRAŠAS

3.1 lent.	Lenkimo momentų skaičiavimo formulės	29
3.2 lent.	Vertikalių lentų plokščių laikomoji galia	31
3.3 lent.	<i>Lignatur</i> charakteristiniai stipriai	33
3.4 lent.	Skerspjūvio ploto bei inercijos spindulio, <i>i</i> , vertės	37

3.5 lent.	Lenotec modifikacijos faktorius	37
3.6 lent.	Elementų savo svorio vertės	38
3.7 lent.	Vienaangių denginių preliminarūs skaičiavimai, neįvertinus savo konstrukcijos svorio	39
3.8 lent.	Dviangių denginių preliminarūs skaičiavimai, neįvertinus savo konstrukcijos svorio	39
3.9 lent.	Sienų šiluminės varžos vertės	40
3.10 lent.	Šlyties bandymų rezultatai	45
4.1 lent.	Statinių gaisrinių skyrių atsparumo ugniai laipsniai	58
4.2 lent.	Ore sklindančio garso izoliavimo klasifikatorius	59
4.3 lent.	Gyvenamųjų patalpų perdangų smūgio garso klasifikatorius	59
4.4 lent.	Papildomai apšiltinamų iš išorės gyvenamųjų ir negyvenamųjų viešosios paskirties pastatų atitvarų šilumos perdavimo koeficiento vertės	60
4.5 lent.	Gyvenamųjų namų apkrovos	62
4.6 lent.	Esami stogų sprendiniai	63
4.7 lent.	Alternatyvūs stogo sprendiniai	64
4.8 lent.	Esami perdenginių sprendiniai	65
4.9 lent.	Alternatyvūs perdangų sprendiniai	65
4.10 lent.	Esami sienų sprendiniai	66
4.11 lent.	Alternatyvūs sienų sprendiniai	67
4.12 lent.	Apkrovų į tiesinį pamato metrą (m^1) vertės	69
4.13 lent.	Medinių konstrukcijų gaisrinės savybės	71
4.14 lent.	Medinių konstrukcijų garso izoliavimo savybės	73
4.15 lent.	Medinių konstrukcijų šilumos izoliavimo savybės	75

IVADAS

Senoji išmintis sako: kas genialu, tas paprasta. Šaką nusilaužti visada buvo paprasta, tam nereikėjo jokių įrankių, tačiau nuo šio „paprasto“ veiksmo prasidėjo vis dar naudojamų medinių konstrukcijų istorija.

Vienintelė atsinaujinanti konstrukcinė medžiaga, mediena, itin svarbi šiomis dienomis, kai jau garsiai kalbama apie iškastinių medžiagų atsargų išsekvojimą ir gresiantį išteklių išsekimą. Mediena taip pat aktuali urbanistinei statybai. Plastikai ir kitos sintetinės medžiagos, didelė aplinkos tarša turi kenksmingą įtaką miestų gyventojų sveikatai, o natūrali medžiaga padeda spręsti šią problemą.

Tačiau yra ir kita medienos naudojimo konstrukcijoms pusė – gausiai kertami miškai, kurie itin svarbūs ekosistemos. Dėl natūralių miškų plotų mažėjimo menkėja biologinė įvairovė, didėja oro užterštumas. Įprastiems mediniams pastatams, t. y. rąstinams, sunaudojama neracionaliai daug brandžios, vertingos medienos, tačiau toks pastatas itin vertinamas dėl jame esančio mikroklimato. Todėl, apsvarsčius pranašumus ir trūkumus, medieną naudoti reikia apgalvotai ir taupiai. Nauji medinių konstrukcijų sprendiniai tuo ir skiriasi nuo įprastų – jie kuriami atsižvelgiant į dabartinius augančius visapusius (medžiagų, kuro, lėšų) taupymo, racionalaus naudojimo poreikius.

Baigiamojo magistrinio darbo objektas yra nauji medinių konstrukcijų sprendiniai.

Baigiamojo darbo tikslas yra išanalizuoti naujus medinių konstrukcijų sprendinius, jų mechanines bei fizines savybes, taikymo galimybes, gamybos technologijas taip pat darbe siekiama įvertinti šios medžiagos pritaikymo galimybes Lietuvoje, remiantis normų reglamentuojamais esminiais reikalavimais bei *įkūnytosios energijos*¹ pastatuose mažinimu. Išanalizuoti, kaip medinės konstrukcijos buvo naudojamos anksčiau ir kaip jos naudojamos dabar.

Baigiamojo darbo uždaviniai:

- Apžvelgti bendrą medinių konstrukcijų istorinę kaitą iki šių dienų bei labiausiai paplitusias Lietuvoje ir kitose Europos šalyse per pastaruosius porą dešimtmečių.
- Remiantis užsienio šalių patirtimi ir gamintojų pateikiama informacija, išnagrinėti naujų medinių konstrukcijų sprendinių savybes (mechanines ir fizines), konstravimo principus bei inžinerinį įvertinimą (taikomas skaičiavimo metodikas laikomajai galiai užtikrinti).
- Įvertinti šių sprendinių taikymą vienbučiams gyvenamiesiems namams Lietuvoje, atsižvelgiant į esminius reikalavimus: mechaninio atsparumo ir pastovumo, gaisrinės

¹ Terminas iš „Efektyvaus energijos vartojimo pastatuose vadovas“ leidinio.

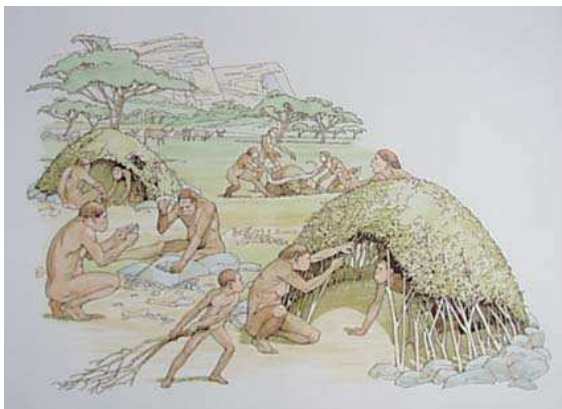
saugos, apsaugos nuo triukšmo, energijos taupymo ir šilumos išsaugojimo. Išvardintiems keturiems iš šešių esminiams reikalavimams kiekvieno pastato konstrukcijos turi nemažą įtaką.

- Apsvarstyti *įkūnytosios energijos*, t. y. neatsinaujinančių išteklių energijos, sunaudojamos statybinėms medžiagoms gaminti, žaliavoms išgauti bei joms transportuoti, mažinimo galimybes naudojant medines konstrukcijas pastatams statyti.

1. MEDINIŲ KONSTRUKCIJŲ ISTORINĖ KAITA

1.1. Medinių konstrukcijų kaita Europoje

Remiantis archeologiniais tyrinėjimais, prieš 3-4 tūkstančius metų plintant gyvulininkystei ir žemdirbystei žmonės tapo sėslūs, statė medinius namus /1/. Seniausių iš jų liekanos įvairiausiuose žemės kampeliuose rodo, jog pirmosios „pastatų“ konstrukcijos buvo gaunamos iš vietinių, lengvai prieinamų medžiagų.



1.1 pav. Šakelių būstai /3/

Vidurio, šiaurės ir rytų Europoje – teritorijose, kur miškingumas išlikęs didelis iki šiol, t. y. nuo 30 % iki daugiau nei 55 % – primityvieji būstai pagal liekanų rekonstrukcijas buvo mediniai – statomi iš suremtų liaunų, jaunų medelių karčių, kurių skėtimąsi riboja įremti rieduliniai akmenys (1.1 pav.). Sandarumo ir net standumo šiai konstrukcijai suteikdavo skersai pinamos vytelės bei samanų, velėnos, lapų danga.

Tvirtesni ir tobulėsi maždaug iki XII a. vyravę kartiniai arba stulpiniai namai statyti iš medinių stulpų, kurie, greta vienas kito ar tam tikru atstumu vieni nuo kitų, buvo galais įgilinti į žemę, apvyti liaunais kartimis ar šakomis, suteikiančiomis konstrukcijai stabilumo, apdrėbtomis storu molio sluoksniu. Tai buvo nesudėtingo ovalaus, apskrito ar keturkampio plano būstai su atvirais, iš akmenų sukrautais židiniais /2/. Tačiau šis statymo būdas nebuvo ilgalaikis, nes tokios pastogės užtekdamo tik vienai kartai (apie 20 metų) – stulpų galai grunte nuo nuolatinės drėgmės supūdavo. Konstrukcija patobulėjo, kai po stulpais pradėjo dėti vadinamą pamatinį vainiką (gulsčias stulpas), o po juo akmenų paklotą /3/.

Europoje aptinkamas dar vienas medienos pritaikymas konstrukcijoms: vėlyvojo akmens amžiaus, apie 4500 m. pr. Kr. anksčiausios polinėms gyvenvietėms. Dauguma jų išsidėsčiusios alpinių ežerų zonoje: pietinėje Vokietijos dalyje, Šveicarijoje, Austrijoje, Italijoje, Prancūzijoje, šiaurinėje bei rytinėje Europos dalyje. Nuslūgus numelioruotų ežerų vandens lygiui Alpių regione archeologų dėmesį atkreipė ežerų krantuose kyšantys mediniai basliai. Atlikus tyrimus paaiškėjo, kad medinės liekanos – tai senosios pastatų konstrukcijos. Manoma, kad iki mūsų dienų išlikusi tokių statinių analogija – nameliai ant polių, yra statomi dėl tam tikrų klimato sąlygų Centrinėje Afrikoje, Pietryčių Azijoje ar

Pietų Amerikoje. Dažniausiai jie statomi tuose regionuose, kur vandens lygis dažnai svyruoja dėl potvynių ar gausių sezoninių liūčių /4/.

Aptarti būstai atitikę elementarius izoliavimosi nuo atšiaurių aplinkos sąlygų poreikius, tarp kurių estetinio – dailinti tiek būsto išorę – tiek vidų dar nebuvo.

Ilgainiui išsivystė dvi medinių konstrukcijų sistemos: rąstinė ir karkasinė. Pirmoji itin paplito ir evoliucionavo dideliame šiaurės miškų regione, besitęsiančiame nuo Norvegijos per Švediją, Suomiją ir europinę Rusijos dalį Sibiro link. Būtent šiame regione išplito rąstiniai namai, kurių konstrukcijai nereikėjo didelio sandarinamosios medžiagos kiekio.

Dėl medžio karkaso paplitimo yra pora vienodai tikėtinų teorijų.

1. Intensyvus miško išteklių vartojimas daugelyje Europos šalių lėmė ženklų medienos trūkumą. Dėl šios priežasties išpopuliarėjo karkasas, kuriam nereikėjo didelių medienos sąnaudų;

2. Daugelis vietų, kuriose plito karkasinio tipo pastatai, buvo itin pelkingos, todėl norint pastatyti mūrinį namą būtų buvę ir sudėtinga, ir pareikalautų didelių sąnaudų pamatams kloti. Karkaso pranašumas – mažas konstrukcijos svoris, tenkantis pamatams, todėl nereikėjo gilių pamatų, siekiančių gruntinio vandens lygį /1/.

Medžio karkasas yra viduramžiais išvystyta namų statybos konstrukcija. Pagrindiniai du šios konstrukcijos tipai buvo bendri visoms karkaso paplitimo šalims: stulpinis (paprasčiausia statramstinė konstrukcija, statiniai sujungti sijomis) ir rėminis (iš stulpinės išsivysčiusi konstrukcija, suteikianti galimybę įrengti gembinius aukštus, turinti daug papildomų nekonstrukcinių elementų). Šios konstrukcijos pavyzdžių yra Anglijoje, Centrinėje Europoje, vietomis Prancūzijoje, Belgijos, Olandijos regionuose, Lenkijoje, net Balkanuose.

Karkasiniai pastatai išsiskyrė savita raiška iš tuo metu vyravusių orderių interpretacijų ant masyvių tūrių mūrinių dvarų, rūmų sienų, kur dekoras buvo lipdomas. Lengvai prieinama miškingų vietovių gyventojams konstrukcinė medžiaga, greita statyba, pastato charakteris besirandantis iš pačios konstrukcijos be papildomų lipdinių – fachverko (*vok.*), medžio karkaso savybės.

Iki XVII a. Anglija turėjo gausius ąžuolo išteklius, o šis medis dėl stiprumo ir ilgaamžiškumo buvo pagrindinė karkaso medžiaga, ir tai bene pagrindinė priežastis, kodėl tiek karkasinių pastatų D. Britanijos saloje išliko iki šių dienų /3/.

Vokietijos teritorijoje, į šiaurę nuo Alpių, fachverkinio tipo namų statybos būdas statytas nuo XII a. pirmosios pusės – tai buvo labiausiai išplitusi konstrukcija iki pat XIX a. Vokiečiai praktišką fachverką naudojo dėl didelių turimų miškų masyvų, lengvo konstrukcijos apdirbimo bei gabenimo (itin paprasta transportuoti medieną upėmis), o šiai konstrukcijai reikalingą užpildą, molį, kasdavo

iškart statybos aikštelėje iš pamatų duobės. XVIII a. pradėjo trūkti medienos, pakilo jos kainos, todėl fachverkas anksčiau toks patrauklus ir lengvai prieinamas, dabar tapo daugeliui per brangus.

Seniausias žinomas ir iki šių dienų išlikęs karkasinis namas buvo pastatytas 1269 m Anglijoje /3/.

1.2. Medinių konstrukcijų tradicijos Lietuvoje

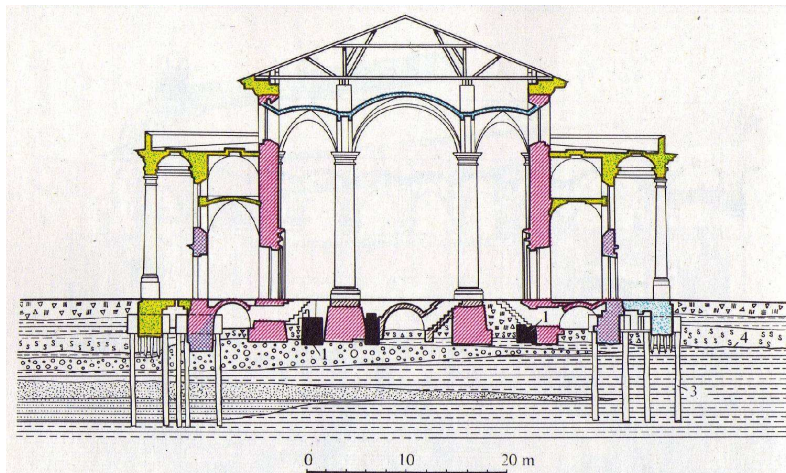


1.2 pav. Kartiniai – stulpiniai namai /3/

Iki pirmojo tūkstantmečio po Kr. vidurio stulpinė – kartinė konstrukcija naudota visoje Lietuvoje, vėliau visiškai išnyko, nes mūsų klimato sąlygomis siena, apipinta šakelėmis ir apdrėbta moliu, nepakankamai sandari, netinkama ilgamžiam naudojimui, įsitvirtino rentninė (rąstinė) konstrukcija (1.2 pav.) /2/.

Medienos pritaikymas pamatams, be Lietuvos, Rytinėje Europos dalyje dar randamas Latvijoje, Estijoje, Suomijoje, Lenkijoje, Kaliningrado srityje, Rusijoje, Švedijoje. 2002 m. vasarą prasidėjo polinės gyvenvietės, atrastos Luokesų ežere (Moletų raj.), tyrimai. Buvo suskaičiuota apie 400 medinių polių, išsidėsčiusių už 9 m nuo kranto. Poliai 12 cm skersmens, 275 m ilgio, prieš kalant į dumblą jų galai nutašyti kirviu ir apdeginti. Gyvenvietės amžius – 2500 metų.

Po Vilniaus katedros išorinių navų sienomis (1.3 pav.), suprojektuotomis L. Stuokos – Gucevičiaus ir pastatytomis XVIII a. pabaigoje, taip pat dėl durpingo, drėgno grunto pritaikyti mediniai



1.3 pav. Vilniaus katedros skersinis pjūvis /5/

poliai. Nuo 1931 m. liepos mėnesio iki 1932 m. vasaros vykdant pastato apmatavimus, geologinius tyrimus išimtos grindys. Pamatų būklei nustatyti buvo padaryta 50 perkasų. Buvo nutarta šiuos sutvirtinti plūktiniais gelžbetoniniais poliais /5/.

Iki pat Antrojo pasaulinio karo Lietuvoje, ir ypač periferinėse jos teritorijose, vyravo medinių konstrukcijų pastatai /1/. Čia iš ištisinių rąstų rėsdavo kelių kambarių, daugiausia vieno aukšto gyvenamuosius bei pagalbinius ūkinius, religinės paskirties pastatus. Ilgą laiką ir Vilniaus mieste gyventojai gyveno mediniuose trobesiuose, kol apie XVII a. buvo išleistos miesto statybos rekomendacijos vengti medžio pastatų eksterjere dėl gaisrų plitimo pavojaus. Stogų senąją malksnų dangą keitė molinėmis čerpėmis, medinius išorinius laiptus – metaliniais, rąstų sienos apmūrijamos ar tinkuojamos. Ilgainiui tokios rekomendacijos paskatino mūrinių sienų plitimą.

Patys turtingiausi Vilniaus gyventojai naudojo iš Vingių, Žiupronių ir Aušros Vartų šaltinių mediniais vamzdžiais atitekančiu vandeniu. Manoma, kad jau XVI a. Vilniuje vanduo buvo išvedžiotas beveik po visą gynybinę sieną apjuostą miesto dalį į didikų rūmus, vienuolynus, atskirus namus. Medinis vandentiekis pirmą kartą paminėtas XVI a. pr. šaltiniuose, tačiau manoma, jog pradėti įrenginėti jis buvo jau XV a. Vamzdžiams buvo naudojami 6 m pušiniai ar ąžuoliniai rąstai, kurie buvo sujungti karnomis ar geležinėmis movomis, o vanduo jais tekėdavo savaimine srove.

Seniausias žinomas Vilniaus grindinys buvo paklotas XI–XII a., jis buvo rastas Senojo Arsenalo vietoje. Iki XIII a. antros pusės grindinys buvo klojamas tiesiai ant žemės išilgai gatvės padėjus porą medinių sijų, ant kurių užmesdavo tašytas lentas. Toks grindinys buvo gana netvarkingas, nes lentos dėjo skirtingų ilgių. Nuo XIII a. II-os pusės gatvės imtos grįsti tvarkingiau, o grindinio laikomoji konstrukcija tapo kelių eilių: ant medinių įkastų polių dėdavo rąstą, ant šio skersai trijuose taškuose dar tris ir tik tuomet dėdavo tašytas, staras pušines lentas. Toks grindinys buvo 4 metrų pločio /6/.

Lietuvos teritorijai fachverkiniai namai nėra būdingi, tačiau Klaipėdoje, daugiau nei 700 metų priklausiusiai Vokietijos valdžiai, ir vakariniame Lietuvos krašte aplink ją klestėjo fachverkinių namų statyba, keletas tokių namų išliko iki mūsų dienų.

Pagal istorinius tapybos šaltinius, Klaipėdoje pirmieji fachverkiniai namai galėjo būti pastatyti dar XVI a. pr. – keturiais šimtmečiais vėliau nei vidurio Europoje. Čia statyti maždaug penkių aukštų sandėliai su prekybinės paskirties patalpomis, pačios paprasčiausios stulpinės konstrukcijos pastatai. Per gaisrus sunaikinti mediniai fachvergai kas kartą buvo atstatinėjami, tačiau čia nebuvo naudota jokių drožybos ar kitų puošybinių elementų - Klaipėdos fachverkas, palyginti su kitais kraštais, buvo labai lakoniškas.

Manoma, kad įspūdingiausias Klaipėdos fachverko statinys „Dramblio sandėlis“ neišliko po Antrojo pasaulinio karo. Jis buvo garsus tuo, jog turėjo ypatingos konstrukcijos (lentelių tinklo), neįprastos formos stogą /7/.

1.3. Skyriaus išvados

- Europos Alpių regionų, Rytų bei Šiaurės Europos pelkingose ir ežeringose vietovėse randama polinių gyvenviečių liekanų. Tokiose gyvenvietėse ant polių pakelti nameliai per potvynius išlikdavo saugūs ir neapsemti.
- Patys pirmieji būstai, atsiradę daugiau kaip prieš 4 tūkstančius metų, buvo medinių šakų „palapinės“ – suremtos šakos, dėl tvirtumo prispaustos akmenimis bei apipintos vytelėmis, dėl sandarumo uždangstytos samanomis, velėna, medžių lapija.
- Konstrukcijai patobulėjus, atsirado vertikalių medinių stulpų, įkastų į žemę, pastatai. Šie statramsčiai atstojo sienas, o stogas buvo dengiamas analogiškai primityviajam būstui. Namo gyvavimo laikotarpis pailgėjo, kai po stulpais pradėjo dėti pamatinį vainiką bei akmeninį paklotą.
- Iš stulpinės konstrukcijos išsivystė rąstinė, išplitusi po šiaurinę, rytų ir pietryčių Europą, bei karkasinė, daugiausiai aptinkama Vakarų, Pietų, Vidurio Europoje, medinių namų konstrukcija.

2. MEDINIŲ KONSTRUKCIJŲ PRITAIKYMAS LIETUVOJE

Pastaraisiais dešimtmečiais medis kaip ištisinė pastato konstrukcija naujojoje statyboje naudojama daugiausia kaimo sodybų kompleksams, siekiant eksterjere sudaryti tipiško senovinio rąstinio būsto įspūdį. Beveik visada medis nepakeičiamas formuojant šlaitinius stogus. Kai yra žinoma, kad statomoje patalpoje bus ypatingos eksploataavimo sąlygos (didelė drėgmė, dulkingumas), taip pat naudojamos medinės stogo konstrukcijos, nors, esant dideliam tarpangiui, gaunami nemaži konstrukcijos skerspjūvio aukščiai. Norint greitai surinkti pastatą, naudojamas medinis karkasas, kurio elementai atvežami tiksliai paruošti iš lentpjūvės. Pirmuoju atveju medis naudojamas tęsiant tradicijas, kitais atvejais todėl, kad jis yra lengvai prieinama ir apdorojama nuo senovės žinomais metodais konstrukcija.

Statybos iš medžio yra įprastos nuo seno, todėl kiekvienas statytojas moka jį apdirbti pagal iš kartos į kartą perduodamas žinias. Lietuvoje labiausiai paplitusios ir geriausiai žinomos konstrukcijos iš medžio yra dvi: rąstinė bei karkasinė.

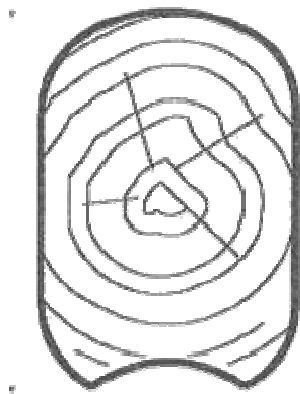
2.1. Rąstinė konstrukcinė sistema

Lietuvos medinių konstrukcijų tiekėjai rąstinių namų statybai naudoja vietinių miškų medieną, importuoja iš Sibiro bei Karelijos, Kanados. Mediena kertama ir ruošama žiemos metu, kai augalo medžiagų apykaitos procesas sulėtėja, susitraukia medžio poros. Šiuo žemos temperatūros metu mediena yra sausiausia (jos natūralus drėgnis kinta nuo 50 % iki 70 %), todėl pradinio medienos apdirbimo laikotarpiu ji neužkrečiama grybeliu ir jos nepuola kenkėjai /10/.

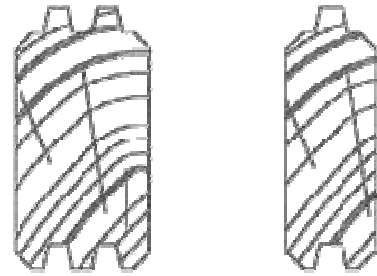
Iš šiaurinių užsienio kraštų vežama mediena vertinama dėl augalo amžiaus: iš Sibiro vežamos medienos amžius įvairuoja nuo 100 iki 150 metų, Kanados kedrų amžius – nuo 170 iki 350 metų. Vienų ir kitų medžių galimas rąstų skersmuo yra nuo 18 cm iki 50 cm. Dėl atšiaurių klimato sąlygų šie medžiai augo lėtai, todėl jų rievės yra tankios, o plotis maždaug vienodas visomis kryptimis nuo centro, jų mechaninės savybės pastovesnės per visą rąsto ilgį. Vietinės pjautinės statybinės medienos, kuriai dėl tiesesnio kamieno naudojama daugiausia spygliuočių mediena, apvalaus profiliuotio skersmuo gali būti nuo 20 iki 35 cm /9/.

Nukirsta mediena džiovinama natūraliomis sąlygomis 4-6 mėnesius šiltuoju metų laiku. Jei vasara sausa, apsaugotą nuo kritulių medieną galima išdžiovinti iki 18-21 %, taip gaunama orasausė mediena. Priverstinėse džiovyklose mediena išdžiovinama kur kas greičiau, tai trunka iki mėnesio, ir tik tuomet naudojama statyboms. Jei surenčiamas rąstų rentinys iš drėgnos medienos ir uždengiamas stogu, toks rentinys turi būti paliekamas mažiausiai metams, kad sienojai nusėstų, nes nedžiovintų rąstų sėdimo deformacijos yra labai žymios ir rąstai turi būti impregnuojami nuo biologinių pažeidimų. Pagal rąstinių namų asociacijos vidinio naudojimo standartą „Rąstiniai namai. Gamyba ir statyba“ pastatams naudojama orasausė, ne didesnio nei 20 % drėgnio mediena. Statant pastatą reikia įvertinti, jog drėgnų rąstų nuosėdis yra mažiausiai 6 %, orasausės medienos – 3 %, klijuotų tašų – 1,5 %.

