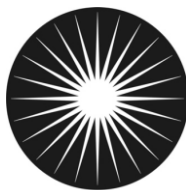


ŠIAULIŲ VALSTYBINĖ KOLEGIJA

STATYBINIŲ MEDŽIAGŲ
LABORATORINIŲ DARBŲ
METODINIAI NURODYMAI



ŠIAULIŲ
VALSTYBINĖ
KOLEGIJA

Šiauliai, 2021

Aprobuota Šiaulių valstybinės kolegijos Verslo ir technologijų fakulteto tarybos posėdyje, vykusiame 2021 m. kovo 10 d. (protokolo Nr. VT4-3).

Statybinių medžiagų dalykas Šiaulių valstybinės kolegijos vykdomoje *Statybos* studijų programoje dėstomas pirmame ir antrame semestruose. Šie statybinių medžiagų laboratorinių darbų metodiniai nurodymai skirti pirmojo semestro temoms ir atitinka teorinių paskaitų turinį.

Sudarytoja dr. Loreta Kelpšienė

Recenzentės:

Jovita Kaupienė (Panevėžio kolegija)

Edita Mockienė (Šiaulių valstybinė kolegija)

Kalbos redaktorė – Silvija Papaurėlytė-Klovienė

Leidinio bibliografinė informacija pateikiama Lietuvos nacionalinės Martyno Mažvydo bibliotekos Nacionalinės bibliografijos duomenų banke (NBDB)

ISBN 978-609-415-122-4

© Šiaulių valstybinė kolegija, 2021

TURINYS

IVADAS	4
1. PAGRINDINĖS STATYBINIŲ MEDŽIAGŲ SAVYBĖS IR JŲ RODIKLIAI	6
1.1. Fizikinės medžiagų savybės.....	6
1.1.1. Gravitacijos poveikis	6
1.1.2. Vandens poveikis.....	9
1.1.3. Šilumos ir ugnies poveikis.....	12
1.2. Mechaninės medžiagų savybės	22
1.3. Cheminės medžiagų savybės	30
1.4. Technologinės medžiagų savybės.....	31
2. GAMTINIAI AKMENYS	34
2.1. Kolekcijų analizė	35
2.2. Gamtinių akmenų savybių tyrimas	37
2.3. Biriųjų uolienu savybių tyrimas.....	39
3. STATYBINĖ KERAMIKA	45
3.1. Keraminiai mūro gaminiai	45
3.2. Keraminės plytelės.....	51
3.3. Keraminės čerpės	56
4. STATYBINIAI METALAI	61
4.1. Juodieji metalai	61
4.1.1. Ketus	61
4.1.2. Plienas.....	67
4.2. Spalvotieji metalai	71
4.2.1. Aliuminis ir jo lydiniai.....	71
4.2.2. Varis ir jo lydiniai	75
5. MINERALINĖS RIŠAMOSIOS MEDŽIAGOS	78
5.1. Cementas.....	78
5.2. Kalkės	84
5.3. Gipsas.....	87
LITERATŪRA	90

IVADAS

Pagrindinis aktas, reguliuojantis statybos sritį, yra Statybos įstatymas¹. Jį detalizuoja Statybos techniniai reglamentai (STR). Viena reglamentų grupė apima statybos dalyvių veiklą ir sąveiką, o antroji – reikalavimus statiniams, jų dalims ir aplinkai. Statybos įstatyme numatoma, kad vienas iš statybos proceso dalyvių yra statybos produktų gamintojas, importuotojas, platintojas, įgaliotasis atstovas. Statytojas (užsakovas) turi teisę pasirinkti statybos produktų gamintojus, importuotojus, platintojus savo nuožiūra ar konkurso tvarka.

Statybos darbų ir statinio statybos priežiūros reglamente² tarp statybos vadovo pareigų yra ir pareiga garantuoti tinkamą statybos produktų ir įrenginių priėmimą, tikrinti jų atitikties dokumentus ir teikti juos techninės priežiūros vadovui, organizuoti jų sandėliavimą bei apsaugą. Kai pildomas statybos žurnalas, jame kaupiami ir saugomi visų statybinių medžiagų, patenkančių į statybos aikštelę, atitikties dokumentai.

Rangovas, perimdamas iš statytojo (užsakovo) būtinąją dokumentaciją, turi teisę reikalauti perduodamų statybos produktų dokumentų, kuriuos rengia ir išduoda statybos produktų gamintojas pagal šių produktų teikimo Lietuvos Respublikos rinkai ar tiekimo jai reikalavimus nustatančius teisės aktus, iš kurių vienas yra Reglamentas (ES) Nr. 305/2011³. Pagal pirmąją reglamento nuostatą statiniai turi būti projektuojami ir statomi taip, kad nekeltų pavojaus žmonių, naminių gyvūnų ar nuosavybės saugai ir nepakenktų aplinkai.

Statybos gaminiai gali būti pateikti į rinką, jei jie atitinka numatytą paskirtį. Tai reiškia, kad statybos gaminiai turi tokių savybių, kurios reikalingos norint juos sujungti, montuoti, aptaisyti arba įrengti, ir tenkins esminius statinio reikalavimus (STR 2.01.01): 1) mechaninio stiprumo ir stabilumo, 2) gaisrinės saugos, 3) higienos, sveikatos ir aplinkos apsaugos, 4) naudojimo saugos, 5) apsaugos nuo triukšmo, 6) energijos taupymo ir šilumos išsaugojimo.

Statybos produktai, t. y. medžiagos, gaminiai, konstrukcijos ir pastatų įrangos reikmenys, bandomi ir sertifikuojami pagal galiojančius *standartus*. Standartizacijos sritį reguliuoja Standartizacijos įstatymas⁴, kurio pagrindiniai principai yra šie:

1. savanoriškas ir lygiomis teisėmis visų suinteresuotų subjektų – gamintojų ir paslaugų teikėjų, valstybės ir savivaldybių, vartotojų bei mokslo ir studijų institucijų, asociacijų, profesinių ir kitų nevyriausybinių organizacijų (toliau – suinteresuotos šalys) – dalyvavimas standartizacijoje;

2. standartų rengimas ir priėmimas sutarimu;

3. savanoriškas standartų taikymas;

4. standartizacijos skaidrumas ir viešumas;

5. pirmenybės teikimas tarptautinei ir Europos standartizacijai;

6. šalies ekonomikos ir visuomenės poreikių tenkinimas;

7. naujausių mokslo laimėjimų ir technologijų taikymas;

8. nuoseklus nacionalinių standartų fondo sudarymas.

Šie principai leidžia statybinių medžiagų ir produktų gamintojams patiemis rinktis, kokias gaminių savybes deklaruoti, ir garantuoti, kokiais standartais apibūdinti ir bandyti. Jei gamintojas deklaruoja savo produkcijos atitiktį vienam ar keliems standartams, jie tampa privalomi. Vartotojai, remdamiesi šia dokumentacija, gali produktus lyginti ir rinktis. Suinteresuotos šalys gali kontroliuoti kokybę ir įtaką aplinkai.

Nacionalinė standartizacijos institucija yra Lietuvos standartizacijos departamentas⁴. Ši institucija rengia ir tvirtina standartų rengimo programą (pirmenybė teikiama darnųjų ir kitų Europos bei tarptautinių standartų perėmimui), organizuoja viešąsias apklausas standartų projektų rengimui, tvirtina ir periodiškai peržiūri galiojančius standartus.

Nacionalinė standartizacijos institucija sudaro Technikos komitetus, kuriuose savanoriškai ir lygiomis teisėmis nacionalinės standartizacijos institucijos nustatyta tvarka dalyvauja visos suinteresuotos šalys. Technikos komitetų sekretoriai yra nacionalinės standartizacijos institucijos darbuotojai⁴. Be Lietuvos standartų rengimo ir tvirtinimo, Technikos komitetų atstovai dalyvauja techniniame tarptautinių ir Europos standartizacijos organizacijų darbe.

Statybos produkto gamintojas stengiasi suteikti gaminiui vienokias ar kitokias charakteristikas, kurias apibūdina dokumentacijoje. Sertifikavimas – procedūra, kuria sertifikavimo įstaiga, nepriklausanti nei nuo produkto gamintojo ar tiekėjo, nei nuo vartotojo (pirkėjo), patvirtina, kad produktas, procesas ar paslauga atitinka nustatytus reikalavimus⁵. Aplinkos ministerijos įsteigtos nepriklausomos įmonės – Statybos produktų sertifikavimo centro (SPSC) – pagrindinis tikslas – teikti statybos produktų sertifikavimo, eksploatacinių savybių pastovumo vertinimo, vidinės gamybos kontrolės tikrinimo ir vertinimo paslaugas pagal klientų prašymus. Vienas iš sertifikavimo rezultatų – CE ženklavimas – privaloma procedūra, taikoma produktams ženklinti, siekiant užtikrinti jų atitiktį Europos Sąjungoje (toliau – ES) nustatytoms teisės normoms, saugumą naudojant ir lankstesnes judėjimo sąlygas bendroje ES rinkoje. Šis ženklas parodo, kad produktas atitinka taikomus Europos direktyvų reikalavimus, jam buvo atliktos atitinkamos atitikties įvertinimo procedūros.

SPSC sertifikuojami šie produktai: mineraliniai užpildai; cementas ir kitos rišamosios medžiagos; betonai ir skiediniai; plytos, blokeliai ir kiti gaminiai atitvaroms; termoizoliacinės medžiagos ir gaminiai; betoniniai ir gelžbetoniniai gaminiai; langai ir durys; mediniai gaminiai ir konstrukcijos; stiklas ir gaminiai iš stiklo; stogo dangos; grindų, sienų ir lubų dangos; hidroizoliacinės medžiagos ir gaminiai; sandarinamosios medžiagos ir klizai; dažai, lakai, glaistai; geosintetika; šildymo ir vandentiekio įrenginiai; metaliniai gaminiai⁵.

Nacionalinis akreditacijos biuras (NAB) yra biudžetinė įstaiga prie Lietuvos Respublikos ekonomikos ir inovacijų ministerijos, įgyvendinanti valstybės politiką akreditacijos srityje (1 pav.). Biuro strateginis tikslas – užtikrinti, kad akredituotų atitikties įvertinimo įstaigų – sertifikavimo ir kontrolės įstaigų, bandymų ir kalibravimo laboratorijų – veikla būtų pripažįstama tarptautiniu lygiu⁶.



1 pav. Atitikties įvertinimo įstaigų įvairovė pagal jų veiklai taikomus pripažintus standartus⁶

SPSC yra statybos produktų sertifikavimo įstaiga, kurios nešališkumą ir techninę kompetenciją patvirtina Nacionalinio akreditacijos biuro akreditacija, suteikta nuo 1999 metų. Be statybos produktų sertifikavimo, SPSC veikla apima statybos srities specialistų ir įmonių atestavimą, pastatų energinio naudingumo sertifikavimą ir kitas paslaugas.

1. PAGRINDINĖS STATYBINIŲ MEDŽIAGŲ SAVYBĖS IR JŲ RODIKLIAI

Statiniams keliami reikalavimai labai įvairūs: apsauga nuo skirtingų išorės poveikių, pavyzdžiui, kritulių, gruntinio ar jūros vandens, vėjo, šalčio, karščio ir pan. Pastatai pagal savo paskirtį turi tenkinti komfortišką gyvenamąją, visuomeninę arba gamybinę aplinką. Kol kas nesukurta tokia statybinė medžiaga ar produktas, kuris vienas tenkintų visus šiuos reikalavimus. Todėl statyboje įvairios medžiagos ir produktai naudojami kompleksiskai, pasirenkant konkrečias savybes, reikalingas vienam ar kitam reikalavimui tenkinti. Skiriamos tokios statybinių medžiagų savybės:

- fizikinės;
- mechaninės;
- cheminės;
- technologinės;
- eksploatacinės.

1.1. Fizikinės medžiagų savybės

Fizikinės savybės parodo medžiagos gebėjimą reaguoti į fizikinių veiksnių poveikį.

Gravitacijos poveikį medžiagai išreiškia:

- tankis;
- poringumas;
- tuštymėtumas.

Vandens poveikį išreiškia hidrofizinės savybės:

- hidroskopiskumas, įgertis;
- džiūvimas, drėgnis;
- įmirkis;
- difuzija, vandens garų laidumas;
- atsparumas šalčiui.

Šilumos ir ugnies poveikį apibūdina:

- šilumos laidumas;
- šiluminė talpa;
- temperatūrinė deformacija;
- degumas.

1.1.1. Gravitacijos poveikis

Tankis yra medžiagos tūrio vieneto masė. Kadangi net tai pačiai medžiagai gali būti būdingos įvairios būsenos (smėlis, keramika ir pan.), vartojami turinį paaiškinantys žodžiai, pavyzdžiui, piltinis tankis, savitasis tankis, sausasis tankis, kondicionuotas tankis, tūrio masė, bruto tankis, neto tankis ir kt. Statybos inžinieriams reikalingiausios šios tankio atmainos: natūralusis tankis, savitasis tankis, piltinis tankis.

Pagal natūraliojo tankio reikšmes daug statybinių medžiagų (pavyzdžiui, lengvasis betonas, mediena, keraminiai gaminiai) yra grupuojamos į tankio klases.

Bet koks gaminio ar medžiagos parametras turi būti nustatomas griežtai laikantis galiojančių standartų. Kai tiriamas didelių gabaritų gaminys, iš jo išpjaujami bandymo normose nurodytų matmenų bandiniai, kitais atvejais bandinys yra visas dirbinys (1.1 lentelė).

1.1 lentelė

Kai kurių taisyklingos formos bandinių natūraliojo tankio tyrimui rekomenduojamų matmenų ir drėgminių būsenų palyginimas

Medžiaga arba gaminys	Bandinio matmenys	Būsena bandymo metu
Medienos skydai ⁷	50×50× <i>t</i> mm (<i>t</i> – skydo storis)	Sausas arba kondicionuotas (santykinis drėgnis 65±1 % ir temperatūra 20±2 °C)

STATYBINIŲ MEDŽIAGŲ LABORATORINIŲ DARBŲ METODINIAI NURODYMAI

Medžiaga arba gaminys	Bandinio matmenys	Būseną bandymo metu
Keraminiai mūro gaminiai ⁸	Visas gaminys	Sausas arba prisotintas vandens
Termoizoliacinių plokščių bandiniai ⁹	Kuo didesnis	Kondicionuotas (santykinis drėgnis 50±5 % ir temperatūra 23±2 °C)
Sukietėjęs betonas ¹⁰	100 mm briaunos kubas arba 150 mm skersmens cilindras	Sausas arba prisotintas vandens
Autoklavinis aktyvusis betonas ¹¹	Išpjautos prizmės, kubai ar cilindrai, kurių mažiausias matmuo ≥ 50 mm, o tūris ≥ 0,5·10 ⁻³ m ³	Sausas
Betono mišinys ¹²	Talpyklos tūris ≥ 5 l	Šviežias
Apvalioji mediena ¹³	Rąsto skersmens 75 mm storio diskai	Kondicionuotas (santykinis drėgnis 65±5 % ir temperatūra 20±2 °C)

Bandinių masė įprastai nustatoma sveriant tiksliomis elektroninėmis svarstyklėmis: normose dažniausiai tikslumas būna nurodomas gramo dalimis (pavyzdžiui, 0,01 g⁷) arba procentais nuo visos bandinio masės (pavyzdžiui, 0,5 proc.⁹; 1 proc.¹³). Dažniausiai nustatomas vėdinamoje džiovyklėje 105±5 °C temperatūroje iki pastovios masės (kai ji per 24 h nebekinta daugiau kaip 0,2 proc.) išdžiovintų (sausų) bandinių natūralusis tankis¹¹. Kai kurių medžiagų bandinius reikia kondicionuoti, pavyzdžiui, kelias paras palaikyti maždaug 20°C temperatūros ir 65 proc. oro santykinio drėgnumo aplinkoje^{7, 13} arba prisotinti vandens, kurio temperatūra yra apie 20°C, laikant jame tol, kol bandinio masė per 24 valandas kis mažiau nei 0,2 proc.¹⁰.

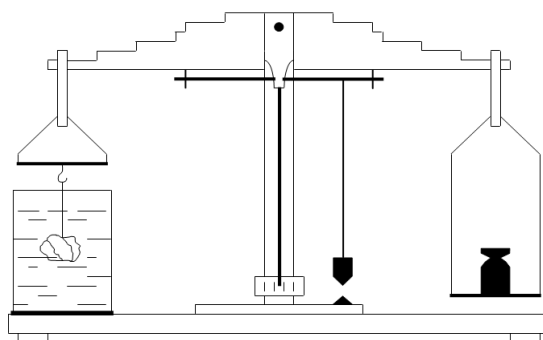
Taisyklingos geometrinės formos bandinių tūriai *V* apskaičiuojami pagal bandinių matmenis, kuriuos normose įprastai rekomenduojama matuoti slankmačiu 0,1–1 mm tikslumu. Dėstytojo pateiktų taisyklingos formos bandinių natūraliojo tankio tyrimas atliekamas laboratorinio darbo metu ir rezultatai įrašomi į I.1 lentelę.

I.1 lentelė

Taisyklingos formos bandinių natūraliojo tankio tyrimo rezultatai

Parametras		Simbolis	Matavimo vienetas	Bandinys		
				1	2	3
Bandinio masė		<i>m</i>	g			
Bandinio matmenys	ilgis	<i>a</i>	cm			
	plotis	<i>b</i>				
	aukštis	<i>h</i>				
	skersmuo	<i>d</i>				
Bandinio tūris		<i>V</i>	cm ³			
Bandinio natūralusis tankis		ρ_i	g/cm ³			
Tirtos medžiagos natūraliojo tankio vidutinė vertė		ρ				

Akmens, betono, keramikos gaminių natūraliajam tankiui nustatyti rekomenduojama bandinius sverti ne sausus, bet prisotintus vandens, ir ne tik ore, bet ir panardintus į vandenį^{8, 10, 14}. Pastarasis veiksmas atliekamas sveriant hidrostatinėmis svarstyklėmis (1.1 pav.).



1.1 pav. Hidrostatinių svarstyklių principinė schema

Bandinio natūraliojo tūrio sąsaja su jo mase ore ir vandenyje pagrindžiama Archimedo dėsnio: *panardintas į skystį kūnas palengvėja tiek, kiek sveria jo tūrio užimamas skystis*. Todėl šiuo atveju bandinio tūris apskaičiuojamas pagal išraišką:

$$V_{nu} = \frac{m_{au} - m_{wu}}{\rho_w}; \quad (1.1) \quad 8$$

čia: V_{nu} – bandinio neto tūris, cm^3 ;
 m_{au} – prisotinto vandens bandinio masė ore, g;
 m_{wu} – prisotinto vandens panardinto vandenyje bandinio masė, g;
 ρ_w – vandens tankis, g/cm^3 (priklausantis nuo vandens temperatūros pagal 1.2 lentelę).

1.2 lentelė

Vandens tankio priklausomybė nuo temperatūros tarp 15°C ir 30°C ¹⁵

Temperatūra, $^\circ\text{C}$	Tankis, g/cm^3
15	0,9991
16	0,9989
17	0,9988
18	0,9986
19	0,9984
20	0,9983
21	0,9980
22	0,9978
23	0,9975
24	0,9973
25	0,9970
26	0,9968
27	0,9965
28	0,9962
29	0,9959
30	0,9956

Dėstytojo pateiktų netaisyklingos formos bandinių natūraliojo tankio tyrimas atliekamas laboratorinio darbo metu, rezultatai įrašomi į 1.2 lentelę.

1.2 lentelė

Netaisyklingos formos bandinių natūraliojo tankio nustatymo rezultatai

Parametras	Simbolis	Matavimo vienetas	Bandinys		
			1	2	3
Prisotinto vandens bandinio masė ore	m_{au}	g			
Panardinto vandenyje bandinio masė	m_{wu}				
Vandens tankis	ρ_w	g/cm^3			
Bandinio neto tūris	V	cm^3			

Parametras	Simbolis	Matavimo vienetas	Bandinys		
			1	2	3
Bandinio natūralusis tankis	ρ_i	g/cm ³			
Tirtos medžiagos natūraliojo tankio vidutinė vertė	ρ				

Kai gaminyje, pavyzdžiui, plytos, turi kiaurymes ir skylės gaminio viduje, išėmas ar išpaudus paviršiuje, tai natūraliajam tankiui apibūdinti siūlomi du terminai: neto tankis ir bruto tankis^{8, 16}. Čia neto tūris apskaičiuojamas atmetant bet kokių skylių ar tuštymų, kurių nenumatoma užpildyti skiediniu, tūrį. Gaminio bruto (tariamasis) tūris apskaičiuojamas pagal jo ilgį, plotį ir aukštį, atmetus skylių, išėmų išpaudų, kurias numatoma užpildyti skiediniu, tūrį.

Poringumas – porų tūrio ir natūralaus būvio medžiagos tūrio santykis. Medžiagos poringumas lemia jautrumą aplinkos drėgmei. Skiriamos dvi poringumo atmainos: visuminio ir atvirojo¹⁷. Visuminis poringumas – porų (atvirų ir uždarytų) tūrio ir tariamojo bandinio tūrio santykis (procentais). Atviras poringumas – santykis (procentais) tarp atvirų porų tūrio ir tariamojo bandinio tūrio.

Atvirajam poringumui nustatyta taikoma išraiška:

$$P = \left(1 - \frac{\rho_{b,s}}{\rho_{r,s}} \right) \cdot 100; \quad (1.2) \quad 14$$

čia: P – bandinio poringumas, %;
 $\rho_{b,s}$ – bandinio tūrinis (tariamasis) tankis, kg/m³;
 $\rho_{r,s}$ – sauso bandinio tankis, kg/m³.

Tūrinis tankis išreiškiamas 10 kg/m³ tikslumu sauso bandinio masės ir jo tūrio santykiu pagal lygtį:

$$\rho_{b,s} = \frac{m_{dry,s} \cdot \rho_w \cdot 1000}{m_{sat,s} - m_{w,s}}; \quad (1.3) \quad 14$$

čia: $\rho_{b,s}$ – bandinio tūrinis (tariamasis) tankis, kg/m³;
 $m_{dry,s}$ – sauso bandinio masė, g;
 ρ_w – vandens tankis, kg/m³ (priklausantis nuo vandens temperatūros pagal 1.2 lentelę);
 $m_{sat,s}$ – prisotinto vandens bandinio masė, g;
 $m_{w,s}$ – panardinto vandenyje ir prisotinto vandens bandinio masė, g.

Tuštymėtumas yra oru užpildytų tuštymų tūrio ir natūralaus būvio medžiagos tūrio santykis. Nustatant biralų tuštymėtumą taikoma tokia išraiška:

$$v = \frac{\rho_p - \rho_b}{\rho_p} \cdot 100; \quad (1.4) \quad 18$$

čia: v – santykinis tuštymėtumas, %;
 ρ_b – piltinis tankis, Mg/m³;
 ρ_p – sausų arba išdžiovintų dalelių tankis, Mg/m³.

Keraminių mūro gaminių tuštymėtumas nustatomas hidrostatinio svėrimo būdu ir apskaičiuojamas:

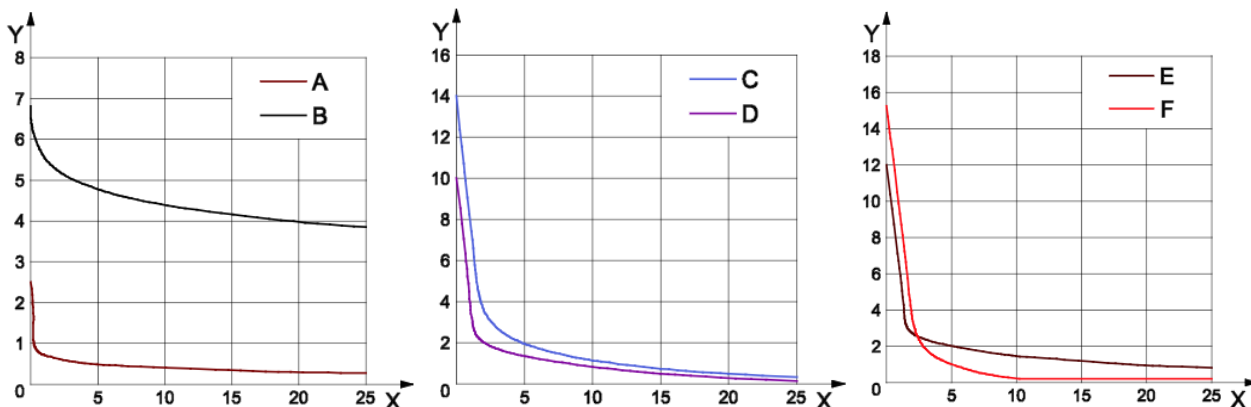
$$v = \frac{V_{vu}}{V_{gu}} \cdot 100; \quad (1.5) \quad 8$$

čia: v – santykinis tuštymėtumas, %;
 V_{vu} – bandinio tuštymų tūris, mm³;
 V_{gu} – bandinio bruto tūris, mm³.

1.1.2. Vandens poveikis

Hidroskopiškumas – medžiagos savybė absorbuoti iš oro drėgmę, nusakomas iš oro sugertos drėgmės, esant +20°C temperatūrai ir 100 proc. santykiniam oro drėgniui, masės ir sausos medžiagos masės santykiu.

Džiūvimas – medžiagos savybė atiduoti vandenį arba skystį aplinkai, išreiškiamas per parą išgaravusio vandens kiekiu. Medžiagų džiūvimo savybes galima apibūdinti kreive (1.2 pav.), rodančia vandens masės nuostolį, priklausomai nuo laiko, džiovinimo eksperimento metu¹⁹. Dažniausiai mėginių džiovinimas sudarytas iš dviejų fazių: pirmosios metu vyksta vandens judėjimas į paviršius, o po to garavimas; antroji prasideda tada, kai į paviršius išnešto vandens kiekis tampa per mažas, kad paviršius būtų drėgnas, todėl garavimo greitis mažėja. Tačiau ne visoms medžiagoms būdingos dvi džiūvimo fazės, pavyzdžiui, jei medžiagos yra apdorotos repelentu, pirmosios džiovinimo fazės nėra.



1.2 pav. Skirtingų medžiagų džiovinimo pirmos fazės kreivės¹⁹: X – laikas, paromis; Y – vandens tūris, kg/m³; A – sendintas granitas; B – betonas; C – istorinis kalkių tinkas; D – smiltainis; E – klinkerio plyta; F – molio plyta

Įmirkis – medžiagos savybė įgerti skystį ir jį sulaikyti. Nustatant keraminių plytų įmirkį, išdžiovinti iki pastoviosios masės mūro gaminiai 24 h panardinami į vandenį, nustatomas masės prieaugis:

$$W_s = \frac{m_s - m_d}{m_d} \cdot 100, \quad (1.6) \quad 20$$

čia: W_s – gaminio vandens įmirkis, %;
 m_s – bandinio masė po mirkymo, g;
 m_d – bandinio masė po džiovinimo, g.

Hidroizoliacinio sluoksnio keraminių mūro gaminių vandens įmirkis nustatomas virinimo vandenyje būdu: pasvėrus išdžiovintus bandinius, jie dedami į verdantį vandenį 5 valandoms²¹. Apskaičiuojamas pasvėrų įmirkusių bandinių masės santykis su sausąja mase.

Drėgnis – gaminyje esančio laisvo vandens santykinis kiekis (gali būti dar vadinamas drėgnumu, drėgme). Masės *drėgnis* gali būti apskaičiuojamas iš išraiškos:

$$\mu_m = \frac{m_{hum} - m_{dry}}{m_{dry}} \cdot 100, \quad (1.7) \quad 22$$

čia: μ_m – absoliutusias masės drėgnis, %;
 m_{hum} – drėgnų bandinių masė, g;
 m_{dry} – sausų bandinių masė, g.

Tūrio drėgnis gali būti skaičiuojamas pagal:

$$\mu_v = \frac{m_{hum} - m_d}{V} \cdot 10^6, \quad (1.8) \quad 22$$

čia: μ_v – tūrio drėgnis, kg/m³;

m_{hum} – drėgnų bandinių masė, g;
 m_d – sausų bandinių masė, g;
 V – bandinių tūris, mm^3 .

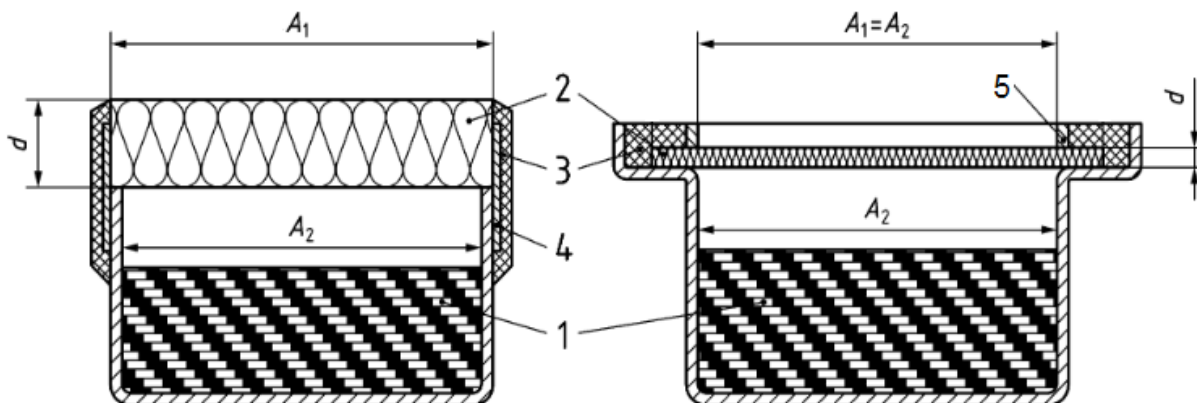
Pagal daugumą standartų gaminio drėgniui nustatyti tinka tokie patys bandiniai, kurie tinka ir nustatant natūralųjį tankį. Pjautinės medienos drėgniui nustatyti²³ metodikoje rekomenduojama iš viso skerspjūvio išpjauti bandinio sekciją mažiausiai 20 mm storio pluošto kryptimi, ne mažesniu kaip 300 mm atstumu nuo bandinio galo.

Vandens garų laidumas – medžiagos savybė praleisti vandens garus (vandens garų pralaidumas), kuri ypač svarbi termoizoliacinėms medžiagoms, nes dėl galimai susikaupusios drėgmės gali gerokai pablogėti jų svarbiausios charakteristikos.

Tai, kokį kiekį vandens garų praleidžia medžiaga per tam tikrą laiką ir esant konkrečioms slėgių skirtumo sąlygoms, vadinama vandens garų skvarba tai medžiagai:

$$W = \frac{G}{A \cdot \Delta p}; \quad (1.9) \quad 24$$

čia: W – vandens garų skvarba, $mg/(m^2 \cdot h \cdot Pa)$;
 G – masės pokytis laikui bėgant, mg/h ;
 A – bandinio plotas, m^2 ;
 Δp – slėgis, Pa .



1.3 pav. Vandens garų laidumo bandymo schemų pavyzdys²⁴: 1 – sausiklis / druskos prisotintas vandens tirpalas; 2 – bandinys; 3 – sandariklis; 4 – tarpinė; 5 – ribojantis žiedas; A_1 – viršutinis atviras plotas; A_2 – apatinis atviras plotas (skaičiavimams imamas vidurkis); d – bandinio storis

Atvirkščiai proporcinga charakteristika, kurią dažnai deklaruoja gamintojai, yra vandens garų varža ($m^2 \cdot h \cdot Pa/mg$):

$$Z = \frac{1}{W}. \quad (1.10) \quad 24$$

Homogeniško produkto laidumas vandens garams – tai vandens garų kiekis, praleidžiamas per tam tikrą laiką per gaminio ploto vienetą, esant garų slėgio skirtumui prie bandinio paviršių ir priklausantis nuo bandinio storio:

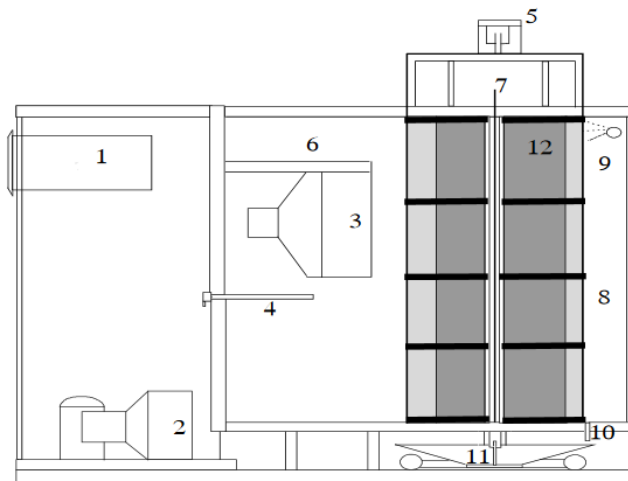
$$\delta = W \cdot d; \quad (1.11) \quad 24$$

čia: δ – vandens garų laidumas, $mg/(m \cdot h \cdot Pa)$;
 W – vandens garų skvarba, $mg/(m^2 \cdot h \cdot Pa)$;
 d – bandinio storis, m .

Atsparumas šalčiui – tai įmirkytos medžiagos savybė atlaikyti daug užšaldymo ir atšildymo ciklų beveik nepablogėjus jos charakteristikoms. Taikomi du užšaldymo ir atšildymo metodai: vienpusis²⁵ ir tūrinis²⁶.

Vienpusis užšaldymas ir atšildymas – tai bandymo metodas, modeliuojantis eksploatacines sąlygas, kai įmirkytas bandinys viena kryptimi užšaldomas ir atšildomas jo

bandomąjį apdailos paviršių iš vienos pusės veikiant konvekciniiais oro srautais²⁵. Bandant statybinių skiedinį vienas bandymo ciklas susideda iš užšaldymo ir atšildymo periodų ir trunka 48 h (± 15 min). Užšaldymo periode 24 h (± 15 min) bandiniai 7 kartus užšaldomi iki $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 4\text{ }^{\circ}\text{C}$) ir 6 kartus iš dalies atšildomi iki $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 4\text{ }^{\circ}\text{C}$). Šildymo periodo pradžioje bandinių paviršius drėkinamas $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$) temperatūros vandeniu ir jie 16 h (± 2 h) kondicionuojami 96 proc. ($\pm 4\%$) santykinėje oro drėgmėje, tada dar 6 h (± 2 h) bandinių apdailos paviršius drėkinamas $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$) temperatūros vandeniu.



1.4 pav. Principinė užšaldymo ir atšildymo įrenginio schema²⁵: 1 – valdymo įranga; 2 – šaldymo įrenginys; 3 – garintuvas; 4 – termometras; 5 – slankiojantis karkasas; 6 – užšaldymo ir atšildymo kamera; 7 – sukamoji bandinių sekcija, atskirta metaline pertvara; 8 – atšildymo-drėkinimo sekcija; 9 – vandens purkštuvai atšildymo sekcijoje; 10 – anga su sklende vandeniui išleisti; 11 – vandens surinktuvas ir kreiptuvas; 12 – bandiniai bandomajame fragmente

Nustatant atsparumo šalčiui klasę bandinių apdailos paviršius gali būti suiręs ne daugiau kaip 3 proc. po 5, 25, 50, 100 ar 125 bandymo ciklų. Atitinkamai suteikus atsparumo šalčiui klasę tinkas gali būti naudojamas²⁵:

- F_{R5} – tinkuotiems ir apdailintiems paviršiams, esantiems pastatų, kurie nešildomi šaltojo sezono metu, viduje;

- F_{R25} – tinkuotiems, apdailintiems fasadams ir jų elementams, esantiems po stogo danga, apsaugotiems nuo tiesioginio atmosferos kritulių patekimo ant paviršiaus;

- F_{R50} – tinkuotiems, apdailintiems fasadams ir jų elementams, nepakankamai apsaugotiems nuo atmosferos kritulių poveikio, kurį sukelia stiprus ir kryptingas vėjas, kai klimatas drėgnas arba saikingai drėgnas (I, Ia, II, III klimatiniai rajonai);

- F_{R100} – tinkuotiems, apdailintiems fasadams ir jų elementams, neapsaugotiems nuo atmosferos kritulių ir orientuotiems šiaurės kryptimi, kai klimatas saikingai drėgnas (II, III klimatiniai rajonai);

- F_{R125} – tinkuotiems, apdailintiems fasadams ir jų elementams, neapsaugotiems nuo atmosferos kritulių ir orientuotiems rytų, pietų ir vakarų kryptimis, kai klimatas saikingai drėgnas (II, III klimatiniai rajonai).

Betono atsparumas šalčiui nustatomas tūrinio užšaldymo ir atšildymo metodu²⁶: kameros, kurioje galima palaikyti $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$) temperatūrą, ore užšaldant vandens prisotintus bandinius ir po to juos atšildant $+18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$) temperatūros vandenyje arba vandeniniame druskos tirpale. Užšaldymo ir atšildymo trukmė priklauso nuo bandinių dydžio (1.3 lentelė).

1.3 lentelė

Bandymo ciklų trukmės priklausomybė nuo betono bandinių dydžio

Bandinių matmenys, mm	Užšaldymo ciklo trukmė, h	Atšildymo ciklo trukmė, h
100×100×100	$\geq 2,5$	≥ 2 ($\pm 0,5$)
150×150×150	$\geq 3,5$	≥ 3 ($\pm 0,5$)

Betono atsparumo šalčiui markė (F) yra užšaldymo ir atšildymo ciklų skaičius, po kurių bandiniai pradeda irti, bet jų gniuždymo stipris sumažėja ne daugiau kaip 5 proc., o kelių ir gatvių betoninių dangų bei grindinio trinkelėjų po bandymo dar ir masės nuostoliai yra ne didesni kaip 3 proc.²⁶.

1.1.3. Šilumos ir ugnies poveikis

Viena iš svarbiausių pastatų paskirčių yra komfortiškos darbo ir poilsio aplinkos užtikrinimas. Lietuvos higienos norma²⁷ nustato:

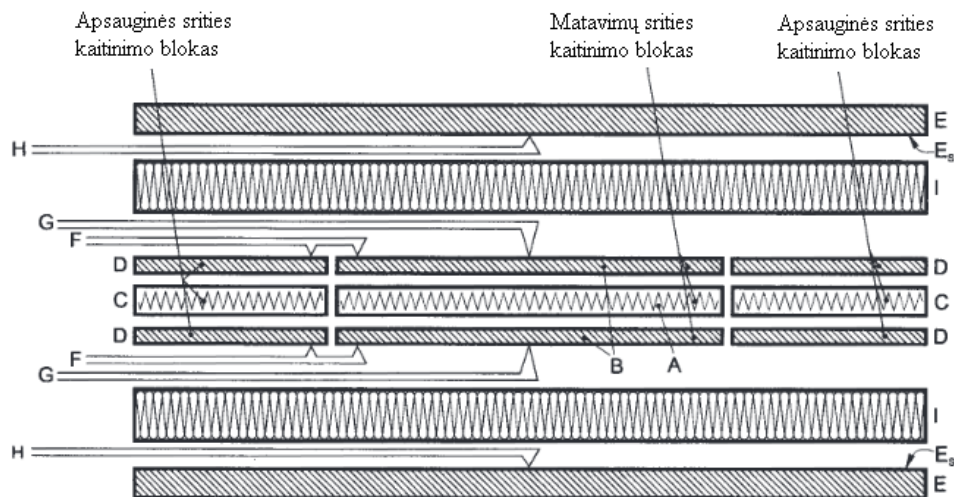
- gyvenamųjų namų patalpose oro temperatūra šaltuoju metų laiku turi būti ne mažesnė kaip $+18^{\circ}\text{C}$ (oro temperatūros, išmatuotos ties grindimis ir 1,5 m aukštyje, skirtumas turi nebūti didesnis kaip 2–3 laipsniai);
- grindų temperatūra – ne mažesnė kaip $+16^{\circ}\text{C}$;
- santykinė oro drėgmė – 30–75 proc.;
- oro judėjimo greitis – 0,05–0,1 m/s.

Sukūrus pastato viduje komfortišką mikroklimatą, svarbu jį išlaikyti kuo mažesnėmis sąnaudomis: šaltuoju metų laikotarpiu neprarasti šilumos („nešildyti lauko“), o šiltuoju periodu – neleisti prikaisti patalpoms. Vis plačiau taikoma ne tik šildymo, bet ir vėsinimo sezono sąvoka. Tampa aktualios medžiagų savybės, lemiančios šiluminius mainus: šilumos laidumo koeficientas, šiluminė varža, šilumos perdavimo koeficientas, šiluminė talpa, šiluminė inercija ir pan.

Medžiagos šilumos laidumo koeficientas skaitine verte prilygsta šilumos srautui, pratekančiam per 1 m^2 paviršiaus plotą, kai temperatūra per 1 m medžiagos storį pakinta 1°C (1 K). Įprastai šis koeficientas žymimas simboliu λ ir matuojamas $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Kuo medžiagos λ reikšmė didesnė, tuo didesni šilumos srautai perduodami per vienodų matmenų gaminius.

Parametrai λ nustatyti naudotina sudėtinga aparatūra ir metodai: apsaugotos karštosios plokštės²⁸, šilumos srauto matuoklio²⁹, karštosios dėžės³⁰, vamzdžių bandymo³¹.

Apsaugotos karštosios plokštės ir šilumos srauto matuoklio metodams bendra yra tai, kad naudojama įranga sukuria stabilų vienos krypties ir pastovaus tankio šilumos srautą³². Atliekant matavimus apsaugotos karštosios plokštės metodu (1.5 pav.), matavimo skyriuje nusistovėjęs stabiliam šilumos srauto tankiui (q) matuojamas šilumos srautas (Φ), statmenai kertantis matuojamą plotą (A). Bendras bandinio plotas imamas didesnis, bet dėl tikslumo matuojama vidurinėje srityje, pavyzdžiui, esant bendram tiriamam dydžiui 200 mm, matavimo zonos dydis – 100 mm²⁶. Kuo storesnis bandinys tiriamas, tuo didesnis matavimo plotas reikalingas.



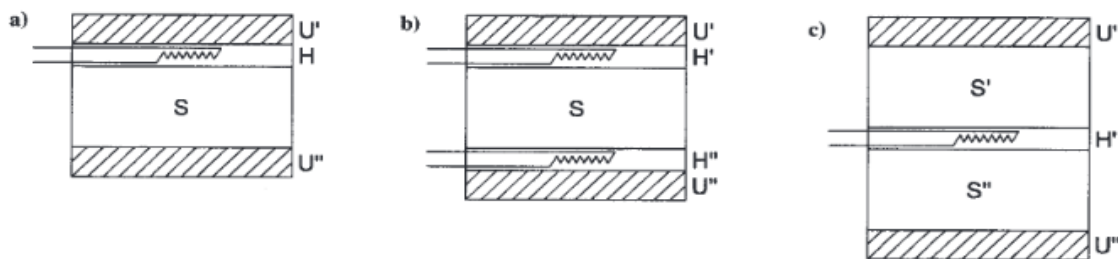
1.5 pav. Įrenginio, skirto dviejų bandinių šilumos laidumo apsaugotos karštosios plokštės metodu tyrimui, principinė schema³²: A – matavimų srities kaitinimo elementas; B – matavimų srities paviršiaus plokštės; C – apsauginės srities kaitinimo elementas; D – apsauginės srities paviršiaus plokštės; E – aušinimo įrenginys; E_s – aušinimo įrenginio paviršiaus plokštė; F – temperatūros skirtumo jutiklis; G – kaitinamojo paviršiaus temperatūros jutiklis; H – aušinamojo paviršiaus temperatūros jutiklis; I – bandinys

Priklausomai nuo numatomų bandomos medžiagos eksploatacijos sąlygų šilumos laidumas skaičiuojamas:

$$\lambda_t \text{ arba } \lambda^* \text{ arba } \lambda = \frac{\Phi \cdot d}{A(T_1 - T_2)}; \quad (1.12)^{32}$$

- čia: λ_t – šilumos laidumas, W/(m·K), kai numatoma medžiagą eksploatuoti esant aukštesnėms temperatūroms, pvz., šiluminių trasų vamzdynų izoliacija;
 λ^* – hidroterminis laidumas, W/(m·K), kai eksploatacijos metu medžiaga gali sudrėkti, bandomi kondicionuoti bandiniai;
 λ_t – šilumos laidumas, W/(m·K), kai manoma, kad medžiaga išliks sausa;
 Φ – šilumos srautas, W;
 d – bandinio storis, m;
 A – bandinio matavimo srities plotas, m²;
 T_1 – temperatūra prie bandinio šiltojo paviršiaus;
 T_2 – temperatūra prie bandinio šaltojo paviršiaus.

Šilumos srauto matuoklio aparate šilumos srauto tankis matuojamas vienu ar dviem šilumos srauto matuokliais, įrengtais prie bandinio (1.6 pav.).



1.6 pav. Šilumos laidumo šilumos srauto matuoklio metodu viengubo įrenginio principinė schema³²:
 a) vieno bandinio asimetrinė konfigūracija; b) vieno bandinio simetrinė konfigūracija; c) dviejų bandinių asimetrinė konfigūracija; U', U'' – aušinimo ir šildymo įrenginiai; H, H', H'' – šilumos srauto matuokliai; S, S', S'' – bandiniai

Šilumos laidumo charakteristika apibūdina medžiagą. Tačiau gaminio ar konstrukcijos šiluminėms savybėms apibūdinti dažniausiai pasitelkiama **šiluminė varža** sąvoka, kuri nusako sulaikomos šilumos kiekį. Vienalyčio (homogeninio) gaminio šiluminė varža apskaičiuojama iš išraiškos:

$$R = \frac{d}{\lambda}; \quad (1.13)^{33}$$

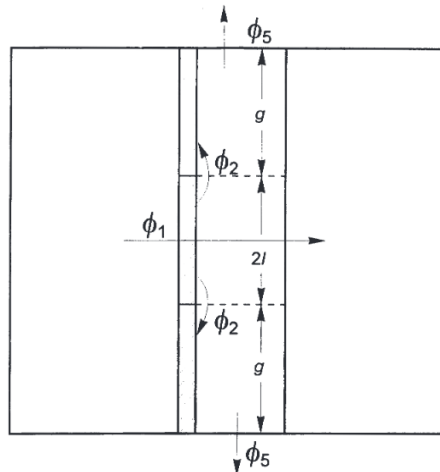
- čia: R – gaminio šiluminė varža, m²·K/W;
 d – gaminio storis (matmuo lygiagretus šilumos srauto kryptčiai), m;
 λ – šilumos laidumo koeficientas, W/(m·K).

Bendra sluoksniuotos konstrukcijos varža apskaičiuojama sumuojant atskirų sluoksnių šiluminės varžas. Nevienalytėms (nehomogeninėms) medžiagoms ir gaminiams (mūrai) šiluminė varža nustatoma bandymais³⁴, taikant karštosios dėžės metodą. Šio metodo esmė yra sukurti bandinio eksploatacijos sąlygoms artimiausią aplinką ir nustatyti izoliuojamo šilumos srauto kiekį. Pastatų atitvarų dažniausia naudojimo temperatūra yra laikoma nuo 10°C iki 20°C, o temperatūrų prie skirtingų atitvaros paviršių skirtumas – 20 K. Matavimo zonos dydis karštojoje dėžėje nekinta (1.7 pav.), tačiau, siekiant matuoti tik statmenai bandiniui pratekanti šilumos srautą, priklausomai nuo bandinio storio kinta apsauginės zonos dydis (1.4 lentelė).

1.4 lentelė

Leistini bandinių matmenys (mm) bandant karštosios dėžės metodu³⁴

Bendras dydis	Matavimo zonos plotis	Apsaugos plotis	Maksimalus bandinio storis (be krašto izoliacijos)	Maksimalus bandinio storis (su krašto izoliacija)
800	500	150	115	260
1000	500	250	175	315
1250	500	375	245	380
1500	500	500	315	450
2000	500	750	450	580



1.7 pav. Šiluminės varžos nustatymo karštosios dėžės metodu principinė schema³⁴: Φ_1 – šilumos srautas, statmenas matavimų zonai, kurios plotas $A=(2l)^2$; Φ_2 – disbalanso šilumos srautas, lygiagretus bandiniui; Φ_5 – skersinis šilumos srautas prie dėžės krašto; g – apsauginės srities plotis

Kadangi mūro bandinį gali būti sudėtinga gerai izoliuoti, kad būtų mažesnis skersinis šilumos srautas (Φ_5), numatomi du bandymo variantai: be krašto izoliacijos ir su ja. Bandinio šiluminė varža apskaičiuojama taip:

$$R_t = \frac{T_{si} - T_{se}}{q}; \quad (1.14) \quad 34$$

- čia: R_t – bandinio šiluminė varža, $m^2 \cdot K/W$;
 T_{si} – bandinio vidinio (šiltojo) paviršiaus temperatūra, K;
 T_{se} – bandinio išorinio (šaltojo) paviršiaus temperatūra, K;
 q – šilumos srauto tankis, W/m^2 .

Šilumos srauto greitis priklauso nuo krypties. Iš bendrojo fizikos kurso žinome, kad šiluma greičiau sklinda į viršų, vadinasi, skirtingose atitvarose esanti ta pati medžiaga skirtingai ribos šilumos sklidimą (1.5 lentelė). Priklausomai nuo to, kurioje atitvaroje naudojamas gaminyš arba konstrukcija, įvertinamas jo paviršių pasipriešinimas šilumos srautui:

$$R_T = R_{si} + R_t + R_{se}; \quad (1.15) \quad 33$$

- čia: R_T – visuminė šiluminė varža, $m^2 \cdot K/W$;
 R_{si} – vidinio (šiltojo) paviršiaus šiluminė varža, $m^2 \cdot K/W$;
 R_{se} – išorinio (šaltojo) paviršiaus šiluminė varža, $m^2 \cdot K/W$.

1.5 lentelė

Įprastinės paviršių varžos³³

Paviršiaus varža, $m^2 \cdot K/W$	Šilumos srauto kryptis		
	Aukštyn	Horizontaliai	Žemyn
R_{si}	0,10	0,13	0,17
R_{se}	0,04	0,04	0,04

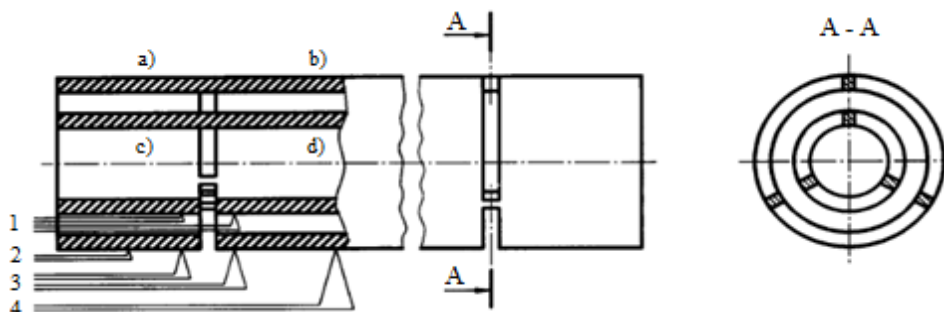
Šiluminei varžai atvirkščiai proporcinga atitvaros charakteristika yra šilumos perdavimo koeficientas. Statybos techniniame reglamente³⁵, reglamentuojančiame pastatų energinį projektavimą ir sertifikavimą, pateikiamos šilumos perdavimo koeficientų reikšmės, atitinkančios vieną ar kitą pastatų energinę klasę. Kai žinoma atitvaros visuminė šiluminė varža, jos šilumos perdavimo koeficientas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$U = \frac{1}{R_T}; \quad (1.16) \quad 33$$

čia: U – šilumos perdavimo koeficientas, $W/(m^2 \cdot K)$;
 R_T – visuminė šiluminė varža, $m^2 \cdot K/W$.

Dažniausiai šilumos perdavimo koeficientas yra apskaičiuojamas. Tačiau statybiniam stiklui^{36, 37}, langams, durims³⁸ ar stoglangiams³⁹ jis gali būti nustatomas tais pačiais karštos apsaugotos plokštės, šilumos srautmačio ar karštosios dėžės metodais.

Ketvirtas šiluminių savybių nustatymo metodas – vamzdžių bandymo³¹ – skirtas šiluminių trasų termoizoliacijai vertinti. Jo principas labai panašus į šilumos srauto matuoklio metodą, tik bandinys vamzdžio formos, o kaitinimo elementas montuojamas jo viduje (1.8 pav.). Šiam bandymo metodui būdingas didesnis temperatūrų diapazonas – nuo 10°C iki 35°C.



1.8 pav. Šiluminės izoliacijos šilumos perdavimo savybių nustatymo vamzdžių bandymo metodu principinė schema⁴⁰: 1 – stebėjimo termojutiklis tarpe prie šildytuvo vamzdžio; 2 – apsauginio vamzdžio stebėjimo termojutiklis; 3 – bandomojo vamzdžio stebėjimo termojutiklis; 4 – bandomojo vamzdžio centro termojutiklis; a) bandomojo vamzdžio apsauga; b) bandomojo vamzdžio centras; c) šildytuvo vamzdžio apsauga; d) šildytuvo vamzdžio centras

Prasidėjus šaltajam metų periodui (pradžia yra laikomas penkiadienis, kai vidutinė paros temperatūra nepasiekia +10°C) ir, pradėjus patalpų šildymą, dalis energijos sunaudojama pastato konstrukcijų ir interjero elementų temperatūrai pakelti. Energijos poreikį lemia medžiagų **šiluminė talpa**. Ją apibūdina šilumos kiekis, kurio reikia medžiagai per jos temperatūrą keičiantį procesą:

$$C = \frac{dQ}{dT}; \quad (1.17) \quad 41$$

čia: C – medžiagos šiluminė talpa, J/K ;
 dQ – elementarusis šilumos kiekis, J ;
 dT – temperatūros pokytis, K .

Medžiagos šiluminė talpa priklauso nuo jos cheminės sudėties ir būsenos. Konkrečios medžiagos šiluminė talpa nustatoma eksperimentiškai kalorimetrijos metodais⁴².

Elemento ar konstrukcijos medžiagos **savitoji šiluminė talpa** savo skaitine verte parodo šilumos kiekį, suvartojamą 1 kg medžiagos temperatūrai pakelti 1°C:

$$c = \frac{C}{m}; \quad (1.18) \quad 41$$

čia: c – medžiagos savitoji šiluminė talpa, $J/(kg \cdot K)$;
 C – medžiagos šiluminė talpa, J/K ;
 m – masė, kg .

Masyvios medžiagos konstrukcijoms sušildyti reikalingas didesnis energijos kiekis, tačiau dažniausiai jos ir atiduoda šilumą sunkiau. Todėl lengviau palaikyti nusistovėjusią temperatūrą: žiemą trumpam atidarius langą, oras pasikeičia, bet interjero paviršiai nespėja ataušti. Paviršių (ypač grindų) temperatūros skirtumas, palyginti su patalpos temperatūra, irgi turi įtakos šiluminio komforto ar diskomforto lygiui⁴³. Aukšto ir vidutinio komforto patalpoms projektinė grindų paviršiaus temperatūra yra nuo 19°C iki 29°C, o žemo komforto – nuo 17°C iki 31°C.

Vertinant aplinkos komfortą, kriterijai dažnai siejami su pojūčiais. Pavyzdžiui, įvardinama ne tik absoliuti temperatūra, bet ir juntama. Jos gali skirtis dėl oro judėjimo patalpoje (1.6 lentelė) ar santykinės drėgmės. Paviršių juntama temperatūra gali skirtis dėl medžiagų **šilumos imlumo**^{44, 45}: dažnas iš savo patirties žinome, kad tos pačios +18°C temperatūros medinis paviršius mums atrodys ne toks „šaltas“ kaip plieninis (pavyzdžiui, stalų dalys auditorijoje).

1.6 lentelė

Jaučiamos vidaus temperatūros pataisa dėl mechaninių ventiliatorių ar asmeninių sistemų, leidžiančių patiems žmonėms valdyti oro greitį⁴³

Vidutinis oro greitis, m/s		
0,6	0,9	1,2
1,2°C	1,8°C	2,2°C

PASTABA Didesnio kaip 0,8 m/s greičio oras nupučia nuo stalo įprastinį rašomojo popieriaus lapą.

Šilumos imlumo koeficientas įvertina medžiagos šilumos laidumo koeficientą λ , savitąją šiluminę talpą c ir temperatūros svyravimų periodą Z . Taip įvertinamos medžiagos eksploatavimo aplinkos sąlygos. Bendra jo skaičiavimo išraiška:

$$S = \sqrt{\frac{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot c \cdot \rho}{Z}}; \quad (1.19) \quad 46$$

čia: S – šilumos imlumo koeficientas, $W/(m^2 \cdot K)$;
 λ – šilumos laidumo koeficientas, $W/(m \cdot K)$;
 c – medžiagos savitoji šiluminė talpa, $J/(kg \cdot K)$;
 ρ – natūralusis tankis, kg/m^3 ;
 $2\pi/Z$ – temperatūros svyravimų dažnumas $1/s$.

Pastatams temperatūros svyravimų periodas dažniausiai laikomas lygiu parai – 24 h. Todėl galima 1.19 išraišką taikyti kaip:

$$S_{24} = 0,0085 \sqrt{\lambda \cdot c \cdot \rho}; \quad (1.20) \quad 46$$

čia: S_{24} – šilumos imlumo koeficientas, kai temperatūros svyravimų periodas 24 h, $W/(m^2 \cdot K)$;
 λ – šilumos laidumo koeficientas, $W/(m \cdot K)$;
 c – medžiagos savitoji šiluminė talpa, $J/(kg \cdot K)$;
 ρ – natūralusis tankis, kg/m^3 .

Konstrukcijos šiluminė inercija charakterizuoja elemento gebą per trumpą laiką sukaupti ir atiduoti šiluminę energiją. Kai patalpos atitvaros pasižymi didele šilumine inercija, tai patalpoje būna lengviau nuolatos palaikyti pastovų mikroklimatą. Šis faktas svarbus patalpoms, kuriose nuolat būna žmonių. Jei norima taupyti sumažinant temperatūrą tada, kai patalpoje nebūna žmonių (pavyzdžiui, nedarbo metu įstaigose), inertiškose patalpose reikalingas didesnis energijos kiekis grįžimui prie komfortiškos aplinkos. Euronormose^{44, 45} šiluminė inercija apibūdinama kaip medžiagos tankio (ρ), šilumos laidžio (K) ir savitosios šiluminės talpos (c) sandauga.

Dažniausiai šiluminė inercija išreiškiama bedimensiu šiluminės inercijos rodikliu (D) kaip atitvaros šiluminės varžos (R) ir šilumos imlumo koeficiento (S) sandauga:

$$D = RS = S \frac{d}{\lambda}; \quad (1.21) \quad 47$$

čia: D – atitvaros sluoksnio medžiagos šiluminės inercijos rodiklis;
 R – sluoksnio šiluminė varža, $m^2 \cdot K/W$;
 S – medžiagos šilumos imlumo koeficientas, $W/(m^2 \cdot K)$;

d – sluoksnio storis, m;

λ – medžiagos šilumos laidumo koeficientas, W/(m·K).

Pageidautina, kad D vertė būtų ne mažesnė kaip 4. Tačiau didelė koeficiento S vertė pasižymi medžiagos nerekomenduojamos grindims: gyvenamųjų patalpų grindų dangos šilumos imlumas turi būti ne didesnis kaip 12 W/(m²·K).

Medžiagų tankio ir šiluminių savybių palyginimui laboratorinio darbo metu techninėse specifikacijose surandamos įvairių medžiagų charakteristikų reikšmės, atliekami skaičiavimai, rezultatai įrašomi į I.3 lentelę. Rezultatai turėtų parodyti, kad pastatų išorinė siena iš kurios nors vienos medžiagos nenaudotina, nes mūro ar normalaus betono sienos storis būtų labai didelis, o siena vien iš mineralinės vatos neatlaikytų ją veikiančių apkrovų.

I.3 lentelė

Medžiagų tankio ir šiluminių savybių palyginimas

Parametras	Simbolis	Matavimo vienetas	Akmens vata	Mediena	Keraminius mūras	Normalusis betonai
Natūralusis tankis	ρ	kg/m ³				
Šilumos laidumo koeficientas	λ	W/(m·K)				
Sluoksnio, kurio $R = \dots$ m ² ·K/W, storis	d	m				
Šiluminė talpa	C	J/K				
Savitoji šiluminė talpa	c	J/(kg·K)				
Šilumos imlumo koeficientas	S	W/(m ² ·K)				
Šiluminės inercijos rodiklis	D	–				

Todėl dabar projektuojamų pastatų išorinės sienos turi būti daugiasluoksnės: vienas sluoksnis skirtas apkrovoms atlaikyti, antras – šilumos srautams sumažinti, trečias turėtų nepraleisti garo, ketvirtas – sumažinti vėjo skvarbą, penktas – apdailinti paviršius, visi kartu – užtikrinti projekcinį komforto lygį patalpose.

Temperatūrinė deformacija – medžiagos, konstrukcijos savybė šildant plėstis, šaldant trauktis. Pavyzdžiui, gelžbetoniui kaip kompozitui, sujungiančiam dviejų medžiagų – plieno ir betono – svarbiausias savybes, būdingas atsparumas esant įvairioms temperatūrinėms aplinkoms: tinkamai įrengtos gelžbetoninės konstrukcijos nepraranda stiprio nei žiemos speigo metu, nei per vasaros kaitrą. Tai, kad betonas nepradeda trupėti prie armatūros strypų, užtikrina gana panašūs šių medžiagų **šiluminio plėtimosi koeficientai** (1.7 lentelė).

1.7 lentelė

Gelžbetonio medžiagų šiluminio plėtimosi koeficientai α_t , $\mu\text{m}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$

Sunkusis ir smulkiagrūdis betonas	Lengvasis betonas	Armatūros plienas
8	10	12

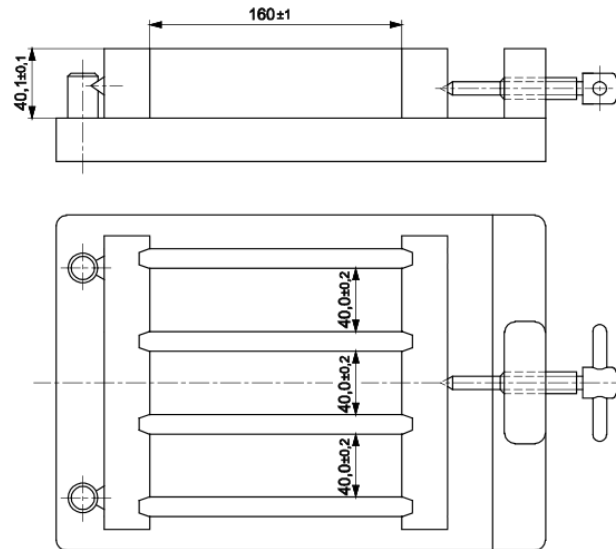
PASTABA Duomenys iš STR 2.05.05:2005⁴⁸.

Palyginimui, aliuminio lydinio 6063 šiluminio plėtimosi koeficiento vertė yra 23,5 $\mu\text{m}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$, polistireno – 75 $\mu\text{m}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$, polietileno – 200 $\mu\text{m}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$. Būtent įvairūs plastikai pasižymi didelėmis temperatūrinėmis deformacijomis, kurioms suvaržyti dažnai naudojamas papildomas armavimas.

Nustatant medžiagos šiluminio plėtimosi koeficientą, atsižvelgiama į jos eksploatacavimo sąlygas. Dažnos betoninės konstrukcijos eksploatuojamos ilgą laiką, tad bandant betoninių konstrukcijų apsauginius ir remontinius produktus klimatinėje kameroje turi būti palaikoma nuo -25°C iki $+60^\circ\text{C}$ temperatūra ir ne žemesnis kaip 50 proc. santykinis oro drėgnis⁴⁹.

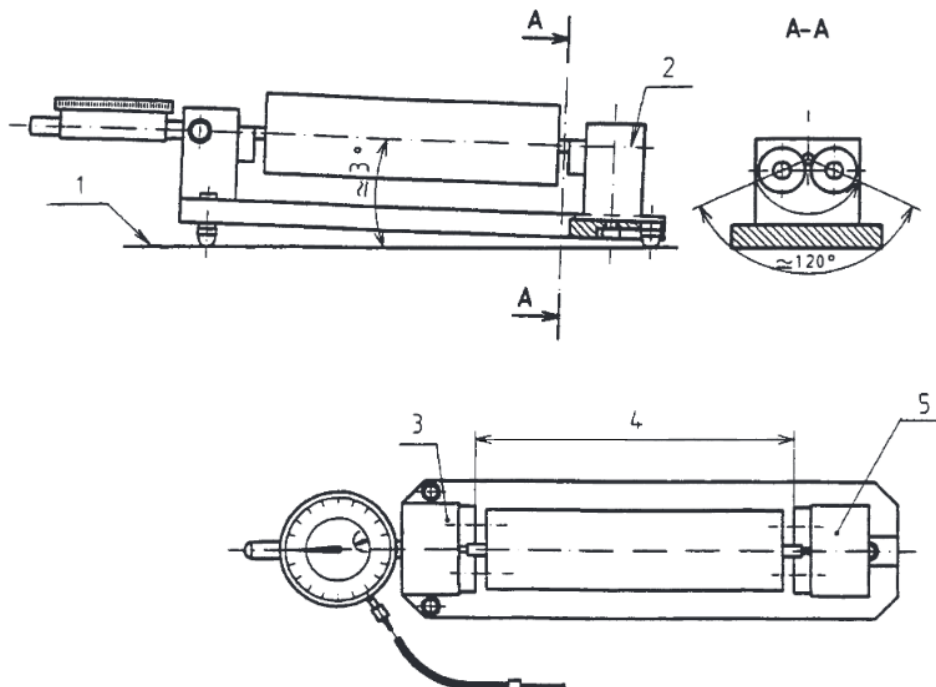
Pastatų įrenginių ir pramonės įrangos termoizoliacijos šiluminio plėtimosi koeficiento nustatymo temperatūros diapazonas nuo -196°C iki $+850^{\circ}\text{C}$ ⁵⁰.

Metodo esmė – suteikti galimybę bandiniui laisvai ilgėti arba trumpėti kylant arba žemėjant aplinkos temperatūrai ir labai tiksliai ($\pm 25\ \mu\text{m}$) išmatuoti tiek pradinį, tiek tarpinius bandinio ilgį plėtimosi kryptimi. Remontinio skiedinio bandymams naudojamos $40 \times 40 \times 160\ \text{mm}$ prizmės (1.9 pav), kurių galuose priklijuojamos nerūdijančio plieno plokštelės su 6 mm skersmens ir 65 mm ilgio ašimis.



1.9 pav. Tipinis modulis trijų bandinių iš tiriamojo skiedinio gamybai ⁵¹

Ašimis bandiniai laisvai atremiami bandymo rėme ant laikančiųjų trinkelėjų ir, trinkelėms ilgėjant arba trumpėjant, pasislenka, o deformacijos perduodamos į matavimo prietaisą (1.10 pav.).



1.10 pav. Matavimo įrangos pavyzdys ⁴⁹: 1 – horizontali linija; 2 – matuojamoji ašis; 3 – 1-oji laikančioji trinkelė; 4 – reguliavimo ribos nuo 164 mm iki 170 mm; 5 – 2-oji laikančioji trinkelė

Šiluminio plėtimosi koeficientas apskaičiuojamas iš išmatuotų ilgio pakitimų pagal:

$$\alpha_m = \frac{\Delta L_{sp}}{L \cdot \Delta T}; \quad (1.22) \quad ^{49}$$

čia: α_m – vidutinis tiesinio šiluminio plėtimosi koeficientas, $\mu\text{m}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$;
 ΔL_{sp} – bandinio ilgio pasikeitimas, μm ;
 L – bandinio ilgis kambario temperatūroje, m;
 ΔT – temperatūrų, kurioms esant matuojamas bandinio ilgio kitimas, skirtumas, $^\circ\text{C}$.

Nurodant tirtos medžiagos šiluminio plėtimosi koeficientą, jo indeksas m gali būti pakeistas temperatūrų, kurioms esant matuotas bandinio ilgio kitimas, reikšmės, pavyzdžiui, $\alpha_{-20/40}$.

Medžiagų savybės ugnies poveikiui įvertinti svarbios konstrukcijoms, kurios gali turėti tiesioginį (pavyzdžiui, židiniai, krosnys, jų pakuros) ar artimą (pavyzdžiui, grindų, sienų, lubų apdaila prie židinių, dūmtraukiai) sąlytį su ugnimi.

Nagrinėtinos šios statybos produktų naudojimo savybės: degumas, šilumos išskyrimo lygis, ugnies plitimo greitis, dūmų išskyrimo lygis, nuodingųjų dujų ar liepsnojančių lašų (dalelių) susidarymas ir (arba) šių savybių deriniai⁵².

Skirstomos tokios statybos produktų **degumo** klasės: A, A, B, C, D, E, F, atskirai klasifikuojant grindų dangas ($_{FL}$), linijinių vamzdžių šilumos izoliavimo produktus ($_L$) ir elektros kabelius ($_{ca}$) (1.8 lentelė).

1.8 lentelė

Statybos produktų reakcijų į ugnį klasifikavimas

Produktų grupė	Pagal degumą	Pagal dūmų susidarymą	Pagal liepsnojančių lašų ir (arba) dalelių susidarymą	Pagal rūgštingumą
Grindų dangos	A1 _{FL} , A2 _{FL} , B _{FL} , C _{FL} , D _{FL} , E _{FL} , F _{FL}	s1, s2		
Linijinių vamzdžių šilumos izoliacija	A1 _L , A2 _L , B _L , C _L , D _L , E _L , F _L	s1, s2, s3	d0, d1, d2	
Elektros kabeliai	A _{ca} , B1 _{ca} , B2 _{ca} , C _{ca} , D _{ca} , E _{ca} , F _{ca}	s1, s2, s3 + s1a, s1b	d0, d1, d2	a1, a2, a3
Kiti statybos produktai	A1, A2, B, C, D, E, F	s1, s2, s3	d0, d1, d2	

PASTABA Duomenys iš Gaisrinės saugos pagrindinių reikalavimų⁵³.

Degumo klasėms suvokti patogūs Gaisrinės saugos pagrindinių reikalavimų 8 priede pateikiami paaiškinimai (1.9 lentelė).

1.9 lentelė

Statybos produktų degumo klasių taikymo aiškinamoji lentelė⁵³

Taisyklių klasifikavimas (neatsižvelgiant į papildomą klasifikavimą)	Negaliojantis klasifikavimas
A1, A2, A1 _{FL} , A2 _{FL} , A1 _L , A2 _L	nedegios
B, B _{FL} , B _L , C, C _{FL} , C _L	sunkiai degios
D, D _{FL} , D _L	degiosios sunkiai užsiliepsnojančios
E, E _{FL} , E _L	degiosios vidutiniškai užsiliepsnojančios
F, F _{FL} , F _L	degiosios lengvai užsiliepsnojančios

Tiriant A klasės medžiagų degumo charakteristikas nustatoma⁵⁴:

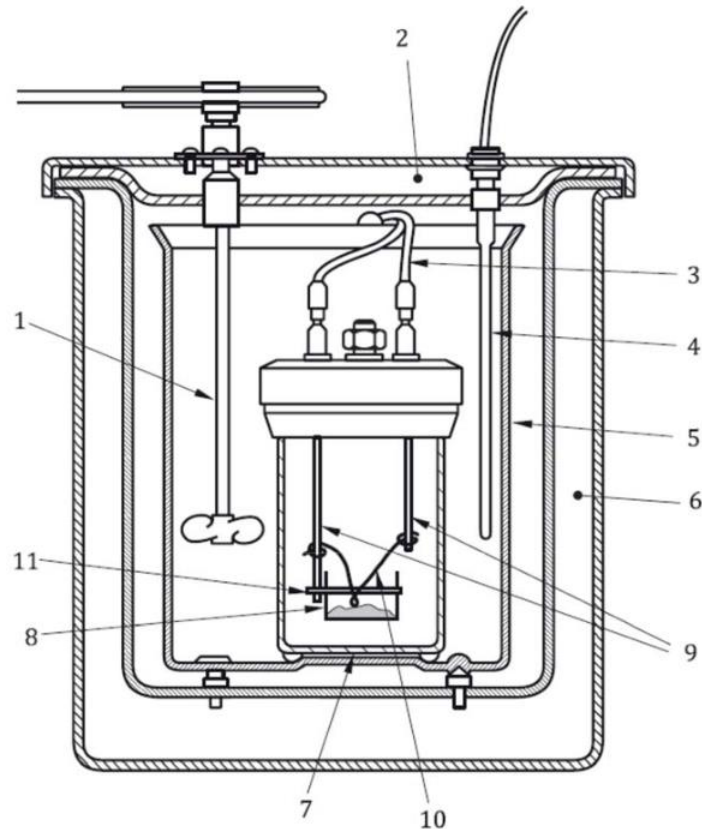
– kiek įkaista bandinio degimo dujos, palyginti su pradine degumo bandymo temperatūra, pavyzdžiui, A1 klasės medžiagai temperatūros skirtumas $\Delta T \leq 30^\circ\text{C}$, o A2 – $\Delta T \leq 50^\circ\text{C}$;

– koks bandinio masės nuostolis atsiranda atlikus degumo bandymą, A klasės medžiagai masės nuostolis neturi viršyti $\Delta m \leq 50$ proc.;

– kokia bandinio išsilaikomojo liepsnojimo trukmė, pavyzdžiui, A1_{FL} klasės medžiagai $t_f \approx 0$ (t. y. nėra išsilaikomojo liepsnojimo), o A2_{FL} – $t_f \leq 20$ s;

– kokia yra bandinio viršutinė degimo šiluma (šilumingumas), kai sudegimas yra visiškas, o visas susidaręs vanduo susikondensavęs, pavyzdžiui, A1_L klasės produkto $PCS \leq 2,0$ MJ/kg, o A2_L – $PCS \leq 3,0$ MJ/kg (PCS yra termino *viršutinė degimo šiluma* prancūzų kalba akronimas).