Nuo rąstų pašalinama žievė, jie džiovinami ir obliuojami rankiniu (2.1 pav.) ar mašininiu būdu (2.2 pav.). Pagrindiniai du profiliuotieji yra apvali mediena bei apipjauta iš dviejų pusių. Mašininio apdirbimo sienojai gali būti nuo 4 iki 22 cm pločio, rankinio iki 30-40 cm. Kad sienos storis būtų vienodas per visą ilgį, rekomenduojami rąstai apipjauti iš dviejų pusių, nes augdamas medis natūraliai kiek plonėja viršūnės link. Medžio masyvo rąstų didžiausias ilgis siekia 6 m.



2.1 pav. Rankinio apdirbimo sienojai /11/

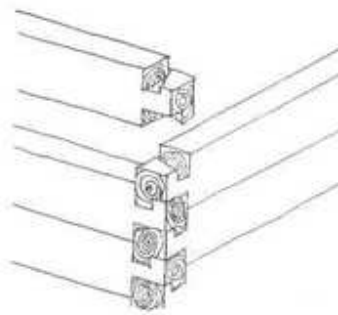


2.2 pav. Mašininio apdirbimo sienojai /11/

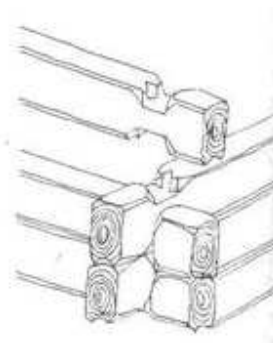
Praktiškai kiekvienas rąstų tiekėjas prieš veždamas žaliavą į statybos aikštelę, surenčia rentinį pagal paruoštus būsimo pastato matmenis gamykloje, rąstus sužymi bei sunumeruoja, išrenka ir paruošia transportavimui į užsakovo nurodytą vietą.

Rąstinio namo sienojams geriausiai tinka vietinės pušies mediena. Rąstai guldomi vienas ant kito, jungiami išdroža, atitinkančia viršutinio rąsto formą, tarp jų dedamos tradiciškai samanos, pakulos, mineralinis plaušas /8/. Kampuose jie jungiami vienas su kitu specialiai juos sukertant, kad būtų sudarytas sandarus ir standus mazgas. Populiariausi Lietuvoje rąstų sukirtimo būdai buvo du: kregždės uodega (2.3, a pav.) ir paprastasis su prasikišančiais galais (2.3, b pav.) /11/.

a)



b)



2.3 pav.

a) Rąstų sukirtimas - kregždės uodega /11/

b) Rąstų sukirtimas - paprastasis su prasikišančiais galais /11/

Rekomenduojama, kad rąstiniai sienojai vienas ant kito gultų ne siauresne nei 12 cm pločio plokštuma.

Perdenginiams geriausiai tinkama eglės mediena, nes dėl skirtingos pušies ir eglės struktūros pastaroji ne tik linkusi sukinėtis keičiantis oro sąlygoms ir skilinėti smulkiais įtrūkiais, bet ir atsitiesti sumažėjus apkrovai. Denginys rąstiniame name yra itin svarbus, nes ne vien tik apsaugo nuo atmosferos poveikio, bet ir prispaudžia sienų rąstus vieną prie kito, taip neleisdamas jiems sukinėtis bei deformuoti sienų. Eglės medieną taip pat siūloma naudoti stogo konstrukcijoms /11/.

Kad ir kaip gerai būtų išdžiovinta mediena, rąstinis namas vis vien sėda kelis centimetrus, apie pora laipsnių kinta stogo šlaitų kampas, todėl gegnės tvirtinamos su slankikliais.

Medienos pramonėje vietoj medienos masyvo rąstiniams namams siūlomi klijuotos medienos gaminiai. Rąstai suklijuojami iš kelių džiovintos medienos lamelių, iš jų pašalinus šakeles ir kitus defektus. Galimi didesni skerspjūviai ir tarpatramio ilgiai. Rąsto ilgis iki 18 m, skerspjūvio plotis nuo 8 cm iki 24 cm, aukštis nuo 10 iki 24 cm. Medienos klijavimas mažina visus defektus, atsirandančius džiūstant medienai.

Rąstai pastaruoju metu Lietuvoje daugiausiai taikomi mažaaukštei statybai – statomi individualūs gyvenamieji namai, kaimo sodybų kompleksai, kavinių pastatai /12/.

2.2. Karkasinė konstrukcinė sistema

Remiantis istoriniais duomenimis, Lietuvai karkasiniai namai nėra įprasti, tačiau per pastaruosius keletą dešimtmečių ši medinė konstrukcija statybose imta naudoti tiek pat dažnai kaip ir tradicinė rąstinė. Pirmiausia Lietuvos medinių karkasinių namų plėtotojai pabrėžia tokios statybos savybę būti greitai ir lanksčiai metų laikų požiūriu. Pastačius karkasą įsikurti galima po trijų mėnesių nuo intensyvių statybos darbų pradžios.

Karkasinio, kaip ir rąstinio, namo mediena pirmiausia turi būti gerai išdžiovinta iki ~16 % drėgnio, antraip karkaso strypai pradės suktis, trūkinėti, todėl gadinama apdaila, keliama grėsmė pastato saugiai eksploatacijai. Mediena yra jautri drėgmei medžiaga, nes drėgmės paveikta ji traukiasi ir brinksta, todėl statybos metu mediena turi būti apsaugota nuo kritulių, montavimo ir eksploatavimo metu – nuo galimo kapiliarinės drėgmės patekimo į antžemines pastato dalis.

Šių dienų statybose karkasinės medinės sienos surenkamos iš gamyklose pagamintų elementų. Ant pamato, įrengus horizontalią drėgmės izoliaciją, dedamas apatinis karkaso vainikas iš ilgaamžės medienos (raudonmedžio), prie kurio tvirtinami statramsčiai, įremiami ramsčiais. Paskui uždedamas viršutinis vainikas. Į viršutinį vainiką remiamos perdangos sijos ir stogo gegnės. Patartina, kad denginių ir perdenginių medinių strypų defektai (šakos ir plyšiai) būtų gniuždomoje skerspjūvio

zonoje. Karkaso statramsčiai dažniausiai daromi iš 100×100, 150×100 ir 150 x 50 mm tašų, išdėstomų kas 0,6–1,5 m, šie atstumai ir skerspjūviai skaičiuojami pagal paskirstytas apkrovas į kiekvieną laikantį medinį tašą. Angų vietose statomi papildomi statramsčiai ir sijos. Jie kartu yra ir langų, ir durų staktos elementai. Karkasinė konstrukcinė sistema yra kur kas lengvesnė nei sieninė, jai nereikia lieti masyvių pamatų, jei neplanuojamas rūsys, rekomenduojami armuoti gelžbetoniniai.

Konstrukcinis karkasas yra vertikalių, horizontalių ir nuožulnių strypinių elementų sistema, sujungta tarpusavyje tam tikru būdu, nesudaranti uždaros erdvės. Todėl šis nevientisumas užsandinamas užpildant tarpus tarp strypų užpildančia medžiaga – orientuotų drožlių plokštėmis, taip gaunamas skydinis namas, apkalant karkasą lentomis ar tvirtinant gipskartonį. Į tarpus tarp laikančių išorinių elementų dedama šilumos izoliacija. Iš vidinės atitvaros pusės įrengiama garo izoliacija, iš išorinės – vėjo. Tvirtinant apdailą, tarp karkaso ir apdailos sluoksnio turi būti paliekamas oro tarpas, kad medinės konstrukcijos galėtų vėdintis.

Pradėjus statyti karkasinį namą, nerekomenduojama statybas nutraukti nesumontavus langų, durų, neužpildžius sienų ertmių, nes galima karkaso griūtis /13/.

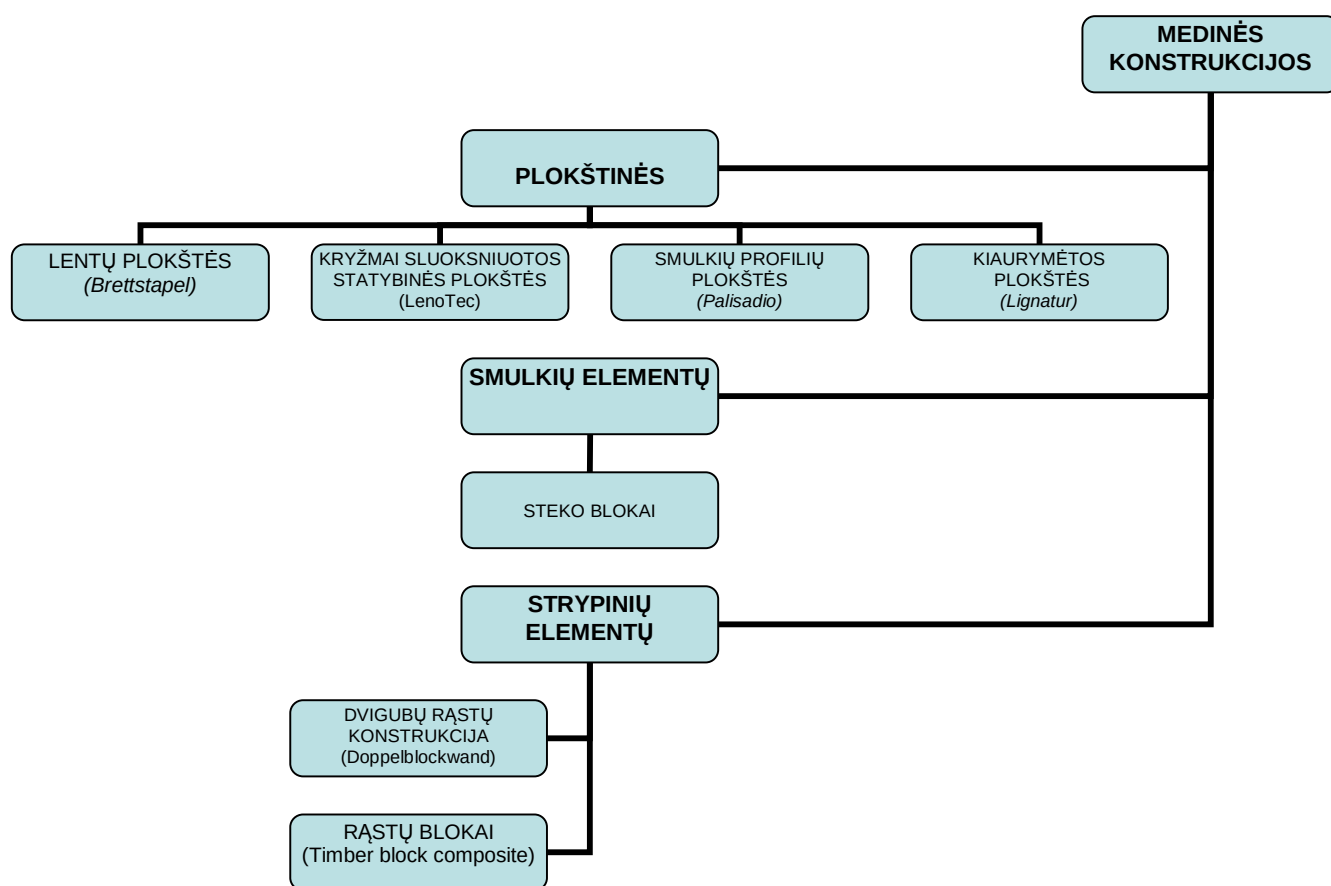
2.3. Skyriaus išvados

- Medinės konstrukcijos Lietuvoje daugiausiai taikomos tradicinei rąstinei bei šiai teritorijai istoriškai nebūdingai karkasinei statybai.
- Rąstinių namų statytojai naudoja statybinę žaliavą ne vien tik iš Lietuvos miškų, bet importuoja medieną iš Šiaurės kraštų, kuri dėl atšiaurių augimo sąlygų turi geresnes bei pastovesnes mechanines savybes.
- Karkasinių namų statyba yra greitesnė, sunaudoja mažiau spygliuočių medienos, tačiau reikalauja daug papildomų sandarinimo medžiagų, nuo kurių priklauso patalpų mikroklimatas.
- Rąstinių namų statybos technologija patalpų funkcinio planavimo atžvilgiu turi daugiau apribojimų nei karkasinė.
- Abi šios medinės konstrukcijos Lietuvoje taikomos daugiausia vienbučių gyvenamųjų namų statybai, mažaaukštei viešosios paskirties pastatų statybai.

3. NAUJŲ MEDINIŲ KONSTRUKCIJŲ SPRENDINIŲ TAIKYMAS EUROPOJE

Nauji arba per pastaruosius keletą dešimtmečių vystomi medinių konstrukcijų sprendiniai nebetęsia medinės architektūros tradicijų, išstobulintų kartos į kartą perduotos patirties, nes naujiems sprendiniams naudojama mediena yra inžineriškai ištirta, įvertinta statybinė medžiaga, kurios galimybių ribos išplėstos ir daugeliu atžvilgių prilygsta gelžbetoninėms konstrukcijoms.

Sąlyginis medinių konstrukcijų naujų sprendinių susisteminimas pateikiamas schemoje (3.1 pav.).



3.1 pav. Naujų medinių konstrukcijų sprendinių schema

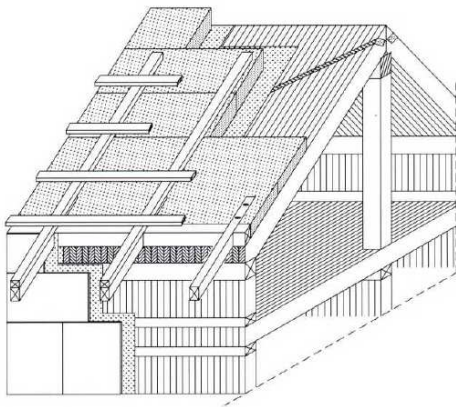
3.1. Plokštinės konstrukcijos

3.1.1. Lentinės plokštės

Tai laikanti medinė plokštė iš lentų, kurios tarpusavyje jungiamos ilguoju šonu virbalinėmis jungtimis. Esminis statinis principas, taikomas šiai konstrukcijai, yra inercijos momentų pasiskirstymas aplink svorio centrą pagal ilgąją ašį. Kai apkrova yra lygiagreti skerspjuvio ilgajai simetrijos ašiai, jo laikomoji galia yra didesnė nei apkrovoms pasiskirstant statmenai jai.

Nuo XVIII iki XIX a. jau buvo statomos perdangos su suglaustom perdangų medinėm sijom – lentų plokščių pradininkės. Šiandien tai plokštės iš strypinių elementų, lentų, racionaliau panaudojančių medienos mechanines savybes, nes gaunama vienos eilės laikanti konstrukcija be antrinių elementų.

Statant pastatą šios ištisinės plokštės remiamos į pamatinį vainiką visu būsimo namo perimetru. Bet kokios angos konstrukcijoje turėtų būti numatomos iš anksto, nes jos išpjaunamos specialiais gamyklos prietaisais. Sukalti lentas vinimis, šachmatiškai juos paskirstant per visą ilgį, galima ir statybos aikštelėje rankomis, tačiau tokiu atveju kyla per didelė rizika, jog atsirastų matmenų netikslumų, sumažės laikomoji galia, gaisris statybos darbų laikas. Sieninės plokštės aukštis yra vieno aukšto aukštis. Pritvirtinus sieninę plokštę prie pamatinio vainiko, jos viršuje tvirtinamas tarpaukščio žiedas, arba kitaip – viršutinis vainikas, skirtas tolygiai paskirstyti perduodamas apkrovas nuo viršuje esančių konstrukcijų žemesniajai, kad ši nesuirėtų ties sukavimo vietomis (3.2 pav.).



3.2 pav. Pastato konstrukcijos aksonometrija /14/



3.3 pav. Interjero detalė /14/

Ši konstrukcija gali būti naudojama tiek pertvaroms, tiek denginiams, tiek perdenginiams. Visi elementai tarpusavyje jungiami virbalais, todėl gaunama vieno tipo jungties konstrukcija, nors jungtis

tarp vienetinių lentų gali būti sukurta įvairiais būdais. Klijuotinė jungtis nėra atmetama, tačiau nenagrinėjama, įmanoma – virbalinė vinių, varžtų, kietmedžio kaiščių.

Interjere ši konstrukcija neturi būti slepiama ir gali būti pritaikoma, kaip dekoratyvi siena. Natūraliai ji neskleidžia jokių nuodingų formadehidinių emisijų, nebent dažoma sintetiniais dažais, impregnuojama polimeriniais antipirenais (3.3 pav.).

Lentų masyvo plokštės yra pritaikytos daugiausia Vidurio Europoje, kur realizuoti gyvenamieji pastatai: vienučiai gyvenamieji gali būti pastatyti naudojant tik šią konstrukciją – perdangos, sienos ir stogas sudaryti iš lentų masyvo plokščių laikomosios dalies; daugiabučiai gyvenamieji namai, pramonės pastatai, žemės ūkio pastatai taip pat galimi dėl pakankamo stiprumo perdengiant didesnius tarpusnius. Kiti statiniai: sporto salės, vaikų darželiai, mokyklos, ligoninės. Galimos specialios konstrukcijos, kaip traukinių perono stoginė ar laiptų laikančioji sija.

Kai tarpniai didesni nei 6 m, lentų masyvo plokščių konstrukcijas rekomenduojama derinti su betonu. Tokie elementai gali būti sumontuojami statybose: sudedamos perdangos iš lentų masyvo, tada užpilamas betono sluoksnis su konstrukcine armatūra, arba visiškai užbaigti perdangų elementai atvežami į statybos aikštelę ir montuojami į projekcinę padėtį.

Esant pastoviam drėgniniam režimui, kai lentų drėgnis siekia nuo $15 \% \pm 3\%$, mediena išlaiko stabilius matmenis, jos suglaudžiamos vertikalios, glaudžiai viena prie kitos ir nepertraukiamai sujungiamos vinimis ar kietmedžio kaiščiais.

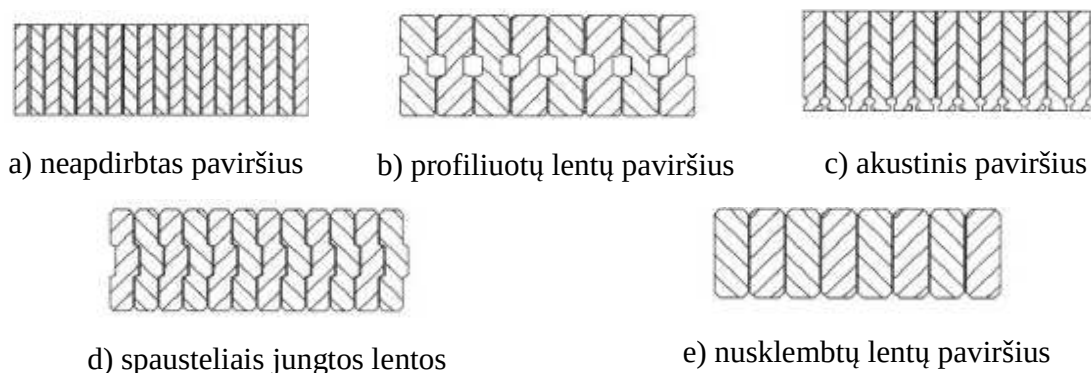
Sienų lentų plotis siekia nuo 8 iki 12 cm, perdenginių ir denginių yra 12 - 24 cm atsižvelgiant į transportavimo galimybes. Jos neturėtų būti ilgesnės nei 12 m. Lentų storiai yra laisvai parenkami. Jie galimi nuo 24 mm iki 60 mm. Kai konstrukcijos paliekamos atidengtos, lentų storis dažniausiai parenkamas nuo 32 mm iki 45 mm.

Kad būtų optimaliai panaudota visa rąsto mediena, turi būti išnaudojama mediena ir iš rąsto skerspjūvio kraštų. Bandymai parodė, kad medienos iš šerdies mechaninės savybės einant link kraštų yra labai panašios, todėl išgautų lentų kietumas ir tvirtumas sutampa su pagrindinės medienos savybėmis.

Grindų paviršius gali būti dengiamas gipso plokšte arba paliekamas atviras. Jungiant lentas, kai skerspjūvis su reljefu (3.4, d pav.), jų paviršius automatiškai prisitaiko vienas prie kito, todėl plečiantis medienai, grindys išlieka sandarios.

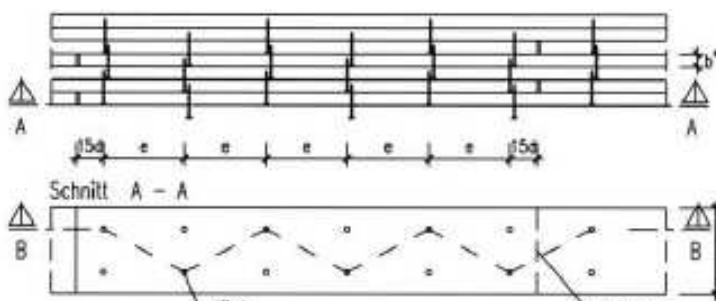
Kai paviršius nuobliuojamas, jungtys tarp lentų menkiau pastebimos. Lentos obliuojamos tik prieš sujungimą virbalais, todėl menki defektai neįmanoma išvengti. Racionalus skerspjūvis yra iš sukaltų prasilenkiančių lentų, nes susidariusiame griovelyje įmanoma sukloti komunikacijas. Tačiau taip pagaminti yra sudėtinga.

Kambario akustiką galima pagerinti akustiniu profiliuočiu (3.4, c pav.), kuris mažina garso bangų reverberacijos (aidėjimo) laiką. Grioveliai, kuriuose lūžta bei nuslobsta garso bangos, įrežiami lubų paviršiuje bei sienos vidinėje pusėje.



3.4 pav. Lentų jungimo būdai /14/

Lentų plokščių elementai įprastai gaminamos gamykloje. Jeigu konstrukciją sudėtinga įkelti į projektinę padėtį (rekonstrukcijos metu), plokštės įmanoma sukalti vietoje. Prieš jungimą lentų padėtis turėtų būti užfiksuota, nes kitaip iškyla grėsmė, jog plokštės jungiant pasisuks. Virbalai kalami atsižvelgiant į statinius reikalavimus (3.5 pav.).



3.5 pav. Vinių kalimo schema /14/

Lentų plokštės yra lengvai deformuojasi išilgai tarpatramio bei kiekviena lenta atskirai radialine ir tangetine kryptimi, todėl natūralus plokštės susisukimas ir traukimas turi būti kruopščiai įvertintas. Susisukimo ir traukimosi padariniai priklauso nuo plokštės įrengimo būdo, jos elementų jungimo būdo, standumo diafragmų paskirstymo plane, patalpos drėgmės. Tyrimais nustatyta, kad plokštės susisukimo ir traukimosi pokytis atitinkamai yra apie 0,05 % ir 0,12 %, kai aplinkos drėgmė pakinta 1 %. Jei naudojamas medis perdziūvęs (jo drėgmė mažiau nei 12 %) kyla grėsmė, jog jau statybų metu elementai susisuks. Dėl tos priežasties lentų plokštės elementai gali suardyti jungtis bei atsiskirti vieni

nuo kitų. Kad taip nenutiktų, lentų masyvo plokščių drėgnis montuojant turėtų būti $15\% \pm 3\%$, tuomet elementų matmenys nekinta, o grioveliai tarp lentų yra kiek didesni. Kai drėgmė pakinta 7% , vienos 30 mm storio lentos susisukimo deformacija siekia 0,25 mm – 0,5 mm.

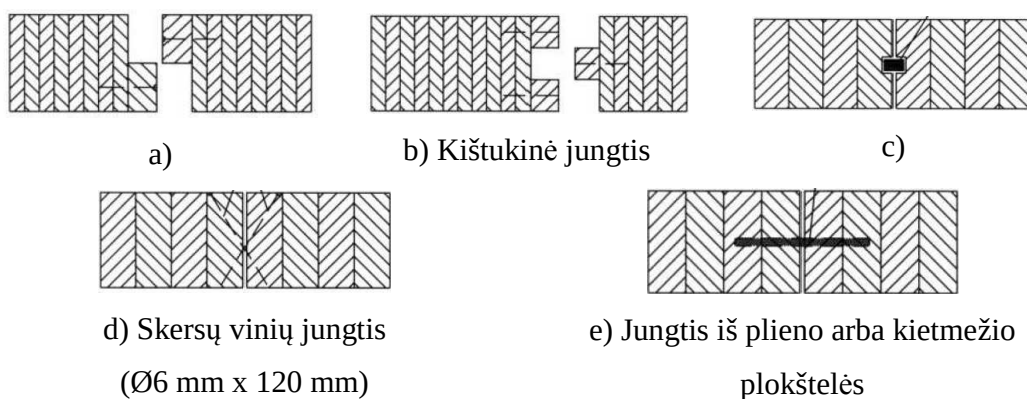
Didesni tarpai tarp lentų gali atsirasti ir dėl iškilbinimo transportavimo metu.

Drėgnose patalpose šią konstrukciją reikėtų visiškai užsandarinti ir numatyti vandens nutekėjimą, nes dėl drėgmės gali deformuotis plokštumos. Lentų masyvo plokštės reikia visada izoliuoti nuo drėgmės. Transportavimo metu jos tvirtinamos skersais ramsčiais bei apdengiamos apsaugant nuo kritulių.

▪ *Stogo elementai*

Stogams perdengti naudojami elementai gali būti montuojami tiek nuo karnizo iki kraigo, tiek ir skersai jiems. Kai plokščių montavimo kryptis yra nuo karnizo kraigo link, karnize jos remiamos į „balną“ mūrlotyje arba prisriegiamos prie jo.

Stogo plokščių tarpusavio jungtys turi užtikrinti tolygų apkrovų pasiskirstymą konstrukcijoje ir vientisą plokštės darbą (3.6 pav.).



3.6 pav. Plokščių tarpusavio jungimo būdai /14/

▪ *Sienos elementai*

Laikančios išorės ir vidaus sienos taip pat, kaip ir nekonstruktyvios pertvaros, gali būti konstruojamos iš lentų masyvo plokščių. Kiekviena sienos plokštės lenta orientuojama statmenai

pagrindui. Ties plokštės baze bei viršūne montuojama rėmsija, apatinio ir viršutinio vainikų dalis, sienos plokštei tolygiai paskirstanti stogo perduodamas apkrovas.

Leistinas sienos išlinkis jos ilgojoje ašyje pagal DIN1052-1 yra 1/500 sienos aukščio. Virbalinė jungtis yra pakankamai „paslanki“, nėra patirties, kaip tokia jungtis elgsis laikančiose sienose bei standumo diafragmose po tam tikro laiko, todėl rekomenduojama iš vienos pusės apkalti lentomis; taip suteikiamas pakankamas stabilumas.

▪ *Statinis įvertinimas*

Lentų plokštė gali būti pritaikyta bet kuriai pastato konstrukcijai, išplanavimui ir formai. Konstrukcijos pranašumai pasiekiami, jei atsižvelgiama į toliau vardijamus veiksnius:

- Į konstrukcijų orientavimą pagal tinklėlį. Tai mažina savikainą ir palengvina konstravimą.
- Laikančios sienos kiekviename aukšte turėtų būti viena virš kitos.
- Tempimo kryptis turėtų būti skersa sienos plokštumai, kurioje yra didelės langų angos (pvz.: dideli pietiniai langai).
- Optimalūs tarpsniai:
 - Dviatramiu atveju: iki 6,5 m;
 - Daugiatramiu atveju: iki 7,5 m.
 - Gembės ilgis yra $\frac{1}{3}$ tarpatramio ilgio.
- Laiptų anga ar komunikaciniai kanalai, kai tik įmanoma, įrengiami lygiagrečiai plokštumos tempimo kryptčiai. Įmanomas, tačiau nerekomenduojamas, ir statmenas variantas.
- Kiekviename aukšte reikia numatyti bent 3 standumo diafragmas, kurių ašys ar jų tęsinys nesikirstų viename taške. Optimalu, kai kiekvienoje pastato pusėje didžiausiu atstumu yra išdėstytos dvi vienodo pločio standumo diafragmos.
- Projektavimo metu turėtų būti numatytos visos vertikalios inžinerinių tinklų jungtys ir jų vietos. Siekiant sumažinti angų, skirtų vertikalioms komunikacijų jungtims, kiekį, rekomenduojamos inžinerinių tinklų mazgo šachtos. Horizontalūs įvadai įrengiami kaip ir įprastose konstrukcijose – grindų sprendinyje.

Lentinės plokštės gali būti derinamos su karkasine, mūrine ir gelžbetonine bei kitomis konstrukcijomis. Lentų perdangos visuomet yra plonesnės už alternatyvias medines ar betonines perdangas. Kai skaičiuojama apkrova yra 2,0 kN/m², tarpsnis 5,00 m lentų masyvo plokštės konstrukcinis skerspjūvio aukštis yra 16 cm, gelžbetonio 18 cm.

▪ *Saugos ir tinkamumo ribiniai būviai*

Plokščių darbo įvertinimas remiasi šiom prielaidom:

- lentinės plokštės vertinamos kaip vientisas statybinis elementas;
- pridedama tik tiesiškai paskirstyta vertikali apkrova;
- statinės schemas yra vienaatramės arba daugiaatramės.

Lentinės plokštės yra ištisinės liaunos plokštinės konstrukcijos. Pagrindinis konstruktyvinis laikantis kriterijus yra plokštės geba atlaikyti veikiantį lenkimo momentą. Kad lentų plokštės struktūra galėtų būti vertinama kaip vientisa plokštė, jos elementai turi būti tinkamai sujungti. Struktūrinių vienetų jungtis turi būti tiek pat standi, kiek elemento lentų.

Tinkamumo būvio didžiausias konstrukcijos įlinkis pagal gamintojų rekomendacijas yra $l/300$, o STR 2.05.07:2005 „Medinių konstrukcijų projektavimas“ reglamentuojamas įlinkis plokštėms du kartus didesnis $l/150$.

▪ *Apkrovos*

Įvertinamos kintamos bei nuolatinės apkrovos, taip pat atsižvelgiama į šalies normatyvų reikalavimus.

Nuolatinė apkrova - lentų masyvo plokštės savas svoris vertinamas analogiškai kaip lentų svoris, kurio minimali reikšmė yra 4kN/m^2 iki 5kN/m^2 .

Kintamos apkrovos – sniego, vėjo, naudojimo apkrovos pagal galiojančias normas. Dėl ištisinio virbalinio jungimo priimama, kad apkrova pasiskirsto skersai plokštės tempimo kryptčiai. Skersinis sujungimas yra skirtas skersinei jėgai nuo kintačios apkrovos, veikiančios 0,5 m jungtos siūlės zonoje, perimti. Atramoje poveikių pasiskirstymas skerspjuvyje neturi būti tikrinamas, nes čia lentos negali pasislinkti viena kitos atžvilgiu.

Vien 40 mm storio, 0,5 m ilgio lentų jungtis su lygaus paviršiaus vinimis 31 mm x 80 mm paskirstytais tolygiai kas 30 cm gali atlaikyti $1,2\text{ kN/m}$ jėgą. Kai kintanti apkrova $1,5\text{ kN/m}^2$, o atitvarinių sienų apkrova $0,75\text{ kN/m}^2$, jungtis 0,5 m ilgyje turi atlaikyti $1,13\text{ kN/m}$ poveikį. Laikančioji geba pakankama veikiant ir taškinėms apkrovoms (spintų kojos, stalų kojos).

■ Vienaangės laikančios konstrukcijos

Lentų masyvo plokštės dėl vienaangės laikomosios gebos gali būti vertinamos kaip medinės sijos. Kai apkrovus konstrukciją dirba daug elementų (lentų), atsiranda kompensuojantis efektas – kietumo ir tvirtumo pasiskirstymas po visą plokštę yra didesnis nei po atskiras lentas. Dėl šios priežasties lentų plokštei taikomas didesnis tamprumo modulis nei vientisai medienai, $E_{II} = 11 \text{ kN/mm}^2$ išilgai pluoštų, o statmenai jiems $E_{\perp} = 0,013 \cdot E_{II}$, $G_{\perp} = 0,030 \cdot E_{II}$.

Įtempimo vertinimas (pagal DIN 1045, DIN 1052)

Didžiausia perdengiama anga randama:

$$\frac{M}{W_n \cdot \text{zul} \delta_B} \leq 1, \quad (3.1)$$

$$\max l = 1.155 \cdot \frac{h}{\sqrt{q}}. \quad (3.2)$$

kai M – lenkimo momentas,

W_n – neto atsparumo momentas,

zul δ – lenkimo įtempiai,

$\max l$ – didžiausia anga, m,

h – konstrukcijos aukštis, cm,

q – skaičiuotinė apkrova, kN/m^2

Angos ilgis turi atitikti sąlygas:

$$l \leq 0.0416 \cdot \sqrt[3]{(EI)}, \quad (3.3)$$

bei

$$l \leq 0.4041 \cdot h. \quad (3.4)$$

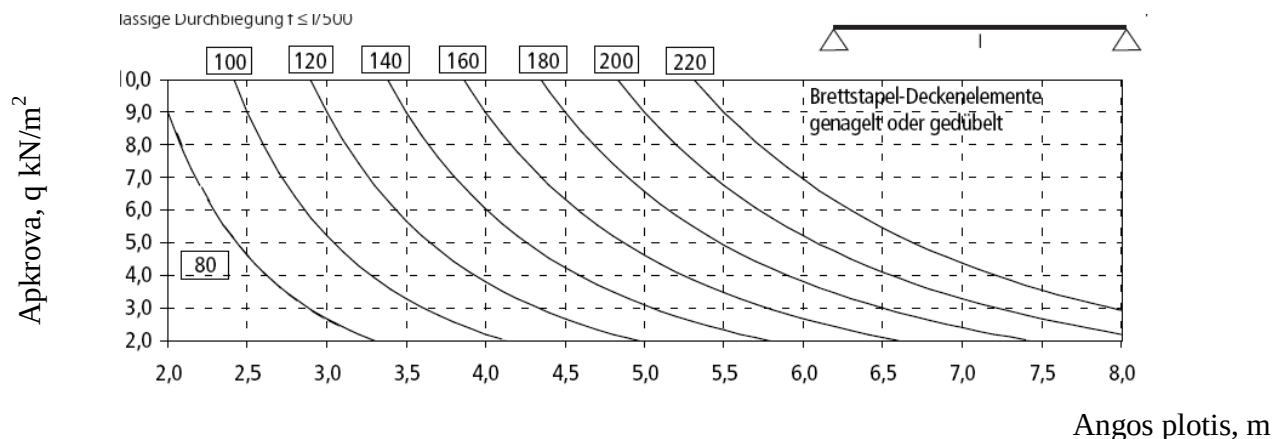
Kai l – anga, m,

(EI) – konstrukcijos standumas įtempimo

kryptimi, Nm^2/m ,

H – konstrukcijos aukštis, cm.

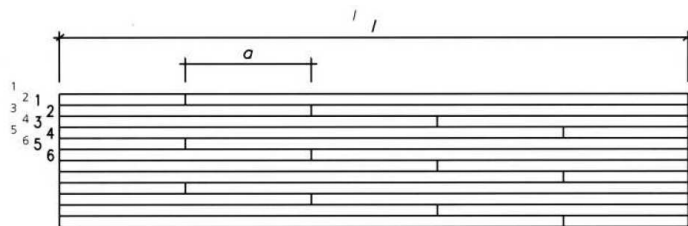
Preliminari vienaangės perdangos laikomoji galia, kai leistinas įlinkis yra $l/500$ angos pločio, grafiškai pavaizduota 3.7 pav.:



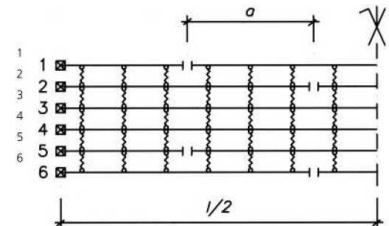
3.7 pav. Lentų plokščių laikomoji galia, kai leistinas įlinkis $l/500$ /14/

■ *Lentų jungtys*

Kai lentos yra per trumpos angai perdengti, jos jungiamos skersai. Net ir gamykoje tokią jungtį, gerai išnaudojančią vientisos medienos savybes, pagaminti kokybišką yra sudėtinga. Vienaangės sistemos ypač viduriniame trečdalyje dirba kaip laikančios ir deformacijai besipriešinančios konstrukcijos.



3.8 pav. Lentų skersinis jungimas /14/



3.9 pav. Lentų skersinio jungimo modeliavimo pavyzdys /14/

Net jei lentos jungiamos pjūvyje kas kelinta eilė tikėtina, jog standumas sumažėja 23 %. Jungties kokybė priklauso nuo jungimo būdo bei tvirtinimo formų (3.9 pav.). Dėlioiant lentas konstrukcijai, reikia organizuoti jų kartotinę skersinę jungtį kaip įmanoma toliau vieną nuo kitos (atstumu a 3.8 ir 3.9 pav.).

■ *Daugiaangės konstrukcijos*

Palyginti su vienanarėmis konstrukcijomis, šios yra mažesnio konstrukcinio aukščio, joms mažiau yra pavojingas lenkimo momentas bei dideli įlinkiai. Lenkimo momentų skaičiavimo formulės atsižvelgiant į perdengiamų angų skaičių pateikiami 3.1 lentelėje.

3. 1 lentelė. Lenkimo momentų skaičiavimo formulės

Angų skaičius	Veikiantis lenkimo momentas
2	Abiejose angose $\approx 0.07 \cdot q \cdot l^2 \quad (3.5)$
≥ 3	Kraštinės angos $\approx 0.08 \cdot q \cdot l^2 \quad (3.6)$
	Vidinės angos $\approx 0.46 \cdot q \cdot l^2 \quad (3.7)$

Vertinant konstrukcijos rėmsijas (vainikus), reikia patikrinti, ar jų jungtys pakankamai tvirtos, kad laikytų ir tolygiai perduotų apkrovas. Jei vietinės apkrovos didelės, rekomenduojama įrengti plienines plokšteles, kad apkrova būtų perduodama didesniai kiekiui lentų.

■ *Plokščių elgsena*

Lentinė plokštė iš tikrųjų nėra vientisa struktūra, todėl jos reakcija atsižvelgiant į apkrovos pridėjimo kryptį pagal lentas vienoje plokštumoje yra skirtinga.

Nuo apkrovos, veikiančios skersai lentų dėjimo kryptimi, plokštė išlinksta (3.10 pav.). Jos išlinkis u vertinamas:

$$\max u = \frac{q_n \cdot l_s^2}{8 \cdot h_s} \cdot \frac{e}{C \cdot b'} \quad (3.8)$$

q_h – veikianti apkrova,

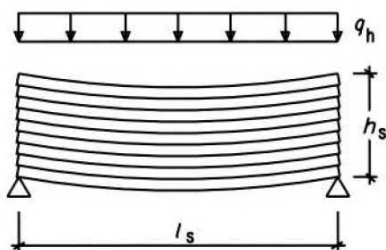
l_s – plokštės angos ilgis,

h_s – plokštės aukštis,

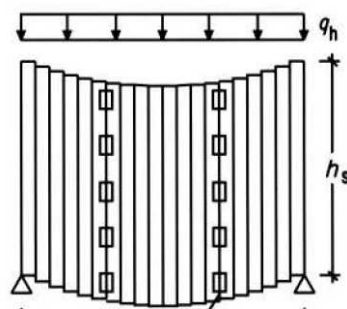
e – koef., priklausantis nuo jungčių,

C – pasislinkimo modulis pagal DIN 1052 – 2.3 lent.,

b' – lentos plotis.



3.10 pav. Plokštės įlinkis nuo apkrovos skersai lentoms /14/



3.11 pav. Plokštės įlinkis nuo apkrovos lygiagrečiai lentoms /14/

Plokštės įlinkius nuo apkrovos, veikiančios lygiagrečiai lentų dėjimo kryptimi, mažina išilginės, plokštės jungiančios, siūlės. Plokščių darbą saugoti nuo įlinkių dėl jėgų tapačioje plokštumoje padeda po plokštę ar virš jos tvirtinami kryžminiai ryšiai arba ištisinė plokštė (pvz. OSB plokštės).

Sienų elementai linksta dėl vertikalių, iš aukščiau esančių konstrukcijų perduodamų, apkrovų. Sienai klumpant nuo vertikalių apkrovų ji elgiasi kaip daugiaelementė kolona (3.11 pav.), todėl šį

efektą įvertinti labai sunku. Rekomenduojama plokštę ir jos įtvirtinimą modeliuoti kompiuterinėmis programomis.

Preliminari plokščių laikomoji galia pateikiama 3.2 lentelėje:

3. 2 lentelė. Vertikalių lentų plokščių laikomoji galia

Sienos aukštis, m	Sienos storis, mm			Apkrova q, kN/m
	80	100	120	
2	278	452	645	
2,5	191	345	517	
3	134	262	414	
3,5	98	190	333	

Sienos elementai klumpa nuo vėjo apkrovų. Įlinkiai būna mažesni, jei iš vienos pusės apkalama lentomis, OSB plokštėmis, fanera, ir pan.

Visos sienos inkaruojamos į grindų plokštes (3.12 pav.). Inkarų veikianti jėga Z_A skaičiuojama /14/:

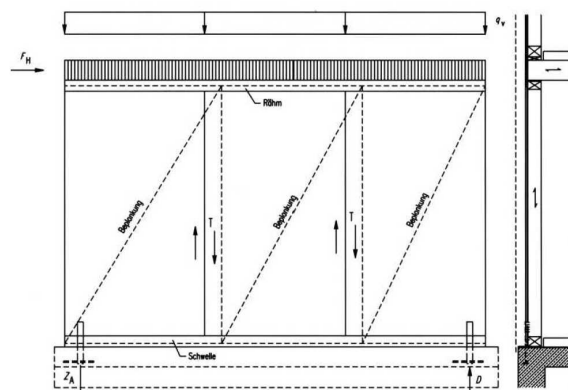
$$Z_A = F_H \cdot \frac{H}{B} - \min F_V. \quad (3.9)$$

F_H – horizontali jėga sienos viršuje,

H – sienos plokštės aukštis,

B – sienos plokštės plotis,

$\min F_V$ – minimali vertikali nuolatinės jėgos komponentė.



3.12 pav. Sienos skaičiavimo schema /14/

3.1.2. Kiaurymėtos plokštės – *Lignatur*

Lignatur plokštiniai elementai – tai gamykloje paruošti, dėžiniai, plokštiniai ar kiautiniai mediniai laikantys elementai iš spygliuočių medienos. Laikantieji elementai atlieka apsauginę nuo triukšmo, šilumą, drėgmę izoliuojančią funkciją, panaudojami sienoms, perdangoms ir denginiams.

Kaip ir kiekvienu atveju, konstrukcinį elementą paruošiant gamykloje užtikrinama gaminio matmenų tikslumas bei jo kokybė. Techniškai išdžiovintos, iki $10\% \pm 2\%$ drėgnumo, lamelės iš

spygliuočių medienos, šiuo atveju eglės, išrūšiuojamos, sujungiamos išilgai, todėl sudaroma nepertraukiama plokščių gamybos linija, suklijuojamos tarpusavyje prieš tai kiekvieną iš keturių paviršių nulyginant. Toliau elementai jungiami rankomis, todėl gali būti pritaikyti bet kuriam individualiam atvejui, įmontuojama izoliacinė medžiaga. Specialus presas sukietina klajines jungtis, tada paruoštame elemente išpjaunami grioveliai ir briaunos gaminių tarpusavio jungimui.

Elementai *Lignatur* gali būti derinami su bet kokia kita statybine medžiaga. Jei nėra galimybės perdenginio plokštę uždėti tiesiog ant sienos, yra įvairių būdų ją tvirtinti per tarpines detales: metalinius profiliuotus, medines bei metalines lentynas. Mažiausias atremiamas plotis yra 40 mm.

Dėžiniai elementai gaminami nuo 200 mm pločio, gamykloje jungiami į profiliuotų grupes po 5 (3.13 pav.). Jų didžiausias ilgis yra 12 m, montuojant plokštės fiksuojamos tarpusavyje skerspjūvio sprasteliai ir suveržiamos varžtais. Paviršius gali būti paliekamas matomas, nepaslėptas po apdailine danga.

Plokščiųjų elementų standartiniai pločiai yra nuo 514 mm iki 1000 mm (3.14 pav.). Didžiausia perdengiama anga – 16 m. Aukštis parenkamas pagal reikalingą laikomąją galią. Plokštės tarpusavyje jungiamos sprasteliais ir įspaudžiamais kaiščiais.

Kiautiniai elementai jungiami analogiškai kaip ir plokštieji elementai (3.15 pav.). Geriausiai pritaikomi neeksploatuojamiems denginiams, kur nėra koncentruotos apkrovos, priešingu atveju suspaudžiamas šilumos izoliacijos sluoksnis, pablogėja jo savybės.



3.13 pav. Dėžinio profiliuotų elementai /15/



3.14 pav. Plokštieji elementai /15/



3.15 pav. Kiautiniai elementai /15/

Ši konstrukcija pritaikoma vienbučiams arba daugiabučiams gyvenamiesiems namams, pramonės bei administraciniams pastatams, mokykloms ir vaikų darželiams, koncertų salių akustinei apdailai.[12]

■ *Statinis įvertinimas*

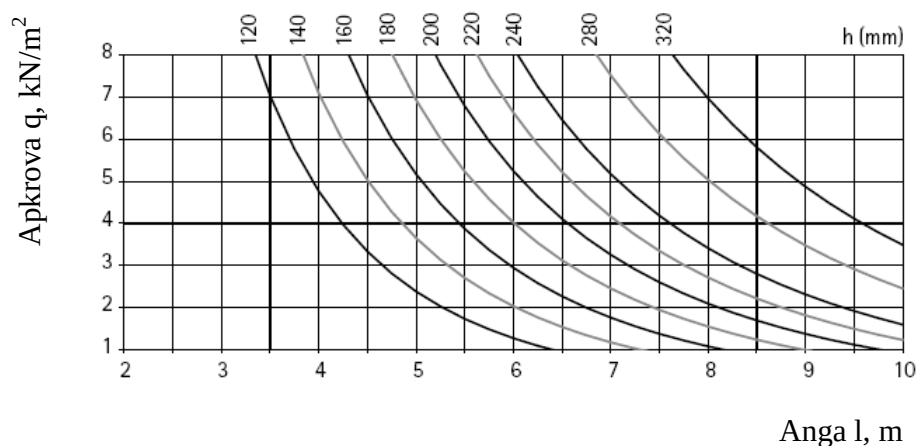
Lignatur elementai skaičiuojami kaip klijuotinės medinės lenkiamos konstrukcijos pagal reglamentuojamus reikalavimus. Jiems taikomi tik C24 vientisosios medienos klasės stipriai.

3.3 lentelė. *Lignatur* charakteristiniai stipriai

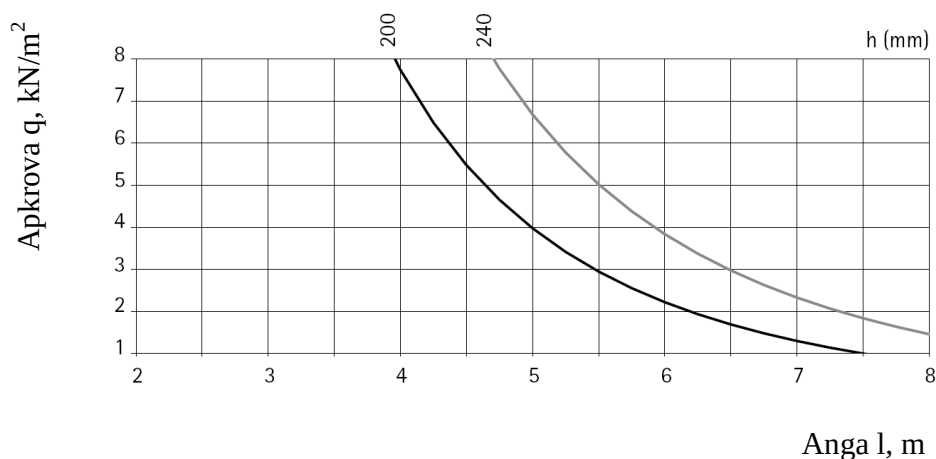
EUROCODE 5, medienos klasė C24		
Lenkimas	$f_{m,k}$	24,0
Tempimas lygiagrečiai pluoštui	$f_{t,0,k}$	14,0
Tempimas skersai pluoštui	$f_{t,90,k}$	0,4
Gniuždymas lygiagrečiai pluoštui	$f_{c,0,k}$	21,0
Gniuždymas skersai pluoštui	$f_{c,90,k}$	2,5
Kirpimas	$f_{v,k}$	2,0
Tamprumo modulis lygiagrečiai pluoštui	$E_{0,mean}$	11000
Tamprumo modulis skersai pluoštui	$E_{90,mean}$	370
Šlyties modulis	G_{mean}	690

Plokštinių horizontalių elementų statinis įvertinimas remiamas ribinių atlaikomųjų įrašų palyginimu su veikinačiomis bei ribinių įlinkių nustatymu.

Preliminari *Lignatur* plokščių laikomoji galia nurodoma 3.16 pav.



3.16 pav. Dėžinio ir plokštinio profiliuotųjų elementų laikomoji galia, kai leistinas įlinkis yra $l/300$ /15/



3.17 pav. Kiautinių profiliuotųjų elementų laikomoji galia, kai leistinas įlinkis yra $l/300$ / $15/$

Pateiktose laikomosios galios diagramose (3.16 pav. ir 3.17 pav.), apkrovų dydžiuose neįvertintas pačios plokštės savasis svoris.

Lignatur dėžinio ir plokštinio profiliuotųjų elementų leistinas įlinkis yra $l/600$, kai l – tarpatramio ilgis, o vienaangis denginys įrengiamas gyvenamuosiuose, komerciniuose, pramoniniuose pastatuose ir kai keliama dideli dinaminiai reikalavimai. Leistinas konstrukcinis įlinkis yra $l/450$ grindims gyvenamuosiuose, komerciniuose pastatuose, taip pat plokščiems stogams, kai jų posvyrio kampas neviršija 5° . Įlinkis ribojamas iki $l/300$, kai denginys naudojamas agrikultūriniuose, pramoniniuose pastatuose, be dinaminių apkrovų ir statiesiems stogams, jei nuolydis didesnis kaip 5° . STR „Medinių konstrukcijų projektavimas“ nereglementuoja ribinių plokščių įlinkių atsižvelgiant į pastato paskirtį, jame pateiktas ribinis įlinkis plokštėms $l/150$.

Kiautinio elemento leistinas įlinkis yra $l/300$, naudojant jį statiesiems stogams, jei nuolydis didesnis kaip 5° .

■ Šiluminė izoliacija

Lignatur elementai gali būti naudojami tiek šlaitiniams, tiek plokščiems stogams. Kurį iš dėžinio, plokštinio ar kiautinio profiliuotųjų pasirinkti, priklauso nuo tarpatramio, apkrovos, estetinių kriterijų bei šilumos izoliacijos poreikio.

Šlaitiniams stogams rekomenduojamos drėgmei laidžios konstrukcijos su kiautiniu profiliuotųjų, kuris gali būti tvirtinamas tiek prie frontoninių sienų, tiek nuo kraigo iki karnizo. Be papildomų izoliacinių medžiagų, kai kiautinis profiliuotasis pripildytas medienos plaušo $U = 0,22 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

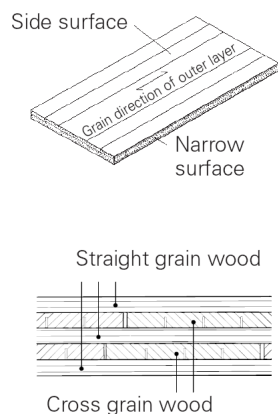
Šilumine izoliacija gali būti mineralinis pluoštas ($\lambda = 0.036 \text{ W/(mK)}$), medžio pluoštas ($\lambda = 0.040 \text{ W/(mK)}$), poliuretanai ($\lambda = 0.030 \text{ W/(mK)}$). Dėžinio profiliuoties bei užpildo šiluminė varža $U = 1.09 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, plokštinio $U = 1.14 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, kiautinio $U_{\text{vid}} \approx 0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Tarp gaminių dedama butilo gumos juosta, užtikrinanti konstrukcijos sandarumą ir apsaugą nuo vėjo /15/.