Gaminių viršutinė degimo šiluma esant pastoviam tūriui nustatoma taikant kalorimetrinės bombos (1.11 pav.) metodą.



1.11 pav. Bandymo įrangos schema⁵⁵: 1 – maišiklis; 2 – apgaubo dangtis; 3 – uždegimo laidai; 4 – temperatūros matavimo įtaisas; 5 – kalorimetrinis indas; 6 – apgaubas; 7 – kalorimetrinė bomba; 8 – tiglis; 9 – elektrodai; 10 – padegamoji viela; 11 – tiglio laikiklis

Bandymo metu bandinys dedamas į kalorimetrinę bombą, kuri sandariai uždaroma ir pripildoma deguonies iki 3÷3,5 MPa slėgiu. Į kalorimetrinį indą distiliuotas vanduo pilamas tol, kol apšems bombą. Į stačius indą į vandens apgaubą, jungiamas maišiklis ir temperatūros matuoklis. Tada sulaukiama, kol sistemoje nusistovės pastovi temperatūra. Sujungus elektros grandinę, sukliamas degimas. Ne rečiau kaip kas minutę fiksuojami temperatūros pokyčiai. Po bandymo, atvėsus bombai, patikrinama, ar visas bandinys sudegė. Bandymas laikomas sėkmingu, jei bombos viduje nėra suodžių nuosėdų arba liekamosios anglies pėdsakų⁵⁵. Bandinio viršutinė degimo šiluma apskaičiuojama taip:

$$Q_{PCS} = \frac{E(T_m - T_i + c) - b}{m}; \quad (1.23) \quad 55$$

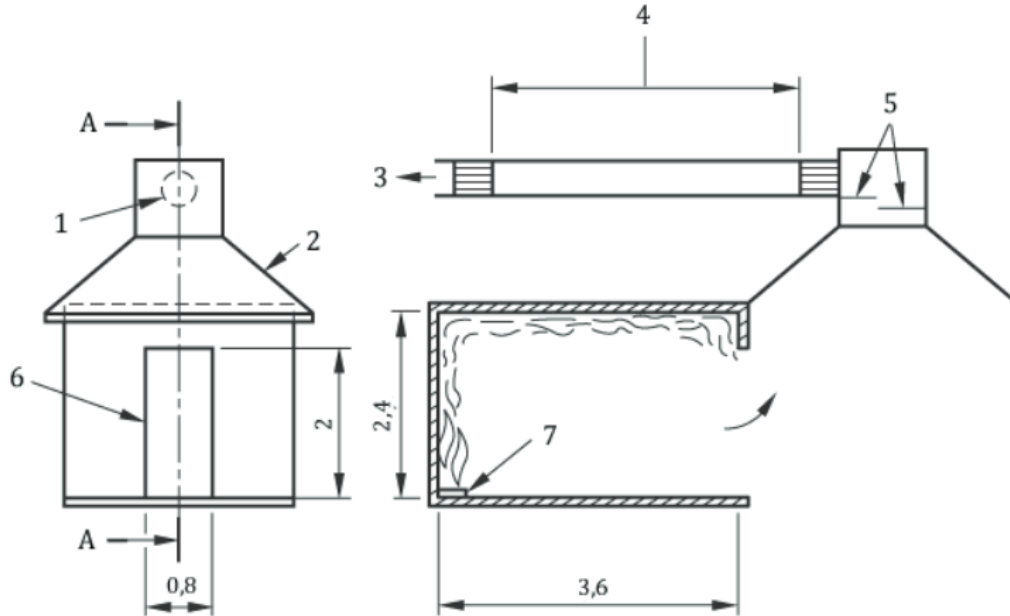
čia: Q_{PCS} – viršutinė degimo šiluma, MJ/kg;
 E – vandeninis kalorimetro, bombos, jų pagalbinių priedų ir į bombą įpilto vandens ekvivalentas, MJ/K;
 T_i – pradinė temperatūra, K;
 T_m – didžiausia temperatūra, K;
 c – temperatūros pataisos faktorius, K;
 b – pataisa, priklausanti nuo naudoto „kuro“, MJ;
 m – bandinio masė, kg.

Tiriant nevienalyčius gaminius, atliekami kiekvienos sudedamosios medžiagos bandymai ir tik tada apskaičiuojama viso gaminio viršutinė degimo šiluma.

Nuo A2 iki D klasės medžiagų degumo viena iš charakteristikų yra šilumos išsiskyrimo greitis (gaisro didėjimo sparta), pavyzdžiui, A2 klasės medžiagai $FIGRA \leq 120$ W/s, o

D – $FIRGA \leq 750$ W/s. Nuo B iki F klasės medžiagos apibūdinamos liepsnos plitimo kriterijumi, pavyzdžiui, B klasės medžiagai $Fs \leq 150$ mm/60 s, E – $Fs \leq 150$ mm/20 s, o F – $Fs > 150$ mm/20 s.

Dūmų susidarymas degant B ir žemesnės klasės statybos produktams vertinamas pagal jų tankį ir toksiškumą. Siekiant sudaryti bandymo sąlygas artimas pastato gaisro atvejui, bandymams naudojamas standartizuotas kambarys $3,6 \times 2,4 \times 2,4$ m su durų anga $2 \times 0,8$ m trumpojoje sienoje. Kambario sienos ne plonesnės nei 22 mm, gaminamos iš nedegios 600 ± 200 kg/m³ tankio medžiagos. Bent dvi sienos ir lubos padengiamos bandomąja medžiaga, tolimajame kampe įrengiamas degiklis ir imituojamas gaisras. Susidarantys dūmai nukreipiami fiksuojant jų skaidrumą šviesos imtuvais, o nuodingų dujų kiekis nustatomas dujų analizatoriumi (1.12 pav.).



1.12 pav. Bandymų kambario schema (matmenys metrais)⁵⁶:

1 – ištraukimo kanalas (Ø 40 mm); 2 – gaubtas; 3 – į dujų valymo įrangą; 4 – ilgis 5000 mm; 5 – deflektoriai; 6 – durų anga; 7 – dujinis degiklis

Dūmų kiekio didėjimo rodiklis s1 klasės medžiagoms yra $SMOGRA \leq 30$ m²/s², o suminis dūmų kiekis – $TSP_{600s} \leq 50$ m²; s2 klasės medžiagoms atitinkamai – $SMOGRA \leq 180$ m²/s² ir $TSP_{600s} \leq 2000$ m²; s3 klasei priskiriamos medžiagos, kurios netenkina s1 ir s2 klasių kriterijų⁵⁷.

Pagal liepsnojančių dalelių / lašelių susidarymą d0 klasei priskiriama medžiaga, kurios bandymo metu per pirmus 600 s nesusidaro liepsnojančių dalelių ir (arba) lašelių; bandant d1 klasės medžiagą per pirmus 600 s susidariusios dalelės ir (arba) lašeliai liepsnoja ne ilgiau negu 10 s; d2 klasei priskiriamos medžiagos, kurios netenkina d0 ir d1 klasių kriterijų⁵⁷.

1.2. Mechaninės medžiagų savybės

Projektuodamas pastatų ar statinių konstrukcinius elementus, inžinierius įvertina mechanines naudojamų medžiagų savybes:

- stiprį;
- plastiškumą;
- tamprumą ir t. t.

Mechanines medžiagų savybes lemia ne tik jų fizinės charakteristikos, bet ir matmenys, forma, apkrovimo būdas, aplinkos sąlygos ir pan. Todėl standartuose reglamentuojamos bandymų taisyklės ir sąlygos: bandinių paėmimo vietos ir skaičius, bandinių dydžiai, jų paviršių plokštumos parametrai, bandinio centravimo būtinybė, apkrovimo greitis, bandymo trukmė ir kt. Ypatingais atvejais (ypatingos svarbos ar sudėtingumo objektams) gali būti bandomos realios konstrukcijos arba jų dalys.

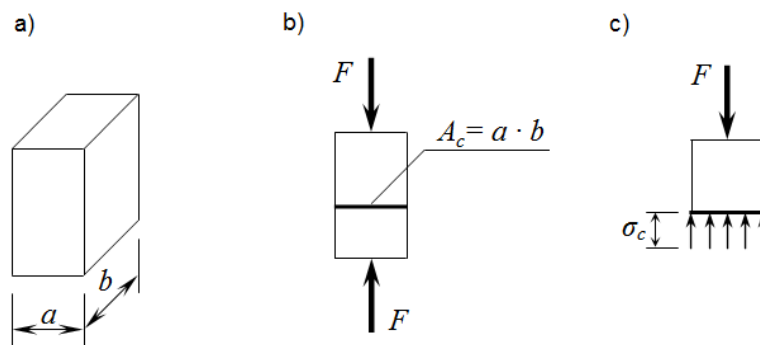
Pagal tai, koku būdu perduodama apkrova, bandymai skirstomi į statinius, dinامينius ir varginimo. Statinio bandymo metu bandinys įtvirtinamas bandymų stende ir veikiamas nuosekliai didinama jėga iki tam tikros deformacijos (pavyzdžiui, termoizoliaciniai gaminiai⁵⁸) arba kol suyra (pavyzdžiui, sukietėjusio betono bandiniai⁵⁹). Dinaminio bandymo metu bandinį jėga paveikia staigiai – smūgiu (pavyzdžiui, medinių karkasinių sienų skydų bandymas⁶⁰). Varginimo bandymo metu vienodo dydžio jėga bandinį veikia daug kartų – cikliška (pavyzdžiui, medinių konstrukcijų jungčių bandymas⁶¹).

Priklausomai nuo apkrovos veikimo pobūdžio, bandinys gali būti gniuždomas, tempiamas, lenkiamas, kerpamas, skeliamas, sukamas ir pan.

Gniuždomasis stipris (stipris gniuždant) – tai didžiausi normaliniai įtempiai centriškai gniuždomame neklumpančiame bandinyje jo irimo metu (1.13 pav.). Dažna gniuždoma statybinė konstrukcija (pavyzdžiui, kolona) būna daug ilgesnė, palyginti su skerspjūvio matmenimis, todėl projektuojant tai įvertinama taikant klupumo koeficientą. Medžiagų gniuždomojo stiprio bandymuose išklupus bandiniui rezultatas atmetamas. Gniuždomasis stipris apskaičiuojamas iš išraiškos:

$$f_c = \frac{F}{A_c}; \quad (1.24) \quad 59$$

čia: f_c – gniuždomasis stipris, MPa (N/mm²);
 F – didžiausia ardomoji apkrova, N;
 A_c – bandinio skerspjūvio plotas, m².



1.13 pav. Centriško gniuždymo schema: a – bandinys, b – apkrovimo būdas, c – normaliniai įtempiai
 Medžiagų gniuždomojo stiprio bandiniai skiriasi savo dydžiu ir forma (1.10 lentelė).

1.10 lentelė

Kai kurių bandinių gniuždomojo stiprio tyrimui rekomenduojamų formų ir matmenų palyginimas

Medžiaga arba gaminys	Bandinio forma	Bandinio matmenys		
		Ilgis l	Aukštis h	Storis t
Mūras ⁶²	Stačiakampė prizmė	$\geq 1,5 \div 2l_1$	$\geq 3 \div 5h_1$	$\geq t_1$
Mūro gaminiai ⁶³	Stačiakampė prizmė	Visas gaminys		
Autoklavinis aktybetonis ⁶⁴	Kubas	100 mm briauna		
Gamtinis akmuo ⁶⁵	Kubas	70±5 mm arba 50±5 mm briauna		
	Apskritas cilindras	70±5 mm arba 50±5 mm skersmuo ir aukštis		
Hidrauliškai surišti mišiniai ⁶⁶	Apskritas cilindras	Skersmuo d , mm	Aukštis h , mm	Maksimali dalelė, mm
		50	50÷100	11,2
		100	100÷200	22,4
		150÷160	120÷320	31,5
Forminiai izoliaciniai ugniai atsparūs gaminiai ⁶⁷	Stačiakampė prizmė	114×114×76 mm		
		114×114×64 mm		
Sukietėjęs betonas ⁶⁸	Kubas	100, 150, 200, 250 arba 300 mm briauna ±10 %		
	Apskritas cilindras	100, 113, 150, 200, 250 arba 300 mm skersmuo ir aukštis – 2d		

Apvaliosios statybinės medienos¹³ stipriui gniuždant nustatyti imamas nominalaus skerspjūvio bandinys, kurio ilgis turi būti šešis kartus didesnis už mažesnį skersmenį. Bandymo prese apkrova didinama nekintančiu greičiu, kad maksimali jėga būtų pasiekta per 300±120 s. Rezultatai apskaičiuojami pagal išraišką:

$$f_{c,0} = \frac{4F_{\max}}{\pi d_2 d_1}; \quad (1.25) \quad 13$$

čia: $f_{c,0}$ – gniuždomasis stipris, MPa (N/mm²);
 F_{\max} – didžiausia ardomoji apkrova, N;
 d_1 ir d_2 – bandinio skersmenys statmeni vienas kitam, išmatuoti prie pjūvio, mm.

Laboratorinio darbo metu pateiktų bandinių bandymo gniuždant rezultatai įrašomi į I.4 lentelę.

I.4 lentelė

Ašinio gniuždymo rezultatai

Parametras	Simbolis	Matavimo vienetas	Bandiniai		
			1	2	3
Skersmuo	d_1	mm			
Skersmuo	d_2	mm			
Suirimo jėga	F_{\max}	N			
Gniuždomasis stipris	$f_{c,0}$	N/mm ²			
Vidutinis gniuždomasis stipris	$\bar{f}_{c,0}$				

Nurodant betono klasę įvardinamas gniuždomasis stipris, pavyzdžiui, žymėjimas C16/20 reiškia sunkųjį betoną, kurio cilindro gniuždomasis stipris yra ne mažesnis kaip 16 MPa, o kubo gniuždomasis stipris ne mažesnis kaip 20 MPa. Tuo tarpu plieno klasė apibūdinama taikant **tempiamojo stiprio** bandymo rezultatus (1.11 lentelė). Tempimo bandymo schema skiriasi nuo gniuždymo bandymo tik jėgos veikimo kryptimi, tačiau laikoma sudėtingesne dėl bandinių įtvirtinimo bandymų rėme. Siekiant, kad bandinys nenutrūktų dėl griepto pažeisto paviršiaus, gali būti numatyta speciali bandinių paruošimo technologija. Kitu atveju imamas didesnis jų skaičius atmetant bandinių, nutrūkusių prie pat griepto, rezultatus.

1.11 lentelė

Nelegiruotųjų plienų tuščiavidurių profiliuotųjų, kurių sienelės storis ≤ 40 mm, mechaninės savybės⁶⁹

Plieno klasė	Mažiausia takumo riba R_{eH} , MPa		Tempiamojo stiprio riba R_m , MPa		Mažiausias santykinis pailgėjimas, %	
	Nurodytas storis, mm					
	≤ 16	> 16 ≤ 40	< 3	≥ 3 ≤ 40		≤ 40
S235	235	225	360-510	360-510	24	
S275	275	265	430-580	410-560	20	
S355	355	345	510-680	470-630	20	

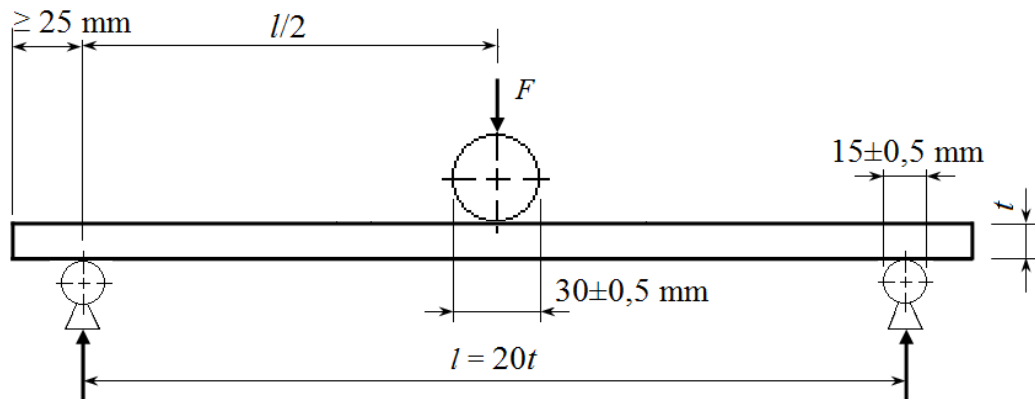
Apkrova, kurios veikiamas plienas pradeda deformuotis plastiškai (atsiranda liktinių deformacijų), laikoma ribine – „tekančių“ statybinų konstrukcijų eksploatuoti negalima. Vadinasi, įvardinant plieno klasę, yra pasitelkiama takumo riba, nustatyta tempimo bandymu, nors pati tempimo stiprio riba yra daug didesnė.

Žymint medienos klases nurodomas **lenkiamasis stipris**, pavyzdžiui, C18 – spygliuočio mediena 18 MPa lenkiamojo stiprio arba D30 – lapuočio mediena 30 MPa lenkiamojo

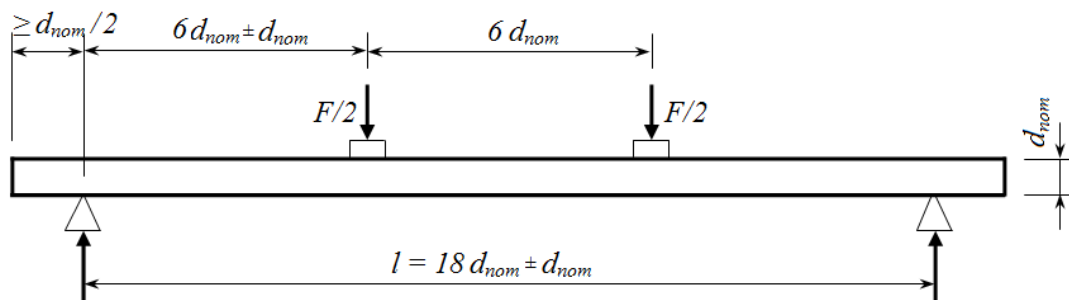
stiprio. Projektuojant medines konstrukcijas, jos dažnai turi perimti lenkimą, nes naudojamos kaip perdangų sijos, šlaitinių stogų gegnės ir pan.

Yra dvi pagrindinės lenkimo bandymo schemos: paprastojo lenkimo (1.14 pav. a) ir grynojo lenkimo (1.14 pav. b).

a)



b)



1.14 pav. Lenkimo bandymo principinės schemos:
a – paprastasis lenkimas⁷⁰, b – grynas lenkimas¹³

Apskaičiuojant bandinio stiprį lenkiant įvertinamas skerspjūvis: jo matmenys ir orientacija. Stačiakampio skerspjūvio bandinio stipris lenkiant apskaičiuojamas pagal išraišką:

$$f_m = \frac{3F_{\max}l}{2bt^2}; \quad (1.26) \quad 70$$

čia: f_m – lenkiamasis stipris, MPa (N/mm²);
 F_{\max} – maksimali apkrova, N;
 l – atstumas tarp atramų centrų, mm;
 b – bandinio plotis, mm;
 t – bandinio storis, mm.

Apvalaus skerspjūvio bandinio stipris lenkiant apskaičiuojamas pagal išraišką:

$$f_{m,0} = \frac{16F_{\max}a}{\pi d_h d_v^2}; \quad (1.27) \quad 13$$

čia: $f_{m,0}$ – lenkiamasis stipris, MPa (N/mm²);
 F_{\max} – didžiausia bendra abiejų pakrovimo galvučių apkrova, N;
 a – atstumas tarp apkrovimo vietos ir atramos, mm;
 d_h – bandinio skersmuo, statmenas apkrovos kryptiai tarpatriamo viduryje, mm;
 d_v – bandinio skersmuo apkrovos kryptimi tarpatriamo viduryje, mm.

Medžiagų mechanikoje nagrinėjama dar viena skerspjūvio charakteristika – atsparumo momentas (W). Paprastos formos (stačiakampio (1.28 formulė), skritulio (1.29 formulė), trikampio ir pan.) skerspjūvių geometrinės charakteristikos apskaičiuojamos nesudėtingai:

$$W_x = \frac{bh^2}{6}; \quad (1.28)$$

$$W_x = \frac{\pi d^3}{32}; \quad (1.29)$$

čia: W_x – skerspjūvio atsparumo momentas x ašies atžvilgiu, mm^3 ;
 b – skerspjūvio plotis, mm;
 h – skerspjūvio aukštis, mm;
 d – skerspjūvio skersmuo, mm.

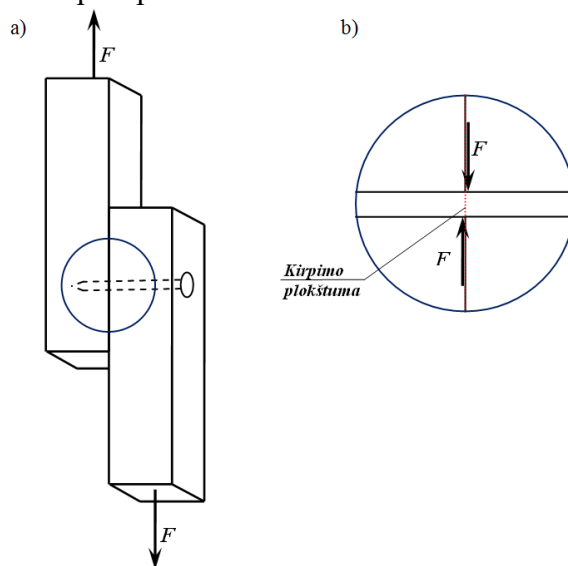
Projektuojant lenkiamas konstrukcijas stipriui skaičiuoti bendriausia naudojama išraiška:

$$f_b = \frac{M}{W}; \quad (1.30)$$

čia: f_b – lenkiamasis stipris, MPa (N/mm^2);
 M – lenkimo momentas nuo išorinių jėgų, N·mm;
 W – skerspjūvio atsparumo momentas, mm^3 .

Sudėtingų profilių geometrinius duomenis įprastai techninėje dokumentacijoje pateikia tiekėjai.

Kerpamasis stipris^{71, 72, 73} svarbus jungimo elementų medžiagoms, pavyzdžiui, mūro siūlių skiedinio ir armatūros atsparumas kirpimui arba sukaltų / susuktų medinių elementų, kurie yra tempiami priešingomis kryptimis (1.15 pav.), vinies / varžto skerspjūvio atsparumas kirpimui. Šis poveikis yra nagrinėjamas kaip kirpimas.



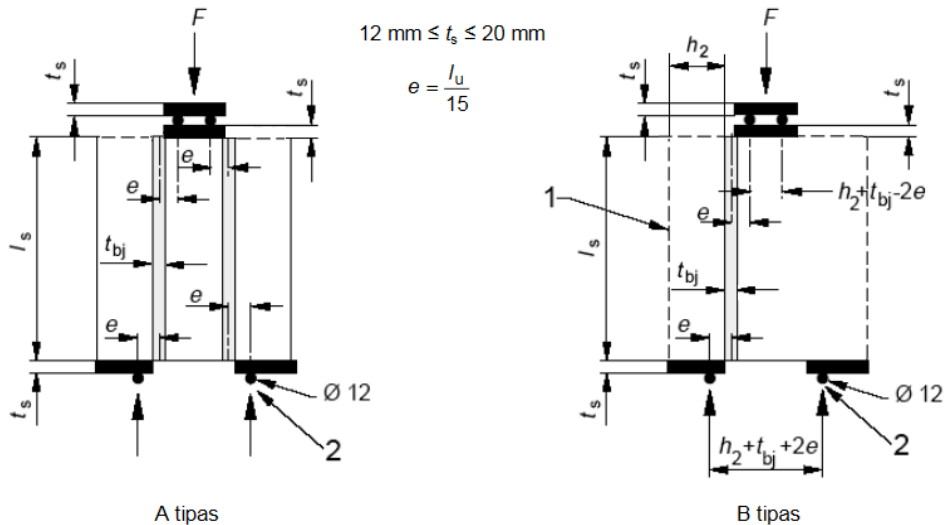
1.15 pav. Kirpimo atvejo pavyzdys:

a – tempiamų elementų sujungimas, b – tvirtinimo elemento kirpimas

Jungiamųjų ir jungiančiųjų elementų sąlyčio vietoje atsiranda vietinis glemžimas. Todėl projektuojant jungtis tikrinama, kuris stipris – glemžiamasis ar kerpamasis – yra mažesnis ir pagal jo reikšmę parenkamas konstrukcinis sprendimas, pavyzdžiui, reikalingas vinių arba varžtų skersmuo ir skaičius. Varžtinės, kniedytos ir kaištinės jungtys tikrinamos šiam dvejopam poveikiui, o suvirintos arba suklijuotos – tik kirpimui.

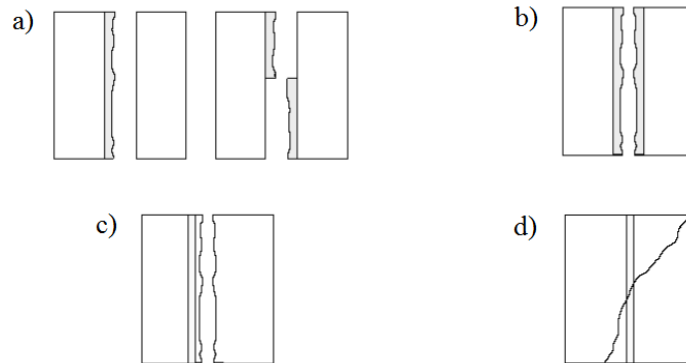
Dažnai kerpamasis stipris nagrinėjamas ir kaip kompozitinių medžiagų sluoksnių atsparumas šlyčiai.

Mūro kerpamasis stipris⁷³ nustatomas bandant sumūrytus elementus (1.16 pav.). Jeigu mūro gaminių ilgio ir aukščio matmenys yra $\leq 300 \times 200$ mm, jie naudojami pilno dydžio (A bandinio tipas), o jeigu yra didesni – pjaustomi (B bandinio tipas). Siūlės bandinių gamyboje formuojamos pagal reprezentuojamas konstrukcijas: $8 \div 15$ mm esant įprastinėms siūlėms ir $1 \div 3$ mm – plonasluoksnio skiedinio siūlėms.



1.16 pav. Kerpamo bandinio apkrovimas⁷³:
1 – galimi pjūviai, 2 – įtvirtintas arba į nekintamą padėtį padėtas ritinėlis

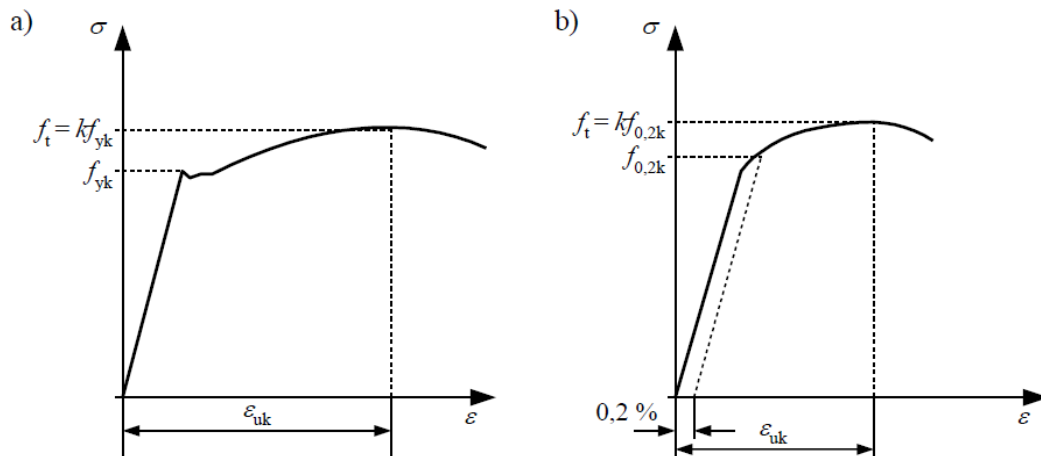
Bandinio suirimo pobūdis priklauso nuo to, kuri jo dedamoji yra silpniausia (1.17 pav.). Kai kerpamoji suirtis pasireiškia mūro gaminių ir skiedinio sukibimo srityje (a), bandymo rezultatas rodo nepakankamą šių medžiagų adheziją (sukibimą). Esant suirčiai skiedinio sluoksnyje (b) gaunamas tiksliausias bandymo rezultatas. Abiem šiais atvejais gali būti apskaičiuojamas mūro kerpamasis stipris.



1.17 pav. Kerpamųjų bandinių suirčių tipai⁷³: a – mūro gaminių ir skiedinio sukibimo srityje, b – skiedinio sluoksnyje, c – mūro gaminyje, d – sutrupant ir / arba skylant mūro gaminiams

Esant kerpamajai suirčiai mūro gaminyje (c), galima daryti išvadą, kad pasirinktas skiedinys yra per stiprus šiems mūro gaminiams, o gaminių traiškomoji ir / arba skeliamoji suirtis (d) reiškia bendra medžiagų trapumą. Šiais atvejais bandymai kartojami, kol bus gautos bent trys tinkamo tipo suirtys.

Naudojant statybines medžiagas svarbu įvertinti galimas jų deformacijas nuo apkrovų: pailgėjimą, sutrumpėjimą, įlinkį, sąsūkį ir pan. Deformacinės medžiagų savybės apibūdinamos šiomis sąvokomis: **tamprumas** – medžiagos savybė veikiant apkrovai keisti formą ir matmenis, nuėmus apkrovą, grįžti į pradinę padėtį; **plastiškumas** – medžiagos savybė veikiant apkrovai negrįžtamai keisti formą ir matmenis. Dauguma statybinių medžiagų naudojamos esant tamprumo arba nedidelių liekamųjų deformacijų stadijai. Pavyzdžiui, gelžbetonio armatūra projektuojant imama su 0,2 proc. liekamąja deformacija, tolesnės plastinės deformacijos nepageidautinos (1.18 pav.).



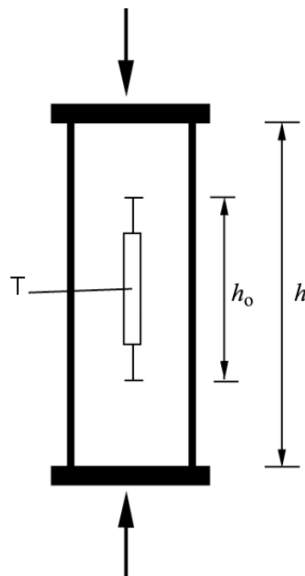
1.18 pav. Armatūrinio plieno įtempių-deformacijų diagrama⁴⁸:
a – karštai valcuoto plieno, b – šalta apdoroto plieno

Kaip matyti iš diagramų pradžioje, didėjant įtampiams σ , proporcingai deformacija didėja ε . Šis periodas ir yra apibūdinamas kaip tamprumo stadija, kurią aprašo Huko dėsnis: kūnams deformuojantis tiek, kiek leidžia jų tamprumas, įtempiai yra tiesiogiai proporcingi deformacijoms. Remiantis šiuo dėsniu apskaičiuojamas projektuojant patogus medžiagos **tamprumo modulis**:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}; \quad (1.31)$$

čia: E – medžiagos tamprumo modulis, MPa (N/mm²);
 σ – normaliniai įtempiai nuo išorinių jėgų, MPa (N/mm²);
 ε – santykinė deformacija.

Stiprio tyrimo bandymų metu fiksuojant deformacijas, nustatomas ir medžiagos tamprumo modulis, pavyzdžiui, bandant apvaliąją medieną, tiek lenkimo, tiek gniuždymo bandymų metu tvirtinami deformacijų jutikliai (1.19 pav.) ir apskaičiuojama (1.32 formulė) tiriamos medienos tamprumo modulio reikšmė.



1.19 pav. Gniuždymo išilgai pluošto bandymo principinė schema¹³: T – deformacijų jutiklis

$$E_{c,0} = \frac{h_0(F_2 - F_1)}{A(w_2 - w_1)}; \quad (1.32) \quad 13$$

čia: $E_{c,0}$ – tamprumo modulis gniuždant išilgai pluošto, MPa (N/mm²);
 h_0 – matuoklio ilgis, mm;

$F_2 - F_1$ – apkrovos padidėjimas deformacijos kreivės tiesiojoje dalyje, N;

A – skerspjūvio plotas arti deformacijos vietos, mm²;

$w_2 - w_1$ – vidutinis deformacijos prieaugis, atitinkantis $F_2 - F_1$, mm.

Kerpamuose ar sukamuose elementuose atsiranda kampinių deformacijų, o jų atsiradimo galimybes konkrečioje medžiagoje apibūdina šlyties modulis. Skirtingų medžiagų tamprumo ir šlyties modulių reikšmės palyginamos 1.13 lentelėje.

1.13 lentelė

Kai kurių medžiagų tamprumo modulio pavyzdžiai

Medžiaga	Klasė	Tamprumo modulis, GPa			Šlyties modulis G, GPa
		Vidutinis išilgai pluošto E_0	Vidutinis skersai pluošto E_{90}	Vidutinis E	
Vientisoji spygliuočių mediena ⁷⁴	C18	9	0,3		0,56
	C22	10	0,33		0,63
Vientisoji lapuočių mediena ⁷⁴	D35	10	0,69		0,65
	D40	11	0,75		0,70
Sunkusis ir smulkiagrūdis betonas ⁴⁸	C16/20			29	11,60
	C20/25			30	12,00
Plienas ⁷⁵	S275			210	80,77

Valkšnumas – medžiagos savybė deformuotis, kai ją ilgą laiką veikia pastovi apkrova. Ši apkrova gali būti nemaksimali, ją gali perimti konstrukcija, bet ilgalaikis apkrovos poveikis įvairioms medžiagoms gali būti skirtingas. Plastikų valkšnumas nustatomas tempiant⁷⁶ ir lenkiant⁷⁷. Metalų⁷⁸ ir įvairių betono apsaugos, remonto medžiagų⁷⁹ valkšnumas nustatomas veikiant nuolatinei tempiamajai apkrovai. Įvairių betonų⁸⁰ ir termoizoliacinių gaminių⁸¹ valkšnumas nustatomas gniuždant. Klijų medžiagoms svarbus šlyties valkšnumas⁸².

Valkšnumo bandymai pasižymi ilga laiko trukme, pavyzdžiui, nustatant autoklavinio akytojo ir atviros struktūros lengvųjų užpildų betono valkšnumo deformacijas gniuždant⁸³, bandiniai apkraunami trečdaliu, bet ne daugiau kaip 40 proc. betono stiprio vertės ir deformacijų atskaitos atliekamos vienodais laiko tarpais iki vienerių metų. Valkšnumo deformacijos per nustatytą laiką apskaičiuojamos atmetant trumpalaikę ir susitraukimo deformacijas:

$$\varepsilon_{cc,t} = \varepsilon_{cc,tot,t} - \varepsilon_{ci,t0} - \varepsilon_{cs,t} ; \quad (1.33) \quad 83$$

čia: $\varepsilon_{cc,t}$ – valkšnumo deformacija per nustatytą laiką t , %;

$\varepsilon_{cc,tot,t}$ – apkrauto valkšnumo bandinio bendra deformacija per nustatytą laiką t , atsiradusi nuo pradinio atskaitos taško prieš pat apkrovimą, %;

$\varepsilon_{ci,t0}$ – trumpalaikė deformacija, susidariusi dėl panaudotos apkrovos (skirtumas tarp atskaitų prieš pat apkrovimą ir iš karto po apkrovimo), %;

$\varepsilon_{cs,t}$ – neapkrautų kontrolinių bandinių (susitraukimo džiūstant) bendros deformacijos nuo valkšnumo bandinių apkrovimo iki nustatyto laiko t vidutinė vertė, %.

Kietumas – medžiagos savybė priešintis kitos kietesnės medžiagos įsiskverbimui. Ši savybė labiau apibūdina medžiagos paviršių. Yra nemažai kietumo (kiečio) nustatymo metodų (1.14 lentelė).