3.1.3. Kryžmai sluoksniuotos medinės plokštės – *LenoTec*

Tai plokštinė medinė konstrukcija, gaminama didelio formato, iš vientisų medienos lukšto ar medienos produktų, sluoksniuojamų kryžmai pagal pluoštus (3.18 pav.). Kljams naudojamos lipnios, tvirtos, beformaldehidinės medžiagos.

Konstrukcija esmė yra natūralių medžio defektų šalinimas, todėl padidėja jos laikomoji galia. Natūralus medis nukirstas džiūna skysčiams garuojant nuo paviršiaus. Kai išoriniai sluoksniai išsausėja ir susitraukia, o vidiniai dar tik pradeda džiūti, mediena trūkinėja, deformuojasi, išsikraipo pluoštai – tai didina tikimybę, kad mediena nebus tinkama stambioms statyboms, nes šie natūralūs defektai mažina jos laikomąją galią. Tačiau medienos rūšiavimas, kljavimas, šakų išėmimas, defektų pašalinimas panaikina šiuos natūralios medienos trūkumus, ji tampa inžineriškai patikimesnė ir nuspėjamesnė, nors ir išlieka jautri drėgmės poveikiui.



3.18 pav. Sluoksnių kljavimas kryžminant pagal medienos plaušą /16/



3.19 pav. Keturaukščio gyvenamo namo statybos Nyderlanduose /16/

Ši konstrukcija yra pritaikyta daugiaaukštei gyvenamųjų namų statybai Austrijoje, Vokietijoje, Nyderlanduose, Skandinavijoje. Pastarosiose šalyse yra pastatyti gyvenamieji daugiabučių iki keturių aukštų kvartalai (3.19 pav.).

Plokštės gaminamos automatizuotu, pramoniniu būdu. Į statybos aikštelę atvežama išbaigta pastato išklotinė, su paruoštom angom durims ir langams bei komunikacijoms, sujungiama tarpusavyje virbalinėmis jungtimis. Toks individualus gyvenamasis namas gali būti surinktas per 2 – 3 dienas, o interjero apdailos darbai gali būti pradedami iš karto, nes konstrukcijai surinkti nereikia jokių šlapių darbų ir nereikia laukti, kol medžiagos išdžiūs.

Tai konstrukcija tinkama tiek sienoms, tiek denginiams, tiek perdenginiams, projektuojant neriboją konstrukcinis tinklelis. Plokštės gali būti išpjautos iki 4,8 m pločio bei 14,8 m ilgio, sukljuotos nuo 51 mm iki 297 mm storio, taip pat gali būti tiek lenktos, tiek plokščios.[11]

Lenotec plokštėms naudojama spygliuočių medžių, eglės mediena. Jos klasė turi atitikti C24. Drėgmė $10 \% \pm 2 \%$. Leistini matmenų nuokrypiai tėra 0,01 % išilgai plokštės bei 0,2 % statmenai plokštei. Vidutinis plokštės svoris 530 kg/m^3 .

▪ *Sienų įvertinimas*

Empirinio skaičiavimo seka (pateikta pagal gamintojų rekomendacijas pirminiam konstrukcijų projektavimui, tačiau ši seka neatstoja kokybiško inžinerinio įvertinimo, nes neįtrauktas mazgų projektavimas):

- Nustatyti efektyvųjį sienos aukštį;
- Nustatyti inercijos spindulį, i , pagal lentelę (3.4 lent.);
- Suskaičiuoti liaunumo koeficientą $\lambda = L_e/i$; (3.10)
- Nustatyti atitinkamą modifikacinį faktorių ω iš lentelės (3.5 lent.);

- Suskaičiuoti leistinus įtempius $\sigma_{c,leist} = \frac{8.5}{\omega}$; (3.11)

- Suskaičiuoti $\sigma_{c,N} = \frac{N}{A_{net}}$; (3.12)

- Palyginti $\sigma_{c,leist}$ su $\sigma_{c,N}$.

3. 4 lentelė. Skerspjūvio ploto bei inercijos spindulio, i , vertės

Skerspjūvis	Inercijos spindulys, i , cm	Neto skerspjūvio plotas, cm^2
51	1,77	340
61	2,25	340
71	2,33	540
81	2,81	540
85	2,82	510
95	2,98	610
105 type 2	3,48	710
115 type 1	3,68	810
125	4,33	710
135	4,48	810
142	4,25	1080
162	4,93	1080
169 type 3	5,34	1350
189 type 2	6,21	1350
196	6,00	1620
216	6,79	1620
243 type 2	7,99	1620
257 type 2	8,13	1890
267 type 4	8,09	2160
297 type 4	9,19	2160

3. 5 lentelė. Lenotec modifikacijos faktoriai

λ	ω
0	1,00
10	1,00
20	1,00
30	1,00
40	1,03
50	1,11
60	1,25
70	1,45
80	1,75
90	2,22
100	2,74
110	3,32
120	3,95
130	4,63
140	5,37
150	6,17
160	7,02
170	7,92
180	8,88
190	9,89
200	10,96

■ Skersinės sienos ir diafragmos

Skersinės sienos ir diafragmos yra pastatų plokštės, būtinos tinkamam pastato šoniniam projektavimui. Diafragmos yra horizontalios arba beveik horizontalios ir yra dažniausiai projektuojamos kaip paprasčiausios sijos, o skersinė siena yra vertikali, gali būti gembinė diafragma. Skaičiuojama leidžiama apkrova ant skersinės sienos viršaus:

$$F_{leist} = \tau_{leist} \cdot t^* \cdot b, \quad (3.13)$$

τ_{leist} – leistini skersiniai įtempiai ($0,9 \text{ N/mm}^2$),

t^* – mažiausia vertikalių arba horizontalių storių suma,

b – plokštės plotis.

Kiekvienos skersinės plokštės kiekvienas galas turi būti inkaruojamas į pamatus įtempta styga, kad nenuvirstų. Taip pat reikalinga skersinė jungtis prie pagrindo, kad plokštė nenuslystų. Plokštės jungiamos dygliuotomis plokštėmis, sriegiais, vinimis ir sprausteliais.

■ *Denginiai ir perdangos*

Visi galimi profiliuočiai, jų numeriai, sluoksnių skaičius, savas svoris nurodyti 3.6 lentelėje.

3.6 lentelė. Elementų savo svorio vertės

<i>Skerspjūvis</i>	<i>Sluoksnių skaičius</i>	<i>Konstrukcija</i>	<i>Storis</i>	<i>Savas svoris</i>
LenoTec		mm	mm	kN/m ²
51	3	17-17-17	51	0.27
61	3	17-27-17	61	0.32
71	3	27-17-27	71	0.38
81	3	27-27-27	81	0.43
85	5	17-17-17-17-17	85	0.45
95	5	17-17-27-17-17	95	0.50
105 type 2	5	27-17-17-17-27	105	0.56
115 type 1	5	27-17-27-17-27	115	0.61
125	5	27-27-17-27-27	125	0.66
135	5	27-27-27-27-27	135	0.72
142	6	27-17-27-27-17-27	142	0.75
162	6	27-27-27-27-27-27	162	0.86
169 type 3	7	27-27-17-27-17-27-27	169	0.90
189 type 2	7	27-27-27-27-27-27-27	189	1.00
196	8	27-27-17-27-27-17-27-27	196	1.04
216	8	27-27-27-27-27-27-27-27	216	1.14
243 type 2	9	27-27-27-27-27-27-27-27-27	243	1.29
257 type 2	11	27-27-17-27-17-27-17-27-17-27-27	257	1.36
267 type 4	11	27-27-17-27-27-17-27-27-17-27-27	267	1.42
297 type 4	11	27-27-27-27-27-27-27-27-27-27-27	297	1.57

3.7 ir 3.8 lentelėse pateikiami vienaangių bei dviangių horizontalių plokščių pirminiam projektavimui skirti konstrukcijos skerspjūvio aukščio bei perdengiamos angos pločio priklausomybė nuo esamų apkrovų. Pateiktuose duomenyse įvertintas tik lenkimo momento poveikis.

A horizontal beam is supported by a pin support on the left and a roller support on the right. A uniformly distributed load is applied downwards along the entire length of the beam, represented by a series of downward-pointing arrows of equal length.

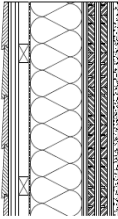
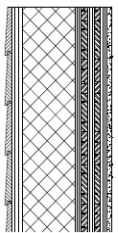
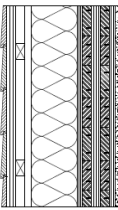
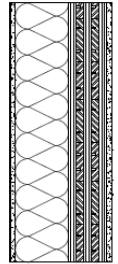
kN/m ² Dead load g imposed load p		Span																				
		3.0 m			3.5 m			4.0 m			4.5 m			5.0 m			5.5 m			6.0 m		
		acceptable deflection																				
		l/300	l/400	l/500	l/300	l/400	l/500	l/300	l/400	l/500	l/300	l/400	l/500	l/300	l/400	l/500	l/300	l/400	l/500	l/300	l/400	l/500
1.00	1,00	81	81	85	81	85	105	85	105	105	105	115	125	125	125	135	125	142	162	142	162	169
	1,50		85	105		105		115	125	135		135	162	169								
	2,00		85	105		115		125	135	162		169										
2.00	1,50	85	85	105	105	115	125	115	125	142	125	142	162	142	162	169	162	169	189	169	189	196
	2,00		105	115		135		162	169	169												
	2,50		105	115		135		162	169	169												
3.00	2,00	105	115	115	115	135	142	125	142	162	142	162	169	162	169	189	169	189	196	189	196	243
	2,50		115	125		142		162	169	169		169										
	3,00		115	135		162		169	169	169												
4.00	2,50	115	125	135	125	142	162	142	162	169	162	169	189	169	189	196	189	216	243	196	243	257
	3,00		125	135		142		162	169	169		169	169									
	3,50		125	135		162		169	189	169		169	169		169							
	4,00		135	142		162		169	189	216		169	169		169							

Distributed load in kN/m²		Span of a (the longest) field (valid until field 1 > 0.9 · field 2)																							
		3.0 m			3.5 m			4.0 m			4.5 m			5.0 m			5.5 m			6.0 m					
		acceptable deflection																							
Dead load g	imposed load p	1/300	1/400	1/500	1/300	1/400	1/500	1/300	1/400	1/500	1/300	1/400	1/500	1/300	1/400	1/500	1/300	1/400	1/500	1/300	1/400	1/500			
1.00	1,50	81	81	81	81	81	81	81	85	105	105	105	105	115	105	115	125	115	142	142	125	142	162		
	2,00					85	85	105	115	135		162	135	162		169									
	2,25					85	105	105	115	125		142	162	169		189									
	3,50					105	105	105	105	115		125	115	135		142	135	142	162	142	162	169	162	169	189
1.50	1,50	81	81	81	81	81	81	105	85	105	105	105	105	115	115	125	105	125	135	125	142	142	135	142	162
	2,00					85	105	105	115	115	125		115	135	142	135	162	162	142	162	169				
	2,25					105	105	115	115	125	115		135	142	162	169	169	162	169	189					
	3,50					105	105	115	105	115	125		125	135	142	135	162	162	162	169	169	162	169	189	
2.00	1,50	81	81	81	81	81	85	105	105	105	105	115	105	115	125	115	115	142	142	135	162	162	142	162	169
	2,00					105	105	115		115	125	125	135	162	162		169	162	169	189					
	2,25					105	105	115		115	125	115	125	162	162		169	162	169	189					
	3,50					105	105	115		105	115	125	125	135	162		142	162	169	162	169	189			
2.50	1,50	81	81	81	81	81	105	105	105	105	115	115	125	135	125	135	142	135	142	162	162	169	169	189	
	2,00					85	105	105		115	115	125	115	125		162	162	169	162	169	189				
	2,25					105	105	115		115	125	115	125	162		162	169	162	169	189					
	3,50					105	105	115		105	115	125	125	142		125	142	169	142	162	169	162	169	189	

- Šiluminės savybės

Kryžmai sluoksniuotų statybinių plokščių projektinis šilumos laidumo koeficientas λ_{ds} yra toks pats kaip ir vientisos medienos – $\lambda_{ds} = 0,13 \text{ W/(mK)}$. Iš šio dydžio priklausomybės su konstrukcijos skerspjūvio dalimi, kuria vyksta šilumos nuostoliai, gaunama šilumos varža (3.9 lent.) /16/.

3.9 lentelė. Sienų šiluminės varžos vertės

Išorinė siena	Išorinės sienos konstrukcija, mm		Varža, W/(m ² K)
	Apdaila	25,0	0,23
	Tvirtinimo karkasas	56,0	
	Mineralinė vata	140,0	
	Lenotec siena	85,0	
	Gipskartonio plokštė	15,0	
	Iš viso	321,0	
	Apdaila	25,0	0,25
	Medienos plaušo izoliacija	140,0	
	Lenotec siena	85,0	
	Gipskartonio plokštė	15,0	
	Iš viso	293,0	
	Lentų apdaila	25,0	0,21
	Tvirtinimo karkasas	46,0	
	Mineralinė vata	140,0	
	Lenotec siena	85,0	
	Gipskartonio plokštė	15,0	
	Iš viso	339,0	
	Apdailinis tinkas	3,5	0,23
	Mineralinė vata	120,0	
	Lenotec siena	85,0	
	Gipskartonio plokštė	15,0	
	Iš viso	233,5	

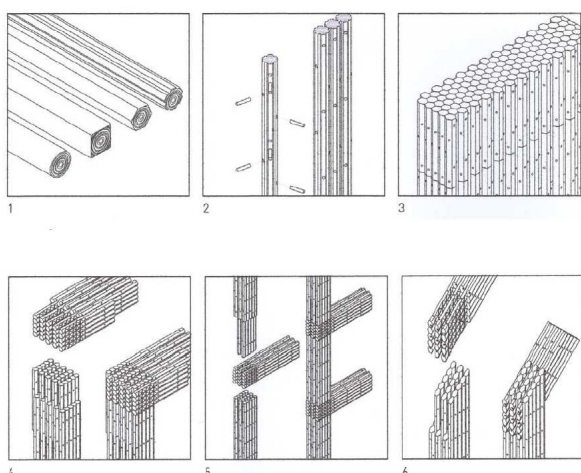
3.1.4. Smulkių profiliuotųjų plokštės – *Palisadio*

Palisadio – tai medinė laikanti plokštinė konstrukcija, sudaryta iš smulkių elementų, tarpusavyje sujungtų mediniais sprausteliais (3.20 pav.). Šiai konstrukcijai taikomas ekologinis, taupus

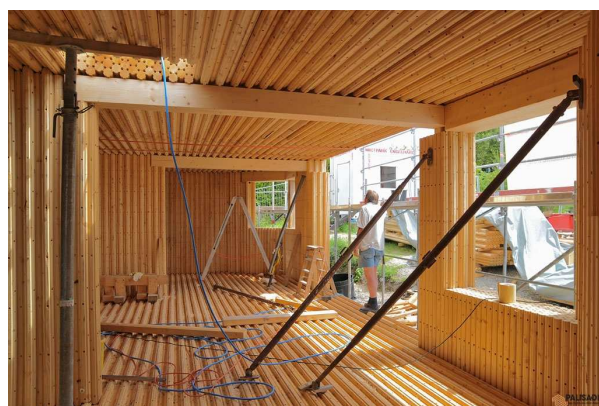
požiūris į gamtinius išteklius, tausojantis senus, brandžius medžius, pritaikant prastesnių rūšių, liauną medieną.

Aštuoniolikakampiai profiliuočiai, kurių skerspjūvio skersmuo yra 7 cm, išpjaunami mašiniu, automatizuotu būdu. Profiliuojant medieną, kartu paruošiamos angos mediniams kaiščiams, kurios išgręžiamos kas 12,5 cm. Pradėjus jungti elementus tarpusavyje, kol jų tik pora, kaiščius galima įkalti rankomis. Didinant konstrukcijos skerspjūvį, sprausteliai smeigiami hidrauliniiais aparatais. Teoriškai tokios konstrukcijos laikomoji galia neribojama, atsižvelgiama tik į gabenimo mašinų keliamąją galią bei didžiausią vežamą ilgį.

Į statybos aikštelę atvežamos jau sujungtos masyvios konstrukcinės dalys, kurios tarpusavyje jungiamos gamykloje paruoštomis jungtimis prisitaikant prie aštuoniolikakampės formos. Tokie mazgai taip pat tvirtinami papildomai perveriant kietmedžio kaiščiais. Ši konstrukcijos forma leidžia išgauti bet kokius tiek vertikalius, tiek horizontalius kampus – sukonstruojamas bet kokio šlaito stogas, smailus ar buki bei apvalaini sienų kampai.



3.20 pav. Palisadio gamybos technologija /17/



3.21 pav. Interjero vaizdas /17/

Kiekvienas besistatantis sau namą, tikisi geriausių jo savybių – komfortiškų erdvių, sveikų ir ilgaamžių medžiagų, geros šiluminės izoliacijos, kvėpuojančių sienų. Šios konstrukcijos ribinis ilgis, leidžia uždengti salę [galimas ilgis – 15 m] – pakankama erdvė netradiciniams planavimo sprendimams; įrengtos sienos neturi būti slepiamos, nes reljefingas paviršius suteikia dinamišką charakterį interjerui (3.21 pav.); apšiltinant pastatą, papildomas šiluminės izoliacijos sluoksnis tesiekia 5 cm, kad būtų pasiekta norminė varža. Standartinės 5 elementų skerspjūvių storio sienos $U = 0,27$. Kad išorinė konstrukcija būtų apsaugota nuo vėjo, drėgmės, vabzdžių, ji yra dengiama specialiomis plėvelėmis. [8]

Palisadio sistemos pagrindas iš pradžių buvo šešiakampis, dabar aštuoniolikakampis vientisos medienos profiliuotis. Šie elementai yra gaminami iš apvalios spygliuočių medienos arba kvadratinų lapuočių medienos tašų. Aštuoniolikakampis profiliuotiss gaunamas taip įrėžiant šešiakampį, kad jungiant kelis stiebus tarp jų susidaro šešiakampės oro ertmės. Taip gaunama didesnė nei įprasta medinės konstrukcijos šilumos varža bei minimizuojama medienos išeiga dėl jos specifinio skerspjūvio. Pagaminami aštuoniolikakampiai 7,2 cm skersmens profiliuočiai iš medienos.

Kiekvienas atskiras profiliuotis jungiamas į plokštes per trijose, 60° kampu persisukusiose, ašyse (žr. 3.24 pav.) tankiai išdėliotais kaiščiais. Didesni elementai gaminami jungiant profiliuočius hidrauliniu būdu į vis stambesnius blokus.

Jungiant vienas po kitu esančius elementus statybos aikštelėje, plokščių mazgo srityje išfrezuojami skersi profiliuočių plokštumai grioveliai. Gaunamos vadinamos kaištinės mazginės jungtys, skirtos sujungti grindų, sienų, perdangų, stogo plokštes vienas su kitomis. Tarpaukštinės perdangos uždedamos ant apatinio sienos elemento, prispaudžiamos ant viršaus dedamos vertikalios, antro aukšto sienos, plokštės. Tokios jungtys statybų metu yra pakankamai stangrios ir atsparios susisukimui.

Nuo grindų iki stogo visi elementai konstruojami iš vienodo profiliuotio vientisos medienos. Saugantis nuo vėjo ir lietaus, pastato vertikalios atitvaros apdengiamos apsaugančia folija. Fasadas galima dailinti palikus oro tarpą mediena, metalinėmis dangomis arba akmens plokštėmis bei tinkuojant – galimi įvairūs sprendimai. Ventiliuojamas stogas dengiamas bet kokiomis pageidaujamomis dangomis /17/.

▪ *Elementų tarpusavio jungtys*

Kiekvienas atskiras 6-kampis ar 18-kakampis medinis profiliuotis jungiamas skersais kaiščiais iš akacijos medienos. 14 mm skersmens ir 6,9 cm skaičiuojamojo ilgio kaiščiai, pirmiausiai įspaudžiami į profilį per visą jo skerspjūvį, kitas elementas prijungiamas įspaudžiant į jį pusę kaiščio ilgio tam, kad profiliuočiai laikytųsi projektinėse vietose. Kaiščių kryptys yra statmenos šoninėms profiliuočių plokštumoms, tarp jų išlaikomas 12,5 cm atstumas matuojant pagal laikrodžio rodyklę. Kiekvienas iš trijų įmanomų orientavimų kartojasi sistemiškai kas tris kaiščio ilgius (žr. 3.24 pav.). Kad būtų optimaliai sujungtos konstrukcinės plokštės, pagal jų jungimo trigubo atstumo tarp kaiščių kartotinius nustatyti profiliuočių ilgiai. Minimalus yra $12,5 \cdot 3 = 37,5$ cm. Standartiniai ilgiai 112,5 cm, 337,5 cm.

Plokštės skerspjūvis gaunamas tvarkingai besikeičiančių 4 ir 3 sujungtų profiliuotųjų eilėmis. Jungtyje su denginiu ar perdenginiu trijų profiliuotųjų grupė nutraukiama, sutrumpinama, plokštės jungiamos per 4 profiliuotųjų grupę (žr. 3.23 pav.). Taip galima prijungti sienas prie frontono šlaito, o ne taip, kaip įprasta nuo apačios į viršų.



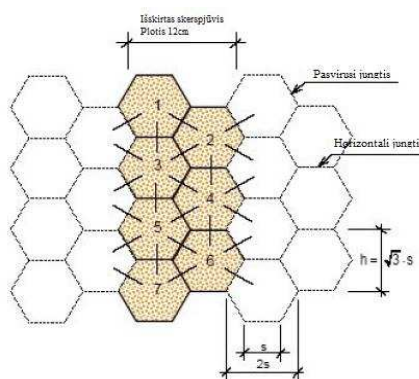
3.22 pav. Sienos plokštės bei grindų denginio jungimas per 4 elementų eilę /17/

■ *Supaprastinti statiniai nurodymai*

Plokštės yra vertinamos papildomų atramų pagrindu šlyties metodu pagal DIN 1052. Elementai sudaryti iš tvarkingai besikeičiančių trijų ir keturių profiliuotųjų grupių (3.23 pav.), o jos ilgis padalytas kartotiniais atstumais tarp jungčių, todėl gaunami trys skerspjūviai:

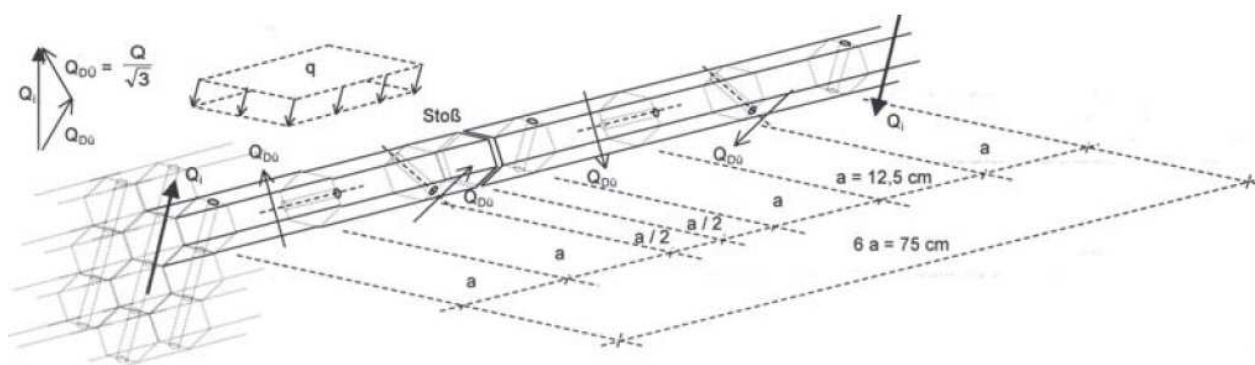
1. be jungties;
2. su jungtimi trijų profiliuotųjų grupėje;
3. su jungtimi keturių profiliuotųjų grupėje.

Statmenai profiliuotiesiems veikiančios apkrovos yra supaprastinamos, laikoma, kad jas perima kaiščiai.



3.23 pav. Išskirtasis skerspjūvis /18/

Skersinės jėgos ir lenkimo momentai, esantys ilginių jungčių atitinkamuose galuose ties kaiščiais perduodamos į laikančiąją grupę. Dėl šio jėgų perdavimo iš abiejų jungties pusių reikalingi mažiausiai du kaiščiai nutolę nuo jungties per pusę kaiščių dėlioavimo atstumo. Šie kaiščiai vertikalčiai veikiančias skersines jėgas turi perimti ir perduoti toliau. Tas pats, supaprastintai vertinant vyksta, ir su pasvirusiais kaiščiais. Horizontaliai orientuoti kaiščiai turi perimti šlyties jėgas. Skaičiuojama silpnoji jungties sritis yra 75 cm (6a) ilgio (3.24 pav.).



3.24 pav. Susilpninta jungties zona 6a /18/

Norint įvertinti šlytį išskiriamas laikantis, reprezentatyvus skerspjūvis, sudarytas iš trijų ir keturių profiliuotųjų grupės, kuris bendrai sudėjus yra 12 cm pločio (3.23).

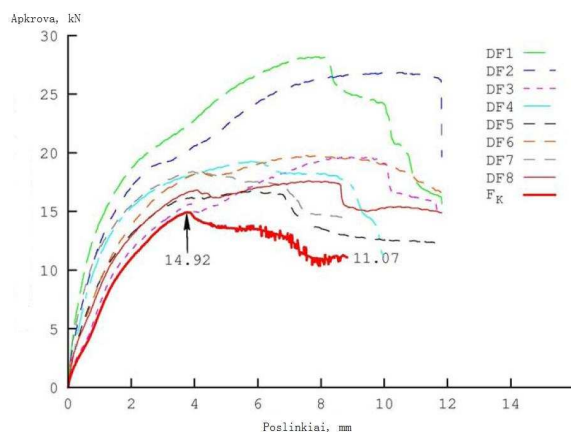
Kadangi kaiščiai pasvirusiose jungtyse pasitaiko ir išskirtame skerspjūvyje, teoriškai jie priskiriami profiliuotųjų skerspjūviui, kad toks modelis atitiktų visą konstrukcinio elemento skerspjūvį.