1.14 lentelė

Medžiagų kietumo nustatymo metodai

Metodo pavadinimas	Principas	Rezultato fiksavimas
Kietumo nustatymas pieštuku ⁸⁴	Pieštuku (nuo 6H iki 6B kietumo), įstatytu į aparatą 45°±1° kampu, stumiant 7,5 N jėga brėžiamas tiriamas paviršius.	Kietumas fiksuojamas, kai brėžis nutrūksta mažiausiai 3 mm.
Rokvelo kietumo bandymas ⁸⁵	Į paviršių dviejų fiksuotų dydžių jėgomis spaudžiamas deimantinis kūgis (120°) arba rutulinis antgalis (1,5875 mm, 3,175 mm).	Kietumas apskaičiuojamas pagal įspaudų gylių skirtumą.

Metodo pavadinimas	Principas	Rezultato fiksavimas
Vikerso mikrokietumo bandymas ⁸⁶	Į paviršių nedidele jėga spaudžiama keturšonė deimantinė piramidė.	Kietumas apskaičiuojamas pagal išpaudo įstrižainių ilgius.
Knopo mikrokietumo bandymas ⁸⁷	Į paviršių nedidele jėga spaudžiama keturšonė deimantinė piramidė, kurios briaunos skirtingų posvyrio kampų.	Kietumas apskaičiuojamas pagal išpaudo įstrižainių ilgius.
Moso skalė ⁸⁸	Per paviršių brėžiama ranka su mineralu iš Moso skalės (1 – talkas, ..., 10 – deimantas).	Kietumas fiksuojamas tarp palikusio pėdsaką ir nepažeidusio paviršiaus mineralų.
Brinelio kietumo bandymas ⁸⁹	Į paviršių pasirinkta jėga spaudžiamas kietmetalio rutuliukas (1 mm, 2,5 mm, 5 mm, 10 mm).	Kietumas apskaičiuojamas pagal išpaudo skersmenį.

1.3. Cheminės medžiagų savybės

Nagrinėjant statybinių medžiagų chemines savybes tikimasi jų stabilumo, kad cheminė sandara nekistų eksploatacijos laikotarpiu. Dažniausiai tai apibūdina atsparumas įvairaus pobūdžio korozijai. Tačiau yra cheminių reakcijų, būtinų statybos metu. Tai vadinamieji „šlapieji procesai“, kai cheminės reakcijos pradedamos arba pratęsimos statybos aikštelėje. Tarp jų yra šviežio betono mišinio dėjimas, tankinimas ir jo kietėjimas klojiniuose, mūrijimas reikiamo galutinio stiprio skiediniu, paviršių glaistymas įvairių savybių mišiniais, dažymas. Tada tampa aktualios tokios savybės kaip rišimosi pradžia ir pabaiga, rišiklio išeiga, tirpumas.

Įvairių statybinių mišinių, kurie, pasibaigus cheminei reakcijai, tampa kietais elementais arba konstrukcijomis, svarbi sudedamoji dalis – rišiklis. Statybos procesui svarbiausios rišiklio cheminės savybės – **rišimosi pradžia**. Žinant rišimosi pradžią, galima planuoti konstrukcijų įrengimo trukmę, o pagal rišimosi pabaigą planuoti kitų darbų laiką. Rišimosi metu svarbu, kad statybinis elementas arba konstrukcija išliktų reikiamos formos, todėl atkreipiamas dėmesys į rišiklio **tūrio pastovumą**. Projektuojant ir pasirenkant sudedamąsias dalis numatoma, kiek galėtų išsiplėsti ar susitraukti mišinys. Kai kurių rišiklių charakteristikos palyginamos 1.14 lentelėje.

1.14 lentelė

Kai kurių rišiklių charakteristikų palyginimas

Rišiklis	Rišimosi pradžia, min	Tūrio pastovumas (plėtra), mm
Cementas 32,5 ⁹⁰	≥ 75	≤ 10
Cementas 42,5 ⁹⁰	≥ 60	
Cementas 42,5 ⁹⁰	≥ 45	
Gipsinis rišiklis A2 ⁹¹	≤ 45	-
Ranka tinkuojamas gipsatinkis B ⁹²	> 20	-
Purškiamas gipsatinkis B ⁹²	> 60	-
Statybinės kalkės HL ⁹³	> 50	≤ 2

Korozija gali sukelti šie veiksniai: deguonis, vandenilio jonai, atmosferos ir vandens teršalai, mikroorganizmai, šviesos poveikis ir panašiai. Laboratorijoje bandoma sukurti eksploataavimo sąlygoms artimą aplinką, dažnai veiksniai, galintys sukelti medžiagų koroziją, sustiprinami. Bandiniai imami natūralios būsenos arba pažeisti (subraižomas paviršius, padaromi įtrūkiai ir pan.). Įvairių korozijos tyrimų pavyzdžių pateikta 1.15 lentelėje.

1.15 lentelė

Korozijos tyrimų pavyzdžiai

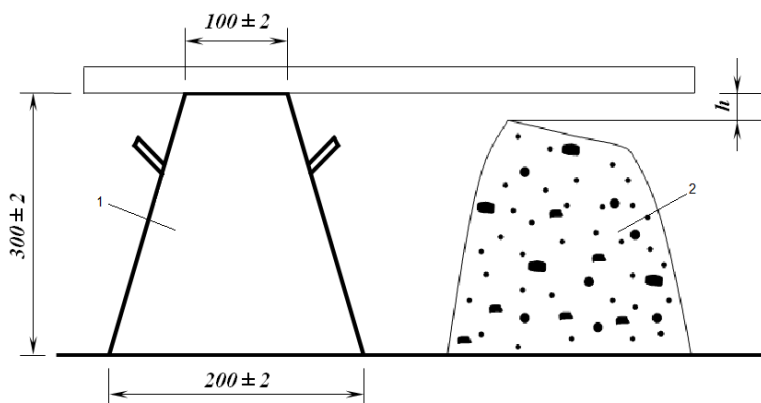
Medžiaga	Korozijos rūšis	Tyrimo pobūdis
Metalai ir lydiniai ⁹⁴	Atmosferinė	Bandiniai paliekami atvirame ore arba po pastogėmis, registruojama daug aplinkos ir bandinių charakteristikų (oro temperatūra, saulės radiacija, santykinė drėgmė ir t. t.). Bandymas gali trukti 1, 2, 5, 10, 15 ar 20 metų.
Metalinės ir kitos neorganinės dangos ⁹⁵	Purvo ir drėgmės	Coordkote pasta (vario nitrato trihidrato, geležies chlorido heksahidrato ir amonio chlorido tirpalas, sumaišytas su kaoliniu)

Medžiaga	Korozijos rūšis	Tyrimo pobūdis
		užtepama ant bandinio paviršiaus ir jis ilgą laiką laikomas didelio drėgno aplinkoje.
Metalai ir lydiniai ⁹⁶	Įtempties	Sveiki, deformuoti ar su įtrūkais bandiniai agresyvioje aplinkoje tiriami veikiant pastoviai apkrovai arba nuolatiniam poslinkiui, didėjančiai apkrovai arba didėjančiam poslinkiui. Bandymas gali trukti nuo 10 iki 125 dienų.
Cirkonio lydinių dangos ⁹⁷	Vandens	Bandiniai sudedami į autoklavą, kur, sukėlus spaudimą, pasiekama 360°C vandens arba ≥ 400°C garų temperatūra. Po 72 ar 336 valandų bandymo tiriamas cirkonio lydinio dangos masės padidėjimas.
Metalinės medžiagos ⁹⁸	Druskų	Bandiniai 2, 6, 24, ..., 1008 val. laikomi kameroje, kurioje palaikomas druskos tirpalo arba acto rūgštis ir druskos tirpalo rūkas esant 35±2°C temperatūrai. Naudojant vario jonais aktyvinamą acto rūgštis ir druskos tirpalo rūką, palaikoma 50±2°C temperatūra.
Dažai ir lakai ⁹⁹	Ciklinė	Priklausomai nuo pasirinkto metodo skirtingais laiko tarpais (nuo 30 minučių iki 48 val.) kameroje keičiamas temperatūrinis (nuo 23°C iki 60°C) ir drėgminis režimas (druskos tirpalo purškimas, sausa arba drėgna aplinka). Bandymas gali trukti nuo 240 iki 1440 val.

1.4. Technologinės medžiagų savybės

Nemažai statybinių medžiagų pagaminama iš daugiau ar mažiau plastiško mišinio. **Formuojamumas** – medžiagos savybė įgauti reikiamą formą ir ją išlaikyti. Sausos būsenos mišiniai (pavyzdžiui, betono, mūro, tinko ir pan.) gali būti nesunkiai transportuojami ir gana ilgai saugomi, jei bus užtikrintos tinkamos sąlygos. Sumaišius tokius mišinius su vandeniu, gautos masės konsistencija turi tenkinti tolesnės gamybos reikalavimus. Silikatiniams gaminiams formuoti naudojami pneumatiniai presai suspaudžia plytų ar blokelių gaminius iš smėlio, kalkių ir vandens mišinio, kuris atrodo vos drėgnas (drėgnis ~8÷15 proc.). Keraminės skylėtos plytos dažniausiai formuojamos plastiniu būdu pro formavimo galvą išspaudžiant molio masę, kuri primena standžią tešlą (drėgnis ~15÷35 proc.). Santechnikos įrenginiai gaminami liejant į formas porceliano ar fajanso masę, kuri būna pakankamai tiki (drėgnis ~35÷50 proc.).

Standesnių mišinių konsistencijai apibūdinti pasitelkiama slankumo sąvoka¹⁰⁰, plastiškesni mišiniai skirstomi pagal sklidumą^{101, 102, 103}. Slankumo bandymo rezultatas – mišinio nuoslūgis centimetais (1.20 pav. ir 1.16 lentelė).



1.20 pav. Betono mišinio slankumo bandymo schema:

1 – bandymo kūgis; 2 – šviežio betono mišinio slankumo matavimas

1.16 lentelė

Betono mišinio slankumo klasės¹⁰⁴

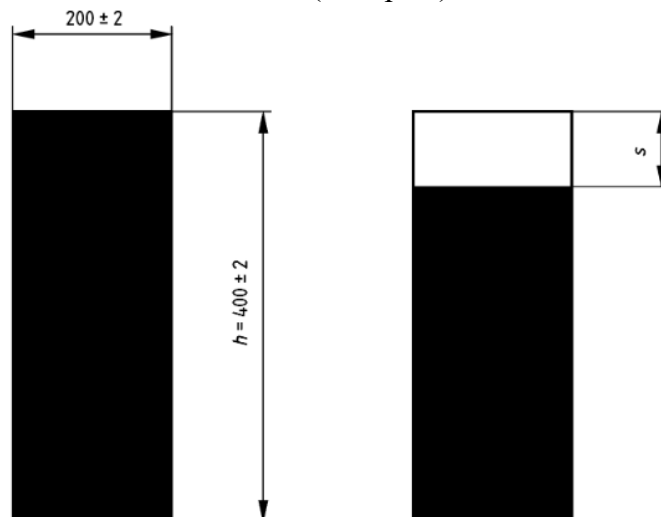
Klasė	Slankumas pagal ¹⁰⁰ , mm
S1	nuo 10 iki 40

Klasė	Slankumas pagal ¹⁰⁰ , mm
S2	nuo 50 iki 90
S3	nuo 100 iki 150
S4	nuo 160 iki 210
S5 ^a	≥ 220

^a dėl neaiškumo, kuris atsiranda, kai bandymų metodai viršija tam tikras konsistencijos vertes, rekomenduojama naudoti nurodytus bandymus:

- ≥ 10 mm ir ≤ 210 mm slankumo;
- ≥ 1,04 ir < 1,46 tanklumo;
- > 340 mm ir ≤ 620 mm sklidumo skersmens;
- > 550 mm ir ≤ 850 mm pasklidos skersmens.

Betono formuojamumui svarbi charakteristika yra tanklumas¹⁰⁵. Ji nustatoma formą užpildžius laisvai supiltu mišiniu ir sutankinus (1.21 pav.).



1.21 pav. Betono mišinio tanklumo bandymo schema: prieš ir po sutankinimo¹⁰⁵

Tanklumas leidžia įvertinti šviežio ir sutankinto mišinio užimamų tūrių skirtumą. Tanklumo laipsnis (1.17 lentelė) išreiškiamas santykiu:

$$c = \frac{h}{h - s}; \quad (1.34) \quad ^{105}$$

čia: h – vidinis tankinimo konteinerio aukštis, mm;
 s – keturių atstumų nuo sutankinto betono paviršiaus iki viršutinio tankinimo indo krašto vidutinė vertė, mm.

1.17 lentelė

Betono mišinio tanklumo klasės¹⁰⁴

Klasė	Tanklumo laipsnis pagal ¹⁰⁵
C0 ^a	≥ 1,46
C1	nuo 1,45 iki 1,26
C2	nuo 1,25 iki 1,11
C3	nuo 1,10 iki 1,04
C4 ^b	< 1,04

^a kaip 1.16 lentelės pastaba.

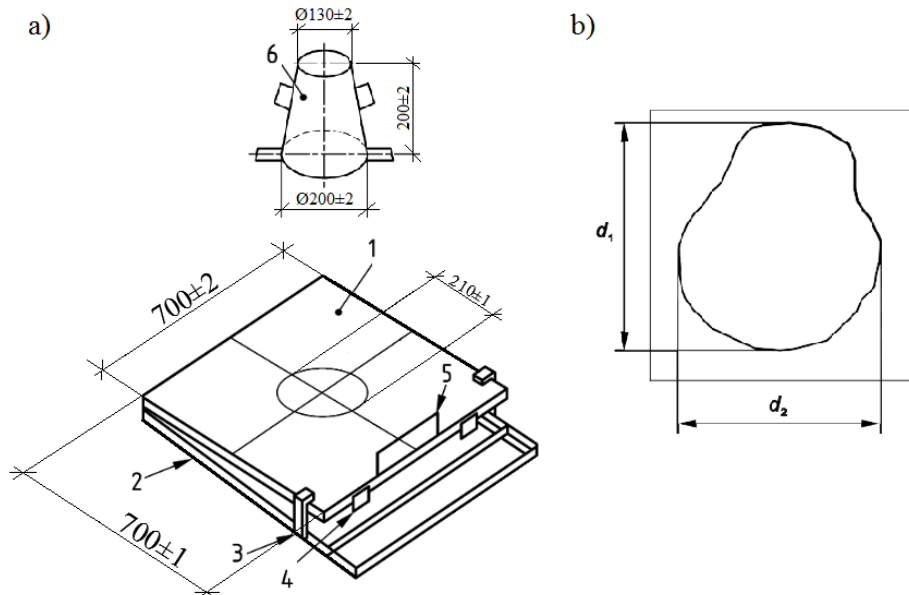
^b taikoma tik lengvajam betonui.

Sklidumui nustatyti kūgis užpildomas šviežiu mišiniu (1.22 pav.) ir nukeliamas leidžiant bandiniui pasklisti. Bandinys vibruojamas 1÷3 s periodu 15 kartų pakeliant ir nuleidžiant viršutinę bandymo stalo plokštę. Rezultatas išmatuojamas dviem statmenomis kryptimis ir suskaičiuojamas vidurkis:

$$f = \frac{d_1 + d_2}{2}; \quad (1.35) \quad 101$$

čia: d_1 – didžiausias betono pasklidimo matmuo, lygiagrečiai vienai stalo briaunai;
 d_2 – didžiausias betono pasklidimo matmuo, lygiagrečiai kitai stalo briaunai.

Skaičiavimų rezultatas apvalinamas iki 10 mm (1.18 lentelė).



1.22 pav. Betono mišinio sklidimo bandymo įranga (a) ir rezultatų fiksavimas (b) (pagal¹⁰¹):
 1 – metalinė plokštė su žymėjimu; 2 – pagrindo rėmas; 3 – viršutinis ribotuvas; 4 – apatinis ribotuvas;
 5 – kėlimo rankena; 6 – tuščiaviduris kūgis

1.18 lentelė

Betono mišinio sklidimo klasės¹⁰⁴

Klasė	Sklidimo skersmuo pagal ¹⁰¹ , mm
F1 ^a	≤ 340
F2	nuo 350 iki 410
F3	nuo 420 iki 480
F4	nuo 490 iki 550
F5	nuo 560 iki 620
F6 ^a	≥ 630

^a kaip 1.16 lentelės pastaba.

Įvairioms paviršių apdorojimo medžiagoms svarbi savybė – **dengiamumas (uždengiamumas)**. Ji apibūdinama kaip minimalus medžiagos kiekis, reikalingas paviršiui padengti nepermatomu sluoksniu.

Nustatant dažų dengiamumą, jais gali būti padengiamas juodas stiklas arba skaidri poliesterio plėvelė¹⁰⁶, kitais atvejais skaidri plėvelė ant juodo ir balto pagrindo arba juoda ir balta plokštelė¹⁰⁷. Įsitikinus dangos vientisumu ir tinkamomis optinėmis savybėmis, apskaičiuojamas jos storis, padengimo plotas. Pavyzdžiui, pasvėrus plokštelę su dažų danga ir be jos, apskaičiuojama dengiamumas kvadratiniais metrais vienu kilogramu dažų:

$$s_{tcm} = \frac{A_c \times NV}{\bar{m}_c - m_{uc}} \times 10^{-5}; \quad (1.36) \quad 107$$

čia: s_{tcm} – teorinė sausos dangos masė visam padengimui, kg/m²;
 A_c – plokštelės plotas, kg/m²;
 NV – lakiųjų medžiagų kiekis dažuose, %;
 \bar{m}_c – dažytų plokštelių vidutinė masė, g;
 m_{uc} – nedažytos plokštelės masė, g.

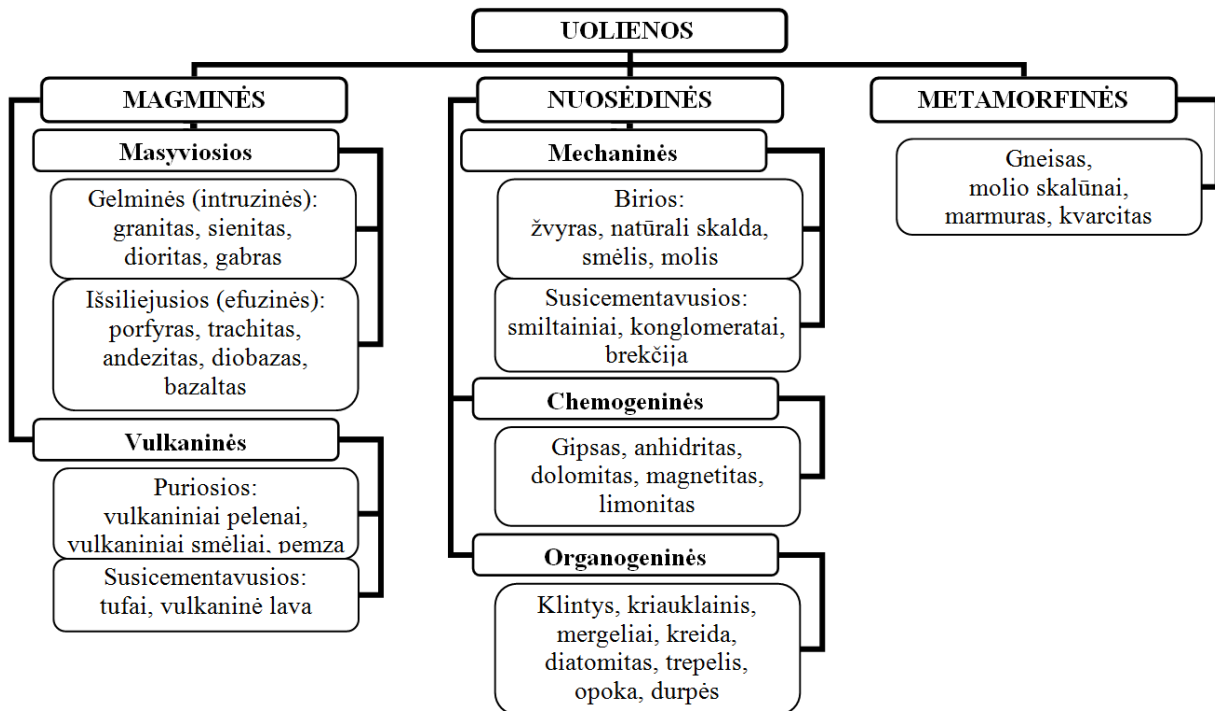
Transportabilumas – medžiagų, gaminių ar konstrukcijų patogumas ir saugumas pervežant. Planuojant medžiagų tiekimą į statybos objektą būtina įvertinti jų matmenis, atsparumą įvairiems mechaniniams poveikiams, laiko apribojimus ir pan. Pavyzdžiui, pervežant akmens vatos gaminius, svarbus tūris, kurį jie užima; stiklo paketų negalima transportuoti horizontaliai, nes galimas dūžis nuo savo svorio; šviežias betono mišinys gali išsisluoksniuoti, jeigu bus vežamas nemaišant; didelių gabaritų konstrukcijoms pervežti gali tekti derinti eismo reguliavimą.

2. GAMTINIAI AKMENYS

Žemės plutoje slūgsančios medžiagos vadinamos uolienomis. Kai kurios uolienos yra labai paprasti cheminiai junginiai (pavyzdžiui, kvarcas SiO_2 , geležies rūda Fe_2O_3 , klintys CaCO_3 ir kt.) ir grynuoliai (pavyzdžiui, deimantas – amorfinė anglis – C, auksas Au, siera S ir kt.), tačiau labiausiai paplitę sudėtingi mineraliniai junginiai (pavyzdžiui, baltas molis – kaolinitas – $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, biotitas $\text{K}(\text{Mg},\text{Fe})_3\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH},\text{F})_2$ ir kt.).

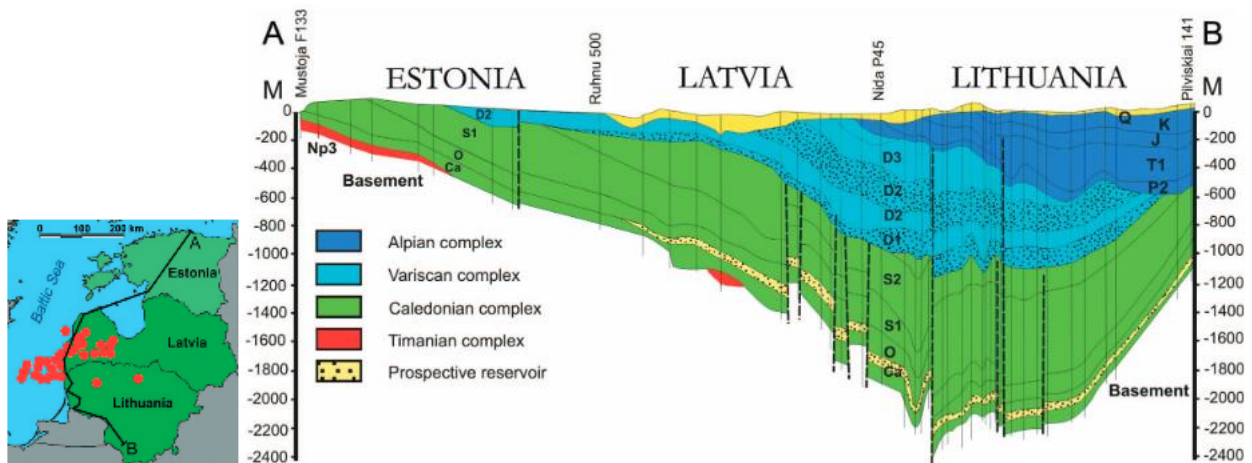
Uolienas galima klasifikuoti įvairiai:

- pagal genetinę kilmę¹⁰⁸ (magminės, nuosėdinės, metamorfinės (2.1 pav.);
- pagal fizikines ir mechanines savybes (tankis, stipris, tamprumo modulis, atsparumas šalčiui);
- pagal perdirbamumą (minkštos, vidutinio tvirtumo, tvirtos);
- pagal slūgsojimo sąlygas (paviršinės, giluminės);
- pagal užterštumą (švarios, mažai užterštos ir labai užterštos).



2.1 pav. Uolienų klasifikavimas pagal kilmę

Kadangi Lietuvoje kietasis pagrindas slūgso gana giliai, dažniausiai tenka susidurti su nuosėdinėmis uolienomis (2.2 pav.).



2.2 pav. Estijos, Latvijos ir Lietuvos geologinis pjūvis¹⁰⁹

Nuosėdinės uolienos susiformavo po globalinio Žemės atšalimo periodo ir paskutinių ledynų, palikusių mūsų šalies teritoriją prieš 12–14 tūkst. metų.

Lietuvos teritorijos paviršiuje esančias nuosėdines uolienas patogiu skirstyti į 3 grupes:

- mechaniškai suardytos uolienos (rieduliai, žvyras, smėlis, molis);
- chemogeninės uolienos, iškritusios nuosėdomis iš senovėje tyvuliavusių jūrų vandenių (gipsas, anhidritas, dolomitas);

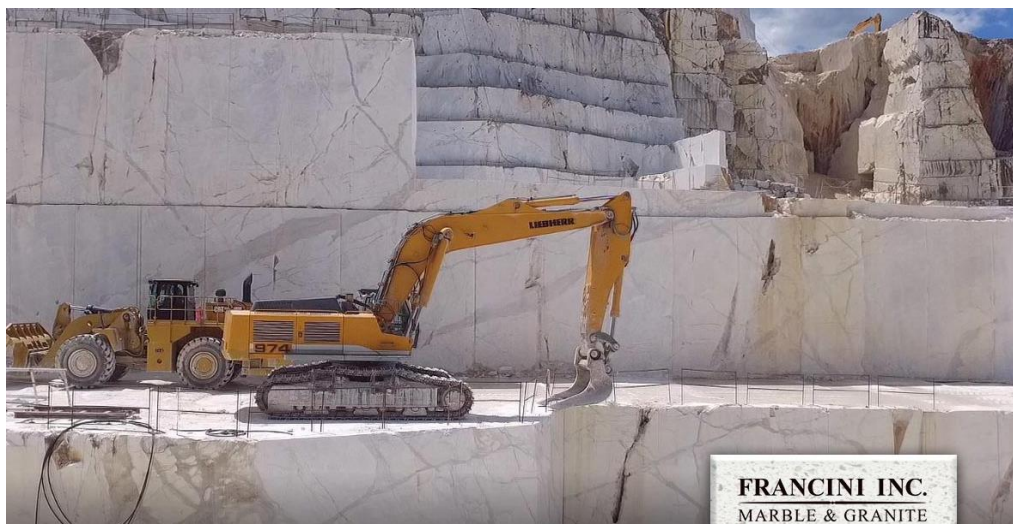
- organogeninės nuosėdos susidariusios iš vandenyje gyvavusių organizmų: fitoplanktono, vėžiagyvių, kriauklelių (klintys, kreida, diatomitas, opoka).

Iš minėtų nuosėdinių uolienu tik anhidritas galėtų tikti apdailos plytelėms, bet jis Kauno – Prienų zonoje slūgso 50–100 m gylyje ir šiuo metu nekasamas. Magminės ir metamorfinės uolienos statyboje naudojamos kaip akmenys mūriui, apdailai ir teritorijų tvarkybai, skalda ar užpildai. Mineralinėms rišamosioms medžiagoms gaminti naudojamos šios uolienos: gamtinis gipsas – statybiniam gipsui ir gipso rišikliams; klintys – orinėms kalkėms; klintys ir molis – portlandcemenčiui; opoka – kaip aktyvūs priedai rišikliams. Norint atskirti vizualiai panašias uolienas klintis ir gipsą, reikėtų jas paveikti 10 proc. HCl tirpalu – klintys puoja, o gipsas nereaguoja. Statybiniam metalams išgauti naudojamos metalų rūdos.

2.1. Kolekcijų analizė

Kasant masyvias uolienas stengiamasi atkirsti didelius luitus (2.3 pav.), kuriuos būtų galima supjaustyti ar suskaldyti apdailos plokštėmis ar mūro akmenimis reikalingais dydžiais.

a)



b)



c)



2.3 pav. Masyvių uolienu gavyba (a)

< <https://francinimarble.com/Portals/0/xBlog/uploads/2020/9/23/world-quarries.jpg> > ir apdirbimas pjaustant (b) < <https://marble.com/articles/granite-and-marble-fabrication-process#> > arba skaldant

(c) < <https://www.blackmountainquarries.co.uk/articles/stone-cropping/> >

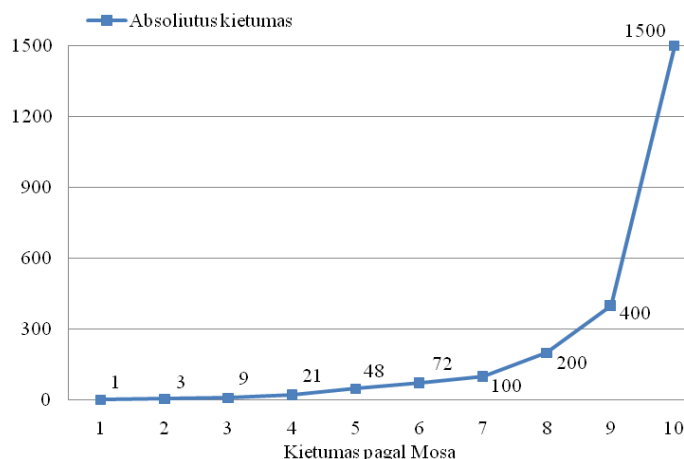
Statybinių medžiagų laboratorijoje yra sukaupta daug uolienuų ir mineralų kolekcijų, pavienių uolienuų pavyzdžių, mineralų kietumo pagal Mosą rinkinių (2.1 lentelė). Šią skalę vokiečių mokslininkas Mosas sudarė dar 1812 metais.

2.1 lentelė

Etaloniniai mineralai ir jų Moso skalės kietumas⁸⁸

Mineralas	Moso skalės kietumas
Talkas	1
Gipsas	2
Kalcitas	3
Fluoritas	4
Apatitas	5
Oktoklazas	6
Kvarcas	7
Topazas	8
Korundas	9
Deimantas	10

Vėlesni tyrimai parodė, kad Moso skalė apibūdina kietumo savybę netiesiškai (2.4 pav.), nes Friedrichas Mosas tiesiog parinko tuo metu žinomiausius mineralus ir išdėstė juos 10 vienetų skalėje.



2.4 pav. Kietumo pagal Mosą ir absoliutaus kietumo sąryšis (pagal¹¹⁰)

Kietumo tyrimas, taikant Moso skalę, naudojamas norint greitai identifikuoti uolienas lauko sąlygomis. Brėžiant uolienos pavyzdžių paviršius vieną į kitą, kietesnė uoliena palieka pėdsaką ant minkštesnės (minkštesnės uolienos pėdsakas lengvai nusivalo, o brėžio nelieka).

Laboratorinio darbo metu studentas privalo kruopščiai peržiūrėti esamas kolekcijas ir laboratorinių darbų ataskaitose aprašyti dėstytojo pateiktas uolienas. Tiek apžiūrint, tiek išbandant Moso skalę, tiek pasitelkus informacinius šaltinius ataskaitoje reikia apibūdinti jų kilmę, kietumą pagal Mosą, natūralųjį tankį, išvaizdą (spalvą, spindesį, struktūrą), radymvietes, panaudojimą statyboje ir statybinių medžiagų gamyboje.

Dėstytojo pateiktų uolienuų apibūdinimas atliekamas laboratorinio darbo metu, rezultatai įrašomi į II.1 lentelę.

II.1 lentelė

Uolienuų analizės rezultatai

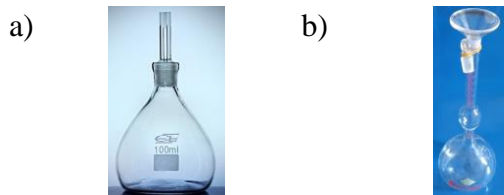
Uoliena –		
Kietumas pagal Mosą	Išvaizda	Randama
Natūralusis tankis		
Panaudojimas		

Darbo gynimo metu studentas turi mokėti identifikuoti dėstytojo nurodytas uolienas, ypač gerai privalo atpažinti naudojamas statyboje ir gaminant statybines medžiagas, taip pat randamas Lietuvoje uolienas ir mineralus. Studentas privalo pateikti jo paties naudotos literatūros sąrašą.

2.2. Gamtinių akmenų savybių tyrimas

Norint išsiaiškinti visuminį gamtinio akmens **poringumą**, reikia žinoti jo savitąjį tankį, kuris gali būti suvokiamas kaip grynos medžiagos (atmetus visas tuštumas) absoliutusias tankis. Savitajam tankiui nustatyti taikomi piknometro arba Le Chatelier tūrio matuoklio metodai, kurie skiriasi tik matavimo priemonėmis¹⁷. Abiem atvejais medžiaga smulkinama, kol išbyrės per 0,063 mm akučių sietą.

Pirmuoju metodu piknometras (2.5 pav. a) iki pusės jo tūrio pripilamas distiliuoto (dejonizuoto) vandens, beriama 10 g ($\pm 0,01$ g) išdžiovintų miltelių ir išmaišoma, kad pasklistų visa kietoji frakcija. Palaikoma vakuume ($2 \pm 0,7$ kPa), kol nebeliks oro burbuliukų. Tada distiliuoto vandens pripilama beveik iki viršaus, paliekama, kol kietoji medžiaga nusės ir vanduo nuskaidrės.



2.5 pav. Piknometras (a) < <http://mikros.lt/product/piknometras> >;
Le Chatelier tūrio matuoklis (b) < <https://geotechnical-equipment.com> >

Toliau piknometras atsargiai pripilamas distiliuoto vandens, uždedamas kamštis ir švelniai nuvalomas bet koks perteklius. Galiausiai piknometras pasveriamas 0,01 g tikslumu (m_1). Antrame etape tokiu pat tikslumu sveriamas išplautas ir tik distiliuoto vandens pripildytas piknometras su kamšteliu (m_2). Svėrimai atliekami įsitikinus, kad aplinkos oro temperatūra yra 20°C ($\pm 5^\circ\text{C}$). Savitasis tankis:

$$\rho_r = \frac{m_e}{m_2 + m_e - m_1} \cdot \rho_{rh}; \quad (2.1) \quad 17$$

čia: ρ_r – bandinio savitasis (absoliutinis) tankis, kg/m^3 ;
 m_e – susmulkinto ir išdžiovinto bandinio masė, g;
 m_2 – piknometro su distiliuotu vandeniu masė, g;
 m_1 – piknometro su susmulkintu bandiniu ir distiliuotu vandeniu masė, g;
 ρ_{rh} – vandens tankis, kg/m^3 (priklausantis nuo vandens temperatūros (1.2 lentelė)).

Dėstytojo pateiktos uolienos savitojo tankio tyrimas piknometru atliekamas laboratorinio darbo metu, rezultatai įrašomi į II.2 lentelę.

II.2 lentelė

Uolienos savitojo tankio nustatymo piknometru rezultatai

Parametras	Simbolis	Matavimo vienetas	Bandinys		
			1	2	3
Susmulkinto ir išdžiovinto bandinio masė	m_e				
Piknometro su susmulkintu bandiniu ir distiliuotu vandeniu masė	m_1	g			
Piknometro su distiliuotu vandeniu masė	m_2				
Vandens tankis	ρ_{rh}	kg/m^3			

Parametras	Simbolis	Matavimo vienetas	Bandinys		
			1	2	3
Bandinio savitasis tankis	$\rho_{r,i}$	g/cm ³			
Tirtos medžiagos savitojo tankio vidutinė vertė	ρ_r				

Antruoju metodu Le Chatelier tūrio matuoklis (2.5 pav. b) užpildomas distiliuotu (dejonizuotu) vandeniu iki nulinės padalos, beriama 50 g ($\pm 0,01$ g) išdžiovintų miltelių penkiais etapais (po 10 g) ir kaskart išmaišoma, kad pasklistų visa kietoji frakcija (m_e). Skalėje atskaitomas bandinio išstumto skysčio tūris V_s mililitrais 0,1 ml tikslumu. Savitasis tankis:

$$\rho_r = \frac{m_e}{V_s} \cdot \rho_{rh}; \quad (2.2) \quad 17$$

čia: ρ_r – bandinio savitasis (absoliutinis) tankis, kg/m³;
 m_e – susmulkinto ir išdžiovinto bandinio masė, g;
 V_s – išstumto skysčio tūris, ml;
 ρ_{rh} – vandens tankis, kg/m³ (priklausantis nuo vandens temperatūros (1.2 lentelė)).

Dėstytojo pateiktos uolienos savitojo tankio tyrimas Le Chatelier tūrio matuokliu atliekamas laboratorinio darbo metu, rezultatai įrašomi į II.3 lentelę.