Kaiščių skaičiuojamieji ilgiai pagal apkrovos kryptį yra $3a = 37,5$ cm, o tokios apkrovos veikiami pasvirų jungčių kaiščiai vertinami dvejose eilėse ($m = 2$).

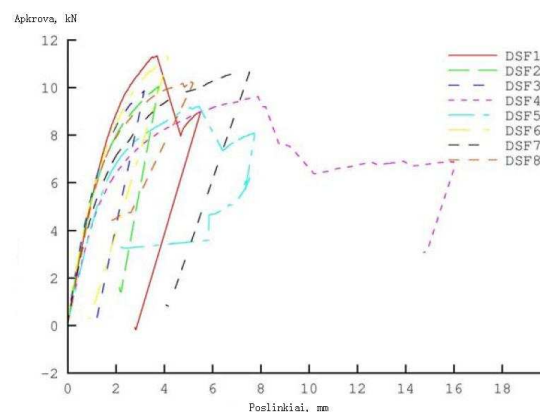
▪ 9,4 m ilgio elemento deformacijos ir laikomosios galios tyrimai

Laikomoji geba ir deformacijos *Palisadio* konstrukcijose daugiausia priklauso nuo jungimo metodų, tačiau inžineriškai įvertinti šiai konstrukcijai dar nėra būdų, todėl atliekami jos stiprumo bandymai bei palyginamieji skaičiavimai pagal Nyderlandų literatūrą bei normas.

Nustatyti laikomajai galiai bei deformacijoms buvo atlikti 8 šlyties bandymai lygiagrečiai medžio pluoštui bei kartu profiliuotiesiems, kurie sujungti 1 arba 4 kaiščiais. Kiekvieno bandymo profiliuotųjų jungtis – kaiščiai – po didelių deformacijų buvo nulaužti (3.25 pav. Ir 3.26 pav.). Ties jungtimis profiliuotiesiems susidarė plastinių deformacijų zona.



3.25 pav. Suirimo diagrama, kai apkrova veikia lygiagrečiai profiliuočiaus /18/



3.26 pav. Suirimo diagrama, kai apkrova veikia statmenai profiliuočiaus /18/

Bandymo metu įmanomas apkrovos persiskirstymas dėl įtempių kaištyje. Realiai jungtis taip ir dirba – persiskirsto įtempius kitiems elementams. Kad būtų išaiškinta mažiausia įmanoma laikomoji galia, dėl atsargos buvo nustatyta didžiausia laikomoji galia, atitinkanti bandymo metu pasireiškusių skerspjūvio sukietėjimą – kai pirmasis maksimumas buvo pasiektas. Mažiausia įmanoma laikomoji galia pasirodė esanti maždaug 3,0 kN. Bandymų rezultatai pateikiami 3.10 lentelėje.

3.10 lentelė. Šlyties bandymų rezultatai

Apkrovimas lygiagrečiai pluoštams		Apkrovimas skersai pluoštų	
Charakteristinė laikoma jėga	2,96 kN	Charakteristinė laikoma jėga	2,01 kN
Šlyties modulis	2,67 kN/mm	Poslinkio modulis	1,24 kN/mm

Matuojant deformacijas plokštė pagal realiai statomo pastato perdangos analogą buvo įtvirtinta standžiai gembiniu būdu, jos laisvasis galas apkrautas lygiagrečiai medienos pluoštams naudingąja apkrova. Elementai išlinko nuo savo svorio ir pridėtos apkrovos 23 cm.

■ Šiluminės savybės

Standartinio penkių eilių, 6-kampių profiliuotų, skerspjūvio, kurio plotis yra 396 mm, apdailinto 12,5 mm gipskartonio plokštė interjere bei 15mm OSB plokštė išorėje, šiluminė varža yra

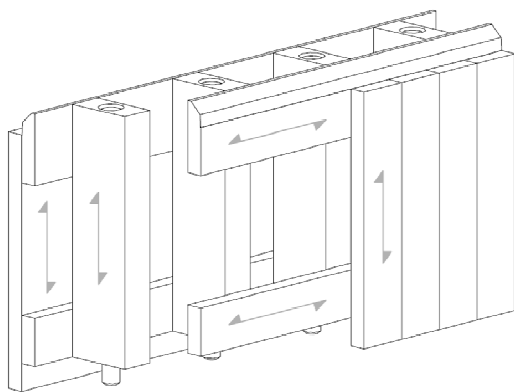
$U \approx 0,27 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Kai naudojami 18-kampiai profiliuočiai, šiluminė varža pagerėja 0,01-0,03 $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ dėl susidariusių orinių tarpų tarp profiliuočių /18/.

3.2. Smulkių elementų konstrukcijos

3.2.1. Mediniai blokai – *Steko*

Steko – tai sienoms skirti mediniai blokai iš smulkių elementų. Ši konstrukcija sudaryta iš penkių vientiso medžio tašų, kurie tarpusavyje klijuojami kryžminant pagal medžio pluoštą. Todėl konstrukcijos matmenys išlieka stabilūs, o forma nesideformuoja, nes sukryžmintas pluoštas riboja vienas kitą. Konstrukcijai naudojami klėjai, atitinkantys griežtus nekenksmingos gamtai medžiagos reikalavimus, todėl neturi sudėtyje jokių formaldehidų – cheminių junginių, dar vadinamų metanoliais, kurie skleidžia bespalves dujas ir turi aštrų kvapą. Yra žinoma, kad formaldehido dujos virš naujų, ką tik pagamintų medinių elementų išsisklaido per keletą mėnesių, tačiau mokslininkų atlikti tyrimai rodo, jog ši žmogaus organizmui kenksminga kancerogeninė medžiaga gali išsilaikyti ir keletą metų.

Steko blokų gamybai gamintojai panaudoja ir medinių grindų gamybos atraižas.



3.27 pav. *Steko* blokas /19/



3.28 pav. Neįrengtas vidus /20/

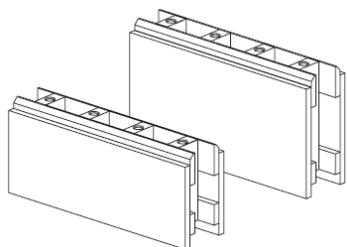
Analogiškai, kaip ir projektuojant plytų mūro namus, reikia atsižvelgti į blokų modulinį elementų matmenis ir pagal tai nurodyti sienų ribas. Pagrindinis skirtumas tarp medinių ir neorganinių blokų yra tas, kad šiems blokams sujungti nereikia jokių rišamųjų medžiagų. Jie įsistato vieni į kitus prisitaikydami prie šoninio ar viršutinio paviršiaus. Tokie blokai nėra sunkūs, todėl lengvai

sumontuojami rankomis, tačiau reikia atsižvelgti į oro sąlygas, nes esant per daug drėgmės atmosferoje, kol siena nesumontuota, gali išsikraipyti blokų forma.

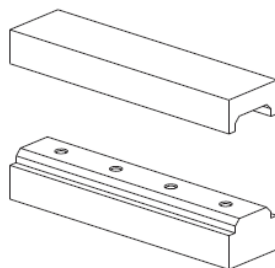
Blokinių namų konstravimas prasideda nuo įrengimo pamatinio vainiko, kurio paviršius pritaikytas prie modulinių blokų pado. Paprasčiausias ir mažiausiai sąnaudų reikalaujantis blokų jungimo kampas yra 90°. Elementai kampuose inkaruojami virbalais. Įrengus sienas, tokie blokai gali būti konstrukciškai suderinami su bet kokiomis perdangomis, bet, jei statomas nekenksmingas aplinkai pastatas, konstrukcijos nuoseklumas būtinas.

Kadangi *Steko* yra tuščiaviduriai blokai, pastato konstrukciniam svoriui bei akustinėms savybėms pagerinti jie užpildomi celiuliozės puoštu arba, esant griežtesniems reikalavimams, kvarciniu smėliu [9].

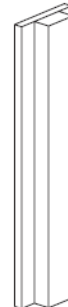
Visos *Steko* sistemos pagrindas – keli elementai, kurie gali būti paprastai ir greitai sujungiami. Pagrindinis elementas yra 6,5 kg svorio, 640 mm ilgio, 240 arba 320 mm aukščio (3.29 pav.). Absoliučiai kiekvieno statybinio elemento plotis yra 160 mm. Be pastarojo, modulio sudaryto iš 4 dalių, yra trijų, dviejų bei vienos dalies moduliai, nuo kurių dalių kiekio priklauso elemento ilgis. Kiekvienas iš jų sudarytas iš 5 vientisos medienos plokščių, kurios kryžmiškai suklijuojamos ir gaunamas tuščiaviduris elementas.



3.29 pav. Pagrindinis sistemos elementas /19/



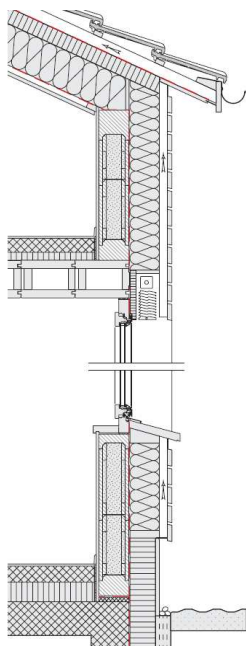
3.30 pav. Apatinio ir viršutinio vainiko detalė /19/



3.31 pav. Vertikalių ertmių užtaisymo detalė /19/

Steko elementai įtvirtinami montuojant į pamatinį vainiką, kurio mediniai elementai yra 80 mm aukščio (3.30 pav.). Ši detalė skirta ir sienos viršaus užbaigimui, o langų, durų bei kitoms vertikaloms užtaisoms yra naudojama analogiška, bet skirtingo skerspjūvio dalis (3.31 pav.).

■ *Sienos montavimas*



3.32 pav. Sienos iš Steko
blokų pavyzdys /19/

Iš medinių blokų sumontuojamos viso pastato perimetro sienos – tiek laikančiosios, tiek pertvarinės. Atsižvelgiant į šilumos izoliavimo poreikius, parenkama izoliacinė medžiaga ir jos sluoksnio storis. Tokios konstrukcijos be apribojimų gali būti tiek dvisluoksnės sienos sprendiniai, tiek trisluoksnės vėdinamų fasadų sienos.

Ši konstrukcinė sistema remiasi statybinio tinkleliu, pagal kurį sienų aukščiai turėtų būti 80 mm kartotiniai, o horizontalūs pločiai – 160 mm. Jungiant skersines vidines nelaikančias sienas šio tinklelio galima nesilaikyti, konstrukcijos stabilumui pažeidus modulio kartotinius tai įtakos neturės.

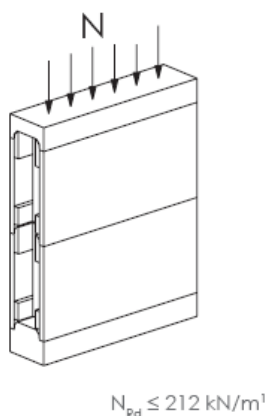
Patogiausia sumontuoti 90° sienų kampus, tačiau įmanomos ir mažesnio bei didesnio kampo jungtys.

■ *Statybinė fizika*

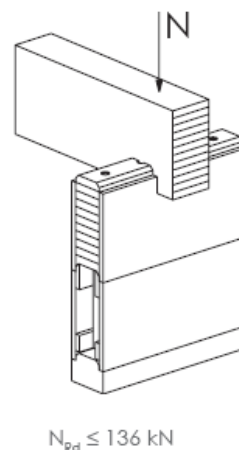
Celiuliozės pluošto pripildytos sienos šiluminė varža $U = 0.42 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Kad būtų pasiektas pasyviojo namo izoliavimas, kai $U = 0.15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, reikia papildomo išorinio 140 mm apšiltinimo. Išorinis apšiltinimo sluoksnis tvirtinamas prie laikančiosios konstrukcijos be jungčių, taip yra išvengiama šiluminių tiltelių. Ties langų, durų angų vertikaliais mediniais užtaisais reikia papildomo 20 – 60 mm šilumos izoliavimo sluoksnio.

■ *Laikomoji galia*

Šių elementų junginys yra itin stangrus, o jo laikomoji galia priklauso nuo naudojamos medienos. Jei panaudojama eglės mediena, apkrovus bloką tolygiai išskirstyta jėga, jis gali atlaikyti 92 kN/m (9,2 tonos), jei buko mediena – 212 kN/m, laikoma didžiausia koncentruota apkrova – 136 kN. Statinės jėgos perleidžiamos į išorinius bloko sluoksnius, o lenkimo momento laikymas išsprendžiamas apkrovus blokų sieną denginio svoriu.



3.33 pav. Laikomoji geba, kai naudojamas bukmedis /19/



3.34 pav. Laikomoji geba koncentruotos apkrovos atveju, kai naudojamas bukmedis /19/

■ *Drėgmė*

Mediniai moduliai yra kvėpuoti leidžianti ir difuzijai laidi konstrukcija, todėl nei garų izoliacijos, nei sandarumo tarpinių nereikia. Temperatūra ir drėgmė natūraliai reguliuojasi per vientisos medienos poras, todėl papildomi, prie sienos tvirtinami sluoksniai turėtų būti taip pat kvėpuojantys. Išvežamų iš gamyklos elementų santykinė drėgmė yra 8 % -12 %, kad neišsikraipytų blokų forma, nors jų klijavimo būdas sumenkina šią galimybę, statybų metu juos reikia saugoti nuo drėgmės. Sumontuotiems blokams išsikraipyti nebelineka sąlygų, nes iš visų pusių juos varžo jungtys su kitais elementais, todėl bet kokios apdailos medžiagos gali būti tvirtinamos tiesiai ant blokų šoninio paviršiaus /19, 20/.

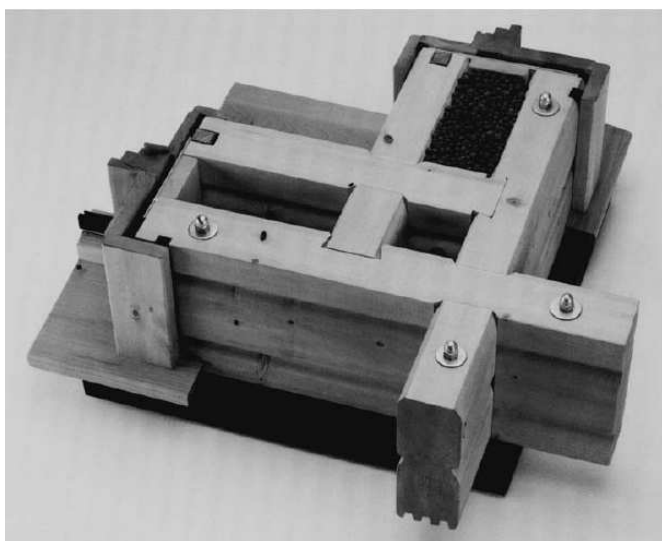
3.3. Strypinės konstrukcijos

3.3.1. Dvigubų rąstų siena

Dvigubų rąstų siena – tai konstrukcija, sudaryta iš vidinio rąsto (~90 mm pločio), kurio šerdis atsukta į interjerą, apšiltinimo sluoksnio, leidžiančio sienai kvėpuoti (dažniausiai dedamas celiuliozės pluoštas), bei išorinio rąsto atitinkančio vidinį.

Ši konstrukcija pratęsia rąstinės statybos tradicijas (3.36 pav.) ir atitinka šių dienų šilumos izoliavimo reikalavimus bei poreikius (3.35 pav.). Pastatas išlieka rąstinis visais aspektais: interjere

išlieka matoma laikanti medžio sienų konstrukcija, eksterjere rąstų neslepia izoliacijos sluoksnis, todėl nereikia kabinti prie fasado papildomos konstrukcijos apdailiniams pusrąščiams tvirtinti [11].



3.35 pav. Dvigubų rąstų sienos kertės mazgas /21/



3.36 pav. Įrengtas gyvenamasis namas /21/

Sienos

Yra skiriamos rąstinės sienos ir sluoksninės rąstinės sienos.

Rąstinės sienos sudarytos iš maždaug 190 mm skersmens rąstų, kurie dedami vainikais vieni ant kitų, sandarinant tarpus tarp medžiagų atitinkamais rąstų paviršiaus rėžiais, sprausteliais. Nesandarintos rąstų jungtys padidina pastato šilumos nuostolius, kaupia drėgmę ir lemia medienos defektus dėl susidariusio puvinio.

Sluoksninės rąstų sienos įgyvendinamos daugelių būdų. Dažnai rąstų sienos yra dengiamos iš vidinės pastato pusės šilumos izoliacija bei apdailiniu apkalimu, mediniais lakštiniais gaminiais. Jungtis tarp vidinio ir išorinio rąsto sluoksnio daroma taip, kad pastarojo traukimas ir brinkimas nepadarytų žalos sienos konstrukcijai. Šilumos izoliacinio sluoksnio įrengimas išorinėje sienos dalyje, uždengiant nuo išorės rąstus, konstrukciškai yra racionalesnis, tačiau tuomet išnyksta rąstinio namo įvaizdis.

Dvigubų rąstų sienoje pagrindiniai sluoksniai sudaryti iš rąstų. Tarpas tarp jų yra pripildomas šilumos izoliacinio sluoksnio. Nors tokia konstrukcija reikalauja papildomų išlaidų, bet ji atitinka ir optimizuoja visus reikalavimus, susijusius su šilumos izoliacija, triukšmo izoliacija, sandarumu orui ir vėjui. Kartais dėl statinių reikalavimų sienos vidinis sluoksnis apkalamas vertikaliomis profilinėmis lentomis.

▪ *Perdenginiai*

Tradicinei rąstinei sienai tradicinė perdanga montuojama iš medinių sijų, prie kurių tvirtinamos denginio lentos, tačiau tai netrukdo pritaikyti bet kurį kitą optimalios konstrukcijos perdangos variantą.

▪ *Denginiai*

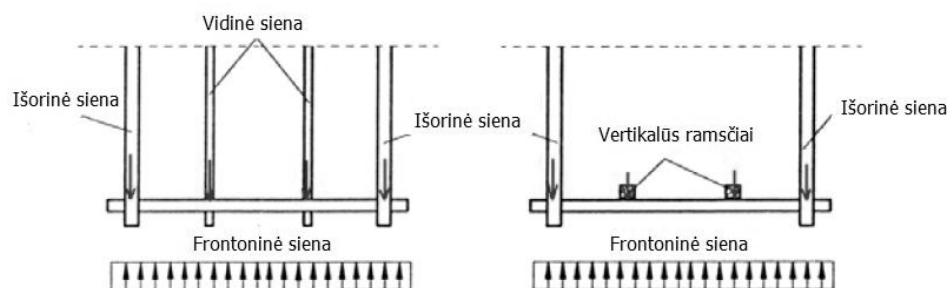
Rastinės konstrukcijos pastatų denginiai nesiskiria nuo bet kurios kitos konstrukcijos denginio. Gali būti įgyvendinami pačios įvairiausios formos stogai: šlaitiniai, valminiai, plokštieji /21/.

Sienos, į kurias remiamas stogas, laikui bėgant nusėda labiau už sienas nelaikančias šios apkrovos. Nuosėdis visuomet yra didesnis pietinėje sienoje, nes šviečianti saulė džiovina rąstus. Projektuojant pastatus reikia į tai atsižvelgti ir tinkamai orientuoti laikančias sienas. Taip pat rekomenduojama stogo apkrovą į didesnę plotą paskirstančius mūrlotus įrengti visu pastato perimetru.

▪ *Rąstinių sienų statinis įvertinimas*

Yra išskiriami trys pagrindiniai poveikiai, veikiantys sieną:

- Vertikalūs – šį apkrovimą galima vertinti kaip sienos savą svorį, svorį gaunamą nuo stogo bei perdangų – siena savo plokštumoje yra vertikaliai apkrauta.
- Horizontalūs – apkrova veikianti statmenai sienos plokštumai – vėjo spaudimas arba trauka.
- Horizontalūs poveikiai sienos plokštumoje – frontoninės sienos perduodamos vėjo traukos ir spaudimo jėgos dėl rąstų kertinių jungčių (3.37 pav.).



3.37 pav. Horizontalių apkrovų pasiskirstymas rąstinėje sienoje /22/

Visi trys poveikiai vertinami atskirai. Atsižvelgiant į koncentruotas vertikalias jėgas, priimama:

- Vienetinė apkrova perimama laisvai išdėliotose atramose.
- Vienetinė apkrova uždedama standžioje zonoje, ant dviejų sienų rąstų jungties.
- Standumas užtikrinamas prie sienos stovinčiu, su ja inkaruotu, vertikaliu kvadratinio skerspjūvio medžio ramsčiu, jei nėra vidinių rąstinių atitvarų (3.37 pav.) (dėl sienos traukimosi yra galimybė sienai judėti statmenai).

Atlikus sumažinto rąstinio modelio bandymus apkraunant jį ardančia statmena jėga, pastebėta:

- Laikomoji galia auga, kai sumažinamas atstumas tarp kerčių.
- Laikomąją galią neigiamai veikia horizontali apkrautos zonos deformacija statmenai sienos plokštumai.
- Siena suyra esant apkrovimo lygiui, kurio metu pasireiškia didelės horizontalios deformacijos statmenai sienos plokštumai.
- Viršutiniams rąstams, tiesiogiai kontaktuojantiems su apkrova, reikia atlikti minimalius skaičiavimus. Jų skerspjūvio forma turi menką reikšmę.

Horizontalūs poveikiai statmenai sienos plokštumai, remiantis bandymais, didelės įtakos sienos laikomajai galiai neturi, nes jiniai sukonzentruojama ir kertėse perduodama statmenai sujungtoms rąstinėms sienoms.

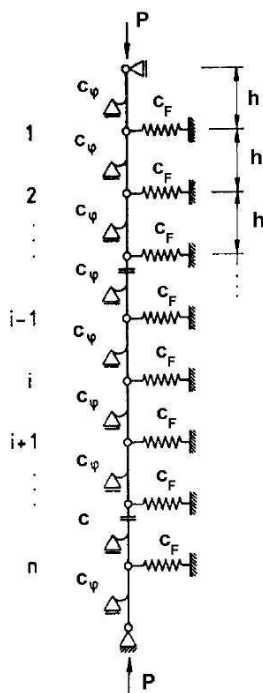
Atlikus horizontalios apkrovos sienos plokštumoje bandymus su rąstiniu modeliu, buvo nustatyti trys galimi jos irimo atvejai:

- Kol apkrova yra reliatyviai maža, ji kompensuojama trintimi tarp rąstų.
- Apkrovai augant, nugalima trintis ir šią apkrovą turi perimti rąstų kertinės jungtys. Deformacijos nedidelės ir yra beveik proporcingos horizontaliai jėgai.
- Padidinus apkrovą dar labiau, deformacijos auga nebeproporcingai.

Šie bandymų pastebėjimai taikomi ne vien tik frontoninėms sienoms, bet ir išilginėms išorinėms bei vidinėms sienoms.

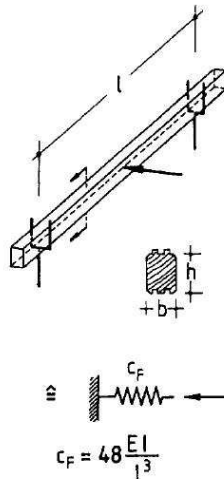
- *Vertikaliai apkrautų sienų įvertinimas (prof. Koethe 2001 metų skaičiavimo metodika)*

Skaičiavimo schemoje kiekvienas tašas (kurio aukštis h) atstoja rąstą sienos skerspjūvyje (3.38 pav.).

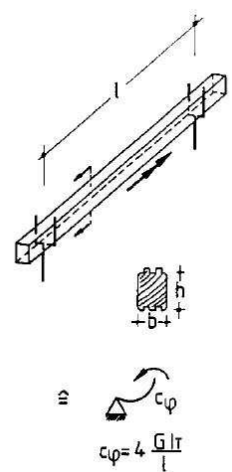


3.38 pav. Rąstinės sienos skaičiavimo schema /22/

Taškai yra standūs. Sienos be angų. Rėžiai lankstiniai. Koefficientai c_F ir c_φ riboja rąstų įlinkius ir skerspjūvio pasisukimą aplink savo horizontalią ašį atramose.



3.39 pav. Rąsto įlinkis nuo apkrovos/22/



3.40 pav. Rąsto pasisukimas /22/

■ Rąstinės sienos klupumas

Įlinkio koeficientas c_F skaičiuojamas:

$$c_F = 4 \cdot E_{II} \cdot b^3 \cdot \frac{h}{l^3}, \quad (3.14)$$

E_{II} – tamprumo modulis lygiagrečiai pluoštui, l – atstumas tarp kerčių.

Pasisukimo koeficientas c_φ skaičiuojamas:

$$c_\varphi = 4 \cdot \frac{G \cdot I_T}{l}, \quad (3.15)$$

G – tamprumo modulis lygiagrečiai pluoštui, l – atstumas tarp kerčių.