II.3 lentelė

Uolienos savitojo tankio nustatymo Le Chatelier tūriamačiu rezultatai

Parametras	Simbolis	Matavimo vienetas	Bandinys		
			1	2	3
Sauso susmulkinto bandinio masė	m_e	g			
Išstumto skysčio tūris	V_s	ml			
Vandens tankis	ρ_{rh}	kg/m ³			
Bandinio savitasis tankis	$\rho_{r,i}$	g/cm ³			
Savitojo tankio vidutinė vertė	ρ_r				

Visuminis poringumas apskaičiuojamas:

$$P = \frac{\frac{1}{\rho_b} - \frac{1}{\rho_r}}{\frac{1}{\rho_b}} \cdot 100 = \left(1 - \frac{\rho_b}{\rho_r}\right) \cdot 100; \quad (2.3) \quad 17$$

čia: P – bandinio visuminis poringumas, %;
 ρ_b – bandinio tūrinis (tariamasis) tankis, kg/m³;
 ρ_r – bandinio savitasis (absoliutinis) tankis, kg/m³.

Gniuždomasis stipris nustatomas bandant gamtinio akmens 70±5 mm arba 50±5 mm briaunos kubus⁶⁵. Gniuždomojo skerspjuvio matmenys išmatuojami 0,1 mm tikslumu, o aukštis – 1,0 mm. Apkrova prese didinama 1±0,5 MPa/s greičiu; stipris apskaičiuojamas pagal 1.24 išraišką. Bandymas atliekamas laboratorinio darbo metu, rezultatai įrašomi į II.4 lentelę.

II.4 lentelė

Akmens gniuždymo rezultatai

Parametras	Simbolis	Matavimo vienetas	Bandiniai		
			1	2	3
Aukštis	h	mm			
Skerspjuvis	$a \times b$	mm			

Parametras	Simbolis	Matavimo vienetas	Bandiniai		
			1	2	3
Skerspjūvio plotas	A	mm^2			
Suirimo jėga	F_{\max}	N			
Gniuždomasis stipris	$f_{c,0}$	N/mm^2			
Vidutinis gniuždomasis stipris	$\bar{f}_{c,0}$				

2.3. Biriųjų uolienu savybių tyrimas

Kasant ir apdirbant masyvias uolienas visada susidaro nuotrupos – skalda, kuri plačiai naudojama statyboje ir statybinių medžiagų gamyboje. Gamtinėje aplinkoje susikaupusios nuotrupos kasamos kaip žvyras (2.6 pav.). Pernelyg didelės frakcijos papildomai trupinamos. Kadangi akmuo skeliant suyra silpniausioje vietoje, skaldos stipris visada yra didesnis negu žaliavos, iš kurios ji gaminama.



2.6 pav. Žvyro kasyba su pirminiu rūšiavimu pagal frakcijas (a)

< <https://cumberlandquarry.com/cumberland-quarry.html> >;

pirminis smulkinimas (b) < <https://www.911metallurgist.com/blog/primary-crusher-selection> >

Piltinis tankis yra sausojo užpildo, užpildančio standartinį indą be sutankinimo, masės santykis su šio indo tūriu¹⁸. Norminių indų talpa parenkama pagal granuliu stambumą (2.2 lentelė).

2.2 lentelė

Mažiausias matavimo indo tūris, atsižvelgiant į užpildo stambumą¹⁸

Didžiausias užpildo dalelių stambumas D , mm	Tūris, l
iki 4	1,0
iki 16,0	5,0
iki 31,5	10
iki 63	20

Dėstytojo pateiktas tyrimui stambus užpildas. Sauso užpildo imama būtino indo talpos 120÷150 proc. Pagal didžiausių dalelių stambumą tinkama norminio indo talpa $V = \dots\dots\dots$ l.

Pasveriamas tuščias ir švarus matavimo indas $m_1 = \dots\dots\dots$ kg. Į indą pilamas užpildas su kaupu, kastuvėlis atremiamas į viršutinį indo kraštą (neturi būti aukščiau kaip 50 mm virš krašto). Užpildo perteklius nubraukiamas, o paviršius atsargiai nulyginamas liniuote. Pripildyto indo masė užrašoma 0,1 proc. tikslumu $m_2 = \dots\dots\dots$ kg. Piltinis tankis apskaičiuojamas:

$$\rho_b = \frac{m_2 - m_1}{V}; \quad (2.4)^{18}$$

čia: ρ_b – piltinis tankis, Mg/m^3 ;
 m_2 – matavimo indo ir bandinio masė, kg;
 m_1 – tuščio matavimo indo masė, kg;

V – matavimo indo tūris, l.

Nustatant biralų (žvyro, skaldos, smėlio ir kt.) **tuštymėtumą** taikoma išraiška:

$$v = \frac{\rho_p - \rho_b}{\rho_p} \cdot 100; \quad (2.5)^{18}$$

čia: v – santykinis tuštymėtumas, %;
 ρ_b – piltinis tankis, Mg/m³;
 ρ_p – sausų arba išdžiovintų dalelių tankis, Mg/m³.

Granulimetrinė sudėtis – granulių pagal stambumą santykinis kiekis, išreikštas išbirų per apatinius sietus (nagrinėjamo sieto atžvilgiu) masių suma procentais. Ši savybė svarbi parenkant mišinio užpildą priklausomai nuo jo paskirties. Masyvioms nearmuotoms arba mažai armuotoms betoninėms konstrukcijoms gali būti naudojamas stambus užpildas, tačiau smulkiosios frakcijos būtinos tuštumoms tarp stambiųjų užpildyti. Intensyviai armuotam gelžbetoniui naudojami smulkesnių frakcijų užpildai, kad betono mišinys tinkamai užpildytų visas ertmes ir aptekėtų visus armavimo elementus. Plonasiūlio mūro skiedinių gamybai naudojami smulkūs užpildai, o įprastiniam – stambesni.

Užpildai betonams ir skiediniams žymimi simboliais d/D ¹¹¹; čia: d – mažiausios granulės matmuo, mm; D – didžiausios granulės matmuo, mm. Pavyzdžiui, betono stambusis užpildas gali būti pažymėtas 4/16 ar 2/8; smulkusis užpildas – 0/2 ar 0/4; mišrusis (stambiojo ir smulkiojo mišinys) – 0/8 ar 0/16.

Įvairioms reikmėms skiriamo užpildo granulimetrinės sudėties tyrimui skirto bandinio kiekis taip pat priklauso nuo didžiausių užpildo dalelių matmens (2.3 lentelė).

2.3 lentelė

Minimalus bandinio kiekis¹¹¹

Didžiausias užpildo dalelių stambumas D , mm	Užpildo masė, kg	Lengvųjų užpildų tūris, l
90	80	–
32	10	2,1
16	2,6	1,7
8	0,6	0,8
≤ 4	0,2	0,3

Užpildo granulimetrinės sudėties tyrimo metodika¹¹¹:

– tiriamo užpildo bandymui reikalingas kiekis pasveriamas 0,1 proc. tikslumu;
 – didėjančia akučių matmenų seka vienas ant kito uždedami standartiniai sietai (2.4 lentelė);

– sausas užpildo bandinys siojamas per visus sietus;
 – užpildo liekanos ant atskirų sietų pasveriamos 1,0 g tikslumu, rezultatai įrašomi į II.5 lentelę;

– apskaičiuojamos dalinės liekanos ant atskirų sietų (2.6 formulė);
 – visos išbiros per bet kurį sietą apskaičiuojamos kaip liekanų, esančių ant smulkesnių (už nagrinėjamą) sietų, suma procentais, rezultatai įrašomi į II.5 lentelę.

2.4 lentelė

Sietų akelių matmenys užpildo stambumui apibūdinti¹¹¹

Pagrindinis rinkinys, mm	Pagrindinis ir 1-asis rinkinys, mm	Pagrindinis ir 2-asis rinkinys, mm
0	0	0
1	1	1
2	2	2
4	4	4
–	5,6 (5)	–
–	–	6,3 (6)
8	8	8
–	–	10

Pagrindinis rinkinys, mm	Pagrindinis ir 1-asis rinkinys, mm	Pagrindinis ir 2-asis rinkinys, mm
–	11,2 (11)	–
–	–	12,5 (12)
–	–	14
16	16	16
–	–	20
–	22,4 (22)	–
31,5 (32)	31,5 (32)	31,5 (32)
–	–	40
–	45	–
63	63	63

Dėstytojo pateiktas tyrimui stambus užpildas. Pagal didžiausių dalelių stambumą $D = \dots\dots\dots$ mm sauso bandinio kiekio masė $m_1 = \dots\dots\dots$ kg.

II.5 lentelė

Tiriamo užpildo granulimetrinė sudėtis

Sieto akučių matmuo, mm	Liekanos ant sieto masė, kg	Dalinė liekana ant sieto, %	Išbiros per sietą dalis, %
63			
31,5			
16			
8			
4			
2			
1			
0,5			
0,25			
0,125			
0,063			
< 0,063			
Viso:			

Sijojimo nuostoliai:

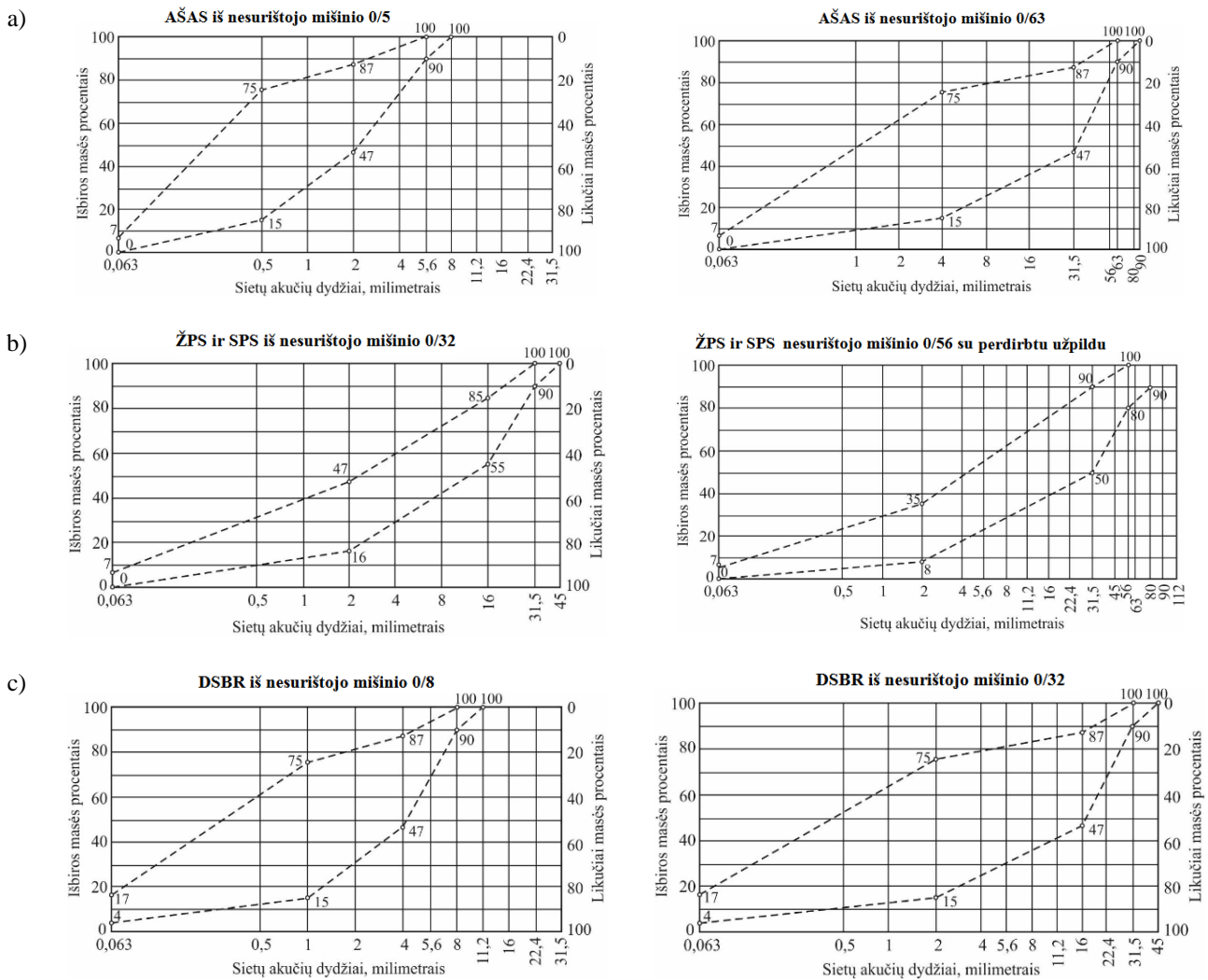
Dalinė liekana ant atskiro sieto apskaičiuojama:

$$f = \frac{100 \cdot P}{m_1} \cdot 100, \quad (2.6)^{111}$$

čia: f – dalinė liekana, %;
 P – bandinio liekanos ant sieto masė, kg;
 m_1 – sauso bandinio masė, kg.

Įvairioms reikmėms naudojamam užpildui keliami skirtingi reikalavimai. Pavyzdžiui, įrengiant kelių dangas be rišiklių, rekomenduojamos granulimetrinės sudėtys skiriasi ne tik priklausomai nuo didžiausių dalelių stambumo, bet ir nuo sluoksnio paskirties (2.7 pav.).

Jeigu esamo užpildo kokybė pagal granulimetrinę sudėtį netenkina reikalavimų, tai būtina keisti granulių santykinį kiekį – dažniausiai išmesti kurią nors visą frakciją ar jos dalį.



2.7 pav. Granulimetrinės sudėties ribinės vertės¹¹³: apsauginių šalčiui atsparių sluoksnių (a); žvyro ir skaldos pagrindo sluoksnių (b); dangos sluoksnių be rišiklių (c)

Fracija, išbyrėjusi per smulkiausią 0,063 mm akelių sietą, vadinama smulkelėmis. Pagal jų kiekį betono užpildai skirstomi į kategorijas (2.5 lentelė), kurias rekomenduojama nurodyti dokumentacijoje.

2.5 lentelė

Kategorijos pagal didžiausias smulkiųjų kiekio vertes¹¹¹

Užpildas	Išbyros per 0,063 mm akelių sietą, %	Kategorija <i>f</i>
Stambusis užpildas	$\leq 1,5$	$f_{1,5}$
	≤ 4	f_4
	> 4	$f_{\text{Deklaruojamas}}$
Gamtinis 0/8 mm užpildas	Reikalavimų nėra	f_{NR}
	≤ 3	f_3
	≤ 10	f_{10}
	≤ 16	f_{16}
	> 16	$f_{\text{Deklaruojamas}}$
Mišrusis užpildas	Reikalavimų nėra	f_{NR}
	≤ 3	f_3
	≤ 11	f_{11}
Smulkusis užpildas	> 11	$f_{\text{Deklaruojamas}}$
	Reikalavimų nėra	f_{NR}
	≤ 3	f_3
	≤ 10	f_{10}
	≤ 16	f_{16}

Užpildas	Išbyros per 0,063 mm akelių sietą, %	Kategorija <i>f</i>
	≤ 22	<i>f</i> ₂₂
	> 22	<i>f</i> _{Deklaruojamas}
	Reikalavimų nėra	<i>f</i> _{NR}

Apibūdinant betono smulkųjį užpildą gali būti nurodytas išbirų per 0,5 mm akelių sietą procentas arba **stambumo modulis** (2.6 lentelė):

$$FM = \frac{\sum \{(> 4) + (> 2) + (> 1) + (> 0,5) + (> 0,25) + (> 0,125)\}}{100}; \quad (2.7) \quad ^{111}$$

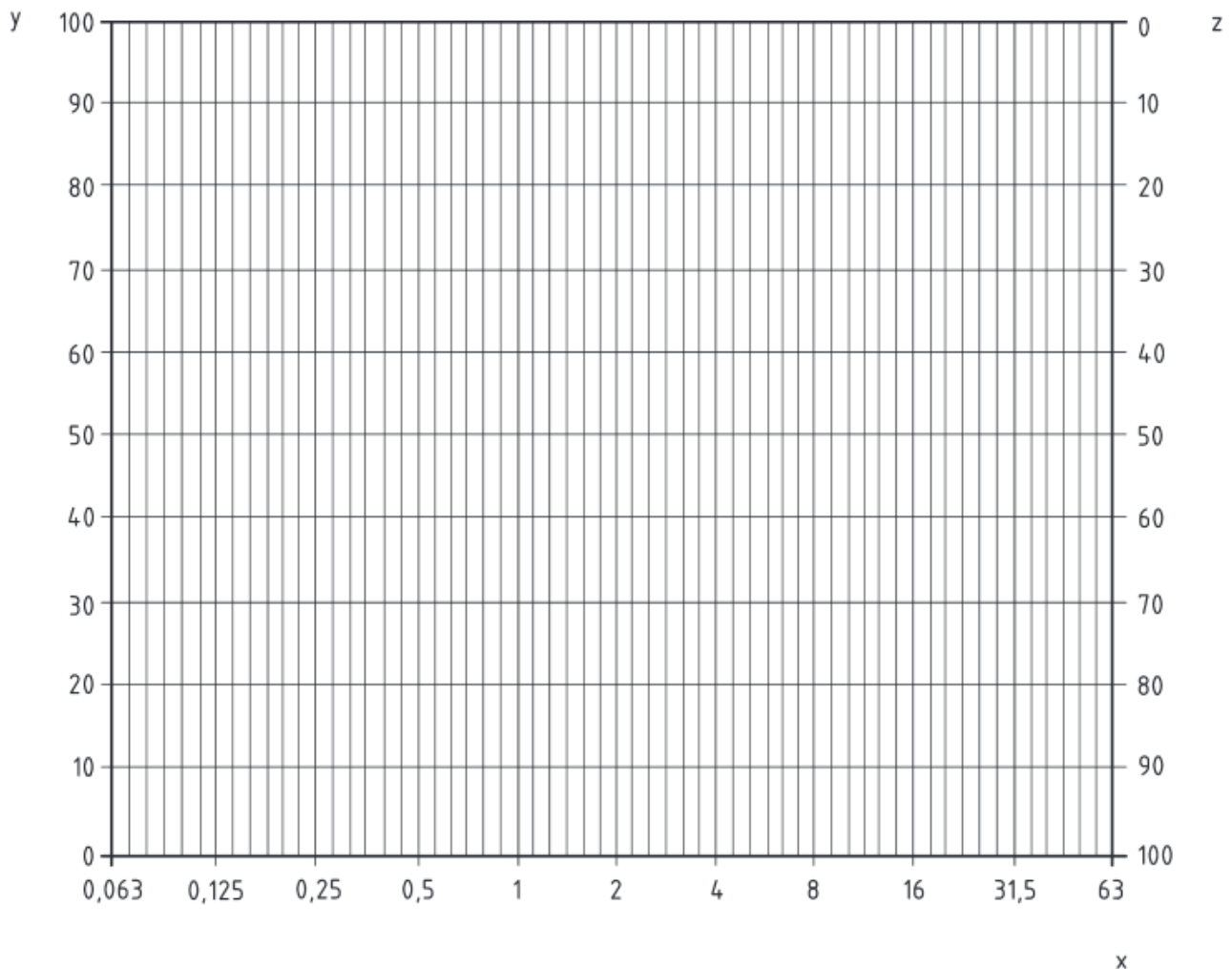
čia: > n – suminė liekana ant kiekvieno sieto, %.

2.6 lentelė

Stambumas arba smulkumas pagal stambumo modulį ¹¹¹

Stambumo modulis		
<i>CF</i>	<i>MF</i>	<i>FF</i>
Nuo 4,0 iki 2,4	Nuo 2,8 iki 1,5	Nuo 2,1 iki 0,6

Grafiškai granulimetrinės užpildo sudėties tyrimo rezultatai pavaizduojami II.1 paveiksle.



II.1 pav. Grafinis rezultatų vaizdavimas ¹¹²:

x – sieto akučių dydis, mm; y – išbiros per sietą dalis, %; z – liekana, %

Tirto užpildo parametrai: stambumo modulis $FM = \dots$, todėl deklaruojamas – \dots ; kategorija pagal smulkiųjų kiekį – \dots

Ypač svarbi smulkaus ir dispersiško užpildo atskirų frakcijų sudėtis, kai jis naudojamas skiediniams. Didžiausias smulkiųjų kiekis skiedinio užpilde ir užpildų skiediniams kategorijos pateikti 2.7 lentelėje.

2.7 lentelė

Smulkiųjų kiekio ribos¹¹⁴

Užpildo stambumas, mm	Didžiausias išbirų per 0,063 mm akelių sietą kiekis, %				
	1 kategorijos	2 kategorijos	3 kategorijos	4 kategorijos	5 kategorijos
0/1	3	5	8	30	> 30
0/2	3	5	8	30	-
0/4	3	5	8	30	-
0/8	3	5	8	11	-

1 kategorijos skiediniai naudotini grindų išlyginimui, torketui, kiaurymių injektavimui, įvairių paviršių remontavimui; 2 kategorijos – vidaus ir išorės tinkui; 3 kategorijos (visi užpildai, išskyrus skaldytas uolienas) – mūriui; 4 kategorijos (skaldytos uolienos) – mūriui.

Tirdami pateikto smėlio granulimetrinę sudėtį, studentai privalo užpildyti II.6 lentelę.

II.6 lentelė

Tiriamo smėlio granulimetrinė sudėtis

Sieto akučių matmuo, mm	Liekanos masė, kg	Dalinė liekana, %	Suminė liekana, %	Išbiros per sietą dalis, %
4				
2				
1				
0,5				
0,25				
0,125				
0,063				
< 0,063				
Viso:				

Smėlio granulimetrinę sudėtį galima išreikšti **smulkumo moduliu** (2.8 lentelė), kuris apskaičiuojamas taikant formulę, analogišką 2.7 išraiškai.

2.8 lentelė

Stambumas arba smulkumas pagal smulkumo modulį¹¹⁴

Smulkumo modulis		
<i>CF</i>	<i>MF</i>	<i>FF</i>
Nuo 3,6 iki 2,4	Nuo 2,8 iki 1,5	Nuo 2,1 iki 0,6

Tirto smėlio parametrai: smulkumo modulis $FM = \dots\dots\dots$; todėl deklaruojamas –; kategorija pagal smulkiųjų kiekį –; paskirtis –

3. STATYBINĖ KERAMIKA

Degimo metu iš molio mineralų pašalinamas net chemiškai surištas vanduo, maždaug 1000°C temperatūroje susidaro tvirti ir atsparūs junginiai – aliumosilikatai $Al_2O_3 \cdot nSiO_2$. Nagrinėjant statybinę keramiką skiriami du tyrimų objektai: keraminė šukė ir keraminis gaminyš. Molio mineralų yra daugiau kaip 40 rūšių, todėl degimo metu išgaunamas įvairių savybių karkasas – keraminė šukė. Svarbiausiomis savybėmis laikomos šios:

- didesnis Al_2O_3 kiekis didina atsparumą ugniai;
- geležies oksidai nudažo keraminę šukę nuo geltonos iki raudonos spalvos;
- dėl CaO ir MgO priemaišų šukė būna poringa ir ne tokia atspari šalčiui;
- Na_2O ir K_2O žemina degimo temperatūrą, suteikia didesnę stiprį.

Keraminis gaminyš apibūdinamas įvertinant ne tik keraminės šukės savybes, bet ir jo formą, tuštumas, paviršiaus padengimą (jeigu toks yra). Pagal paskirtį statybinę keramiką galima skirstyti į daugiau nei dešimt grupių:



- mūro dirbiniai: plytos, blokeliai, blokai;
- stogų dirbiniai: čerpės, fasoninės dalys;
- fasadų dirbiniai: fasadinės plytelės, karnizų detalės;
- vidaus apdailos dirbiniai: glazūruotos ir neglazūruotos plytelės;
- santechninės keramikos gaminiai: praustuvai, klozetai ir jų bakeliai;
- būsto apdailai reikalingi dirbiniai: grindų ir laiptų plytelės, klinkerio gaminiai;
- komunikacijų dirbiniai: drenažo ir kanalizacijos vamzdžiai;
- šilumos izoliacija: porėtieji blokai, keramzitas.

Keramikos gaminiai gali būti formuojami keliais būdais:

- pussausiu presavimo būdu (masės drėgnis 8–15 proc.);
- ekstruziniu (plastiškuoju) būdu (masės drėgnis 15–35 proc.);
- liejimo būdu (masės (šlikerio) drėgnis 35–50 proc.).

3.1. Keraminiai mūro gaminiai

Keraminis mūro gaminyš – mūro gaminyš, pagamintas iš molio arba kitų molių medžiagų su smėliu, kuru arba kitais priedais arba be jų, išdegtas aukštoje temperatūroje, kad susidarytų keraminis ryšys¹¹⁵. Standarte numatomas keraminių mūro gaminių žymėjimas – CL. Gamintojas, pateikdamas keraminius mūro gaminius rinkoje, privalo deklaruoti pagrindines eksploatacines savybes (3.1 pav.), be to, gali jas papildyti pagal klientų pageidavimus ar reklamos tikslams.

 NB 9999 AnyCo SA, Any Street 1 B-1050 Briuselis, Belgija 13 001-ABC-2014/07/12	 NB 9999 AnyCo SA, Any Street 1 B-1050 Briuselis, Belgija 13 001-ABC-2014/07/12
EN 771-1:2011+A1:2015 CL Z12 P gaminiai naudojami apsaugotajame mūre. I kategorija	EN 771-1:2011+A1:2015 CL Z12
Matmenys: 498 × 245 × 249 mm: Leidžiamųjų nuokrypų kategorija: T1+ Matmenų intervalo kategorija: R1+ Guldomųjų paviršių plokštumas: 1 mm Guldomųjų paviršių lygiagretumas: 1 mm Forma: kaip pavaizduota pridėdamame brėžinyje (3 grupė pagal EN 1996-1-1)	001-ABC-2014/07/12 EN 771-1:2011+A1:2015 CL Z12
Vidutinis gniuždymo stipris: 10,3 N/mm ² (statmenai guldomajam paviršiui) Aktyvių tirpiųjų druskų kiekis: S0 kategorija Degumas: A1 euroklase Pralaidumas vandens garams: 5/10 Tiesioginio ore sklindančio garso izoliacija: tariamasis (bruto) sausasis tankis: 850 kg/m ³ (D1) forma: kaip nurodyta anksčiau Šilumos laidumo koeficientas: 0,28 W/mK (P2) Ilgalaiškumas (atsparumas šalčiui): F0 kategorija Pavojingosios medžiagos: NPd	CL P I 10,3 850(D1) 498 × 245 × 249 B L0,280 Išsamesnė informacija (DoP): www.anyco.com/DoP/001-ABC-2014/07/12

3.1 pav. Produktų ženklavimo informacijos pavyzdys¹¹⁵

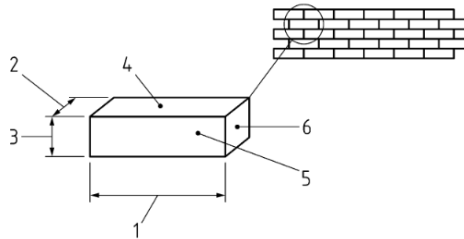
Priklausomai nuo numatomo panaudojimo keraminiai mūro gaminiai skiriami į dvi grupes¹¹⁵:

– **P gaminiai**, naudojami mūre, apsaugotame nuo vandens įsiskverbimo ir nesiliečiančiame su gruntu ir gruntiniu vandeniu;

– **U gaminiai**, naudojami mūre, kuris gali būti veikiamas lietaus, užšalimo (atšilimo) ir (arba) gali liestis su gruntu ir gruntiniu vandeniu nesant tinkamos apsaugos.

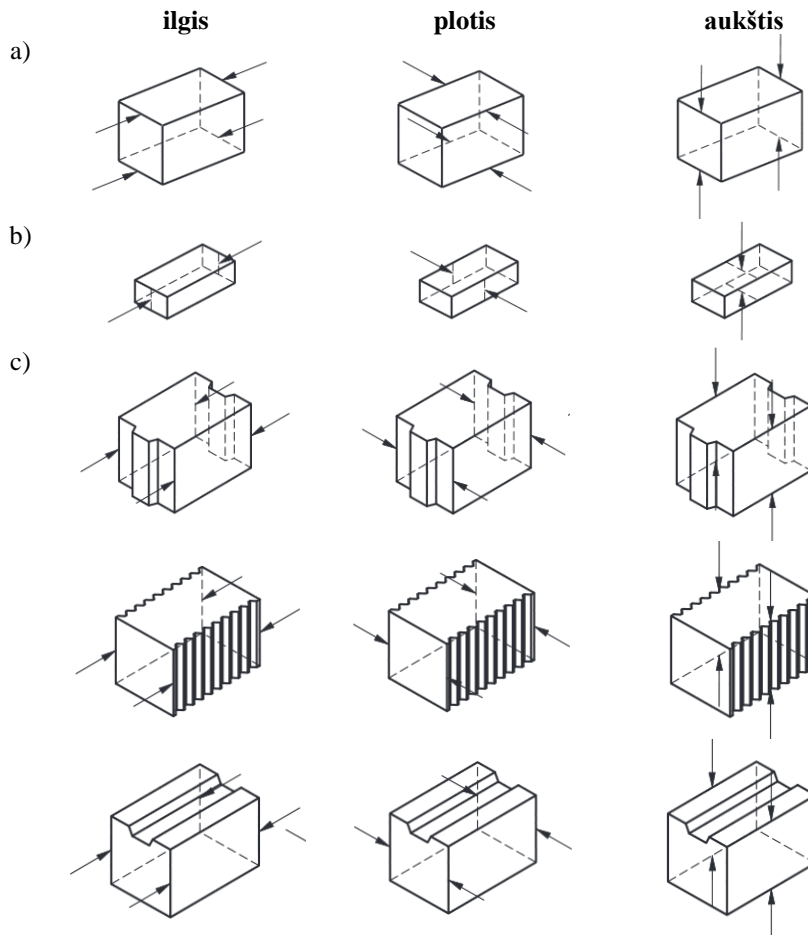
Keraminiai mūro gaminiai skirstomi į 2 kategorijas: I kategorija – kai didesnis už deklaruojamą (normalizuotą gniuždomąją stiprį) stipris garantuojamas 95 proc. gaminių, o 5 proc. gaminių galėtų būti silpnesni; II kategorija – kai garantuojamas tik vidutinis stipris (ne mažesnis už deklaruojamąjį).

Standarte¹¹⁵ numatyta, kad gamintojas turi deklaruoti mūro gaminių matmenis milimetrais tokia tvarka: ilgis, plotis aukštis (3.2 pav.).



3.2 pav. Matmenys ir paviršiai¹¹⁵: 1 – ilgis; 2 – plotis; 3 – aukštis; 4 – guldomas paviršius; 5 – priekinis paviršius; 6 – galinis paviršius

Keraminių mūro gaminių matmenis ilgį (l_u), plotį (w_u), aukštį (h_u) matuoti rekomenduojama po du kartus (3.3 pav. a ir c). Tik lygius ir neviršijančius $l_u \leq 250$ mm, $w_u \leq 150$ mm, $h_u \leq 100$ mm išmatavimų gaminius galima matuoti po vieną kartą (3.3 pav. b).



3.3 pav. Keraminių mūro gaminių matmenų nustatymas¹¹⁶: a) bendras; b) lygių ir nedidelių; c) su nelygiais paviršiais

Gamintojas privalo deklaruoti gaminio tikslumo (nuokrypių) klasę: vidutinių verčių nuokrypiai nuo deklaruojamų pateikti 3.1 lentelėje, o pavienių matavimo rezultatų nuokrypiai nuo vidutinių verčių (intervalas) – 3.2 lentelėje.

3.1 lentelė

 Leistinos vidutinės vertės nuokrypos¹¹⁵

Nuokrypių klasė	Vertė	Pastaba
<i>P</i> gaminiams		
T1	$\pm 0,40\sqrt{GM}$ mm arba 3 mm	priklauso, kuri vertė didesnė
T1+	$\pm 0,40\sqrt{GM}$ mm arba 3 mm ilgiui ir pločiui $\pm 0,05\sqrt{GM}$ mm arba 1 mm aukščiui	priklauso, kuri vertė didesnė
T2	$\pm 0,25\sqrt{GM}$ mm arba 2mm	priklauso, kuri vertė didesnė
T1+	$\pm 0,25\sqrt{GM}$ mm arba 2 mm ilgiui ir pločiui $\pm 0,05\sqrt{GM}$ mm arba 1 mm aukščiui	priklauso, kuri vertė didesnė
Tm	gamintojo deklaruojamas nuokrypis mm	gali būti didesnis ar mažesnis nei kitų klasių
<i>U</i> gaminiams		
T1	$\pm 0,40\sqrt{PM}$ mm arba 3 mm	priklauso, kuri vertė didesnė
T2	$\pm 0,25\sqrt{PM}$ mm arba 2 mm	priklauso, kuri vertė didesnė
Tm	gamintojo deklaruojamas nuokrypis mm	gali būti didesnis ar mažesnis nei kitų klasių

GM – gaminio matmuo

3.2 lentelė

 Leistinos pavienio rezultato nuo vidutinės vertės nuokrypos (intervalas)¹¹⁵

Intervalo klasė	Vertė	Pastaba
<i>P</i> gaminiams		
R1	$0,6\sqrt{PM}$ mm	
R1+	$0,6\sqrt{PM}$ mm ilgiui ir pločiui; 1 mm aukščiui	
R2	$0,3\sqrt{PM}$ mm	
Rm	gamintojo deklaruojamas matmenų intervalas mm	gali būti didesnis ar mažesnis nei kitų klasių
<i>U</i> gaminiams		
R1	$0,6\sqrt{PM}$ mm	
R2	$0,3\sqrt{PM}$ mm	
Rm	gamintojo deklaruojamas matmenų intervalas mm	gali būti didesnis ar mažesnis nei kitų klasių

Laboratoriniam tyrimui dėstytojo pateikti keraminių mūro gaminių bandiniai.

Pavienių gaminių matmenys ir jų nuokrypiai įrašomi į III.1 lentelę. Jie sulyginami su leistinaisiais pagal 3.1 ir 3.2 lentelių duomenis, padaroma išvada apie kategorijas *T* ir *R*.

III.1 lentelė

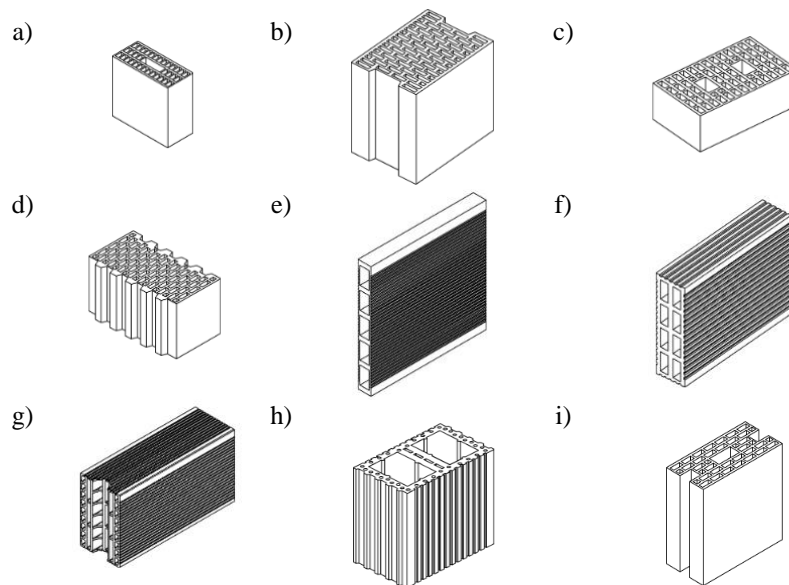
Keraminių mūro gaminių nuokrypių matavimo rezultatai, mm

Parametras		I bandinys	II bandinys	III bandinys
Bandinio	ilgis l_u			
	plotis w_u			
	aukštis h_u			
Gamintojo deklaruojami matmenys, $l \times b \times h$				
Faktiški ilgio, pločio, aukščio nuokrypiai, $\Delta l \times \Delta b \times \Delta h$				

Parametras	I bandinys	II bandinys	III bandinys
Faktiška vidutinė nuokrypio vertė			
Leistina vidutinė nuokrypio vertė			
Faktiška didžiausio pavienio nuokrypio vertė			
Leistina pavienio nuokrypio vertė			

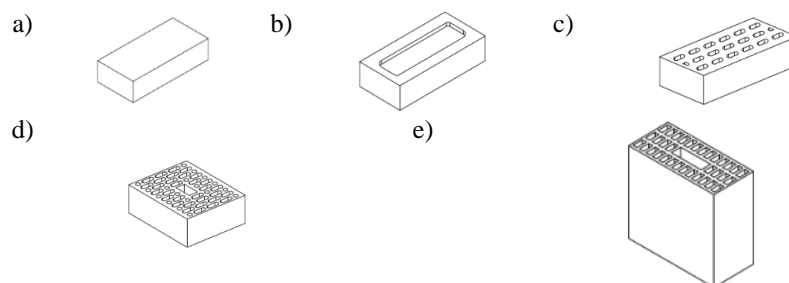
Tirti keraminiai gaminiai priskirtini $T \dots\dots$ nuokrypių kategorijai ir $R \dots\dots$ intervalo kategorijai.