Klupdanti apkrova:

$$P_K \geq \frac{1}{4} \cdot c_F \cdot h + \frac{c_\varphi}{h} \text{ arba } P_K \geq E_{II} \cdot b^3 \cdot \frac{h^2}{l^3} + 0.8 \cdot G \cdot \frac{b^3}{l}; \quad (3.16)$$

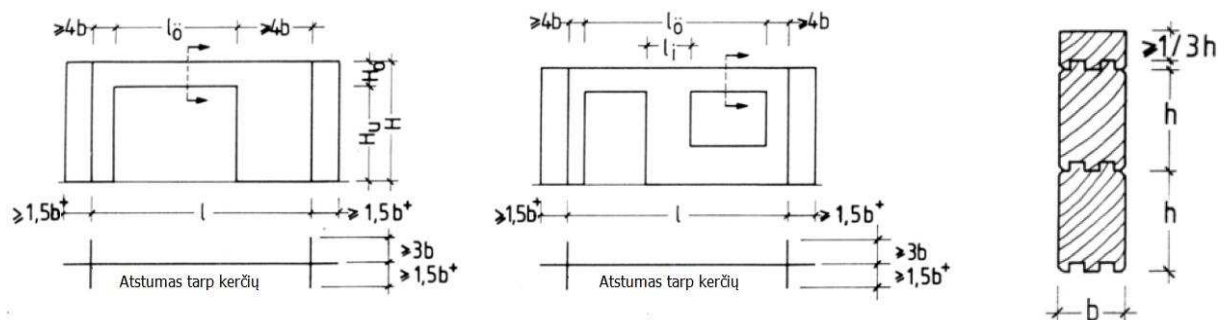
$$\text{kai } G = 0.05 E_{II}, \quad P_K \geq E_{II} \cdot \frac{b^3 \cdot h^2}{l} \left(\frac{1}{l^2} + 0.04 \right). \quad (3.17)$$

Sienose be angų leistina apkrova $l - 8 \cdot b$ zonoje sumažinama 3,5 karto:

$$P_l \geq \frac{1}{\gamma} \cdot P_K. \quad (3.18)$$

■ Sienos su angomis

Sienoje su angomis langams ar durims turi būti mažiausiai du nenutraukti rąstai per visą sienos ilgį;



3.41 pav. Rąstinė siena su angomis /22/

Sienoms su viena anga klupdanti apkrova:

$$P_K \geq \frac{1}{3.5} \left[0.8 \cdot G \cdot \frac{b^3}{l} \left(\frac{H_0}{H} + \frac{H_U}{H} \cdot \frac{l \cdot l_0}{l} \right) \right]; \quad (3.19)$$

Sienoms su dviem angom klupdanti apkrova:

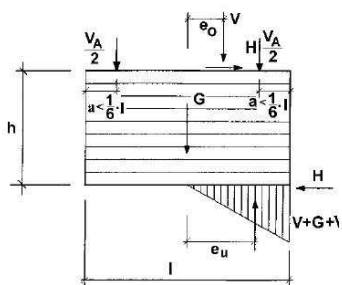
$$P_K \geq \frac{1}{3.5} \left[0.8 \cdot G \cdot \frac{b^3}{l} \left(\frac{H_0}{H} + \frac{H_U}{H} \cdot \frac{l \cdot l_0}{l} \right) + \pi^2 \cdot E \cdot \frac{l_i \cdot b^3}{48H^2} \right] \leq \frac{1}{3.5} \cdot 0.8 \cdot G \cdot \frac{b^3}{l}. \quad (3.20)$$

Leistina apkrova turi atitikti (3.18) nelygybę.

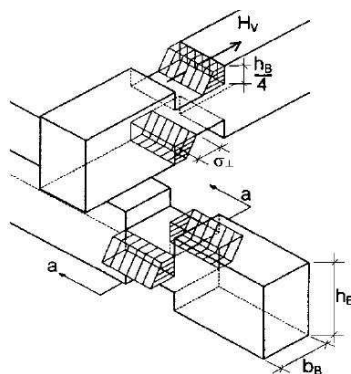
■ Horizontalios apkrovos kertėse įvertinimas

Vertinimo sąlygos:

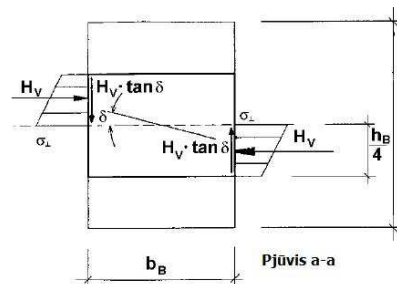
- Vieno rąsto kitam rąstui perduodamos jėgos turi būti kertėse, rąstų jungtyse.
- Sienos plokštumos su kertėmis turi būti stabilios.



3.42 pav. Rąstinė siena su veikiančiomis jėgomis /22/



3.43 pav. Įtempių išsidėstymas kertėje esant apkrovai /22/



Čia: V – sienos vertikali apkrova;

V_A – inkaravimo jėga;

G – sienos savas svoris;

H – sienos horizontali apkrova;

H_v – kertės horizontali apkrova;

$\tan \delta = \mu_1$ kertės trinties koeficientas (lygus 0,27).

Įtempių pasiskirstymas kertėje priklauso nuo santykio $k = \frac{h_B}{b_B}$ (3.21), todėl:

$$\text{■ kai } k \leq 4 \cdot \mu_1, \text{ įtempiai kertėje } \delta_{\perp} = \frac{4 \cdot H_v}{h_B \cdot b_B}; \quad (3.22)$$

$$\text{■ kai } 4 \cdot \mu_1 < k \leq 6 \cdot \mu_1, \text{ (įprasta elgsena) } \delta_{\perp} = \frac{4 \cdot H_v}{h_B \cdot b_B} \cdot 4 \cdot \left(1 - \frac{3 \cdot \mu_1}{k}\right); \quad (3.23)$$

$$\text{■ kai } 6 \cdot \mu_1 < k, \delta_{\perp} = \frac{4 \cdot H_v}{h_B \cdot b_B} \cdot \frac{k}{3 \cdot \mu_1}. \quad (3.24)$$

Šie įtempiai, (3.22), (3.23), (3.24), neturi viršyti kiekvienai medienos klasei nustatytų ribinių stiprių /22/.

3.3.2. Rąstų blokai

Pušies ar eglės rąstinės medienos sienos, kurios skersmuo yra 30 cm, varža siekia vos $1,84 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, jei naudojami siauresni rąstai (20cm) varža R yra dar mažesnė ir siekia tik $1,28 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$. Pagal dabartinius normų reikalavimus STR 2.05.01:2005 išorinės atitvaros lėstinasis šilumos

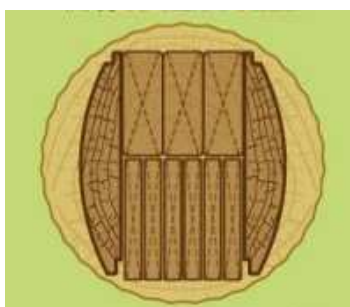
perdavimo koeficientas U turi siekti 0,2 vertę, tai atitinka $5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ atitvaros šiluminę varžą. Kad rąstinio rentinio siena atitiktų normų reikalavimus, ją reikia papildomai apšiltinti šilumos izoliacijos sluoksniu. Kai pasislepia rentinys nebelieka rąstinio namo teikiamo žavesio.

Natūraliai džiovintų rąstų sienos drėgmė siekia 15 % – 20 %, todėl suręsti jie džiūna, traukiasi, skilinėja – visa tai turi nepageidaujamų neigiamų pasekmių tiek laikančiai konstrukcijai, tiek medienos atsparumui grybeliui, tiek atitvarų sandarumui. 30 cm skersmens rąstams kertama brandi mediena, o jos panaudojimas gaunamas neefektyvus.

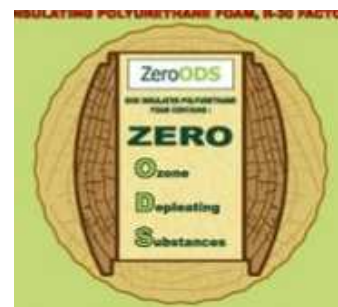
Atsižvelgiant į šiuos visus trūkumus yra pritaikoma rąstų blokų sistema. Tai fabrike surenkama rąstų blokų sumuštinio tipo konstrukcija, kurios uždara vidinė ertmė užpildoma izoliaciniu sluoksniu. Konkrečiai šiai patentuotai konstrukcijai šilumos izoliacijai naudojama dideliu slėgiu įpurškiama sustandėjanti poliuretano putos. Tai suteikia konstrukcijai sandarumo, apsaugančio nuo vėjo, šilumos nuostolio, grybelio, pelėsio bei drėgmės. Gamintojai skelbia, jog ši izoliacija skirtingai nei mineralinė vata yra nesitraukianti, nedegi, eliminuoja gaisro pavojų, mažina šiluminių tiltelių susidarymo galimybę. Rąstų blokas sujungiamas virbalinėmis jungtimis bei įtemptais lyno tipo tvirtinimais.



a.



b.



c.

3.44 pav. Rąstų bloko elementas /23/

Įprastas rąstas

Rąsto medienos panaudojimas
tašams

Modifikuoto rąsto šiltinimas

Rąstų blokams taikoma poliuretaninė putos gaminama iš sojų pupelių aliejaus bei perdirbtų plastikinių butelių. Ji neskleidžia jokių nepastovių organinių mišinių, chloro bei fluoro karbonado garų, jos sudėtyje nėra formaldehidų, baliklių /24/.

Tvirtoji, kokybiška ištraukta iš rąsto mediena panaudojama likusioms namo konstrukcijoms, nes iš šios gali būti gaminamos tiek apdailinės lentos, tiek konstrukciniai tašai laikančioms kolonoms. Gaunamas didelis vieno rąsto panaudojimo efektyvumas.

Ši konstrukcija panaudojama rąstiniais gyvenamiesiems namams, vasarnamiams, įvairioms pakelės užieigoms ir panašiai mažaaukštei bei mažaaugai statybai /23/.

3.4. Skyriaus išvados

- Medinės konstrukcijos vis tobulinamos naikinant jos trūkumus bei taikantis prie aplinkosauginių reikalavimų.
- Natūrali mediena yra jautri drėgmei – dėl jos pokyčio medis brinksta arba skilinėja. Suklijuotas sluoksniais, juos kryžminant pagal plaušą, konstrukcijos elementas tampa standesnis dėl skirtingomis kryptimis besitraukiančios medienos.
- Vientisos medienos skerspjūvio matmenys riboti, todėl jos laikomoji galia nėra didelė, palyginti su kitomis konstrukcinėmis medžiagomis. Naujuose medinių konstrukcijų sprendiniuose įvairiomis jungtimis padidinamas medienos skaičiuojamasis skerspjūvis. Jungtis turi būti standi, kad būtų galima traktuoti, jog skerspjūvis yra vienodų mechaninių savybių.
- Įprastai rąstinei konstrukcijai sunaudojama daug brandžios, didelio skerspjūvio medienos. Siekiant taupyti miško medienos išteklius, konstrukcijoms parenkama prastesnės kokybės, jaunesnė ir liaunesnė mediena, tačiau tai nesumažina pagamintos konstrukcijos laikomosios galios.
- Mažinamos statybos darbų laiko sąnaudos: statybai skirtos medinės konstrukcijos surenkamos gamykloje, sužymimos ir vežamos į statybietę, kur sumontuojamos be šlapių darbų.

4. NAUJŲ MEDINIŲ KONSTRUKCJŲ SPRENDINIŲ TAIKYMO GALIMYBĖS LIETUVOJE

Lietuvoje 1999 – 2000 metais pagal Direktyvą 89/106/EEC ir jos Aiškinamuosius raštus buvo parengti ir patvirtinti Techniniai statybos reglamentai STR2.01.01 (01-06), nurodantys ir aiškinantys esminius statinių reikalavimus, privalomus Lietuvos statytojams /25/. Šie esminiai reikalavimai formuluojami taip: mechaninis atsparumas ir stabilumas; gaisrinė sauga; higiena, sveikata ir aplinkos apsauga; eksploataavimo saugumas; apsauga nuo triukšmo, energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas.

Bet kurios kilmės (organinės ar neorganinės) medžiagos konstrukcija turi būti parinkta ir suprojektuota, vėliau pastatyta paisant šių esminių reikalavimų, kurie tikslinami STR 2 reglamentuose.

Šie Statybiniai normatyvai reikalauja, kad kiekviena konstrukcija užtikrintų savo laikomąją galią (mechaninio atsparumo ir stabilumo esminis reikalavimas) pagal pateiktas metodikas, tačiau tuo pačiu aiškių, konkrečių nuorodų skirtų įvertinti rąstų rentiniui, kuris nuo seno naudojamas Lietuvoje, literatūroje lietuvių kalba nėra. Užsienio šalyse tam atliekami medienos konstrukciniai bandymai, siūlomos juos atitinkančios skaičiavimo metodikos, o siekiant padidinti medienos laikomąją galią pateikiami vis kiti jos skerspjūvio didinimo būdai (klijavimas suformuojant įvairias formas, jungimas virbalais).

Pagal gaisrinės saugos reikalavimus kiekviena už mechaninį stabilumą atsakanti pastato dalis gaisro atveju turi pakankamą laiko kiekį išlaikyti veikiančias ir papildomai atsiradusias apkrovas, išlikti vientisa ir neprarasti izoliacinių savybių.

4.1 lentelė. Statinių gaisrinių skyrių atsparumo ugniai laipsniai /29/

Statinio atsparumo ugniai laipsnis	Gaisro apkrovos kategorija	Leidžiama statinio gaisrinio pavojingumo klasė	Statinio elementų atsparumas ugniai, ne mažesnis kaip (min.)					
			Laikančiosios konstrukcijos (išskyrus perdangas, denginius)	Nelaikančiosios sienos	Aukštų, pastogės patalpų, rūšio perdangos	Denginiai (be pastogių)	Laiptinės	
							Vidinės sienos	Laiptatakiai ir aikštelės
I	1	C0	R 120	EI 30	REI 60	RE 30	REI 120	R 60
	2	C0	R 90	EI 15	REI 45	RE 15	REI 90	R 60
	3	C1	R 60	EI 15	REI 45	RE 15	REI 60	R 45
II		C2	R 45	EI 15	REI 15	RE 15	REI 30	R 15
III		C3	Nenormuojama					

Gaisrinės saugos normatyvai skirsto statinius į kategorijas pagal jų konstrukcijų atsparumą ugniai. Kiekvieno statinio atsparumo laipsnis ugniai nustatomas pagal jo konstrukcijų degumo savybes ir jų gebėjimą išlaikyti atsparumą, stabilumą bei sandarumą tam tikrą kiekį minučių (4.1 lent.).

Apsaugos nuo triukšmo esminis reikalavimas pastato pertvaras, deginius ir perdenginius skirsto pagal garso klasių sistemą, kai reikia įvertinti jų akustines savybes. Visos vidinės vertikalios pastato plokštumos turi atitikti ore sklindančio garso klasifikatorių. Kuo šis dydis didesnis, tuo geresnė izoliacija pasiekama (4.2 lent.).

4.2 lentelė. Ore sklindančio garso izoliavimo klasifikatorius /33/

	Vidinių atitvarų garso klasė				
	A	B	C	D	E
Apsaugomos erdvės tipas	Rodiklis				
	$R'_w + C_{50-3150}$ arba $D_{nT,W} + C_{50-3150}$ (dB)	$R'_w + C_{50-3150}$ arba $D_{nT,W} + C_{50-3150}$ (dB)	R'_w arba $D_{nT,W}$ (dB)	R'_w arba $D_{nT,W}$ (dB)	R'_w arba $D_{nT,W}$ (dB)
Kambariai nuo negyvenamosios paskirties patalpų	68	63	60	55	52
Kambariai nuo šalia esančių kitų šio pastato patalpų	63	58	55	52	48
Iėjimo į butą durys	40 (A)	35 (B)	30 (C)	25 (D)	20 (E)
Bent vienas miegamasis nuo to paties buto kitų patalpų	48	44	–	–	–

Visos horizontalios vidinės pastatų plokštumos (perdangos) turi atitikti smūgio garso klasifikatorių. Šis dydis turi būti kuo mažesnis, kad užtikrintų tylią perdangą (4.3 lent.).

4.3 lentelė. Gyvenamųjų patalpų perdangų smūgio garso klasifikatorius /33/

	Perdangų garso klasė				
	A	B	C	D	E
Apsaugomos erdvės tipas	Rodiklis				
	$L'_{n,w} + C_{1,50-2500}$ (dB)	$L'_{n,w} + C_{1,50-2500}$ (dB)	$L'_{n,w}$ (dB)	$L'_{n,w}$ (dB)	$L'_{n,w}$ (dB)
Kambarių nuo pastato negyvenamosios paskirties patalpų	38	43	48	53	58
Kambarių nuo virš jų esančių kitų butų patalpų	43	48	53	58	60
Kambarių nuo bendrojo naudojimo patalpų	48	53	58	60	63
Bent vieno miegamojo nuo to paties buto kitų patalpų *	53	58	–	–	–

Taupant šiluminę energiją pastatuose mažinami jos nuostoliai per atitvaras besiribojančias su išore, apšildant papildomu medžiagų sluoksniu, nes didelis temperatūrų skirtumas viduje ir aplinkoje skatina žymų šilumos netekimą. Energijos taupymo ir šilumos išsaugojimo esminis reikalavimas reglamentuoja šilumos perdavimo koeficientą, U, kuris turi atitikti dydžius, nurodytus 4.4 lentelėje.

4.4 lentelė. Papildomai apšiltinamų iš išorės gyvenamųjų ir negyvenamųjų viešosios paskirties pastatų atitvarų šilumos perdavimo koeficiento vertės /35/

Atitvaros rūšis	Šilumos perdavimo koeficientas U , $W/(m^2 \cdot K)$
Stogai	0,20·κ
Perdangos, kurios ribojasi su išore	
Šildomų patalpų atitvaros, kurios ribojasi su gruntu	0,30·κ
Perdangos virš nešildomų rūšių ir pogrindžių	
Sienos	0,25·κ

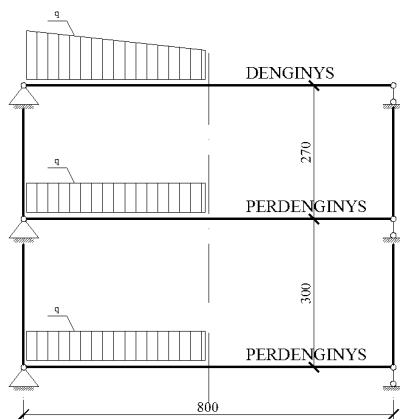
Esminiams reikalavimams higiena, sveikata ir aplinkos apsauga bei eksploatavimo saugumas, o tiksliau pagal šių reikalavimų sukonkretintas sąlygas, statinių konstrukcijos turi mažai įtakos arba visai nesisieja su nurodytomis sąlygomis. Eksploatavimo saugumas nustato, jog „statiniai turi būti suprojektuoti taip, kad juos naudojant ir prižiūrint būtų išvengta nelaimingų atsitikimų dėl paslydimo, kritimo, susidūrimo, nudegimo, užmušimo elektra, sužeidimo nuo sprogo, nepriimtinos rizikos“. Higienos, sveikatos ir aplinkos apsaugos esminis reikalavimas nustato, jog „statinys turi nekelti grėsmės jame ir šalia esantiems žmonėms, dėl kenksmingų dujų išsiskyrimo, pavojingų dalelių būvimo ore, pavojingos spinduliuotės, vandens ar dirvožemio taršos ir gyvųjų organizmų nuodijimo, {...}“. Šių reikalavimų įgyvendinimas priklauso nuo pastate vykdomos veiklos, įrengtų inžinerinių sistemų, netgi paviršių apdailinių medžiagų. Todėl toliau darbe išsamiau bus nagrinėjamas naujų medinių konstrukcijų sprendinių atitikimas mechaninio atsparumo ir stabilumo, gaisrinės saugos, apsaugos nuo triukšmo, energijos taupymo ir šilumos išsaugojimo esminiams reikalavimams.

4.1. Naujų medinių konstrukcijų sprendinių atitikimas esminiam reikalavimui – mechaninis atsparumas ir stabilumas

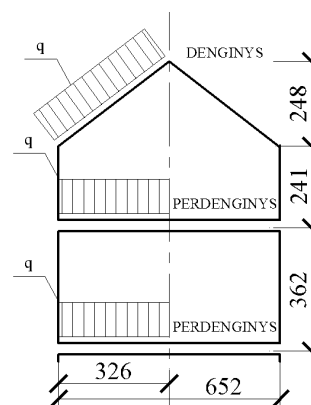
Esminiam reikalavimui dėl pastatų mechaninio atsparumo ir stabilumo, nustatančiam, jog „statiniai būtų suprojektuoti ir pastatyti taip, kad statybos ir naudojimo metu juos veikti galinčios apkrovos nesukeltų viso statinio ar jo dalies griūties, deformacijų didesnių už leistinas, žalos kitoms statinio dalims, įrenginiams ar sumontuotai įrangai dėl laikančiųjų konstrukcijų didelių deformacijų; žalos dėl įvykio, kurio padariniai yra neadekvatūs jį sukėlusiai priežastčiai“ daug įtakos turi laikančios pastato konstrukcijos. Todėl šiame skyrelyje naujų medinių konstrukcijų sprendinių atitikimas pastarąjį reikalavimą analizuojamas pasitelkiant dviejų gyvenamųjų vienbučių namų konstrukcinius sprendinius, lyginant juos su galimais medinių konstrukcijų atitikmenimis.

Šių dviejų namų konstrukciniai sprendiniai pakankamai panašūs – tiek sienų, tiek perdenginių laikanti medžiaga yra analogiška – gelžbetoninė perdanga, mūrinė siena (4.1 pav.). Abu namai statomi su rūšiais.

Projektuojant abiejų gyvenamųjų namų konstrukcijas buvo susidurta su problemomis. Dėl didelės angos ir perdangos bei denginio svorio skečiasi pirmojo namo, išorinės laikančios sienos, kurių nėra daug, nes suprojektuotos didelės langų angos. Antrojo namo, nors perdenginio sprendinys yra analogiškas, perdengiama anga mažesnė, todėl sienoms tenka mažesnė apkrova nuo jų. Atradus galimybę palengvinti horizontalias konstrukcijas, pirmajame name skėtimosi nebebūtų. Antrajame name numatytos trisluoksnės sienos su apdailinėmis plytomis išorėje – susidaro didelės rišamosios medžiagos sąnaudos bei mūrijimo darbų apimtys, kurių nebūtų sienoms panaudojus blokus, sujungiamus reljefiniais paviršiais (pvz.: *Steko* medinius blokus) arba sienos plokštę, kurios aukštis atitinka aukšto aukštį (pvz.: lentų plokštės, *LenoTec* plokštės).



Pastato I (gyvenamojo namo) skaičiavimo schema



Pastato II (gyvenamojo namo) skaičiavimo schema

4.1 pav.

Pagal STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“ skaičiuojant pastato konstrukcijas reikia įvertinti išorinius poveikius, kuriuos sudaro: nuolatiniai poveikiai, kintamieji poveikiai, atitinkamai sudaryti iš naudojimo ir trumpalaikių poveikių (sniegas, vėjas), ypatingieji poveikiai. Visi pastatai yra suskirstyti į kategorijas, kurios viena nuo kitos skiriasi jų paskirtimi, todėl įvairuoja apkrovų, kurias pastatas turi išlaikyti (šiuo atveju naudojimo apkrovų), dydžiai. Kitaip tariant, įvertinant pastatų apkrovas, tiek savojo svorio apkrovos, tiek kintamieji poveikiai gali būti vienodų skaitinių reikšmių į vieną kvadratinį metrą. Gyvenamųjų vienbučių namų (A kategorija) naudojimo apkrovos reglamente yra mažiausios ($1,5 \text{ kN/m}^2$). Abiejų pastatų konstrukciniai sprendiniai yra analogiški, išskyrus stogo, todėl gaunamos panašios apkrovų vertės į 1 m^2 , tačiau skiriasi laikančiųjų sienų aukščiai, bei perdenginių tarpataimiai: vieno namo su dvišlaičiu stogu didžiausia perdengiama anga yra 6,52 m, kito

namo – 8 m (tokios angos dažniausios viešosios paskirties pastatuose, kuriems būdingas didelis žmonių srautas). Tokio dydžio tarpatramis itin padidina apkrovų vertes į 1 m^1 . Laikančiąjai konstrukcijai tenkančios skaičiuotinės apkrovos pateikiamos 4.5 lentelėje.

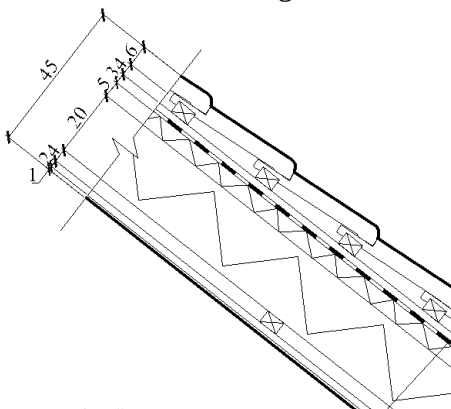
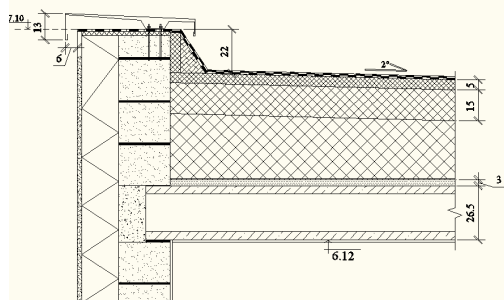
4.5 lentelė. Gyvenamųjų namų apkrovos

Gyvenamas namas I						
Laikanti atitvara	Konstrukcinis sprendinys	Nuolatinė apkrova, kN/m^2	Naudojimo apkrova, kN/m^2	Laikina apkrova		Apkrova pagal tariamai nuolatinių apkrovų derinį, kN/m^2
				Sniegas, kN/m^2	Vėjas, kN/m^2	
Stogas	<u>Gelžbetoninė kiaurymėta perdanga</u> Plokščias (2°) Svoris $3,8 \text{ kN/m}^2$	0,27	0,52	1,66	-0,62	1,55
Perdenginys	<u>Gelžbetoninė Kiaurymėta perdanga</u> Tarpatramis – 8 m Svoris $3,8 \text{ kN/m}^2$	2,11	2,7	-	-	4,00
Išilginė laikanti I aukšto siena	<u>Silikatinių plytų mūras</u> Dvisluoksnė siena Aukštis – 5,7 m Svoris $4,5 \text{ kN/m}^2$	0,48	-	-	-	9,12*
Gyvenamas namas II						
Laikanti atitvara	Konstrukcinis sprendinys	Nuolatinė apkrova, kN/m^2	Naudojimo apkrova, kN/m^2	Laikina apkrova		Apkrova pagal tariamai nuolatinių apkrovų derinį, kN/m^2
				Sniegas, kN/m^2	Vėjas, kN/m^2	
Stogas	<u>Medinės gegnės Dvišlaitis (36°)</u> Svoris $0,03 \text{ kN/m}^2$	1,68	0,52	1,66	-0,62	2,91
Perdenginys	<u>Gelžbetoninė kiaurymėta perdanga</u> Tarpatramis – 6 m Svoris $3,2 \text{ kN/m}^2$	2,11	2,7	-	-	4,00
Išilginė laikanti I aukšto siena	<u>Keraminių plytų mūras</u> Trisluoksnė siena Aukštis – 6,03 m Svoris $2,63 \text{ kN/m}^2$	2,89	-	-	-	29,5*

* Apkrovos sienai skaičiuojamos į jos tiesinį metrą (m^1)

Esami denginių sprendiniai pateikiami 4.6 lentelėje. Skiltyse „konstrukcijos aukštis“ ir „konstrukcijos svoris“ pateiktos skaitinės reikšmės atitinka laikančios medžiagos konstrukcinio skerspjūvio aukštį bei charakteristinį svorį. Į šių dydžių vertes nėra įtrauktos papildomų denginio sluoksnių svorio reikšmės. Denginių laikančias konstrukcijas veikiančios nuolatinės apkrovos, naudojimo apkrovos, laikinos apkrovos, jų derinio skaitinės reikšmės pateiktos 4.5 lentelėje.

4.6 lentelė. Esami stogų sprendiniai

Stogo konstrukcija	Denginio sluoksniai	Konstrukcijos aukštis, mm	Konstrukcijos svoris, kN/m ²
Slaitinis stogas  Gegninė konstrukcija	Keraminės čerpės Garų izoliacija Skersiniai mediniai tašai Ištisinis OSB paklotas Kieta akmenų vata Akmenų vata Medinės gegnės Skersiniai mediniai tašai Ištisinis OSB paklotas	250x100	0,03
Plokščias stogas  Gelžbetoninė kiaurymėta perdanga	PVC stogo dangą 2 sl. Kieta akmenų vata Putų polistirolas Nuolydį formuojantis putų polistirolas Garų izoliacija Išlyginamasis keramziito sluoksnis G/b kiaurymėta perdanga Lubų apdaila	265	3,8

Alternatyvūs mediniai sprendiniai pateikiami pradedant šiuo metu prieinamais Lietuvoje. Tai daugiausiai strypinė klijuota ar vientisa mediena, labiausiai tinkama karkasinei konstrukcijai. Kadangi šlaitinis stogas konstruotas iš medinių gegnių, jam alternatyvūs sprendiniai netaikomi. Perdangos medinių konstrukcijų sprendinys – sijinis, sienų – rąstinis. Lietuvoje nėra lengvai prieinami netradiciniai mediniai konstrukciniai sprendiniai, todėl kiti siūlymai dar netaikyti šalies praktikoje, tačiau išvystyti ir naudojami Vidurio Europoje.

Mediniai konstrukciniai sprendiniai kiekvienu atveju skaičiuojami pagal 4.5 lentelėje susistemintus veikiančių apkrovų dydžių duomenis. Skiltyje „apkrova pagal tariamai nuolatinę apkrovų derinį“ pateikta apkrovos reikšmė atitinkamai atitvarai be konstrukcinės, laikančios medžiagos svorio. Parenkant medinę konstrukciją, prie minėtos skilties reikšmės pridedamas jos svoris. Pastarasis dydis pateikiamas 4.7 lentelės „konstrukcijos svoris“ skiltyje. Konstrukcijos skaičiuojamos pagal šio darbo 3 skyriuje pateikiamas rekomendacijas bei atsižvelgiant į STR „Medinių konstrukcijų projektavimas“.

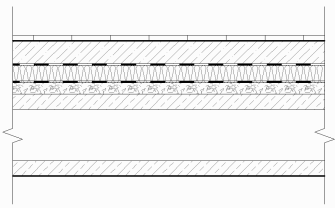
4.7 lentelė. Alternatyvūs stogo sprendiniai

Stogo konstrukcija	I gyvenamasis namas	
	Konstrukcijos aukštis, mm	Konstrukcijos svoris, kN/m ²
 Medinių klijuotų sijų perdanga (sijų išdėstymas kas 0,8 m)	150x260	0,04
 Kiautinė medinė plokštė (<i>Lignatur</i>) su medienos pluošto užpildu	240	0,43
 Lentų plokštė	180	0,95
 Kryžmai sluoksniuotos statybinės plokštės (<i>LenoTec</i>)	216	1,14

PASTABA: taikomi tik tie alternatyvūs medinių konstrukcijų sprendiniai, apie kuriuos turima pakankamai informacijos skaičiavimams atlikti.

Perdenginio laikančiąjai konstrukcijai tenkančios apkrovos didžiąją dalį sudaro naudojimo apkrovos, todėl išauga jos skaitinė reikšmė tenkanti vienam m^2 (4.5 lent.). Perdenginio laikomoji galia priklauso taip pat ir nuo perdengiamos angos. Pirmame gyvenamajame name turi būti perdengiama 8 m anga antrajame – 6,52 m.

4.8 lentelė. Esami perdenginių sprendiniai

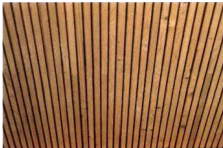
Perdenginio sluoksniai	I gyvenamasis namas		II gyvenamasis namas	
	Konstrukcijos aukštis, mm	Konstrukcijos svoris, kN/m^2	Konstrukcijos aukštis, mm	Konstrukcijos svoris, kN/m^2
Laminatas, armuotas išlyginamasis sluoksnis, kieta akmens vata, birus išlyginamasis sluoksnis, g/b kiaurymėta perdanga				
	265	3,8	220	3,2

Kiekvienu atveju skaičiuojant alternatyvias medines konstrukcijas esamai gelžbetoninei perdangai pakeisti, gauta, kad laikomoji galia perdangos konstrukciją lenkiant bei kerpant yra didelė, nevirsija nei lenkiamojo nei kerpamojo stiprių. Tačiau liaunos perdangos, atitinkančios saugos ribinį būvį, įlinkiai didesni už leistinus ir neatitinka tinkamumo ribinio būvio. Dėl pastarojo ribinio būvio alternatyvių medinių konstrukcijų naujų sprendinių skerspjūvio aukščiai padidėja keliais centimetrais (4.9 lent.).

4.9 lentelė. Alternatyvūs perdangų sprendiniai

Perdenginio konstrukcija	I gyvenamasis namas		II gyvenamasis namas	
	Konstrukcijos aukštis (skerspjūvio matmenys), mm	Konstrukcijos svoris, kN/m^2	Konstrukcijos aukštis (skerspjūvio matmenys), mm	Konstrukcijos svoris, kN/m^2
 Medinių klijuotų sijų perdanga (sijų išdėstymas kas 0,8 m)	180x340	0,084	160 x 280	0,054
 Dėžinė medinė plokštė (<i>Lignatur</i>)	220	0,54	200	0,52

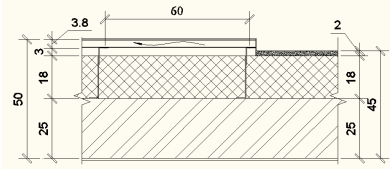
4.9 lentelės pabaiga

Perdenginio konstrukcija	I gyvenamasis namas		II gyvenamasis namas	
	Konstrukcijos aukštis (skerspjūvio matmenys), mm	Konstrukcijos svoris, kN/m^2	Konstrukcijos aukštis (skerspjūvio matmenys), mm	Konstrukcijos svoris, kN/m^2
 Lentų plokštė	180	0,95	160	0,80
 Kryžmai sluoksniuotos statybinės plokštės (<i>LenoTec</i>)	-	-	-	-

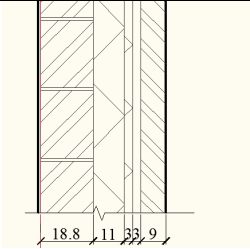
4.9 lentelės eilutėje „Medinių klijuotų sijų perdanga“ pateikti sijų skerspjūvio matmenys bei laikančios konstrukcijos m^2 svoris. Gauti dideli medinių sijų aukščiai, todėl, įrengiant perdenginio sluoksnius analogiškus pateiktiems lentelėje 4.8, išeitų didelis, palyginus su esamu gelžbetoniniu sprendiniu, visos perdangos aukštis. Todėl įrengiant sijinę perdangą, reiktų išnaudoti ertmes tarp sijų garso izoliacijai bei inžineriniams tinklams.

Nagrinėjamų vienbučių namų išorinių, laikančių, išilginių sienų apdailos sprendiniai skiriasi. Pirmojo gyvenamojo namo sienos yra dvisluoksnės, sudarytos iš laikančiojo mūro bei apšiltinimo, apdaila – tinkas. Tai yra lengvos konstrukcijos siena, nesudaranti didelių nuolatinių apkrovų (4.10 lent.). Antrojo gyvenamojo namo laikančios sienos yra trisluoksnės, t.y. be laikančiojo ir šiltinamojo sluoksnio, yra nemažą savą svorį turintis apdailinis, plytų mūro, sluoksnis (4.10 lent. pab.).

4.10 lentelė. Esami sienų sprendiniai

Sienos konstrukcija	Sienos sluoksniai	Konstrukcijos storis, mm	Konstrukcijos svoris, kN/m^2
 Silikatinė plytų mūras (dvisluoksnė siena)	Silikatinis dekoratyvus tinkas Ekstruzinis polistirolas Silikatinė plytų mūras	250	4,5

4.10 lentelės pabaiga

Sienos konstrukcija	Sienos sluoksniai	Konstrukcijos storis, mm	Konstrukcijos svoris, kN/m ²
 Keraminių blokų mūras (trislukėsnė siena)	Keraminių apdailinių plytų mūras Oro tarpas Kieta akmens vata Akmens vata Keraminių blokų mūras	188	2,6

II-ojo gyvenamojo namo sienos sudaro didesnę nuolatinę apkrovą ir sudėjus ją su perdangos bei stogo svoriu, tenkančiu į pirmo aukšto sienos tiesinį metrą m¹, gaunama, jog reikalinga didesnė laikomosios galios konstrukcija šiai sienai. Mediniai rąstai Lietuvoje dažniausiai siūlomi 18 cm – 20 cm pločio bei aukščio, o *Steko* mediniai blokai yra vienodo storio konstrukciniai gaminiai. Atliekant skaičiavimus, dėl minėtų konstrukcijų ribotų matmenų jų laikomoji galia labiausiai priklauso nuo panaudotos medienos rūšies bei klasės rąstams ar blokams gaminti. Todėl šios konstrukcijos skaičiuojamos labiau apkrautam namui jų laikomajai galiai patikrinti, tačiau taikomi abiems.

Apkrovos sienoms skaičiuojamos pagal nurodytas konstrukcijas: rąstinėms ir *Steko* blokų sienoms perdenginiai bei denginiai yra klijuotos medienos sijų (4.7 ir 4.9 lent.), lentų plokščių sienoms – lentų plokščių perdenginiai ir denginiai (4.7 ir 4.9 lent.), kryžmai sluoksniuotoms plokštėms – *Lignatur* kiautinės plokštės denginys (4.7 lent.) bei dėžinės plokštės perdenginys (4.9 lent.).

Alternatyvus konstrukcinis variantas, rąstinė siena, įvertinta pagal metodiką, pateiktą 3.3.1 skyriuje. Likusios pagal gamintojų pateiktas rekomendacijas.

4.11 lentelė. Alternatyvūs sienų sprendiniai

Sienos konstrukcija	I gyvenamasis namas		II gyvenamasis namas	
	Konstrukcijos plotis (skerspjūvio matmenys), mm	Konstrukcijos svoris, kN/m ²	Konstrukcijos plotis (skerspjūvio matmenys), mm	Konstrukcijos svoris, kN/m ²
 Vientisos medienos rąstinė siena	180 x 200	0,12	180 x 200	0,76

4.11 lentelės pabaiga

Sienos konstrukcija	I gyvenamasis namas		II gyvenamasis namas	
	Konstrukcijos plotis (skerspjūvio matmenys), mm	Konstrukcijos svoris, kN/m ²	Konstrukcijos plotis (skerspjūvio matmenys), mm	Konstrukcijos svoris, kN/m ²
 Mediniai blokai (<i>Steko</i>)	160x320x640	0,32	160x320x640	0,32
 Lentų plokštė	100	0,5	100	0,5
 Kryžmai sluoksniuotos statybinės plokštės (<i>Leno Tec</i>)	95	0,5	95	0,5

Įvertinus medinių sienų laikomąją galią šiems vienbučiams namams, išryškėja, jog nėra išnaudojama jų laikomoji galia. Didžiausia apkrova laikančiai sienai tenka nuo perdenginio. Jos skaitinę reikšmę galima padidinti dar tris kartus, kad būtų išnaudota sienos laikomoji galia, vadinasi, medinių sienų laikomoji galia yra pakankama keturių aukštų namui.

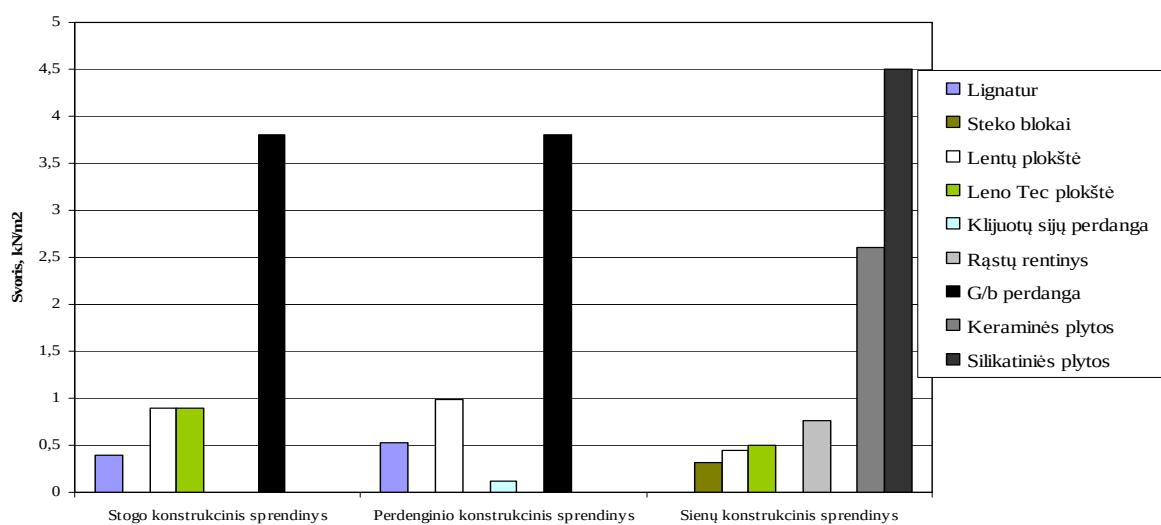
4.12 lentelėje pateikti apkrovų duomenys surinkti į labiausiai apkrautos pamato dalies tiesinį m¹. Nekonstrukcinių medžiagų svoris susideda iš nuolatinių apkrovų be konstrukcijos svorio ir naudojimo bei trumpalaikių apkrovų. Esamo konstrukcinio sprendinio apkrovos yra tik esamų konstrukcijų (g/b perdangos, mūro) nuolatinis savas svoris be trumpalaikių bei naudojimo apkrovų. Alternatyvus sprendinys – alternatyvių medinių konstrukcijų sunkiausio varianto, parinkto iš 4.11, 4.9, 4.7 lentelių, svorių suma į pamato tiesinį metrą.

4.12 lentelė. Apkrovų į tiesinį pamato metrą (m^1) vertės

	I gyvenamas namas	II gyvenamas namas
	Namo svoris į pamato m^1 , kN/m^1	Namo svoris į pamato m^1 , kN/m^1
Nekonstrukcinių medžiagų svoris	21,86	25,05
Konstrukcinių medžiagų svoris:	-	-
▪ Esamas konstrukcinis sprendinys	56,05	26,39
▪ Alternatyvus konstrukcinis sprendinys	11,93	7,29

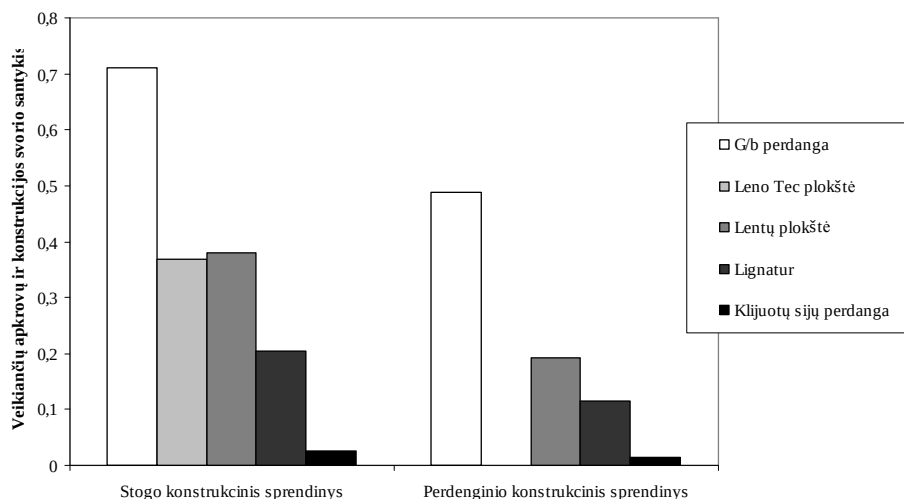
Šioje lentelėje išryškėja, jog medinis namas, laikantis tas pačias apkrovas, yra nuo 3 iki 5 kartų lengvesnis. Abu vienbučiai namai yra suprojektuoti su rūšiais, todėl namo konstrukcijos palengvinimas pamatams įtaką darytų mažą. Tačiau priklausomai nuo sklype esančių gruntų, lengvesnis namas sėstų mažiau, greičiau stabilizuotųsi. Reiktų pabrėžti, kokią didelę įtaką apkrovoms turi namo konstrukcijos iš neorganinių medžiagų (gelžbetonis, silikatinės plytų mūras), nes dėl jų savojo svorio bendra apkrova į pamatus padidėja 2 – 3 kartus. Išanalizavus abu namus, matoma, jog vien stogo konstrukcijos palengvinimas (šlaitinis medinių gegnių stogas) aiškiai sumažina apkrovas. Alternatyvių medinių konstrukcijų sunkiausio varianto savojo svorio apkrova yra dvigubai mažesnė už veikiančias apkrovas, todėl gaunama, jog medinių konstrukcijos laikančiosios galios ir jų svorio santykis yra geresnis nei esamų suprojektuotų konstrukcijų.

Po atliktos apkrovų analizės, palyginus esamus gelžbetoninius bei mūrinius sprendinius su galimais alternatyviais mediniais, didžiausias skirtumas matomas tarp pačių konstrukcinių medžiagų savųjų svorių. Gelžbetonis yra sunkesnis už medinę alternatyvą vidutiniškai 4 – 5 kartus (4.2 pav.).



4.2 pav. Konstrukcinių medžiagų svorių palyginamoji diagrama

Skaičiuojant gelžbetoninę perdangą, didžiąją dalį jos apkrovos skaitinės vertės (daugiau nei pusę) sudaro gelžbetonio svoris. Todėl išeitų, kad visų pirma gelžbetonis turi gebėti išlaikyti savo paties svorį, o likusios apkrovos prisideda maža dalimi. Medinių konstrukcijų savo svorio skirtumas palyginti su veikiančiomis apkrovomis yra mažesnis ir, jei atitvara yra perdanga, tesudaro maždaug penktadalį, o gelžbetonis – pusę. Todėl santykinis skirtumas tarp medinio perdenginio svorio ir veikiančių apkrovų yra mažesnis (4.3 pav.).



4.3 pav. Veikiančios apkrovos ir konstrukcinės medžiagos svorių santykio palyginamoji diagrama

Medinių konstrukcijų mažesnis savasis svoris, kuris yra apkrovos dalis, paaiškina, kodėl esant tam pačiam apkrovimui bei perdengiamam tarpangiui, medinės konstrukcijos skerspjūvio aukštis mažesnis nei gelžbetoninės.

4.2. Esminis reikalavimas – gaisrinė sauga

Esminis reikalavimas – gaisrinė sauga – nustato, jog „statinys būtų pastatytas ir suprojektuotas taip, kad laikančios konstrukcijos tam tikrą laiką išlaikytų jas veikiančias ir papildomai susidariusias apkrovas gaisro metu dėl aukštos temperatūros; gaisras ir dūmai negalėtų netrukdomai plisti statinyje; pastate esantys žmonės galėtų saugiai išeiti, būtų galima juos gelbėti kitomis priemonėmis; gelbėtojai galėtų saugiai dirbti.“

Šis reikalavimas konstrukcijoms reiškia, jog per gaisrą užsidegus konstrukcijai, tam tikrą laiką, skirtą evakuacijai ir gelbėjimo darbams, ji turi laikyti apkrovas. Medinių konstrukcijų laikantysis skerspjūvis degimo metu mažėja, kartu mažėja ir laikomoji galia. Palyginus medines konstrukcijas su metalinėmis bei gelžbetoninėmis konstrukcijomis, žinoma, kad medinių konstrukcijų laikomoji galia

per gaisrą mažėja lėčiausiai, ji anglėja, laikančiosios medžiagos mechaninės savybės nekinta. Neapsaugotos plieninės konstrukcijos per gaisrą temperatūrai pasiekus 500°C temperatūrai netenka 50% savo laikomosios galios – jos įlinksta, suklumpa per vidutiniškai 0,25 valandos. Analogiškai ir su gelžbetoninėmis konstrukcijomis, sumažinus arba nutraukus ryšį tarp betono ir armatūros visa konstrukcija praranda reikiamas savybes arba suyra /30/. Vienos medžiagos savybių pablogėjimas lemia visos konstrukcijos stiprumo, standumo sumažėjimą. Todėl kiekvieną konstrukcinę medžiagą saugoti nuo gaisro būtina papildomomis medžiagomis.

Statinio konstrukcijos apibūdinamos pagal jų gebėjimą gaisro metu tam tikrą laiko tarpą išlaikyti apkrovas – R, vientisumą (sandarumą) – E ir izoliacines savybes – I. 4.12 lentelėje pateikiami medinių konstrukcijų REI bei nurodomos pastabos, kokių sąlygų reikia, kad konstrukcija atitiktų šį dydį.

4.13 lentelė. Medinių konstrukcijų gaisrinės savybės

Medinė konstrukcija		Gaisrinė sauga	
		Konstrukcijos atsparumas ugniai	Pastabos
Lentų plokštė /14/		REI 30	su abipuse 12,5 mm gipskartonio plokšte
		REI 60	su abipuse 20 mm gipskartonio plokšte
		REI 90	su abipuse 30 mm gipskartonio plokšte
Profiliniai perdenginiai ir denginiai (<i>Lignatur</i>) /15/	Dežiniai ir plokštiniai profiliniai elementai	REI30	kai h_{konstr} – 120-140
		REI60	kai h_{konstr} –160-320
	Kiautinis profiliuotis	REI30	-
Kryžmai sluoksniuotos statybinės plokštės (<i>Leno Tec</i>) /16/		REI 30	su abipuse 12,5 mm gipskartonio plokšte
		REI 60	su abipuse 20 mm gipskartonio plokšte
		REI 90	su abipuse 30 mm gipskartonio plokšte
Mediniai blokai (<i>Steko</i>) /19/		REI30	
		REI90	Su betono užpildu blokų viduje

Pagal STR 2.01.04:2004 statybos produktų degumo klasifikavimą, medienos statybos produktai priklauso D – s2, d0 klasei. Iššifravus žymėjimus tai reikštų, jog medinės konstrukcijos esti degios, tačiau sunkiai užsiliepsnojančios, degdamos išskiria dūmų, bet nesusidaro degančių dalelių. Panaudojus

papildomas apsaugines medžiagas, ištepęs antipirenais, pasiekama B-s1 (sunkiai degi, mažai dūmų degimo metu išskirianti) degumo klasė, todėl padidėja užsiliepsnojimo temperatūra.

STR 2.02.01:2004 „Gyvenamieji pastatai“ reglamentuoja, jog I, II atsparumo ugniai pastatų E, F degumo klasės (degios ir vidutiniškai bei lengvai užsiliepsnojančios) laikančiosios konstrukcijos turi būti apdorotos atsparumą ugniai didinančiais statybos produktais, užtikrinant ne mažesnę kaip B degumo klasę. Vadinasi, griežto apribojimo naudoti medines konstrukcijas gyvenamiesiems namams, atsižvelgiant į jų degumą, nėra.

Bendraisiais tyrimais nustatyta, kad mediena užsiliepsnoja, jei temperatūra pasiekia 260° C; jei temperatūra 300° C, medienos anglėjimo greitis yra 0,5-0,6 mm/min /31/. Žinant šį dydį, galima dirbtinai padidinti statinius reikalavimus atitinkantį laikantį skerspjuvį, todėl gaisrinė sauga padidėja.

4.3. Esminis reikalavimas – apsauga nuo triukšmo

Pagal apsaugos nuo triukšmo esminį reikalavimą „statinys turi būti suprojektuotas ir pastatytas taip, kad jame ir šalia jo esančių žmonių girdimo triukšmo lygis nekeltų grėsmės jų sveikatai ir atitiktų jų darbui, poilsiui bei miegui būtinas komfortines aplinkos sąlygas.“ Tai reiškia, kad pastatas turi būti izoliuotas nuo už jo ribų spinduliuojamo triukšmo, nuo triukšmo, sklindančio iš gretimų patalpų, smūgio triukšmo, kurį perduoda pastato konstrukcijos, įrenginių triukšmo, sklindančio oru, perteklinio aidėjimo triukšmo.