Keraminės plytos ir blokai, naudojami sienoms ir pertvaroms mūryti, formuojami juostiniais presais, panašiais į milžinišką mėsmalę. Plastinio formavimo būdas parankus dėl to, kad leidžia gaminti kiaurymėtą keramiką ir nesunkiai (įdėjus kitą antgalį) keisti gaminių formą, kiaurymių skaičių ir dydį (3.4 pav. ir 3.5 pav.).



3.4 pav. P gaminių pavyzdžiai¹¹⁵:

a) su vertikaliosiomis kiaurymėmis; b) su vertikaliosiomis kiaurymėmis ir įtarpiu skiediniui; c) su vertikaliosiomis kiaurymėmis ir sugriebimo skylėmis; d) su vertikaliosiomis kiaurymėmis ir įlaidinio sujungimo sistema; e) su horizontaliosiomis kiaurymėmis (pertvarų sienoms); f) su horizontaliosiomis kiaurymėmis ir tinkavimo grioveliais; g) su horizontaliosiomis kiaurymėmis ir įtarpiu skiediniui; h) užpildomas betono arba skiedinio; i) skirtas plokštėms



3.5 pav. U gaminių pavyzdžiai¹¹⁵:

a) pilnaviduris; b) su įduba; c), d), e) su vertikaliosiomis kiaurymėmis

Gniuždomasis stipris nustatomas centriškai gniuždant visą plytą. Jei guldomojo paviršiaus plokštumas neviršija 0,1 mm/100mm, tai paviršių nereikia nei glaistyti, nei šlifuoti. Dažniausiai ši plokštumo sąlyga netenkinama, paviršiai išlyginami taip⁶³:

– paruošiamas cemento-smėlio skiedinys, kurio stipris turėtų būti didesnis už plytos stiprį;

– ant alyva sutepto stiklo 5 mm storiu klojamas skiedinys ir uždedama plyta;

– po paros plyta nukeliama nuo stiklo, ant jo vėl 5 mm storiu klojamas skiedinys ir uždedama apversta plyta;

– po paros, bandinį nuėmus nuo stiklo, būtina įsitikinti, ar paviršiai tapo plokšti.

Dėstytojo pateiktų keraminių mūro gaminių stiprio gniuždant bandymo sąlygos (kaip aprašyta 1-ame skyriuje) rezultatai įrašomi į III.2 lentelę. Pavienio bandinio stipris turėtų būti ne mažesnis kaip 80 proc. nuo deklaruojamo stiprio⁶³.

Apkrovos prese didinimo greitis priklauso nuo tikėtino bandinių stiprio (3.3 lentelė).

3.3 lentelė

Apkrovimo greitis⁶³

Tikėtinas gniuždymo stipris, N/mm ²	Apkrovimo greitis, (N/mm ²)/s
< 10	0,05
11 iki 20	0,15
21 iki 40	0,3
41 iki 80	0,6
> 80	1,0

III.2 lentelė

Keraminių mūro gaminių ašinio gniuždymo rezultatai

Parametras		Simbolis	Matavimo vienetas	I bandinys	II bandinys	III bandinys
Bandinio	ilgis	l_u	mm			
	plotis	w_u	mm			
	aukštis	h_u	mm			
Gniuždymo plotas		A	mm ²			
Suirimo jėga		F_{max}	N			
Gniuždomasis stipris		f_b	N/mm ²			
Vidutinis gniuždomasis stipris		\bar{f}_b				

Normalizuotas stipris apskaičiuojamas, kai gauta vidutinė gniuždomojo stiprio vertė padauginama iš gaminio formos daugiklio d , pateikto 3.4 lentelėje.

3.4 lentelė

Formos koeficientas d , leidžiantis įvertinti bandinių paruoštais paviršiais matmenis⁶³

Plotis, mm Aukštis, mm	50	100	150	200	≥ 250
40	0,80	0,70	–	–	–
50	0,85	0,75	0,70	–	–
65	0,95	0,85	0,75	0,70	0,65
100	1,15	1,00	0,90	0,80	0,75
150	1,30	1,20	1,10	1,00	0,95
200	1,40	1,35	1,25	1,15	1,10
≥ 250	1,55	1,45	1,35	1,25	1,15

Pastaba: galima linijinė interpoliacija tarp gretimų formos koeficiento verčių

Tirtų keraminių gaminių normalizuotas stipris yra MPa, priskirtina stiprio klasė.

Keraminių mūro gaminių A1 degumo klasė gali būti deklaruojama be bandymų, jei jie turi $\leq 1,0$ proc. masės arba tūrio (žiūrint, kuri vertė didesnė) tolygiai pasiskirsčiusių organinių medžiagų¹¹⁵. Papildomai deklaruojamos šios savybės: pradinis įgerties greitis, atsparumas šalčiui (tik išoriniams neapsaugotiems sienų sluoksniams), įmirkis, aktyviųjų tirpiųjų Na, K, Mg druskų kiekis, garų pralaidumas, sukibimo stipris.

Jei keraminiai mūro gaminiai numatyti naudoti atitvarose, kurioms keliami akustikos reikalavimai, gamintojas turi deklaruoti jų **tariamąjį (bruto) sausąjį tankį**, nurodyti ir nuokrypio klasę¹¹⁵. Kitu atveju deklaruojamas neto sausasis tankis ir juo nuokrypio klasė.

Norint nustatyti keraminių mūro gaminių tariamąjį (bruto) tankį, juos reikia džiovinti vėdinamoje džiovykloje 105 ± 5 °C temperatūroje. Bandinys laikomas išdžiūvusiu, kai tarp dviejų svėrimų ne mažiau kaip 24 h intervalu masės skirtumas neviršija 0,2 proc. visos bandinio masės. Užrašoma masė $m_{dry,u}$. Gaminio tariamasis (bruto) tūris apskaičiuojamas pagal ilgio, pločio ir aukščio matmenis, atmetus skylių, tuštymių, išėmų ir įspaudų, kuriuos numatoma pripildyti skiedinio, tūrį¹⁶.

Dėstytojo pateiktų keraminių mūro gaminių tariamojo (bruto) tankio tyrimo rezultatai įrašomi į III.3 lentelę.

III.3 lentelė

Keraminių mūro gaminių tariamojo (bruto) tankio tyrimo rezultatai

Parametras		Simbolis	Matavimo vienetas	I bandinys	II bandinys	III bandinys
Bandinio	ilgis	l_u	mm			
	plotis	w_u	mm			
	aukštis	h_u	mm			
Tariamasis (bruto) tūris		$V_{g,u}$	mm ³			
Masė		$m_{dry,u}$	g			
Tariamasis (bruto) tankis		$\rho_{g,u}$	kg/m ³			
Vidutinis tariamasis (bruto) tankis		$\overline{\rho}_{g,u}$				

Tariamasis (bruto) tankis apskaičiuojamas:

$$\rho_{g,u} = \frac{m_{dry,u}}{V_{g,u}} \cdot 10^6; \quad (3.1) \quad 16$$

čia: $\rho_{g,u}$ – tariamasis (bruto) tankis, kg/m³;
 $m_{dry,u}$ – sauso bandinio masė, g;
 $V_{g,u}$ – bandinio tariamasis (bruto) tūris, mm³.

Jei gaminio tariamasis (bruto) tankis neviršija 1000 kg/m³, jis išreiškiamas 5 kg/m³, kai didesnis nei 1000 kg/m³ – 10 kg/m³ tikslumu. Gaminio tankio leidžiamojo nuokrypio klasės, kai nustatytos vidutinės vertės neviršija deklaruojamų daugiau kaip¹⁶:

- D1: 10 proc.;
- D2: 5 proc.;
- Dm: gamintojo deklaruota nuokrypio vertė, kaip sveikas skaičius procentais (gali būti didesnė arba mažesnė nei kitų klasių).

Tiriant keraminių mūro gaminių **pradinę vandens įgerties spartą** ir **įmirkį** naudojami taip pat kaip ir bruto tankio tyrimui išdžiovinti bandiniai. Atvėsinti bandiniai pasveriami 0,1 proc sauso bandinio masės tikslumu ($m_{dry,s}$, m_d). Pradinės įgerties tyrimui (U gaminiai) bandiniai guldoma plokštuma merkami į vandens talpą taip, kad būtų pamerkta 5 ± 1 mm¹¹⁷. Mirkymo trukmė – 60 ± 2 s. Nuo išimtų iš talpyklos gaminių paviršių drėgnu audeklu arba kempine

nušluostomas vandens perteklius. Bandiniai vėl pasveriami ir užrašoma jų masė $m_{so,s}$. Pradinės įgerties sparta skaičiuojama $0,1 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$ tikslumu:

$$c_{w,i} = \frac{m_{so,s} - m_{dry,s}}{A_s t} \cdot 10^3; \quad (3.2) \quad 117$$

čia: $c_{w,i}$ – pradinės įgerties sparta, $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$;
 $m_{dry,s}$ – sauso bandinio masė, g;
 $m_{so,s}$ – laiko tarpą t mirkyto bandinio masė, g;
 A_s – bandinio guldamosios plokštumos plotas, mm^2 ;
 t – mirkymo laikas, min.

Dėstytojo pateiktų keraminių mūro bandinių pradinės įgerties spartos tyrimo rezultatai surašomi į III.4 lentelę.

III.4 lentelė

Keraminių mūro gaminių pradinės įgerties spartos

Parametras	Simbolis	Matavimo vienetas	I bandinys	II bandinys	III bandinys
Sauso bandinio masė	$m_{dry,s}$	g			
Mirkyto bandinio masė	$m_{so,s}$	g			
Guldamosios plokštumos plotas	A_s	mm^2			
Mirkymo laikas	t	min			
Pradinės įgerties sparta	$c_{w,i}$	kg/(m ² ·min)			
Vidutinė pradinės įgerties sparta	$\overline{c_{w,i}}$				

Įmirkio tyrimui dėstytojo pateikti keraminiai mūro bandiniai pamerkami taip, kad aplink visus gaminių paviršius galėtų cirkuliuoti vanduo. Panardinti gaminiai laikomi $24 \pm 0,5$ h. Nuo išimtų iš talpyklos gaminių paviršių drėgnu audeklu arba kempine nušluostomas vandens perteklius. Bandiniai pasveriami ir užrašoma jų masė m_s ²⁰. Tyrimo rezultatai suskaičiuojamai pagal 1.6 formulę 1 proc. tikslumu ir surašomi į III.5 lentelę.

III.5 lentelė

Keraminių mūro gaminių įmirkio tyrimo rezultatai

Parametras	Simbolis	Matavimo vienetas	I bandinys	II bandinys	III bandinys
Sauso bandinio masė	m_d	g			
Įmirkusio bandinio masė	m_s	g			
Vandens įmirkis	W_s	%			
Vidutinis vandens įmirkis	$\overline{W_s}$				

3.2. Keraminės plytelės

Keraminės plytelės gaminamos iš molio ir / arba kitų neorganinių žaliavų. Porcelianinėmis laikomos visiškai sustiklėjusios keramikos plytelės, kurių vandens absorbcija yra 0,5 proc. ar mažesnė. Absorbcija išreiškia galimo įgerti vandens procentą nuo plytelės masės. Keraminės plytelės gaminamos dviem būdais¹¹⁸:

– ekstrudinė keraminė plytelė – drėgna mišinio masė plastinio formavimo būdu išspaudžiama per ekstruderį, o tada supjaustoma į nustatyto dydžio gaminius;

– sauso spaudimo keraminė plytelė – iš smulkiai sumalto mišinio masė suformuojama ir suspaudžiama iki nustatyto dydžio gaminio.

Plytelių paviršius gali būti ¹¹⁸:

– glazūruotas – padengtas sustiklėjusiu dekoratyviniu sluoksniu;

– anglobuotas – matinis paviršius molio pagrindu, kuris gali būti laidus arba nepralaidus;

– poliruotas – blizgus glazūruotos arba neglazūruotos keraminės plytelės paviršius, po degimo apdirbtas mechaniniu poliravimu.

Keraminės plytelės klasifikuojamos priklausomai nuo formavimo būdo ir vandens įmirkio (3.5 lentelė).

3.5 lentelė






Keraminių plytelių klasifikavimas pagal vandens įmirkį ir formavimą ¹¹⁸







Vandens įmirkis	I grupė $E_b \leq 3\%$	II _a grupė $3\% < E_b \leq 6\%$	II _b grupė $6\% < E_b \leq 10\%$	III grupė $E_b > 10\%$
A metodas ekstrudinis	AI _a $E_b \leq 0,5\%$	AI _{a-1}	AI _{b-1}	AIII
	AI _b $0,5\% < E_b \leq 3\%$	AI _{a-2}	AI _{b-2}	
B metodas sauso spaudimo	BI _a $E_b \leq 0,5\%$	BII _a	BII _b	BIII
	BI _b $0,5\% < E_b \leq 3\%$			

Tiriamos ir deklaruojamos keraminių plytelių savybės priklauso nuo jų panaudojimo aplinkos (3.6 lentelė).

3.6 lentelė

Skirtingos paskirties keraminių plytelių charakteristikos ¹¹⁸

Charakteristikos		Grindų 		Sienų 		Kai kurie naudojami simboliai
		Interjero	Eksterjero	Interjero	Eksterjero	
Matmenų ir paviršių kokybė						
A.1	Ilgis ir plotis	X	X	X	X	
A.2	Storis	X	X	X	X	
A.3	Kraštų tiesumas ^a	X	X	X	X	
A.4	Stačiakampiškumas ^a	X	X	X	X	
A.5	Paviršių lygumas	X	X	X	X	
A.6	Paviršių kokybė	X	X	X	X	
Fizinės savybės						
B.1	Vandens įmirkis	X	X	X	X	
B.2	Stipris lenkiant	X	X	X	X	
B.3	Ilginis atsparumas lenkiant ar trūkio modulis	X	X	X	X	
B.4	Atsparumas giliam dilumui – neglazūruotos plytelės	X	X			4
B.4	Atsparumas paviršiaus dilumui – glazūruotos plytelės	X	X			
B.5	Tiesinis šiluminis plėtimasis	X	X	X	X	
B.6	Terminis atsparumas	X	X	X	X	
B.7	Atsparumas trūkinėjimui – glazūruotos plytelės	X	X	X	X	
B.8	Atsparumas užšaldymui-atšildymui		X		X	

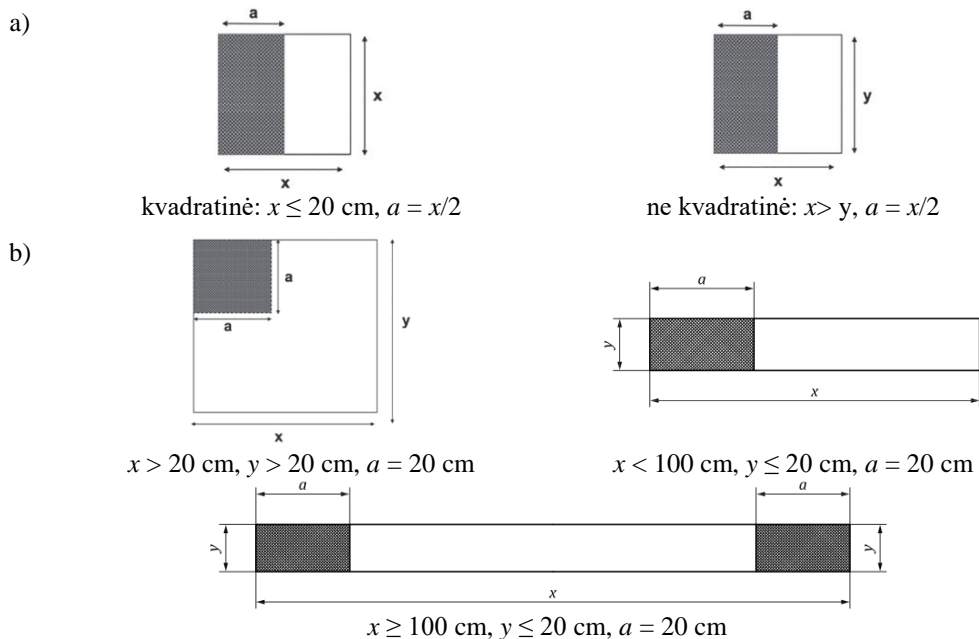
Charakteristikos		Grindu 		Sienų 		Kai kurie naudojami simboliai
		Interjero	Eksterjero	Interjero	Eksterjero	
B.9	Slidumas	X	X			
B.10	Sukibimo stipris / adhezija			X	X	
B.11	Plėtimasis dėl drėgmės poveikio	X	X	X	X	
B.12	Maži spalvos skirtumai	X	X	X	X	
B.13	Atsparumas smūgiui	X	X	X	X	
B.14	Reakcija į ugnį	X		X	X	
B.15	Lytėjimo^b	X	X			
Cheminės savybės						
C.1	Atsparumas dėmių susidarymui	X	X	X	X	
C.2 a)	Atsparumas mažoms koncentracijos rūgštims ir šarmams	X	X	X	X	
C.2 b)	Atsparumas didelės koncentracijos rūgštims ir šarmams	X	X	X	X	
C.2 c)	Atsparumas buitinėms valymo priemonėms ir baseinų chemikalams	X	X	X	X	
C.3 a)	Kadmio plovimasis iš glazūruotų plytelių	X	X	X	X	
C.3 b)	Švino plovimasis iš glazūruotų plytelių	X	X	X	X	
C.3 c)	Kitų pavojingų medžiagų plovimasis	X	X	X	X	

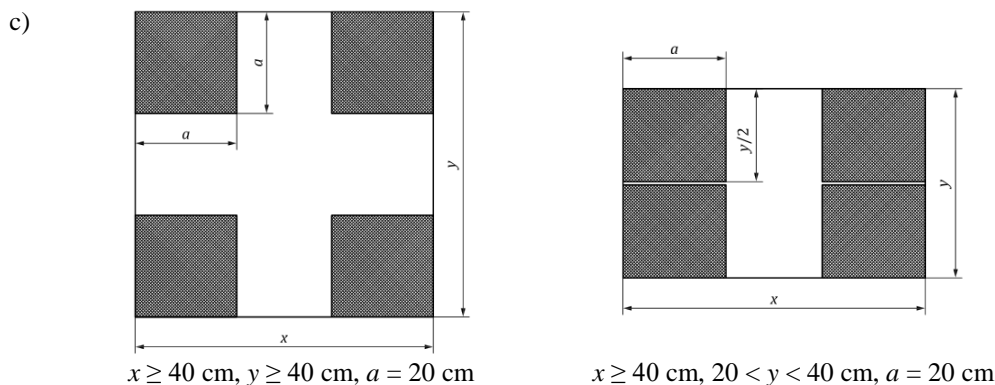
^a netaikoma kreivų formų keraminėms plytelėms

^b gaminiai, skirti takų žmonėms su regėjimo negalia įrengimui

Keraminių plytelių vandens įmirkiui tirti naudojama džiovavimo krosnis, kurioje galima palaikyti 110 ± 5 °C temperatūrą. Gali būti naudojamos mikrobangų, infraraudonųjų spindulių ar kitos džiovavimo sistemos, jei nustatyta, kad gaunami tie patys rezultatai. Taip pat reikalinga vakuuminė kamera, kurioje galima 10 ± 5 kPa slėgį palaikyti 30 min¹¹⁹.

Bandoma ne visa keraminė plytelė, bandinio dydis priklauso nuo plytelės ploto (3.6 pav.).





3.6 pav. Keraminių plytelių pjovimo schema, kai keraminės plytelės plotas¹¹⁹:
 a) $A \leq 400 \text{ cm}^2$; b) $400 < A \leq 3600 \text{ cm}^2$; c) $A > 3600 \text{ cm}^2$

Bandiniai išdžiovinami (minimali temperatūra 110 °C, bet ne aukštesnė kaip 160 °C) iki pastovios masės (kai pokytis per 24 h neviršija 0,1 proc.) ir pasveriami 0,01 proc. nuo jų masės tikslumu, m_1 .

Sausi bandiniai vertikaliai, nupjautąja briauna į apačią, sustatomi į vakuuminę kamerą taip, kad nesiliestų tarpusavyje ir su kameros sienomis. Slėgis kameroje sumažinamas iki 10±5 kPa (91±5 kPa mažesnis už standartinę 101 kPa atmosferos slėgį) ir palaikomas 30 min. Tada, išlaikant vakuumą, lėtai (ne ilgiau kaip 10 min) įleidžiama tiek vandens, kad plytelės būtų apsemtos bent 5 cm. Po 15±2 minučių mirkymo nuo bandinių mikrofibros šluoste nusausinami matomi vandens lašai ir fiksuojama įmirkusių bandinių masė, m_2 , 0,01 proc. bandinio masės tikslumu. Keraminių plytelių vandens įmirkis apskaičiuojamas taip:

$$E_v = 100 \cdot \frac{m_2 - m_1}{m_1}; \quad (3.3) \quad 119$$

čia: E_v – vandens įmirkis, %;
 m_1 – sauso bandinio masė, g;
 m_2 – įmirkusio bandinio masė, g.

Įmirkio tyrimui dėstytojo pateikti keraminių plytelių bandiniai. Tyrimo rezultatai suskaičiuojami ir 0,1 proc. tikslumu surašomi į III.6 lentelę.

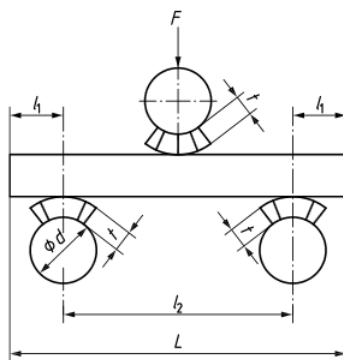
III.6 lentelė

Keraminių plytelių įmirkio tyrimo rezultatai

Parametras	Symbolis	Matavimo vienetas	I bandinys	II bandinys	III bandinys
Sauso bandinio masė	m_1	g			
Įmirkusio bandinio masė	m_2	g			
Vandens įmirkis	E_v	%			
Vidutinis vandens įmirkis	$\overline{E_v}$				

Keraminių plytelių atsparumas lenkimui svarbus grindų ir grindinių dangoms. Šią charakteristiką gali apibūdinti¹²⁰:

- ardančioji apkrova – jėga, reikalinga bandiniui sulaužyti, matuojant spaudimo matuokliu (3.7 pav.);
- laužimo jėga – jėga, gaunama padauginus laužimo apkrovą iš tarpatramio santykio su bandinio pločiu (3.4 formulė);
- stipris lenkiant – laužimo jėgos sukulto momento ir skerspjuvio atsparumo momento santykis (3.5 formulė).


 3.7 pav. Lenkiamos keraminės plytelės apkrovimo schema¹²⁰:

Ilgasis bandinio matmuo L	Strypo skersmuo d	Gumos storis t	Plytelės galas už atramos l_1
$18 \leq L < 48$	5 ± 1	$1 \pm 0,2$	2 ± 1
$48 \leq L < 95$	10 ± 1	$2,5 \pm 0,5$	5 ± 3
$L \geq 95$	20 ± 1	5 ± 1	10 ± 5

matmenys nurodyti milimetrais

Laužimo jėga apskaičiuojama:

$$S = \frac{Fl_2}{B}; \quad (3.4) \quad 120$$

čia: S – laužimo jėga, N;
 F – ardančioji apkrova, N;
 l_2 – tarpatramis, mm;
 B – trumpoji bandinio kraštinė, mm.

Keraminės plytelės stipris lenkiant apskaičiuojamas:

$$R = \frac{3Fl_2}{2Bh^2} = \frac{3S}{2h^2}; \quad (3.5) \quad 120$$

čia: R – stipris lenkiant, N/mm²;
 F – ardančioji apkrova, N;
 l_2 – tarpatramis, mm;
 B – trumpoji bandinio kraštinė, mm;
 S – laužimo jėga, N;
 h – bandinio storis, mm.

Ardančiosios apkrovos dydžio ir lenkimo stiprio nustatymui gali būti imama visa plytelė arba išpjauama jos dalis (3.7 lentelė).

3.7 lentelė

Reikalavimai keraminių plytelių bandinių matmenims stipriui lenkiant nustatyti ir pavyzdžiai, mm

Tiriamos plytelės matmenys	Bandinio matmenys
Kai darbinis storis $h \geq 7,5$, o kraštinių santykis yra $L/B \leq 3$, kur L – ilgoji plytelės kraštinė ir B – trumpoji plytelės kraštinė	
$L \leq 600$	visa plytelė
$L > 600$	pjaunama iki $L = 600$, išlaikant kraštinių proporcijas
900 × 900	600 × 600
1200 × 600	600 × 300
900 × 300	600 × 200
1800 × 900	600 × 300
Kai darbinis storis $h \geq 7,5$, o kai kraštinių santykis yra $L/B > 3$	
$L \leq 600$	visa plytelė
$L > 600$	pjaunama iki $L = 600$, išlaikant kraštinių proporcijas, bet pjaunant B ne mažiau kaip 250 mm
1800 × 500	600 × 250

Tiriamos plytelės matmenys	Bandinio matmenys
1800 × 300	600 × 250
1800 × 200	600 × 200
Kai darbinis storis $h < 7,5$	
kai plytelės plotas $324 \leq A < 40000 \text{ mm}^2$	visa plytelė
kai plytelės plotas $40000 \leq A \leq 360000 \text{ mm}^2$	200 × 200
kai plytelės plotas $A > 360000 \text{ mm}^2$	200 × 200 – du bandiniai iš kraštų ir vienas iš vidurio

Pagal ¹²⁰

Stiprio lenkiant tyrimui dėstytojo pateikti keraminių plytelių bandiniai išdžiovinami 105±5 °C temperatūroje iki pastovios masės (kai pokytis per 24 h neviršija 2 proc.). Tada paliekami 3 h patalpoje, kad nusistovėtų temperatūrinė pusiausvyra. Bandymo schemos matmenys parenkami pagal bandinių geometriją, atliekamas lenkimo bandymas didinant įtempius 1±0,2 MPa/s greičiu. Bandymo ir skaičiavimų rezultatai surašomi į III.7 lentelę.

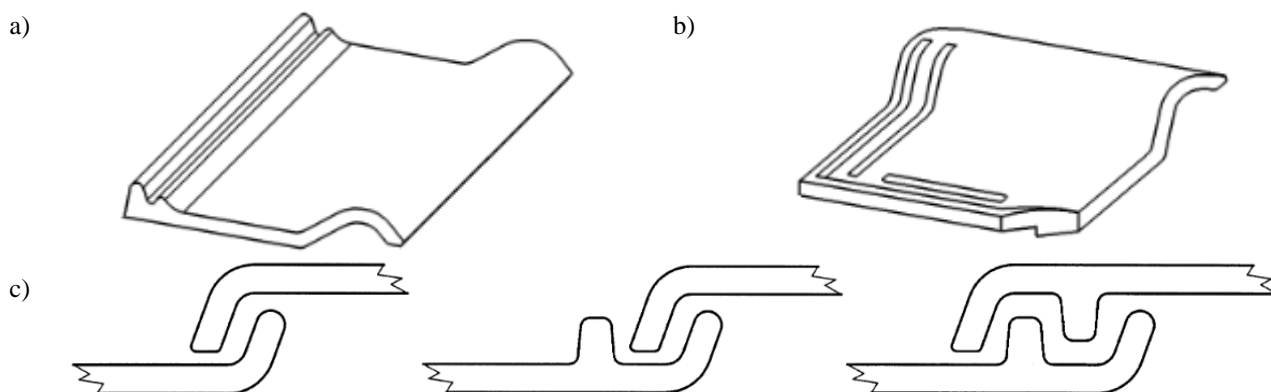
III.7 lentelė

Keraminių plytelių stiprio lenkiant tyrimo rezultatai

Parametras		Simbolis	Matavimo vienetas	I bandinys	II bandinys	III bandinys
Bandinio	tarpatramis	l_2	mm			
	trumpoji kraštinė	B	mm			
	storis	h	mm			
Ardančioji apkrova		F	N			
Laužimo jėga		S	N			
Stipris lenkiant		R	N/mm ²			
Vidutinis stipris lenkiant		\bar{R}				

3.3. Keraminės čerpės

Stogo danga iš keraminių čerpių pasižymi ne tik grožiu ir ilgaamžiškumu, bet ir dideliu konstrukciniu svoriu. Istoriskai susiklosčiusios įvairios keraminių čerpių formos išsiskiria nedideliu vieno elemento dengiamu plotu (palyginti su kitomis stogo dangomis) ir gana dideliu persidengimu. Čerpės gali būti plokščios, su šoniniais užkaitais arba su šoniniais ir galiniais užkaitais (3.8 pav.).



3.8 pav. Čerpių su šoniniu (a), su šoniniu ir galiniu (b) užkaitu ir užkaitų (c) pavyzdžiai ¹²¹

Keraminės čerpės gaminamos formuojant (ekstruderiu ir (arba) spaudžiant) paruoštą molį su priedais arba be jų, džiovinant ir deginant. Pats stambiausias keraminių čerpių skirstymas yra ¹²¹:

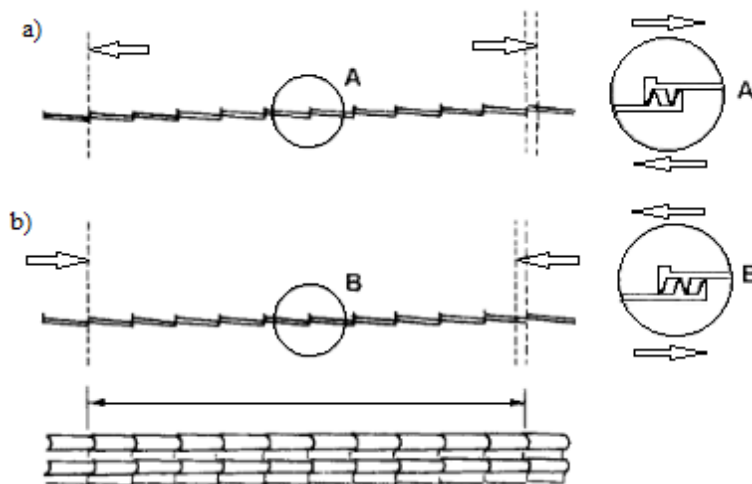
– dengiamąsias, skirtas ištisam šlaitinių stogų ir sienų dangų klojimui;

– jungiamąsias, skirtas papildyti dangą konkrečiomis techninėmis funkcijomis:

- a) suderintos jungimo detalės, skirtos sujungti arba suderinti dengiamų čerpių plotams (pavyzdžiui, nuoseklaus jungimo tarp plokštumų, integruoto kraigo, ventiliacinio kanalo sandarinimo čerpės);
 b) nesuderintos jungimo detalės, kurioms nereikalingas nuoseklus jungimas su dengiamų čerpių plotais (pavyzdžiui, kraigo, krašto, kampinės čerpės).

Keraminių čerpių techniniuose dokumentuose apibūdinamos įvairios savybės: geometrinės charakteristikos, atsparumas lenkiant, nepralaidumas vandeniui ir atsparumas šalčiui. Be to, visa ant stogo sumontuotų keraminių čerpių sistema bandoma nustatant atsparumą pakėlimui¹²².

Dėl čerpių persidengimo tiek į ilgį, tiek į plotį svarbūs ne tik pavienio gaminio matmenys, bet ir jų grupės matmenų vidurkis (3.6 formulė). Matavimams imamos 24 čerpės ir dedamos dviem išilgom eilėmis perdengiant. Pirmu atveju maksimaliai ištempinama L_1 , antru atveju maksimaliai suspaudžiama sistema L_2 . Matuojami 10 čerpių dengiami ilgiai (3.9 pav.).



3.9 pav. Dengimo ilgio matmenų nustatymo principas¹²³:
 a) maksimalus ilgis; b) minimalus ilgis

Vidutinis dengimo ilgis skaičiuojamas:

$$L = \frac{L_1 + L_2}{20}; \quad (3.6) \quad 123$$

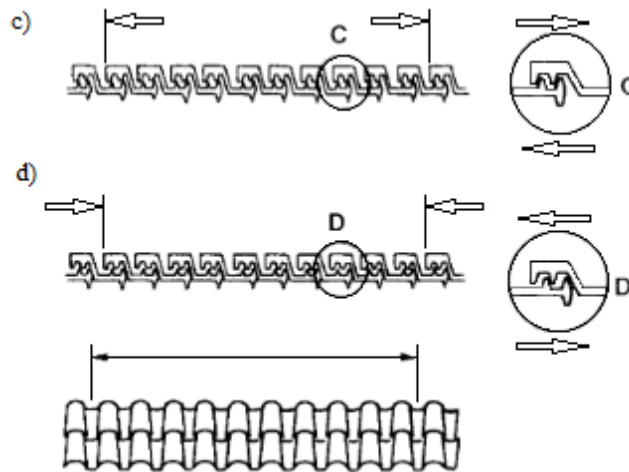
- čia: L – vidutinis dengimo ilgis, mm;
 L_1 – maksimalus ilgis matuojant dangą, mm;
 L_2 – minimalus ilgis matuojant dangą, mm.

Maksimalus dengimo ilgis skaičiuojamas:

$$L_M = \frac{L_1}{10}; \quad (3.7) \quad 123$$

- čia: L_M – maksimalus dengimo ilgis, mm;
 L_1 – maksimalus ilgis matuojant dangą, mm.

Nustatant dengimo plotį taip pat imamos 24 čerpės ir dedamos dviem skersom eilėmis. Pirmu atveju maksimaliai ištempinama l_1 , antru atveju maksimaliai suspaudžiama sistema l_2 . Matuojami 10 čerpių dengiami pločiai (3.10 pav.).



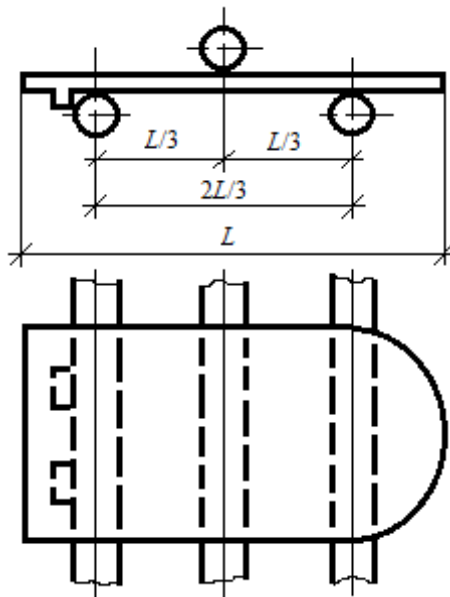
3.10 pav. Dengimo pločio matmenų nustatymo principas¹²³:

c) maksimalus plotis; d) minimalus plotis

Dengimo vidutinis ir maksimalus plotis skaičiuojamas padedant panašioms į 3.6 ir 3.7 išraiškoms, tik naudojant l_1 ir l_2 išmatavimus.

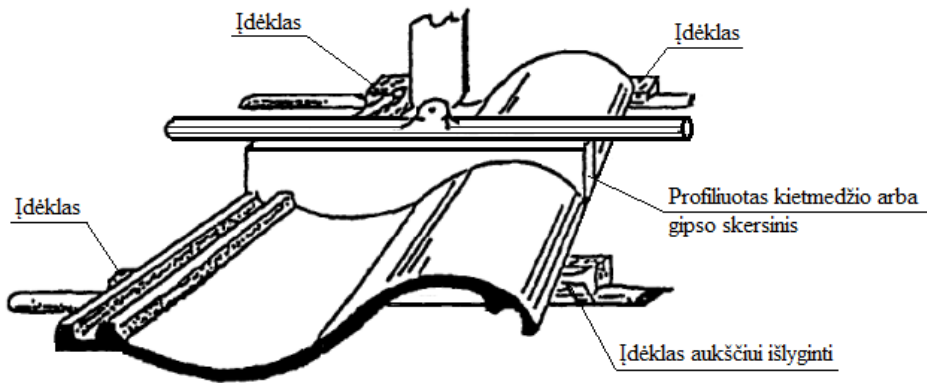
Tiriant plokščių ar užkaitinių keraminių čerpių **atsparumą lenkiant** taikoma panaši bandymo schema¹²⁴:

- pirmoji atrama turi būti grebėstui numatytoje vietoje;
- antroji atrama turi būti $2/3$ visos čerpės ilgio atstumu nuo pirmosios;
- apvalus plieninis strypas, perduodantis apkrovą, turi būti lygiagretus abiem atramoms ir vienodai nuo jų nutolęs (3.11 pav.).