Pastatuose galima apibendrintai išskirti triukšmo tipus: tai triukšmas sklindantis oru (pvz.: žmonių balsai kitose patalpose, įrenginių garsai) bei smūgio triukšmas, perduodamas per horizontalias konstrukcijas. Apsauga nuo orinio ir smūgio triukšmo suteikiama pakankama izoliacija tarp patalpų pertvarų. Apsaugos nuo triukšmo reglamente yra nurodytas tiek smūginio, tiek orinio garso klasifikatorius, suskirstytas į atitinkamas klases (A, B, C, D, E) pagal atitvarų bei perdangų sugebėjimą slopinti sklindantį garsą. Grynų medinės konstrukcijos, kaip grynų gelžbetoninės ar mūrinės konstrukcijos daugiausia atitinka D, E garso klases (4.13 lent.), reiškiančias nepakankamą akustinį komfortą arba iš viso nepatenka į klasifikatorių. Todėl visas konstrukcijas reikia papildomai dengti medžiagomis, kurios padėtų slopinti triukšmą.

Pagal STR 2.02.01:2004 „Gyvenamieji pastatai“ naujai projektuojamų, rekonstruojamų ar kapitaliai remontuojamų dvibučių, daugiabučių, sublokuotų pastatų vidaus aplinkos garso klasė turi būti nemažesnė nei C, vienbučių pastatų garso klasė gali būti projektuojama užsakovo pageidavimu, bet nemažesnė kaip E.

4.14 lentelė. Medinių konstrukcijų garso izoliavimo savybės

Medinė konstrukcija	Apsauga nuo triukšmo			
	Pastabos	Smūgio garso izoliavimo rodiklis	Oro garso izoliavimo rodiklis	Akustinio komforto klasė
		$L'_{n,w}, \text{dB}$	R'_w, dB	A, B, C, D, E
Dežiniai ir plokštiniai profiliniai elementai (<i>Lignatur</i>) /15/	be priedų	67	49	-
	su 45 kg/m ³ užpildu	56	57	C
	su 90 kg/m ³ užpildu	52	61	B
Lentų plokštė /14/	be priedų	78	-	-
	su 2...5 cm izoliaciniu sluoksniu	67	48	-
	su 3 cm izoliaciniu sluoksniu ir 5 cm g/b sluoksniu	56	63	B-C
Kryžmai sluoksniuotos statybinės plokštės (<i>Leno Tec</i>) /16/	-	61	53	D
Mediniai blokai (<i>Steko</i>) /19/	be priedų	-	31	-
	su celiuliozės pluošto užpildu	-	33	-
	su kvarcinio smėlio užpildu	-	>48	E

Vertinant konstrukcijos oro garso izoliaciją, kuo rodiklio R_w reikšmė didesnė, tuo izoliacija geresnė, smūginiam garsui atvirkščiai – izoliacija tuo geresnė, kuo rodiklis $L_{n,w}$ mažesnis. Norint pagerinti medinių pertvarų garsinę izoliaciją, jos dengiamos gipso kartono plokštėmis su oro tarpu, taip išgaunant „masės – spyruoklės – masės“ sistemą, kur oras veikiamas garso bangų vibruoja. Šios sistemos garsinės izoliacijos savybės galima dar labiau pagerinti pakeitus „spyruoklės“ savybes, t.y. oro tarpą pripildyti pluoštinėmis medžiagomis, kuriose susidarant trinčiai geriau slopsta garso bangos.

Veikiant smūgio garsui sunki konstrukcija vibruoja mažiau už lengvą, nes šiuo atveju daugiausia įtakos turi konstrukcijos kietumas, todėl daug kam girdėtas yra faktas, jog medinės konstrukcijos triukšmingos. Tai išsprendžiama įrengiant juodgrindes, naudojant kelių sluoksnių konstrukciją (pakabinamos lubos), naudojant plaukiojančią grindų konstrukciją, naudojant elastingas dangas (kilimas).

Kitas su triukšmu susijęs veiksnys yra aidėjimas. Reglamentai riboja gyvenamųjų pastatų tik bendrojo naudojimo patalpas (koridoriai, holai, laiptinės), kuriose, norint pasiekti C garso klasę, aidėjimas neturi būti ilgesnis kaip 1,3 sekundės /31/.

Nuo kietų ir lygių paviršių garsas atspindi kelis kartus, kol jo mechaninės bangos nuslopsta, o atspindėjimas ir yra girdimas aidas. Gyvenamose patalpose su kietomis, lygių plokštumų apdailomis šis efektas gali būti varginantis, todėl dėl didesnio komforto imamasi prevencinių priemonių. Jei apdailai panaudotas medinių konstrukcijų apdirbtas vidinis paviršius, garso atspindėjimą slopinančios priemonės apima daugiausia paviršiaus perforaciją (4.4 pav.).



Miegamojo patalpa su akustiką gerinančiais apdailiniais mediniais paviršiais /15/



Paviršiaus perforavimo pavyzdys /15/



Akustinis lentų plokščių profiliuotis /14/

4.4 pav. Garso atspindėjimą slopinančios priemonės

4.4. Esminis reikalavimas – energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas

Šis esminis pastatų reikalavimas sako, jog „statinys bei jo inžinerinės sistemos turi būti suprojektuoti bei pastatyti taip, kad juos naudojant būtų kuo mažesnės energijos sąnaudos, atsižvelgiant į vietovės klimatinės sąlygas ir pastato naudotojų reikmes.“ Vienas iš rodiklių, nuo kurio priklauso energijos naudojimo efektyvumas, yra statinio atitvarų šilumos izoliacinės savybės: gebėjimas „stabdyti“ šilumos srautą, einantį per atitvarą. Todėl atitvaroms naudojamų statybinių produktų šiluminė varža ribojama. Šis dydis per pastaruosius du dešimtmečius buvo didintas net kelis kartus, dabar siekia $5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ sienoms, $6,25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ stogams. Be presuotų šiaudų blokų ($0,45 - 0,55$ metro storio blokų varža yra $8 - 10 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$), daugiau jokia gryna konstrukcinė medžiaga neturi tokios

didelės šilumos varžos reikšmės, lyginant su skerspjūvio pločiu, todėl visos išorinės atitvaros turi būti izoliuojamos nuo šalčio, vyraujančio išorėje šildymo sezono metu bei kaitros – šiltuoju metų laiku.

Šiuo atžvilgiu galima medžiagas suskirstyti į tokias: medžiagas, kurias panaudojus statybose reiks daugiau šiltinamojo sluoksnio, ir į medžiagas, kurias izoliuoti reiks plonesniu šiluminiu sluoksniu. Projektinis šilumos laidumo koeficientas yra atvirkštinis dydis varžai ir esti pastovus, nepriklausomas nuo medžiagos sluoksnio storio. Kuo jis mažesnis, tuo geresnės medžiagos šiluminės savybės. Įvairaus tipo neorganinio mūro šis dydis svyruoja nuo 0,57 iki 2,65 W/(m·K), o medienos yra 0.13 W/(m·K) (4.14 lent.).

4.15 lentelė. Medinių konstrukcijų šilumos izoliavimo savybės

Medinė konstrukcija	Šiluminės savybės		
	Projektinis šilumos laidumo koeficientas	Konstrukcijos storis	Šilumos varža
	$\lambda_{ds}, W/(m \cdot K)$	d, mm	$R, m^2 \cdot K/W$
Kiautinė medinė plokštė (<i>Lignatur</i>) su medienos plaušu /15/	0,054	200	3,70
		240	4,54
Dėžinė medinė plokštė (<i>Lignatur</i>) /15/	0,13	120	0,87
		320	1,09
Plokščiųjų medinių elementų plokštė (<i>Lignatur</i>) /15/		120	1,07
		320	1,14
Kryžmai sluoksniuotos statybinės plokštės (<i>Leno Tec</i>) /16/		51	0,39
		297	2,28
Lentų plokštės /14/		120	0,92
		240	1,85
Mediniai blokai (<i>Steko</i>) su celiuliozės užpildu /19/		160	2,38

Standartinės 25 cm pločio mūro sienos varža siekia 0,25 m²·K/W, standartinio 20 cm skersmens rąsto – 1,54 m²·K/W. Galima teigti, kad medienos šiluminės savybės yra viena iš priežasčių, dėl kurios Vidurio Europoje į medieną pradėta žiūrėti, kaip į inžinerinę statybinę perspektyvią medžiagą, suteikiančią galimybę sutaupyti investuojant į mažai energijos vartojančius, pasyvius, nulinės emisijos namus.

Didesnį komfortą gyvenant mediniame name suteikia ir tai, jog medis nėra inertiška medžiaga, dėl to sienos paviršiaus temperatūra būna artima patalpos temperatūrai, ant jos nesikaupia vandens garų kondensatas.

4.5. Gamtai draugiškos medinės konstrukcijos

Pastaruoju metu pradedama skatinti galvoti apie kiekvieną sunaudotą energijos vienetą, vertinti ir efektyvinti jo eikvojimą, nes pagrindiniai energijos (nafta, dujos) ištekliai baigia išsekti, o jų pernelyg gausus naudojimas užteršti gyvenamąją aplinką, kuri žmogui tampa priešiška, kenksminga. Statybos su šiuo efektu yra glaudžiai susijusios, nes daugiau kaip 40 procentų visos ES energijos yra suvartojama pastatuose. Be to, šis galutinio vartojimo sektorius išskiria 36 procentus visos CO₂ emisijos.

ES Taryba 2009 metais gruodžio mėnesį priėmė pastatų energijos efektyvumo Direktyvos (EPBD) pataisas, pagal kurias numatyta sutaupyti daugiau kaip 60 Mt/metus energijos iki 2020 m (5-6% ES visos energijos). Nuo 2018 metų viešos paskirties, o nuo 2020 metų ir apskritai visi naujai statomi pastatai turės tapti nulinių energijos sąnaudų pastatais. Taigi visos medžiagos, kurias bus ketinama panaudoti statybose, nuo jų gamybos pradžios iki vartojimo pabaigos turės suvartoti energijos minimumą arba kitais žodžiais tariant būti ekologiškomis.

Tarša – panaudotos energijos šalutiniai produktai, sukeliantys šiltnamio efektą, kurių pagrindinė sudedamoji dalis – anglies dioksidas. Jis kaip šiltnamio plėvelė, praleidžia saulės radiaciją, bet sugeria infraraudonuosius (šildančius) spindulius dėl to kyla temperatūra žemėje. Aplinkai kenkia ir metano dujos, azoto suboksida, freonai, kurių didžiausi emisijos šaltiniai yra energetika, tiksliau – organinio kuro deginimas, tropinių miškų kirtimas. Europos pastatuose du trečdaliai sunaudojamos energijos, t. y. didžioji dalis, tenka gyvenamiesiems pastatams. Tiek energijos suvartojama vien tik pastatų eksploatavimo laikotarpiu. Nėgana to, energijos sunaudojama ir statybinių žaliavų gavybai – medienai miškuose kirsti, smėliui karjeruose kasti; medžiagų gamybai – plytų kepinimui, betono maišymui, geležies lydymui; transportavimui – medžiagoms atvežti į statybų aikštelę, montavimui – statybiniais kranais užkelti konstrukciją į reikiamą aukštą, galiausiai energijos suvartojama ir per paskutinę stadiją, kai pastato konstrukcijos yra išardomos. Griauti pastatui reikia didelės griaunamosios energijos, o išverstos statybinės šiukšlės yra beveik neperdirbamos ir sunkiai panaudojamos dar sykį, todėl yra laidojamos po žeme. Taigi energija ir medžiagos naudojamos kiekvienu minėtu pastato būvio laikotarpiu ir visai šiais ciklais pastatas smarkiai teršia aplinką suvartotos energijos atliekomis. Apibendrintai pastatams statyti sunaudojamų medžiagų gavybai, gamybai, transportavimui, montavimui, eksploatavimui bei ardymui reikalinga energija yra vadinama įkūnytąja energija. Kad būtų pradėti taupyti šios energijos kiekiai, statant, planuojant statyti, eksploatuojant ir baigus eksploatavimą reikia laikytis tam tikrų principų:

1. naudoti vietines statybines medžiagas;
2. projektuoti pastatą taip ir naudoti tokias statybines medžiagas, kad jį būtų lengvą tiek sumontuoti, tiek išardyti, o tam naudotus elementus perdirbti arba panaudoti dar kartą;
3. mažinti medžiagų pervežimo atstumus;
4. taupiai naudoti medžiagas ir priemones;
5. atsižvelgti, ar naudojamos medžiagos nėra toksiškos, neskleidžia pavojingų dujų emisijos /34/.

Nuo prabangios architektūros įspūdžio sukurto nevietinėmis, brangiomis medžiagomis, natūraliai nebūdingomis Lietuvos regionui, ateityje (iki 2020 metų) turėtų būti einama link saikingumo bei natūralaus grožio sukurto vietinėmis, lengvai prieinamomis medžiagomis. Lietuvoje šios medžiagos yra mediena, šiaudai, molis.

Mediena yra tradicinė, lengvai prieinama, natūrali, ekologiška, atsinaujinanti medžiaga Lietuvoje. Panaudota pastatų konstrukcijoms, o ne kaip organinis kuras, neteršia aplinkos, nes neskleidžia anglies dvideginio emisijos. Ją lengva apdirbti ir montuoti, turi pakankamą laikomąją galią ne vien gyvenamiesiems, sodybiniams namams. Vidurio Europoje jos plačiai taikomos edukacinės, gydymo, biurų, ūkinės, pramoninės paskirties pastatų statybai. Baigus eksploatavimo ciklą yra lengvai išmontuojama, perdirbama ir panaudojama dar sykį.

4.6. Skyriaus išvados

- Taikant alternatyvius medinius konstrukcinius sprendinius vienbučiams namams pagal esminį reikalavimą „Mechaninis atsparumas ir stabilumas“ gauta, kad tiek nauji, tiek įprasti Lietuvoje medinių konstrukcijų sprendiniai gali pakeisti esamus gelžbetoninius bei mūrinius sprendinius, nes jų laikomoji galia pakankama.
- Taikant medinius perdenginius analizuojamiems pastatams gauta, jog veikiančias apkrovas jos laiko su didele atsarga, tačiau įlinksta daugiau nei leidžiama reglamentuose, todėl laikantysis skerspjūvis turėjo būti didinamas, kad atitiktų tinkamumo ribinį būvį.
- Dviejų aukštų vienbučiuose naujų medinių konstrukcijų sprendinių sienų laikomoji galia taip pat nėra visiškai išnaudojama. Veikiančias apkrovas galima didinti dar 2 kartus, vadinasi, medinių sienų laikomoji galia pakankama 4 aukštų pastatams.
- Palyginus analizuotų gyvenamųjų vienbučių esamus konstrukcinius sprendinius bei galimus alternatyvius gauta, jog pagal veikiančias apkrovas medinis alternatyvus sprendinys būtų racionalesnis pagal konstrukcinės medžiagos laikomosios galios ir jos savo svorio santykį 50 %.

- Pagal gaisrinės saugos esminį reikalavimą grynų medinių konstrukcijų geba išlaikyti apkrovas, vientisumą ir izoliacines savybes per gaisrą yra per mažos ir neatitinka I ir II statinio atsparumo ugniai laipsnio. Medinės konstrukcijos kaip ir visos kitos šiems laipsniams pasiekti dengiamos papildomomis medžiagomis.
- Neapdengtos papildomomis medžiagomis, grynų medinės konstrukcijos atitinka esminio reikalavimo „Apsauga nuo triukšmo“ reglamentuojamas akustinio komforto klases, nes vienbučiui namui akustinio komforto klasė gali būti minimali.
- Medienos šilumos izoliacijos savybės, palyginti su konstrukcinėmis neorganinės kilmės medžiagomis, yra kelis kartus geresnės, tačiau per mažos, kad be papildomų medžiagų atitiktų esminio reikalavimo „Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas“ nuostatas.
- Atsižvelgiant į būsimus reikalavimus pastatams visuose gyvavimo cikluose sumažinti energijos eikvojimą, viena iš tinkamų medžiagų konstrukcijoms Lietuvoje būtų mediena.

IŠVADOS

- Istoriskai yra susiklostę šie pagrindiniai medinių konstrukcijų tipai: pamatai (ant medinių polių pakelti nameliai polinėse gyvenvietėse), sienos (stulpinės, rąstinės, karkasinės pastatų sienos), denginiai (Klaipėdos fachverko statinio „Dramblio sandėlis“ lentelių tinklo stogo konstrukcija, gegninės stogo konstrukcijos). Nuo seno mediena buvo universali statybinė medžiaga, tačiau dabar ji nebenaudojama pamatams.
- Lietuvoje labiausiai išplitusi rąstinė medinė statyba, tačiau pastatai statomi ir iš medinio karkaso. Akcentuojama greita pastarųjų namų statyba bei galimybė lanksčiai kurti erdves. Rąstinė konstrukcija labiau taikoma tradicinei architektūrai kaimo vietovėse.
- Europos šalyse medinėms konstrukcijoms teikiama pirmenybė dėl jos estetinių savybių, gebos izoliuoti šilumą, pakankamos laikomosios galios ir ekologiškumo.
- Naujų medinių konstrukcijų sprendinių laikomoji galia yra didesnė nei vientisos medienos, nes yra galimybė didinti konstrukcijos skerspjūvį standžiomis jungtimis iš virbalų (lentų plokštės, *Palisadio* plokštės) ar klijuojant (*Lignatur* plokštės), todėl skerspjūvis dirba kaip vientisa medžiaga.
- Pritaikius realizuojamiems vienbučiams gyvenamiesiems pastatams alternatyvias medines konstrukcijas, konstrukcinės medžiagos laikomosios galios ir jos savo svorio santykis būtų gautas 50 % geresnis.
- Įvertinus naujų medinių konstrukcijų laikomąją galią pagal vienbučiuose pastatuose veikiančias apkrovas paaiškėjo, jog dėl naudojimo apkrovų ir riboto naujų medinių konstrukcijų sprendinių skerspjūvių sortimento medinės horizontalios atitvaros esti optimalios iki vidutiniškai 6,5 m dengiamo tarpsnio, tačiau galimi sprendiniai siekia 12 m (*Lignatur* kiaurymėtosios plokštės).
- Po atliktos apkrovų gyvenamiesiems pastatams analizės išryškėjo, jog naujų medinių konstrukcijų sprendinių taikytų sienoms laikomoji galia pakankama 4 aukštų pastatams, kurių naudojimo kategorijos yra A, B, C1 ir C2.
- Pagal esminius statinio reikalavimus skirtus vienbučiams gyvenamiesiems namams, medinės konstrukcijos be priedų atitinka saugos nuo gaisro ir garso izoliavimo reikalavimus, tačiau šilumos izoliavimo savybės yra per mažos, todėl konstrukcijos turi būti apšiltinamos papildomomis medžiagomis.
- Mediena yra vietinė atsinaujinanti statybinė žaliava, todėl turėtų būti daugiau naudojama Lietuvoje statyboms siekiant mažinti energijos vartojimą, nes ją atvežti į statybos aikštelę ir apdirbti bei

sumontuoti reikia mažiau energetinių išteklių. Pasibaigus eksploatacijai, mediena gali būti perdirbama ar panaudojama dar kartą.

LITERATŪRA

1. Bertašiūtė R. 2005 m. *Namų statybos raida* [interaktyvus] Vilnius [žiūrėta 2009 m. balandžio 20 d.]. Prieiga per internetą: < <http://www.klasteris.lt/is.php?modulioid=309&id=1>>.
2. Minkevičius J., Baršauskas J. et al. 1987 m. *Lietuvos architektūros istorija. Nuo seniausių laikų iki XVII a. vidurio/I*. Vilnius: Mokslas. psl. 9-11.
3. 2005 m. *The History and Construction of Medieval Timber-Framed Houses in England and Wales* [online] London [cited May 12 2009]. Available from internet: < <http://www.today.plus.com/houses/>>.
4. Girininkas A. 2005 m. *Žemaitiškės antroji polinė gyvenvietė*. Vilnius: Lietuvos istorijos institutas.
5. Kitkauskas N. 1989 m. *Vilniaus pilys, statyba ir architektūra*. Vilnius: Mokslas. psl. 69, 70.
6. *Vilniaus senojo vandentiekio vandenvietės* [interaktyvus] Vilnius [žiūrėta 2010 balandžio 23 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.vv.lt/lt/apie/istorija/vandenvietes/?>>.
7. Bachitovas J., Frankas K. et al 2004 m. *Klaipėdos fachverkas*. Klaipėda: Libra Memelensis. Psl. 5, 6, 7, 8, 11.
8. Nakas A., Gajauskas J., Preikšaitis M. 1992 m. *Civilinių pastatų konstrukcijos*. Vilnius: Mokslas. psl. 64.
9. *Konstrukcija, rąstinių namų priežiūra* [interaktyvus] Kaunas [žiūrėta 2010 kovo 14 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.rastiniainamai.lt/konstrukcija/>>.
10. *Mediena* [interaktyvus] Klaipėda [žiūrėta 2010 kovo 14 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.masoma.lt/Mediena>>.
11. *Svarbiausi rąstinių namų konstrukcijų aspektai* [interaktyvus] Gargždai [žiūrėta 2010 kovo 14 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.dolena.lt>>.
12. Šešelgis K., Baršauskas J., Čerbulėnas K., Kleinas M. 1965 m. *Lietuvių liaudies architektūra. Kaimo gyvenvietės ir gyvenamieji namai I*. Vilnius: Mintis. psl. 44 – 52.
13. *Karkasiniai namai* [interaktyvus] Vilnius [žiūrėta 2010 kovo 14 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.klasteris.lt/is.php?modulioid=319&id=1>>.
14. *Brettstapelbauweise Informationsdienst Holz* [online] Iserloh, Düsseldorf [cited 16 March 2010] Available from internet: < <http://www.google.lt/search?hl=lt&client=firefox-a&hs=A1I&rls=org.mozilla:lt:official&ei=pTvVS-KmApOJOMvcxK4O&sa=X&oi=spell&resnum=0&ct=result&cd=1&ved=0CAUQBSgA&q=Informationsdienst+Holz+Brett+Stapelbauweise&spell=1>>.

15. *Lignatur workbook, 6th edition* [online] Waldstatt [cited 15 March 2010]. Available from internet: < http://www.lignatur.ch/planung_workbook.html>.
16. *Cross laminated structural timber panels* [online] Aichnach, Germany [cited March 15 2010] Available from internet: < <http://www.finnforest.de/produkte/lento/Pages/Default.aspx>>.
17. *Palisadio® – wood construction technology for people with a vision* [online] Germany [cited March 15 2010]. Available from internet: < www.palisadio.de/www.palisadio.ch>.
18. *Palisadio – innovativer Holzbau mit soziale Dimension* [online] Universität Stuttgart, Institut für Konstruktion und Entwurf, Pfaffenwaldring, Stuttgart. Im Internet verfügbar: < <http://www.harrer-ing.de/index.php?position=projekte/palisadio/> >.
19. *Steko – bausteine für ihre Ideen* [online] Attelwil Schweiz [cited March 16 2010] Im Internet verfügbar: < http://www.steko.ch/download-files/STEKO_Systembeschreibung.pdf>.
20. *Steko system parts* [online] Switzerland [cited March 2010 17 2010]. Available from internet: <http://www.steko.ch/EN/systemteile_en.html>.
21. Teetz W., et al. 1996 m. *Das Wohnblockhaus, Informationsdienst Holz*. München.
22. L. Mähler, et al. 2001 m. *Holzhauser Blockbauweise*. München.
23. *The evolution of the log house* [online] Canada [cited February 23 2009] Available from internet: <<http://www.timberblock.com/log-houses-cabins-timber-homes-spec-id-6-lang-en.html>>.
24. *Protection of the ozone layer* [online] Belgium [cited February 23 2009]. Available from internet: <http://ec.europa.eu/environment/contact/contact_en.htm>.
25. Vainiūnas, P. 2005. *Statybos proceso teisinio ir techninio reglamentavimo pagrindai*, Vilnius: Technika, psl. 103-104.
26. STR 2.01.01(1):2005 Esminis statinio reikalavimas. “Mechaninis atsparumas ir pastovumas”. 2005-09-21 įsakymas Nr. D1-455 (Žin., 2005, Nr. 115-4195).
27. STR 2.01.01(2):1999 Esminiai statinio reikalavimai. Gaisrinė sauga. 1999 12 27 AM įsakymas Nr. 422 (Žin., 2000, Nr. 17-424).
28. STR 2.01.04:2004 aktuali redakcija. Gaisrinė sauga. Pagrindiniai reikalavimai 2003-12-24 įsakymas Nr. 704 (Žin., 2004, Nr. 23-720).
29. Gelčys J. *Gaisro temperatūrų įtaka gniuždomų gelžbetoninių konstrukcijų stiprio vertinimui*. Konferencijos vykusios 2008 m. balandžio 2-4 d. medžiaga. Vilnius Technika 2008 m. p. 158-167.
30. Lipinskas D. *Gaisro kilimo vietos nustatymas pagal medinių konstrukcijų apanglėjimą*. Daktaro disertacija. Vilnius, 2006 m. p. 9.
31. STR 2.01.01(5):2008 Esminis statinio reikalavimas. Apsauga nuo triukšmo. 2008-03-12 įsakymas Nr. D1-132 (Žin., 2008., Nr. 35-1256).

32. STR 2.01.07:2003 aktuali redakcija. Pastatų vidaus ir išorės aplinkos apsauga nuo triukšmo. 2003 07 17AM įsakymas Nr. 387 (Žin. 2003, Nr. 79 - 3614).
33. STR 2.01.01(6):2008 Esminis statinio reikalavimas. Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas. 2008-03-12 įsakymas Nr. D1-131 (Žin., 2008., Nr. 35-1255).
34. STR 2.05.01:2005 Pastatų atitvarų šiluminė technika. 2008-10-27 įsakymas Nr. D1-571 (Žin., 2008, Nr. 130-4997)
35. *Žingsnis link pastatų efektyvumo Europoje* [interaktyvus] Vilnius [žiūrėta 2010 vasario 19 d.]. Prieiga per internetą: <http://sildymas.danfoss.com/xxNewsx/857e474f-63fa-4412-a64b-9ef8e1787ab0_CNP1.html>.
36. Gurskis V., Heizmannas M., *et al.* 2008 m. *Efektyvaus energijos vartojimo pastatuose vadovas* Vilnius: Lietuvos Respublikos ūkio ministerija psl. 3-8.