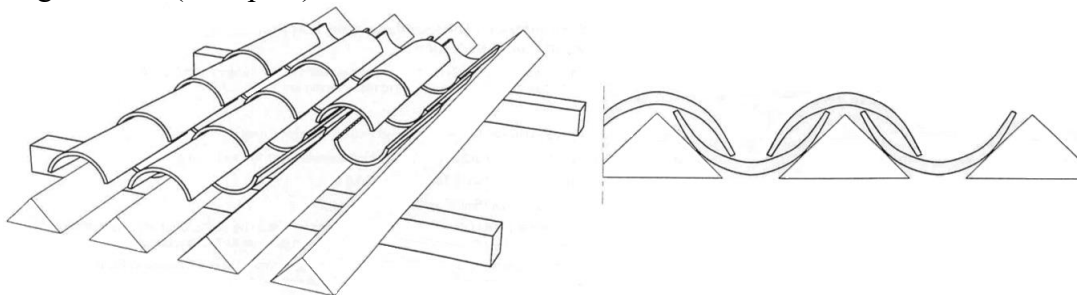
3.11 pav. Plokščiųjų čerpių bandymo lenkiant schema¹²⁴

Užkaitinių čerpių bandiniai dėl stabilumo papildomai tvirtinami prie atramų kietmedžio įdėklais, o apkrova perduodama po plieniniu strypu tvirtinant iš kietmedžio arba gipso suformuotu skersiniu (3.12 pav.).



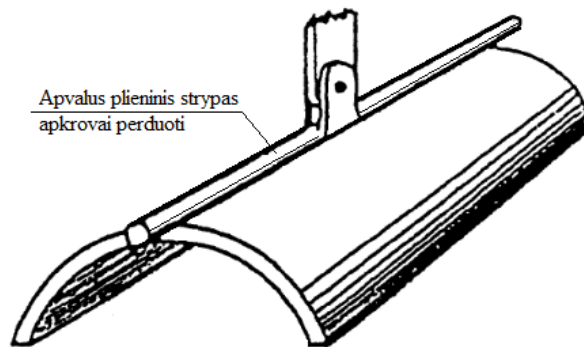
3.12 pav. Čerpių su užkamentais bandymo lenkiant principas ¹²⁴

Atsparumas lenkiant tiriamas ir lovinių čerpių, kurios naudojamos stogo dengimui su išilginiais grebėstais (3.13 pav.).



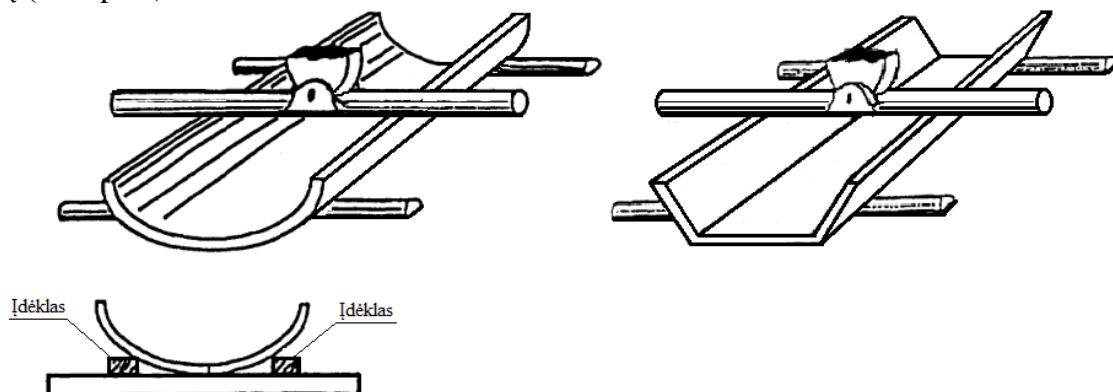
3.13 pav. Lovinių čerpių stogo dangos fragmentas ¹²²

Čerpės be tvirtinimo iškyšų bandomos spaudžiant išilgai viršutinės gaubto linijos (3.14 pav.).



3.14 pav. Viršutinių ir apatinių lovinių čerpių be tvirtinimo iškyšų bandymo lenkiant principas ¹²⁴

Lovinės čerpės su tvirtinimo iškyšomis lenkiamos taikant anksčiau aptartą apkrovimo schemą (3.15 pav.).



3.15 pav. Viršutinių ir apatinių lovinių čerpių su tvirtinimo iškyšomis bandymo lenkiant principas ¹²⁴

Fiksuojant bandymų rezultatus užrašomas atstumas tarp atramų. Apkrova iki bandinio lūžimo palaipsniui didinama 0,05 kN/s greičiu. Ardančiosios apkrovos (F) vertė užrašoma 0,01 kN tikslumu, suskaičiuojamas aritmetinis vidurkis.

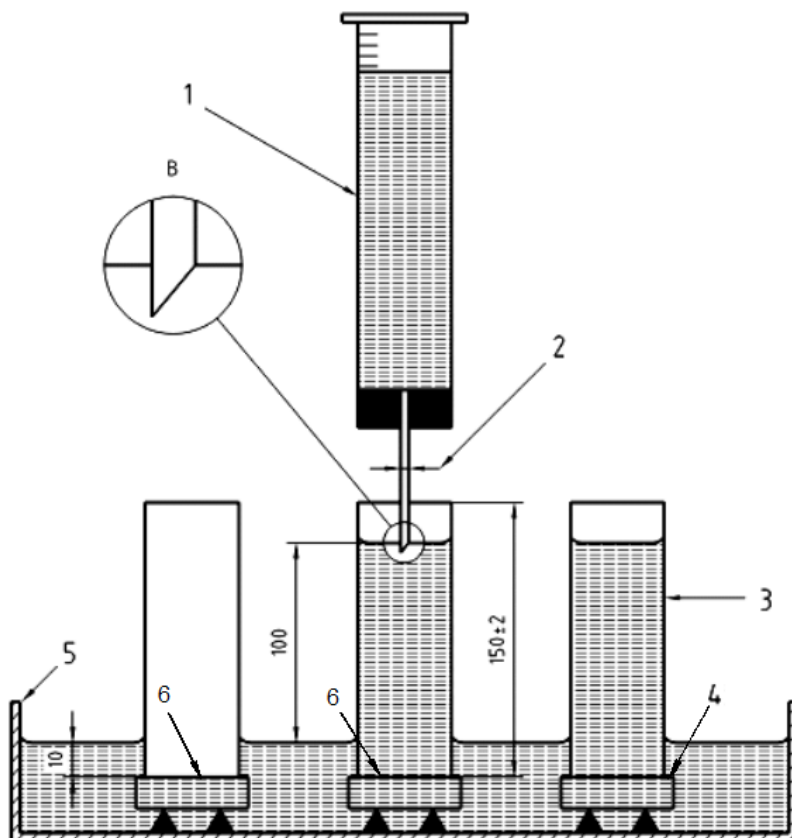
Čerpių atsparumas lenkiant netaikomas jungimo detalėms. Jis laikomas pakankamu, jei čerpės nesulūžta nuo apkrovos¹²¹:

- plokščiosios – 600 N;
- su užkaitais – 900 N;
- lovio tipo viršutinės ir apatinės – 1000 N;
- kitų tipų – 1200 N.

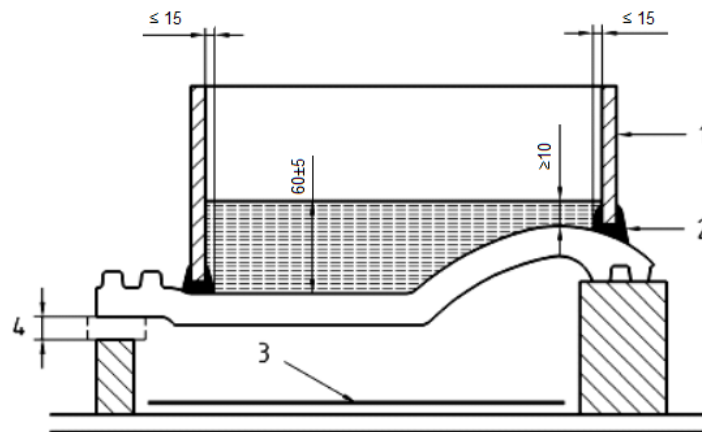
Čerpių savybė – **nepralaidumas vandeniui** – visų pirma priklauso nuo paviršiaus apdirbimo, nes pati molio šukė vis tik laidi vandeniui. Čerpės gali būti padengtos:

- glazūra – stiklo pagrindo degta arba kitų medžiagų su tokiu pat efektu danga;
- anglobu – molio pagrindo degta arba kitų medžiagų su tokiu pat efektu danga, kuri gali būti laidi arba nepralaidi.

Čerpių nepralaidumas vandeniui gali būti nustatomas dviem metodais, o deklaruojant šią savybę nurodomas ir metodas. Pirmojo bandymo metodo esmė: nustatyti vandens kiekį, kuris per 48 h prasisunkia pro čerpės keraminės šukės paviršiaus ploto kvadratinį centimetrą slegiant pastoviam 10 cm aukščio vandens sluoksniui (3.16 pav.). Antrojo bandymo metodo esmė: nustatyti laiką iki momento, kai pradeda kristi pirmieji lašai, prasisunkę vandeniui slegiant čerpės paviršių (3.17 pav.)¹²⁵.



3.16 pav. Bandymo įranga, naudojama tiriant nepralaidumą vandeniui pirmuoju metodu¹²⁵:
 1 – graduotas matavimo cilindras; 2 – įstrižai nupjautas vamzdelis (vidaus \varnothing 6 mm) reikiamam vandens lygiui palaikyti; 3 – etaloninis vamzdis išgaravusio vandens kiekiui matuoti; 4 – stiklinė plokštelė; 5 – vandens talpykla; 6 – bandinys



3.17 pav. Bandymo įranga, naudojama tiriant nepralaidumą vandeniui antruoju metodu¹²⁵:

1 – rėmas; 2 – mastika; 3 – veidrodis; 4 – lygio reguliavimo įtaisas

Priklausomai nuo tyrimų rezultatų, – keraminės čerpės skirstomos į dvi nepralaidumo vandeniui kategorijas (3.8 lentelė).

3.8 lentelė

Keraminių čerpių nepralaidumo vandeniui kategorijos

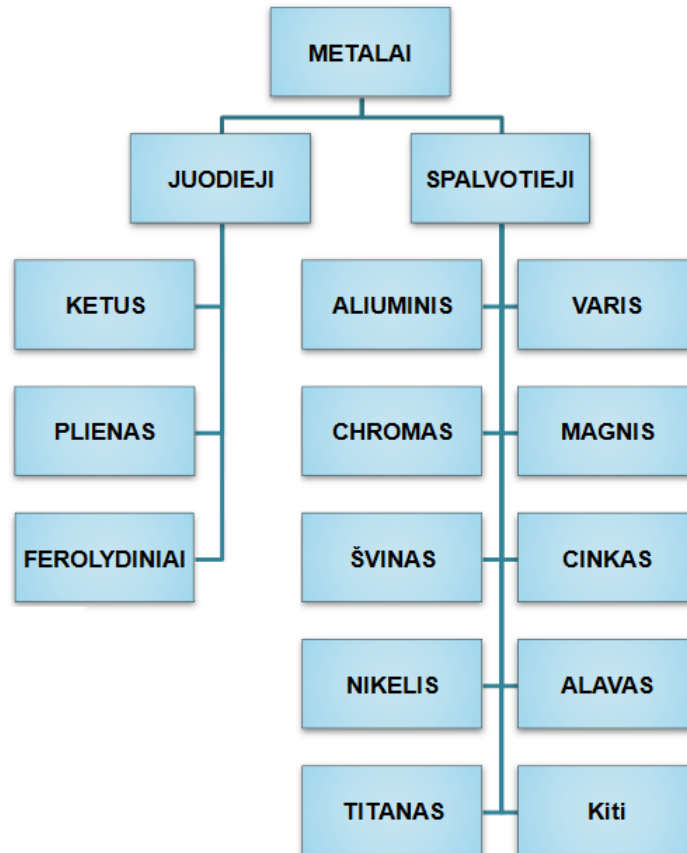
Tyrimo metodas	1 kategorija	2 kategorija
1 metodas	vidutiniškai $\overline{IF} \leq 0,5 \text{ cm}^3/\text{cm}^2$ per parą, pavienis $IF \leq 0,6 \text{ cm}^3/\text{cm}^2$ per parą	vidutiniškai $\overline{IF} \leq 0,8 \text{ cm}^3/\text{cm}^2$ per parą, pavienis $IF \leq 0,9 \text{ cm}^3/\text{cm}^2$ per parą
2 metodas	vidutiniškai $\overline{ICX} \leq 0,8$, pavienis $ICX \leq 0,85$	vidutiniškai $\overline{ICX} \leq 0,925$, pavienis $ICX \leq 0,95$

Pagal¹²¹

Lietuvoje dengiamosioms ir jungiamosioms keraminėms čerpėms taikomas 1 atsparumo šalčiui lygis – ne mažiau kaip 150 ciklų¹²¹.

4. STATYBINIAI METALAI

Istoriškai susiklostė metalų skirstymas į juoduosius ir spalvotuosius. Juodųjų metalų sudėtyje vyrauja geležis ir jos junginiai, o spalvotaisiais vadinami visi kiti metalai (4.1 pav.).



4.1 pav. Statyboje naudojamų metalų skirstymas

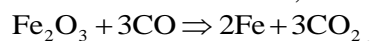
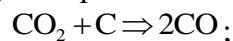
4.1. Juodieji metalai

Aukštakrosnėje lydant geležies rūdą akmens anglies (kokso) aplinkoje, žaizdre susidaro geležies ir anglies lydinys – ketus, kuriame būna 2÷6 proc. anglies. Tai gerai liejama, trapi, sunkiai deformuojama medžiaga.

Lydant ketų Marteno tipo krosnyse, elektrinėse voniose ar konverteriuose, anglies kiekis dėl deguonies poveikio sumažinamas iki 0,05÷2 proc., t. y. pagaminamas plienas.

4.1.1. Ketus

Tonai ketaus gauti sunaudojama apie 2 t rūdos, 0,65 t kokso, 3 t oro:

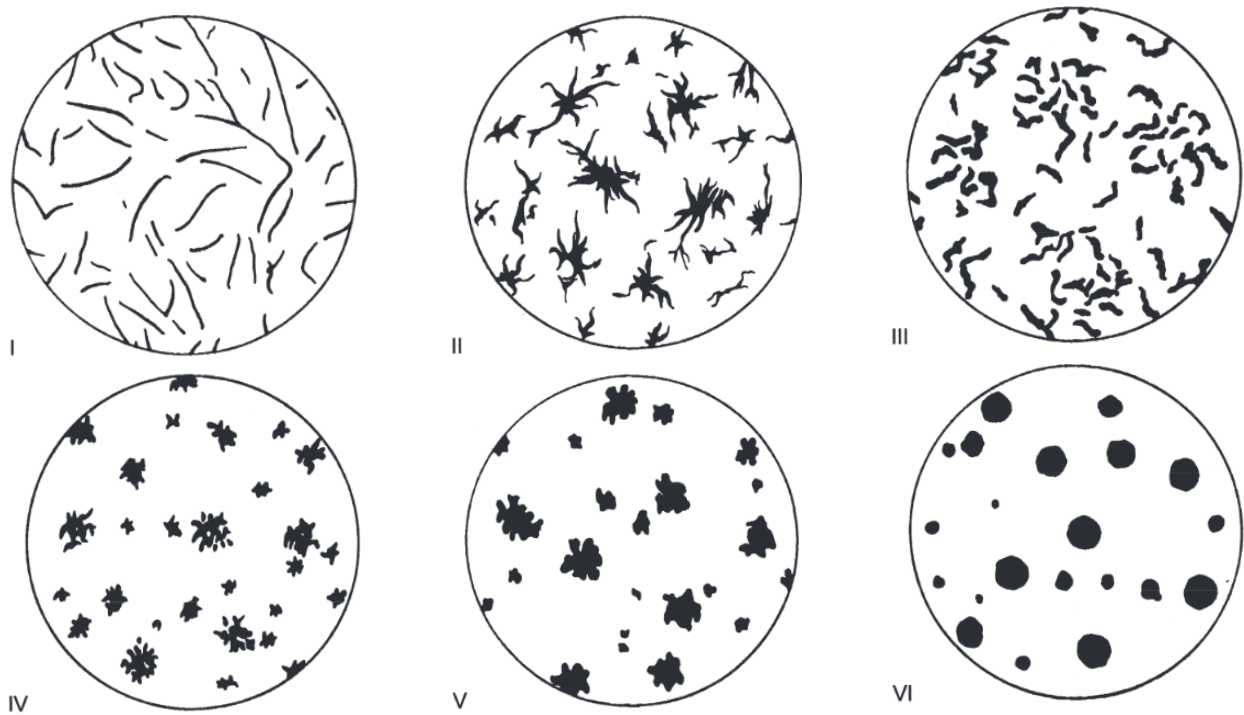


Be ketaus, dar gaunama apie 0,5 t šlako ir 3 t aukštakrosnės dujų.

Kai iš aukštakrosnės išleistas ketus ataušta greitai, lydinyje vyrauja cementitas Fe_3C – kiečiausias ir trapiausias junginys. Šio ketaus lūžio spalva yra balta, todėl pavadinimas turi sinonimus: baltasis, perdirbamasis, cementitinis, smulkiakristalinis ketus.

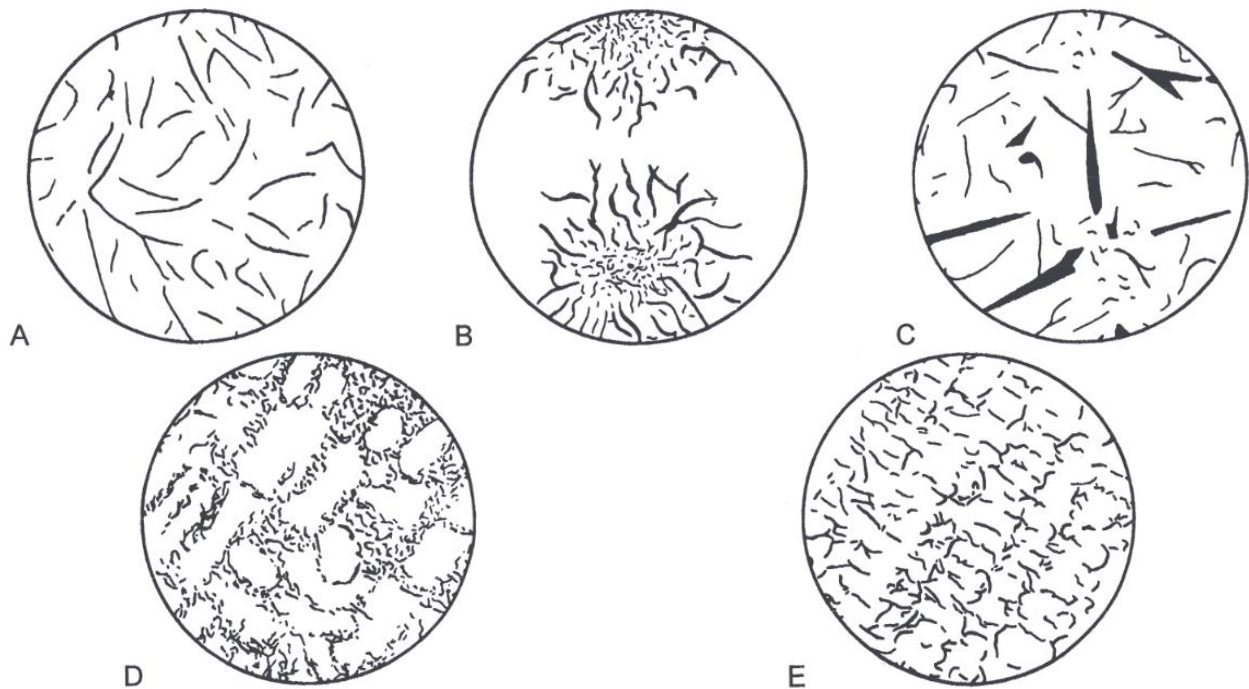
Kai ketus aušta lėtai, didžioji dalis anglies išsiskiria grafito grūdeliais, todėl medžiaga vadinama grafitiniu ketumi. Grafito intarpų forma (4.2 pav.), pasiskirstymas (svarbus tik I formai) ir dydis¹²⁶ turi įtakos mechaninėms ketaus savybėms. Pagal tai, kuri grafito forma vyrauja, skiriamas:

- ketus su plokšteliniu grafitu (pilkasis, intarpai I ir II formų);
- vermikulitinis ketus (intarpai III formos);
- austenitinis ketus (intarpai IV–VI formų).



4.2 pav. Grafito intarpų formos¹²⁶

Nustačius, kad ketus turi I formos grafito intarpus, vertinamas jų pasiskirstymas (4.3 pav.).



4.3 pav. Grafito intarpų pasiskirstymas¹²⁶

Kitame mikroskopinės apžiūros etape vertinamas intarpų dydis (4.1 lentelė). Stambesnių intarpų (1 ir 2 diapazonai) tyrimui užtenka 25÷50 kartų didinančio mikroskopo, o smulkesniems (nuo 6 iki 8 diapazono) intarpams rekomenduojama naudoti 200÷500 kartų didinantį mikroskopą. Standartiniu laikomas 100 kartų didinimas.

I iki VI formos grafito intarpų dydžiai

Dydžių diapazono numeris	Tikrasis matmuo, mm
1	≥ 1
2	$0,5 < 1$
3	$0,25 < 0,5$
4	$0,12 < 0,25$
5	$0,06 < 0,12$
6	$0,03 < 0,06$
7	$0,015 < 0,03$
8	$< 0,015$

 Pagal ¹²⁶

Nušlifuoto bandinio paviršius apžiūrimas mikroskopu ir nuotraukos (100 kartų padidintas vaizdas) arba schematiški piešiniai pateikiami tyrimo ataskaitoje. Tirta ketaus grafito struktūra nusakoma, pavyzdžiui:

60 % I A 4 + 40 % I D 7;

85 % VI 4 + 15 % III $\frac{3}{4}$ ¹²⁶.

Ketų žymėti galima simboliais arba skaitmenimis. Liejinio žymėjimo simbolis formuojamas įtraukiant būtinas charakteristikas ¹²⁷:

1 pozicija – standartizuotoms medžiagoms – EN;

2 pozicija – lietas (G) ketus (J) – GJ;

3 pozicija – grafito simbolis:

L – plokštelinis,

S – sferoidinis,

M – dribsninis,

V – vermikulitinis,

N – anglis junginiuose, ledeburite,

Y – specialioji struktūra, nustatoma atitinkamu medžiagos standartu;

4 pozicija (neprivaloma) – ketaus mikro- ar makrostruktūra:

A – austenitinė;

Q – grūdinta;

F – feritinė;

T – grūdinta ir atleista;

P – perlitinė;

W – baltašerdė (tik kalijam);

M – martensitinė;

B – juodašerdė (tik kalijam);

L – ledeburitinė.

5 pozicija – medžiaga klasifikuojama pasirinktinai pagal mechanines savybes (a) arba cheminę sudėtį (b):

aa) – tempimo stipris – pvz., 350;

ab) – pailgėjimas – pvz., 19;

ac) – jei bandiniai nupjauti nuo liejinio – C;

ad) – kietumas – pvz., HB 155;

ae) – smūgio energija – bandymų temperatūra gali būti apibūdinta kaip kambario (RT) arba žema (LT);

ba) – legiravimo klasė – X,

bb) – anglies kiekis procentais $\times 100$, tačiau tik tuo atveju, jei anglies kiekis yra didelis – pvz., 300;

bc) – legiruojančio elemento cheminis simbolis – pvz., Cr;

bd) – legiruojančių elementų procentai $\times 10$ – pvz., 45–10, arba esant dideliame legiravimo kiekiui procentai $\times 1$ – pvz. 9-5-2;

6 pozicija (neprivaloma) – papildomos charakteristikos:

- D – liejiniai;
- H – termiškai apdoroti liejiniai;
- W – jungimui suvirinimo siūlėmis,
- Z – papildomi reikalavimai, nurodyti užsakyme.

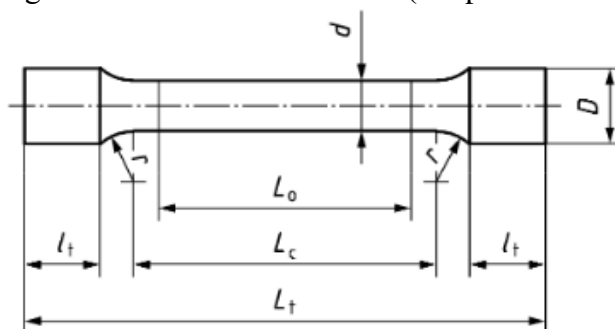
Dėstytojo pateiktų ketaus liejinių žymėjimams detalizuoti ir paaiškinti pildoma IV.1 lentelė.

IV.1 lentelė

Ketaus liejinių žymenų analizės rezultatai

Ketus – EN-GJMW-400-5		
1 pozicija	2 pozicija	3 pozicija
4 pozicija	5 pozicija	6 pozicija

Ketaus partijos mechaninių savybių tyrimui bandiniai mechaninio apdirbimo būdu išpjaunami iš liejinio arba iš šalia išlieto pavyzdžio. Bandinių matmenys priklauso nuo ketaus rūšies ir susitarimo su užsakovu. Pavyzdžiui, vermikulitinio ketaus tyrimuose pirmenybė teikiama 14 mm skersmens bandiniams, bet gali būti ir kitokio skersmens (4.4 pav. ir 4.2 lentelė).



4.4 pav. Tempimo bandinys¹²⁸: L_0 – bandinio pradinis darbinis ilgis, t. y. $L_0 = 5 \times d$; d – bandinių skersmuo pagal darbinį ilgį; L_c – analogiškas ilgis; L_t – visuminis bandinio ilgis; r – suapvalinimo spindulys, ≥ 4 mm

4.2 lentelė

Tempimo bandinio matmenys, mm¹²⁸

Skersmuo d	Darbinis ilgis L_0	Analogiškas ilgis L_c min.
5	25	30
7	35	42
10	50	60
14	70	84
20	100	120

Tempimo bandymo metu fiksuojama jėga, kai bandinys plastiškai deformuojasi (ištįsta) 0,2 proc. arba 0,1. Ji vadinama sąlygine takumo riba $R_{p0,2}$ ($R_{p0,1}$). Jėga, sukėlus galutinį bandinio trūkį, vadinama ribiniu tempimo stipriu R_m . Ketaus žymėjime nurodomas tempimo stipris yra garantuojamas kaip mažiausias galimas. Bandinio pailgėjimas skaičiuojamas taip:

$$A = \frac{L_u - L_0}{L_0} \cdot 100, \quad (4.1) \quad ^{129}$$

- čia: A – pailgėjimas, %;
 L_u – darbinis ilgis po trūkio, mm;
 L_0 – pradinis darbinis ilgis, mm.

Pailgėjimas po lūžio nustatomas 0,25 mm tikslumu ar dar tiksliau, naudojant pakankamos skiriamosios gebos matavimo prietaisą.

Ketaus mechaninių charakteristikų tyrimo rezultatai surašomi į IV.2 lentelę.

IV.2 lentelė

Ketaus liejinių ašinio tempimo bandymo rezultatai

Parametras	Simbolis	Matavimo vienetas	Bandiniai		
			1	2	3
Skersmuo	d	mm			
Darbinis ilgis	L_0	mm			
Darbinis ilgis po bandymo	L_u	mm			
Pailgėjimas	A	%			
Vidutinis pailgėjimas	\bar{A}				
Takumo ribos jėga	F_m	N			
Takumo riba	$R_{p0,2}$	N/mm ²			
Vidutinė takumo riba	$\bar{R}_{p0,2}$				
Suirimo jėga	F_{max}	N			
Tempimo stipris	R_m	N/mm ²			
Vidutinis tempimo stipris	\bar{R}_m				

Kadangi mechaninės ir fizinės savybės siejamos su temperatūromis, be jau minėtų kambario ir žemų, gali būti nurodomos ir aukštų temperatūrų aplinkos (4.3, 4.4 ir 4.5 lentelės).

4.3 lentelė

Kai kurios ketaus su vermikulitiniu grafitu mechaninės ir fizinės savybės¹²⁸

Savybė	Vienetai	Temperatūra	Medžiagos žymėjimas		
			EN-GJV-300	EN-GJV-350	EN-GJV-400
Ribinis tempimo stipris, R_m	MPa	23 °C	300 – 375	350 – 425	400 – 475
		100 °C	275 – 350	325 – 400	375 – 450
		400 °C	225 – 300	275 – 350	300 – 375
0,2 % sąlyginė takumo riba, $R_{p0,2}$	MPa	23 °C	210 – 260	245 – 295	280 – 330
		100 °C	190 – 240	220 – 270	255 – 305
		400 °C	170 – 220	195 – 245	230 – 280
Pailgėjimas, A	%	23 °C	2,0 – 5,0	1,5 – 4,0	1,0 – 3,5
		100 °C	1,5 – 4,5	1,5 – 3,5	1,0 – 3,0
		400 °C	1,0 – 4,0	1,0 – 3,0	1,0 – 2,5
Tankis	g/cm ³	23 °C	7,0 – 7,2	7,0 – 7,2	7,0 – 7,2
Šiluminis laidis	W/(m·K)	23 °C	47	43	39
		100 °C	45	42	39
		400 °C	42	40	38
Pagrindo struktūra			vyrauja feritas	ferits-perlitas	perlitas-feritas

4.4 lentelė

Kai kurios mechaninės ir fizinės ketaus su plokšteliu grafitu savybės¹³⁰

Savybė	Vienetai	Temperatūra	Medžiagos žymėjimas		
			EN-GJL-250	EN-GJL-300	EN-GJL-350
Ribinis tempimo stipris, R_m	MPa	23 °C	250–350	300–400	400–475
0,2 % sąlyginė takumo riba, $R_{p0,2}$	Mpa		165–228	195–260	280–330
Pailgėjimas, A	%		0,8 – 0,3		
0,1 % gniuždymo stipris	Mpa		$3,01 \times R_m$	$2,87 \times R_m$	$2,75 \times R_m$
Tankis, ρ	g/cm ³		7,2	7,25	7,3
Šiluminis laidis	W/(m·K)	23 °C	48,5	47,5	45,5

Savybė	Vienetai	Temperatūra	Medžiagos žymėjimas		
			EN-GJL-250	EN-GJL-300	EN-GJL-350
		100 °C	47,5	46,0	44,5
		200 °C	46,5	4,50	43,5
		400 °C	45,0	44,0	42,0
		500 °C	44,5	43,0	41,5
Pagrindo struktūra			perlitas		

4.5 lentelė

 Kai kurios austenitinio ketaus mechaninės ir fizinės savybės¹³¹

Savybė	Vienetai	Temperatūra	Medžiagos žymėjimas		
			EN-GJVA-XNiCuCr15-6-2	EN-GJSA-XNiCr20-2	EN-GJSA-XNiMn23-4
Gniuždymo stipris	MPa	23 °C	700–840	–	–
Ribinis tempimo stipris, R_m	MPa	760 °C	–	155	–
		650 °C	–	250	–
		540 °C	–	335	–
		430 °C	–	380	–
		23 °C	170–210	370–480	440–480
		0 °C	–	–	450
		– 50 °C	–	–	460
		– 100 °C	–	–	490
		– 150 °C	–	–	530
		– 183 °C	–	–	580
– 196 °C	–	–	620		
0,2 % sąlyginė takumo riba, $R_{p0,2}$	MPa	760 °C	–	119	–
		650 °C	–	176	–
		540 °C	–	197	–
		430 °C	–	197	–
		23 °C	–	210–250	210–240
		0 °C	–	–	240
		– 50 °C	–	–	260
		– 100 °C	–	–	300
		– 150 °C	–	–	350
		– 183 °C	–	–	430
– 196 °C	–	–	450		
Pailgėjimas, A	%	760 °C	–	15	–
		650 °C	–	10,5	–
		540 °C	–	10,5	–
		430 °C	–	12	–
		23 °C	2	7–20	25–45
		0 °C	–	–	35
		– 50 °C	–	–	38
		– 100 °C	–	–	40
		– 150 °C	–	–	38
		– 183 °C	–	–	33
– 196 °C	–	–	27		
Tankis	g/cm ³	23 °C	7,3	7,4–7,45	7,45
Šiluminis laidis	W/(m·K)	23 °C	39	12,6	12,6

Ketaus gniuždymo stipris gali būti 3–4 kartus didesnis už tempimo stiprį, todėl jis dažnai naudojamas pamatinių elementų, kolonų gamybai. Geros liejimosi savybės išnaudojamos gaminant lietus gaminius, pavyzdžiui, radiatorius, kanalizacijos vamzdžius ir detales. Liejiniai nesunkiai apdirbami tekinant, frezuojant, gręžiant.

4.1.2. Plienas

Pagal cheminę sudėtį plienai skirstomi į anglinius (sudėtyje nėra legiruojančių metalų arba jų kiekis neviršija 1 proc.) ir legiruotus. Nuolatinės plieno priemonės yra nedideli silicio, mangano, sieros ir fosforo kiekiai. Angliniai plienai apibūdinami kaip mažaaangliai (anglies kiekis neviršija 0,25 proc.) arba daugiaangliai (anglies 0,3÷2,0 proc.).

Kaip ir ketaus žymėjimo sistemoje, galimas plieno žymėjimas simboliais¹³² arba numeriais¹³³. Simboliniame žymėjime, jei plienas nurodomas kaip plieno liejinys, prieš jo markę rašoma raidė G (1–15 pozic.), o jei plienas pagamintas miltelinės metalurgijos būdu – raidės PM (14–15 pozic.). Plienų markės skiriamos į dvi kategorijas¹³²:

1 kategorija – plienai, pažymėti pagal jų taikymą ir mechanines ar fizikines savybes:

1. S – konstrukciniai plienai;
2. P – slėginėms talpykloms skirti plienai;
3. L – vamzdinams skirti plienai;
4. E – techniniai plienai;
5. B – betono armatūrai skirti plienai;
6. Y – įtemptajai betono armatūrai skirti plienai;
7. R – bėgiams skirtas arba bėgių formos plienas;
8. D – šaltajam formavimui skirti plokštieji produktai (išskyrus nurodytus 9 pozicijoje);
9. H – didelio stiprio šaltajam formavimui skirti plokštieji produktai;
10. T – valcuotosios skardos produktai (pakuotei skirti plieno produktai);
11. M – elektrotechninis plienas;

2 kategorija – plienai, pažymėti pagal jų cheminę sudėtį:

12. C – nelegiruotieji plienai (išskyrus automatų plienus) su vidutiniu mangano kiekiu < 1 proc.;
13. – anglies procentas – nelegiruotieji plienai su vidutiniu mangano kiekiu ≥ 1 proc., nelegiruotieji plienai ir legiruotieji plienai (išskyrus greitapjovius plienus), kuriuose kiekvieno legiruojančiojo elemento kiekis masės procentais yra < 5 proc.;
14. X – anglies procentas – nerūdijantieji ir kiti legiruotieji plienai (išskyrus greitapjovius plienus), kuriuose bent vieno legiruojančiojo elemento kiekis masės procentais yra ≥ 5 %;
15. HS – greitapjovis plienas.

Toliau markėje kaip pagrindinis simbolis nurodoma viena iš charakteristikų:

- 1–4, 10 pozic. – mažiausia takumo riba, MPa;
- 5, 10 pozic. – būdingoji takumo riba, MPa;
- 6 pozic. – nominalusis tempimo stipris, MPa;
- 7 pozic. – mažiausias Brinelio kietis (HBW);
- 8–9 pozic. – valcavimo būdas;
- 11 pozic. – magnetinė poliarizacija;
- 12 pozic. – anglies kiekis, $100 \times$ proc.;
- 13–14 pozic. – anglies kiekis, $100 \times$ %, ir legiruojantieji elementai;
- 15 pozic. – legiruojančiųjų elementų kiekis, %.

Markės žymenyje, be pagrindinių, gali būti įtraukta papildomų simbolių, pavyzdžiui, atsparumas smūgiui įvertinant bandymo temperatūrą; tūsumo klasė; formavimo arba apdirbimo būdas; produkto žymėjimas.

Dėstytojo pateiktiems plieno žymėjimams paaiškinti pildoma IV.3 lentelė.

IV.3 lentelė

Plieno žymenų analizės rezultatai

Plienas – S235JR	
1 pozicija	2 pozicija
3 pozicija	4 pozicija

Plienas – S235JR	

Legiruotųjų plienų sudėtyje gali būti iki keliolikos procentų kitų metalų, suteikiančių plienams vienokių ar kitokių savybių, pavyzdžiui:

– Cr – didina stiprumą, plastiškumą, atsparumą korozijai, karščiui (jei Cr > 13 proc., plienas laikomas nerūdijančiu);

– Ni – didina stiprumą, plastiškumą, atsparumą korozijai, smūginį tūsumą, tampa sunkiau pjaunamas;

– Ti – didina stiprumą, kietumą, pagerina plieno technologines savybes;

– Si – didina stiprumą, tamprumą, elektrinę varžą;

– W – didina stiprumą, kietumą, atsparumą karščiui (jei W yra 9÷18 %, gaunamas greitapjovis plienas);

– Mo – pagerina mechanines savybes, padidina atsparumą karščiui, pakeičia W greitapjoviuose plienuose (1 proc. Mo atitinka 2 proc. W);

– V – garantuoja plieno smulkiagrūdę struktūrą;

– S, P – kenksmingosios priemaišos, didinančios plieno trapumą.

Konstruciniai plienai dažniausiai jungiami suvirinant įvairiais elektrodais tam tikrose aplinkose (tik minkštieji mažangliai plienai gerai virinami oro aplinkoje, kitiems taikomos argono, anglies dvideginio aplinkos ir terminiai apdorojimai) ir suvirinant kontaktiniu būdu: jungiamieji elementai suspaudžiami, per juos leidžiama mažos įtampos, bet stipri elektros srovė, kuri kontakto zonoje išlydo metalą. Galimybė suvirinti plienus išreiškiama *ekvivalentiniu suvirinamumo koeficientu*, kuris apskaičiuojamas taip:

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}; \quad (4.2) \quad 69$$

čia: CEV – anglies ekvivalentas;

C – anglies kiekis, %;

cheminiai elementai – atitinkamų legiruojančių elementų kiekis, %.

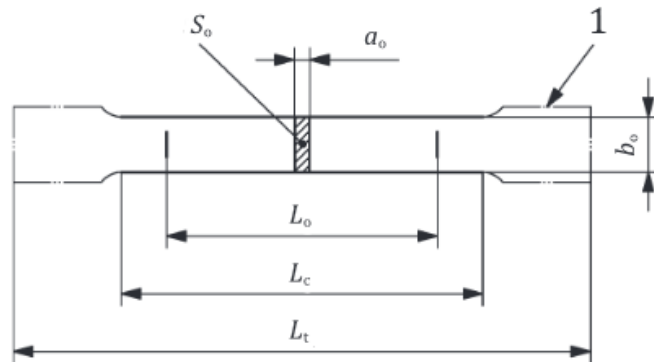
Esant $CEV > 0,5$ plienai blogai virinami, kai $CEV \leq 0,2$ – plienai labai gerai virinami elektrodais oro aplinkoje. Dėstytojo pateiktų plienų sudėties analizės ir suvirinamumo koeficiento skaičiavimo rezultatai įrašomi į IV.4 lentelę.

IV.4 lentelė

Plieno sudėties ir suvirinamumo skaičiavimas

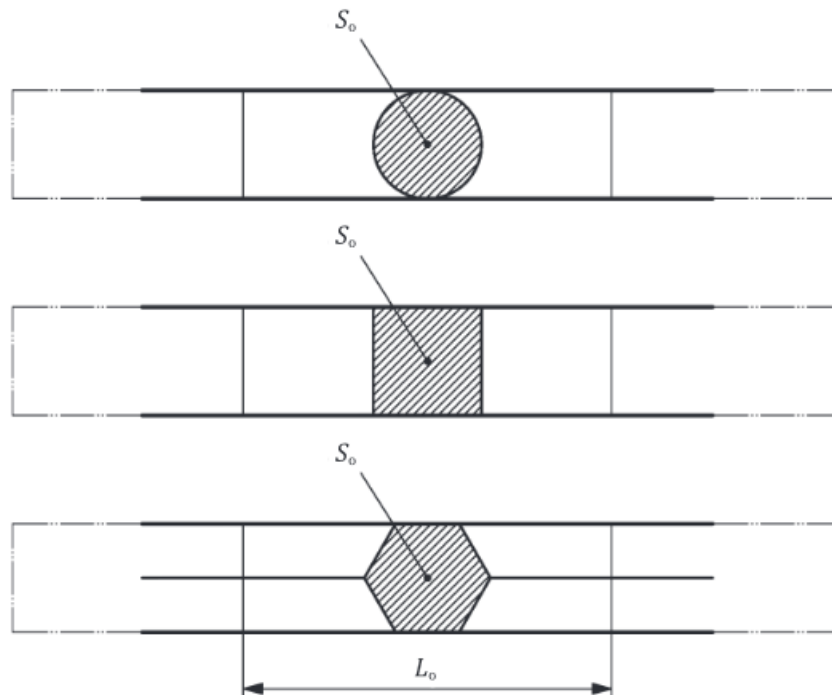
Plieno žymuo	Plieno cheminė sudėtis	Anglies ekvivalentas CEV	Galimybė suvirinti plieną
14Mn2			

Tempimo bandymui plieno bandiniai iš lakštinių gaminių išpjaunami specialios formos išplatėjusiais galais (4.5 pav.), skirtais bandiniui inkaruoti preso griebtuose.



4.5 pav. Išpjautas plieno tempimo bandinys¹²⁹: a_0 – pradinis bandinio arba vamzdžio sienelės storis; b_0 – pradinis plokščio bandinio plotis; S_0 – pradinis skerspjūvio plotas; L_0 – bandinio pradinis darbinis ilgis; L_c – analogiškas ilgis; L_t – visuminis bandinio ilgis; 1 – sugriebimo galas

Juostų, strypų ir profiliuotųjų bandiniai tiesiog atpjaunami iš gaminio (4.6 pav.).



4.6 pav. Atpjauti tempimo bandiniai¹²⁹:

L_0 – bandinio pradinis darbinis ilgis; S_0 – pradinis skerspjūvio plotas

Bandiniai gali būti neproporcingieji, tačiau ginčytinu atveju turi būti naudojami proporcingieji bandiniai, kurių darbinės dalies ilgis:

$$L_0 = 5,65\sqrt{S_0}; \quad (4.3) \quad ^{129}$$

čia: L_0 – bandinio pradinis darbinis ilgis, mm;
 S_0 – pradinis skerspjūvio plotas, mm².

Kai sienelės storis mažesnis negu 3 mm, turi būti taikomas darbinės dalies ilgis $L_0 = 80$ mm, kad būtų galima pasiekti 20 mm bandinio plotį, arba turi būti taikoma 50 mm bandinio darbinės dalies ilgis ir 12,5 mm plotis⁶⁹.

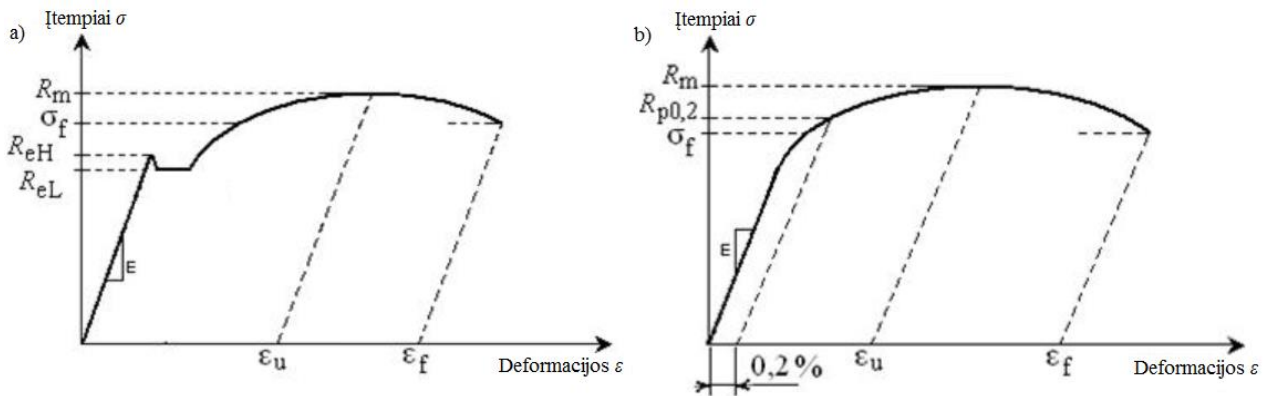
Rumbuotos ar su įspaudais armatūros skerspjūvio plotą galima nustatyti iš jau žinomos tankio išraiškos:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{A \cdot l} \Rightarrow A = \frac{m}{\rho \cdot l}; \quad (4.4)$$

čia: ρ – plieno tankis, kg/m³;
 m – bandinio masė, kg;

l – bandinio ilgis, m;
 A – bandinio skerspjūvio plotas, m².

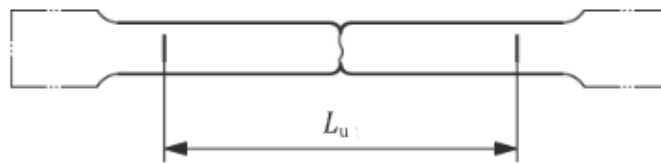
Pagrindinės plienų mechaninės savybės yra stiprumas, tamprumas ir plastiškumas. Plieno tempimo rezultatų kreivės priklauso nuo cheminės sandaros ir gamybos būdo (4.7 pav.). Minkštieji plienai turi akivaizdžią takumo aikštelę – bandymo momentą, kai bandinys ilgėja, tačiau jėga ir įtempimai išlieka tokie patys. Tikslus plieno deformacijų tempiant pokytis reikalingas nubrėžti $\sigma - \epsilon$ diagramai, tamprumo (Huko) moduliui ir kitiems parametrams nustatyti.



4.7 pav. Paprastojo konstrukcinio plieno, turinčio takumo aikštelę (a), ir didelio stiprumo plieno be takumo aikštelės (b) tempimo kreivės⁷⁵: R_m – plieno stiprumo riba; R_{eH} – viršutinė plieno takumo riba; R_{eL} – apatinė plieno takumo riba; $R_{p0,2}$ – sąlyginė plieno takumo riba; ϵ_u – plastinės deformacijos pasiekus stiprumo ribą; ϵ_f – plastinės deformacijos suirimo metu; σ_f – suirimo įtempiai; E – tamprumo modulis lygus $t\sigma$

Prieš įstatant bandinį į tempimo presą ant bandinio paviršiaus, nepažeidžiant jo skerspjūvio, sužymima kas 10 mm, ribinei ištiesai nustatyti. Po to bandinio galai patikimai užspaudžiami preso griebtuose užtikrinant bandinio vertikalumą; apkrova didinama pastoviu apkrovos arba deformacijos greičiu, dažniausiai 6–60 MPa/s.

Takumo jėgos vertę nesunku pastebėti pagal jėgos preso skalėje akivaizdų kitimo greičio sumažėjimą ar net visišką judesio nebuvimą. Tempiamąjį stiprį reikia apskaičiuoti pagal pačią didžiausią bandymo metu užfiksuotą jėgos vertę. Nutrūkusio bandinio galai suglaudžiami ir išmatuojamas darbinis ilgis po bandymo – L_u (4.8 pav.).



4.8 pav. Plieno bandinys po tempimo bandymo¹²⁹: L_u – darbinis ilgis po bandymo
 Laboratorinių tempimo bandymų rezultatai įrašomi į IV.5 lentelę.

IV.5 lentelė

Plieno ašinio tempimo bandymo rezultatai

Parametras	Simbolis	Matavimo vienetas	Bandiniai		
			1	2	3
Skerspjūvis	S_0	mm ²			
Darbinis ilgis	L_0	mm			
Darbinis ilgis po bandymo	L_u	mm			
Pailgėjimas	A	%			
Vidutinis pailgėjimas	\bar{A}				

Parametras	Simbolis	Matavimo vienetas	Bandiniai		
			1	2	3
Takumo ribos jėga	F_m	N			
Takumo riba	$R_{p0,2}$	N/mm ²			
Vidutinė takumo riba	$\overline{R}_{p0,2}$				
Suirimo jėga	F_{max}	N			
Tempimo stipris	R_m	N/mm ²			
Vidutinis tempimo stipris	\overline{R}_m				

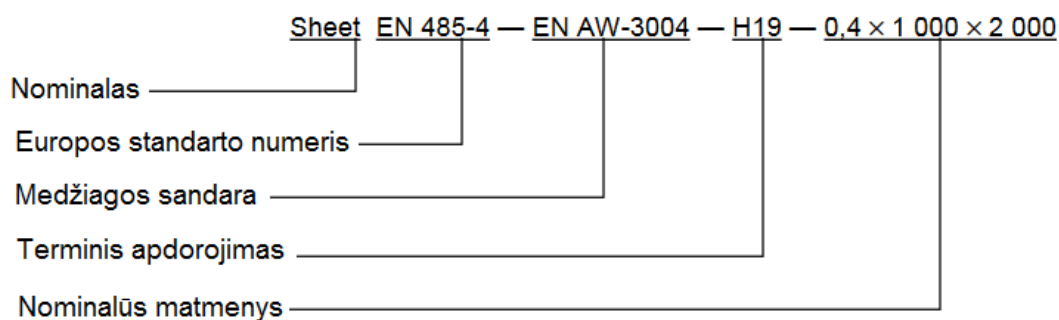
4.2. Spalvotieji metalai

Be juodųjų metalų, statyboje naudojami spalvotieji metalai, dar dažniau – jų lydiniai.

4.2.1. Aliuminis ir jo lydiniai

Aliuminis gaminamas lydant aliuminio rūdą – boksitą. Tai iš esmės yra molio atmaina, kurioje ne mažiau kaip 40 proc. aliuminio oksido. Statyboje grynas aliuminis praktiškai nenaudojamas, nes yra netvirtas (tempimo stiprio riba – 50–80 MPa).

Statyboje naudojamų aliuminio gaminių žymėjimas pradedamas gaminio įvardinimu nurodant standartą, charakterizuojantį techninius reikalavimus, keliamus gaminiui (4.9 pav.).



4.9 pav. Standartizuotų deformuojamųjų gaminių kodavimo pavyzdys¹³⁴

Kaip ir kitų medžiagų, kurių savybes reglamentuoja euronormos, žymėjimas, aliuminio ir jo lydinių žymuo pasideda EN achronimu. Toliau einanti raidė A reiškia aliuminį, o šalia rašoma viena iš¹³⁴:

- W – deformuojamieji (angl. *wrought*) gaminiai¹³⁶;
- B – legiruoto aliuminio luitai, skirti perlydyti¹³⁷;
- C – lietas (angl. *casting*) aliuminis¹³⁸;
- M – sulydytos ligatūros¹³⁹.

Po brūkšnio eina keturių skaičių žymėjimas, kuris pagal atitinkamas normas apibūdina cheminę sudėtį (4.6 lentelė).

4.6 lentelė

Deformuojamųjų aliuminio ir aliuminio lydinių gaminių skaitinis žymėjimas

1 pozicija priklauso nuo vyraujančio legiravimo elemento		2 pozicija	Likusios skaitinės pozicijos
1	aliuminio 99 proc. ir daugiau		Du skaitmenys dešimtainio kablelio dešinėje, nurodant minimalų aliuminio procentinį kiekį, kai jis išreiškiamas 0,01 proc. tikslumu.
2	varis	Nurodo lydinio originalumą arba	Du skaitmenys neturi ypatingos reikšmės, bet yra skirti nustatyti skirtingiems aliuminio lydiniams
3	manganas		

1 pozicija priklauso nuo vyraujančio legiravimo elemento		2 pozicija	Likusios skaitinės pozicijos
4	silicis	modifikacijas: 0 – nurodo pradinį lydinį; nuo 1 iki 9 – nurodo lydinio modifikacijas.	grupėje.
5	magnis		
6	magnis ir silicis		
7	cinkas		
8	kiti elementai		
9	nenaudojamas		

Pagal ¹³⁶

Aluminio lydinių ir gaminių papildomi žymenys priklauso nuo terminio ar termomechaninio apdorojimo būdo (4.7 lentelė).

4.7 lentelė

Aluminio lydinių apdorojimo ir gaminių žymenys

Lydiniai ¹⁴⁰		Gaminiai ¹³⁴		
Žymuo	Apdorojimo apibūdinimas		Žymuo	Apibūdinimas
F	be papildomo apdorojimo	presuotieji ar trauktieji gaminiai	HEX-bar	šešiakampio skerspjūvio strypas
O	atkaitintas		RCT-bar	stačiakampio skerspjūvio strypas
H	kietintas deformavimu		SQU-bar	kvadratinio skerspjūvio strypas
W	termiškai apdorotas tirpaluose		RND-bar	apvalaus skerspjūvio strypas
T	termiškai apdorotas struktūrai išlyginti		...-wire	įvairių skerspjūvių viela
		...-tube	įvairių skerspjūvių vamzdžiai	
po raidės einanti nuo vieno iki keturių skaičių seka konkretina apdorojimo sąlygas ir būdus		valcuoti gaminiai	Strip, foil, sheet, plate	juosta, folija, lakštas, plokštė
			Circle, hot-rolled	apskritas, karšto valcavimo
			Circle, cold-rolled	apskritas, šalto valcavimo
			Forging	kaltiniai
			Profile	profiluotis

Be skaičiais koduoto aluminio žymėjimo, taikoma cheminės sudėties žymėjimo sistema. Kai kurių lydinių sudėčių ir gaminių iš jų pavyzdžių pateikta 4.8 lentelėje. Čia skaičiai po legiruojančių metalų simbolių parodo jų kiekį procentais lydinyje.

4.8 lentelė

Kai kurių aluminio gaminių (lakštų, juostų, plokščių) mechaninės savybės ¹⁴¹

Temp. apdorojimas	Storis, mm		Tempimo stipris R_m , MPa		Takumo stipris $R_{p0,2}$, MPa	Min. ištįsa, %		Lenkimo spindulys		Kietis
	nuo	iki	min.	maks.		A_{50mm}	A	180°	90°	
EN AW-5083 [Al Mg4,5Mn0,7]										
O	0,2	0,5	275	350	125	11		1,0 t	0,5 t	75
	0,5	1,5	275	350	125	12		1,0 t	1,0 t	75
	1,5	3,0	275	350	125	13		1,5 t	1,0 t	75
	3,0	6,3	275	350	125	15			1,5 t	75
	6,3	12,5	270	345	115	16			2,5 t	75
	12,5	50,0	270	345	115		15			75
	50,0	80,0	270	345	115		14			73
	80,0	120,0	260		110		12			70
	120,0	200,0	255		105		12			69
	200,0	250,0	250		95		10			69
250,0	300,0	245		90		9			69	
EN AW-5754 [Al Mg3]										
H111	0,2	0,5	190	240	80	12		0,5 t	0 t	52
	0,5	1,5	190	240	80	14		0,5 t	0,5 t	52
	1,5	3,0	190	240	80	16		1,0 t	1,0 t	52
	3,0	6,0	190	240	80	18		1,0 t	1,0 t	52
	6,0	12,5	190	240	80	18			2,0 t	52

Temp. apdorojimas	Storis, mm		Tempimo stipris R_m , MPa		Takumo stipris $R_{p0,2}$, MPa	Min. ištįsa, %		Lenkimo spindulys		Kietis
	nuo	iki	min.	maks.		A_{50mm}	A	180°	90°	HBW
	12,5	100,0	190	240	80		17			52
EN AW-6061 [Al Mg1SiCu]										
T4	0,4	1,5	205		110	12		1,5 t	1,0 t	58
	1,5	3,0	205		110	14		2,0 t	1,5 t	58
	3,0	6,0	205		110	16			3,0 t	58
	6,0	12,5	205		110	18			4,0 t	58
	12,5	40,0	205		110		15			58
	40,0	80,0	205		110		14			58
EN AW-7010 [Al Zn6MgCu]										
T6	6,0	12,5	570		520		6		12,0 t	190
	12,5	25,0	570		520		6			190
	25,0	50,0	560		510		5			185
	50,0	76,0	560		510		5			185
	76,0	127,0	550		500		4			185
	127,0	152,4	540		490		2			180
	152,4	203,2	525		480		2			180
	203,2	254,0	505		460		1			175
	254,0	300,0	470		435		1			175

Mažiausias sąlyginis takumo stipris $R_{p0,2}$ – tai įtempis, kuriam esant liekamoji plastinė deformacija yra lygi 0,2 proc. Nors pats aliuminis yra gana minkštas, pagal 4.8 lentelėje pateiktus pavyzdžius aliuminio lydiniai pasižymi palyginti nemažais stipriais, ribinės ištįsos priklauso nuo gaminio apdorojimo būdo (atleistų lydinių ribinė ištįsa gali viršyti 10 proc., o grūdintų ir stiprintų – vos 1–2 proc.). Aliuminio kokybinių mechaninių parametrų kontrolė vykdoma kaip ir kitų metalinių medžiagų¹²⁹, bandinių forma parenkama taip pat. Ji priklauso nuo bandomo gaminio: iš lakšto arba plokštės išpjaunama (4.5 pav.), o iš strypo, profilio ar juostos atpjaunama (4.6 pav.). Laboratorinių tempimo bandymų rezultatai įrašomi į IV.6 lentelę.

IV.6 lentelė

Aliuminio ašinio tempimo bandymo rezultatai

Parametras	Simbolis	Matavimo vienetas	Bandiniai		
			1	2	3
Skerspjuvis	S_0	mm ²			
Darbinis ilgis	L_0	mm			
Darbinis ilgis po bandymo	L_u	mm			
Pailgėjimas	A	%			
Vidutinis pailgėjimas	\overline{A}				
Takumo ribos jėga	F_m	N			
Takumo riba	$R_{p0,2}$	N/mm ²			
Vidutinė takumo riba	$\overline{R}_{p0,2}$				
Suirimo jėga	F_{max}	N			
Tempimo stipris	R_m	N/mm ²			
Vidutinis tempimo stipris	\overline{R}_m				

Pakankamai plastiški ir ploni aliuminio ruošiniai naudojami lankstytiems gaminiams formuoti. Todėl, be stiprio, ištįsos ir kiečio charakteristikų, nustatomas ir aliuminio lankstumas. Lakšto, juostos ar plokštės bandinys sulenkiamas 90° arba 180° kampu be įtrūkimų aplink strypą

(4.10 pav.), kurio spindulys yra lygus tiriamo lapo, juostos ar plokštės t storiui (ar storiui, padaugintam iš koeficiento)¹⁴². Bandinys išpjaunamas laikantis tokios tvarkos:

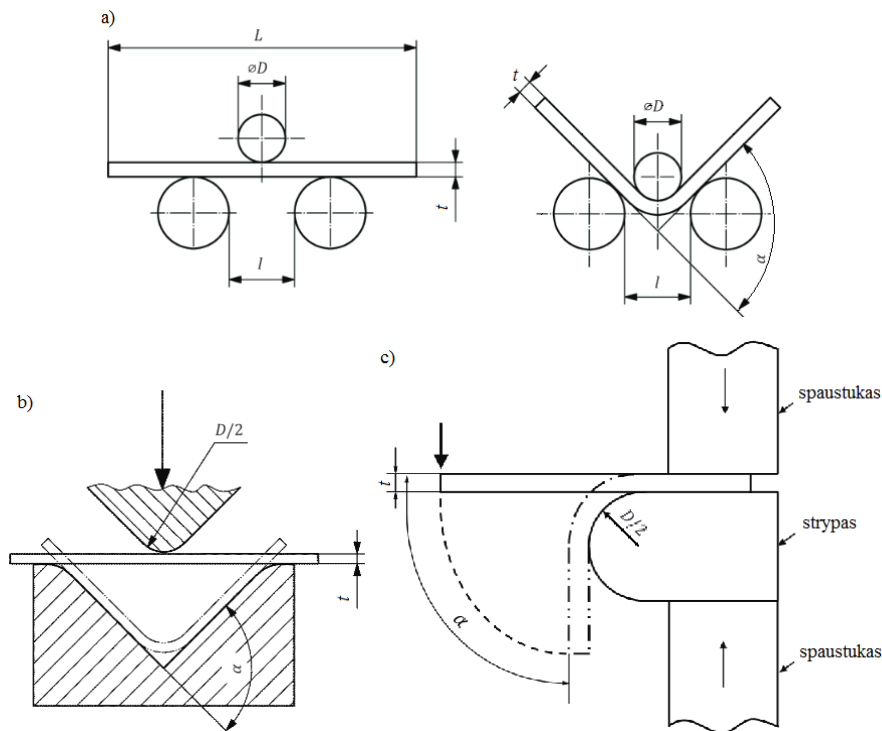
- bandinys turi būti imamas šalia tempimo bandinio;
- bandinys imamas skersine kryptimi, lenkimo ašis yra lygiagreti traukimo kryptčiai.

Mažesnio kaip 150 mm pločio gaminio bandinys turi būti paimtas traukimo kryptimi;

– kai įmanoma, bandinio kraštai gali būti apdirbti. Jie gali būti suapvalinti maždaug 2 mm spinduliu.

Jei gaminy yra 20 mm pločio arba siauresnis, bandinys tiesiog atpjaunamas. Platesnių produktų bandinių matmenys:

- plotis 20 ± 5 mm, kai storis < 3 mm;
- plotis tarp 20 ir 50 mm, kai storis ≥ 3 mm (gali būti naudojama išraiška $b = 10 \times a$).



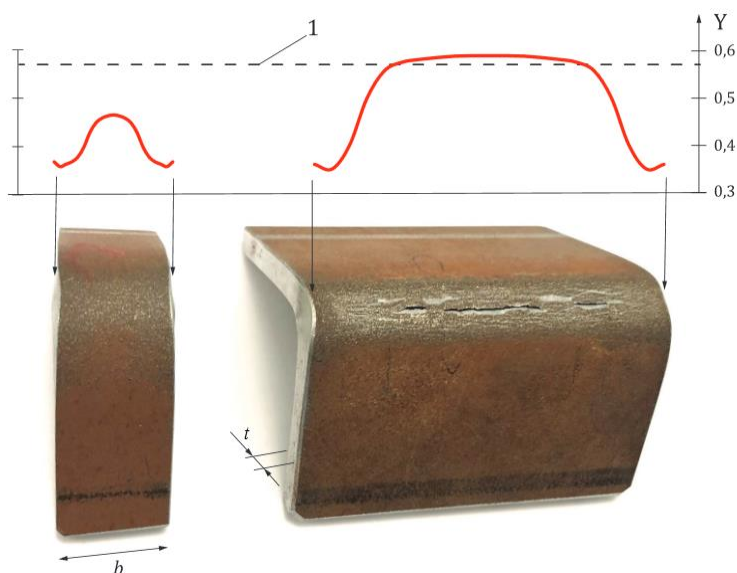
4.10 pav. Lenkimo bandymo schemas¹⁴³: a) lenkimas su dviem atramomis ir atitinkamo diametro strypu; b) lenkimas su V formos atramos bloku ir atitinkamo užapvalinimo spaudimo prizme; c) lenkimas su spaustuku

Lenkimo spindulys parenkamas priklausomai nuo techninių reikalavimų ir siejamas su bandinio storiu ($0 t \div 12,0 t$). Lenkiant ant dviejų atramų (4.10 pav. a) tarpas tarp atramų apskaičiuojamas:

$$l = (D + 3t) \pm \frac{t}{2}; \quad (4.5) \quad 143$$

čia: l – tarpas tarp atramų, mm;
 D – strypo skersmuo, mm;
 t – bandinio storis, mm.

Bandymų rezultatams svarbus bandinio plotis, nes pasirinkus per siaurą bandinį galimi netikslumai (4.11 pav.).



4.11 pav. Lenkiamumo priklausomybė nuo pločio¹⁴³.
 Y – triašis faktorius; 1 – kritinė plokštumos deformacijos būklė

4.2.2. Varis ir jo lydiniai

Grynas varis dažniausiai naudojamas elektrotechnikoje ir santechninėje įrangoje, kondicionavimo sistemose. Varis ir jo lydiniai žymimi pagal cheminę sudėtį¹⁴⁴, taikoma numeravimo sistema¹⁴⁵.

Varis žymimas cheminiu simboliu, o po brūkšnio eina didžiosios raidės, nurodančios vario rūšį, pavyzdžiui, Cu-ETP, Cu-DHP. Vario lydiniai užrašomi cheminiais simboliais: pirmiausia nurodomas varis, o toliau eina legiruojantys elementai, jų procentai užrašomi sveikais skaičiais (jei legiruojančių elementų kiekis yra 1 proc. ar daugiau). Legiruojantys elementai išvardijami mažėjančia procentų tvarka arba, jei procentai yra vienodi, abėcėlės tvarka pagal cheminius simbolius, pavyzdžiui, CuZn36Pb3, CuAl10Fe5Ni5. Svarbu, kad pagrindinis lydinio legiruojantis elementas nurodomas pirmiausia, neatsižvelgiant į procentus, pavyzdžiui, $\text{CuZn27Ni18} \Rightarrow \text{CuNi18Zn27}$ ¹⁴⁴.

Vario ar jo lydinio numeris susideda iš šešių pozicijų. Pirmoji – raidė C – priskiriama variui. Antroje gali būti viena iš raidžių¹⁴⁵:

- B – medžiaga luitų pavidalu, skirta liejinių gamybai;
- C – medžiaga liejinių formai;
- F – litavimo ir suvirinimo medžiaga;
- M – ligatūros;
- R – rafinuotas neapdorotas varis;
- S – medžiaga laužo pavidalu;
- W – medžiaga deformuotųjų produktų pavidalu.

Toliau žymėjime einantys trys skaičiai ir raidė priskiriami pagal vario ar jo lydinio sudėtį (4.9 lentelė).

4.9 lentelė

Vario ir vario lydinų žymens pozicijos nuo 3 iki 6¹⁴⁵

Medžiagos grupė	3, 4 ir 5 pozicijos (eilės numeris)	6 pozicija (raidinis medžiagos grupės žymėjimas)
Varis	000–099	A arba B
Vario lydinys, mažai legiruotas (mažiau 5 proc. legiruojančių elementų)	100–199	C arba D
Įvairūs vario lydiniai (5 proc. ar daugiau legiruojančių elementų)	200–299	E arba F

Medžiagos grupė	3, 4 ir 5 pozicijos (eilės numeris)	6 pozicija (raidinis medžiagos grupės žymėjimas)
Vario-aliuminio lydiniai	300–349	G
Vario-nikelio lydiniai	350–399	H
Vario-nikelio-cinko lydiniai	400–449	J
Vario-alavo lydiniai	450–499	K
Vario-cinko lydiniai, dvejetainiai	500–599	L arba M
Vario-cinko-švino lydiniai	600–699	N arba P
Vario-cinko lydiniai, kompleksiniai	700–799	R arba S

Skaiciai nuo 800 iki 999 naudojami kaip rezervas.

Kai kurių vario ir jo lydinių produktų mechaninės charakteristikos pateiktos 4.10 lentelėje.

4.10 lentelė

 Vario ir vario lydinių gaminių (statybinių lakštų ir juostų) mechaninės savybės¹⁴⁶

Medžiagos būseną	Tempimo stipris R_m , N/mm ²		Takumo stipris $R_{p0,2}$, N/mm ²		Min. ištįsa A_{50mm} , %	Kietis HV	
	min.	maks.	min.	maks.		min.	maks.
Cu-DHP [CW024A]; CuZn0,5 [CW119C]							
R220	220	260	–	140	33	–	–
H040	–	–	–	–	–	40	65
R220	240	300	140	–	8	–	–
H040	–	–	–	–	–	65	95
CuSn0,15 [CW117C]							
R250	250	320	200	–	9	–	–
H060	–	–	–	–	–	60	90
R300	300	370	250	–	4	–	–
H085	–	–	–	–	–	85	110
CuAl5Zn5Sn1 [CW309G]							
R400	400	–	170	–	45	–	–
H080	–	–	–	–	–	80	–
CuSn4 [CW450K]							
R290	290	390	–	190	40	–	–
H070	–	–	–	–	–	70	100
Cu Zn15 [CW502L]							
R310	310	370	200	290	10	–	–
H090	–	–	–	–	–	90	115

Čia aptariamos lakštų ir juostų mechaninės savybės nurodomos nepriklausomai nuo storio, nes, palyginti su anksčiau nagrinėtais plieno ar aliuminio produktais, jie yra maži: nuo 0,4 iki 1,0 mm. Medžiagos būseną nurodoma žymėjime arba akcentuojant stiprį, arba kietį (poreikį lemia gaminių naudojimo sąlygos), nes nėra tiesioginės priklausomybės tarp šių vario charakteristikų. Reglamentuojant produktų (pavyzdžiui, besiūlių apskritojo skerspjūvio oro kondicionavimo ir aušinimo vamzdžių) mechanines charakteristikas taip pat nurodomos stiprio ir plastiškumo reikšmės, o kietis – tik orientacinės (4.11 lentelė).

4.11 lentelė

 Besiūlių apskritojo skerspjūvio oro kondicionavimo ir aušinimo vamzdžių mechaninės savybės¹⁴⁷

Nominalus išorės skersmuo d , mm		Medžiagos būseną		Min. tempimo stipris R_m , MPa	Min. ištįsa A , %	Kietis (orientacinis) HV 5
min.	maks.	žymėjimas	bendras terminas			
Cu-DHP [CW024A]						
3	219	R220	atkaitintas	220	40	(40–70)
3	66,7	R250	puskietis	250	30	(75–100)

Nominalus išorės skersmuo d , mm		Medžiagos būseną		Min. tempimo stipris R_m , MPa	Min. ištįsa A , %	Kietis (orientacinis) HV 5
min.	maks.	žymėjimas	bendras terminas			
66,7	219				20	
3	219	R290	kietas	290	3	(min. 100)
CuFe2P [CW107C]						
3	219	R300	atkaitintas	300	25	(85–115)
3	219	R420	kietas	420	5	(min. 130)

Šių vamzdelių sienelių storis (0,8–3,0 mm) kinta priklausomai nuo išorinio skersmens, pavyzdžiui ¹⁴⁷:

- 500 m vamzdžiai EN 12735-1 – Cu-DHP – R290 – 28 × 1,5 – tiesių 5 m ilgio;
- 5 tonos vamzdžių EN 12735-1 – CW024A – R220 – 12 × 1,0 – 25 m ritėmis.

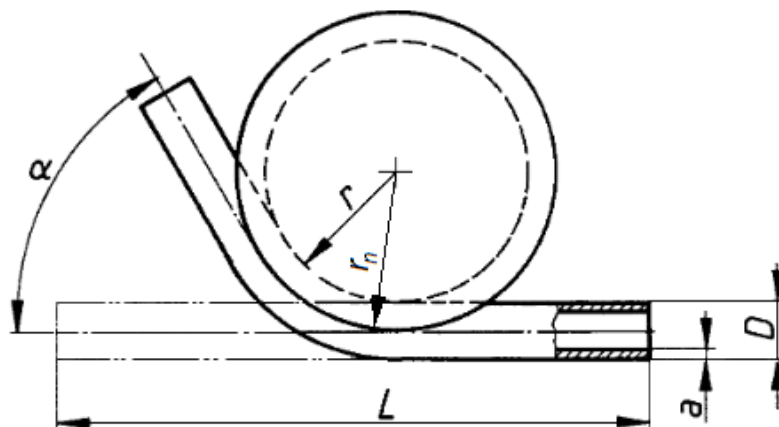
Kadangi atkaitintas ar pusketis varis pasižymi dideliu plastiškumu, vandens ir dujų vamzdžiai, naudojami santechnikos ir šildymo įrenginiuose, lankstomi, standarte numatomi lenkimo spinduliai (4.12 lentelė).

4.12 lentelė

Minimalus kreivumo spindulys, mm ¹⁴⁸

Nominalus išorės skersmuo d	Minimalus kreivumo spindulys	
	vidinis spindulys	neutraliosios ašies spindulys
6	27	30
8	31	35
10	35	40
12	39	45
14	43	50
15	48	55
16	52	60
18	61	70

Bandinys lenkiamas iki 90° kampo (4.12 pav.) ir tikrinama, ar nesideformuoja (nesuplokštėja) vamzdžio skerspjūvis.



4.12 pav. Apvalaus skerspjūvio vamzdžio lenkimo bandymo schema ¹⁴⁹

Laboratoriniam darbui dėstytojo pateiktų varinių vamzdžių lenkimo bandymo rezultatai surašomi į IV.7 lentelę.

IV.7 lentelė

Varinių vamzdžių lenkimo $\alpha = 90^\circ$ kampu bandymo rezultatai

Parametras	Simbolis	Matavimo vienetas	Bandiniai		
			1	2	3
Sienelės storis	a	mm			

STATYBINIŲ MEDŽIAGŲ LABORATORINIŲ DARBŲ METODINIAI NURODYMAI

Parametras	Simbolis	Matavimo vienetas	Bandiniai		
			1	2	3
Išorinis skersmuo	D	mm			
Ilgis prieš bandymą	L	mm			
Vidinis lenkimo spindulys	r	mm			
Neutraliosios ašies spindulys	r_n	mm			
Bandymo rezultatas					

5. MINERALINĖS RIŠAMOSIOS MEDŽIAGOS

5.1. Cementas

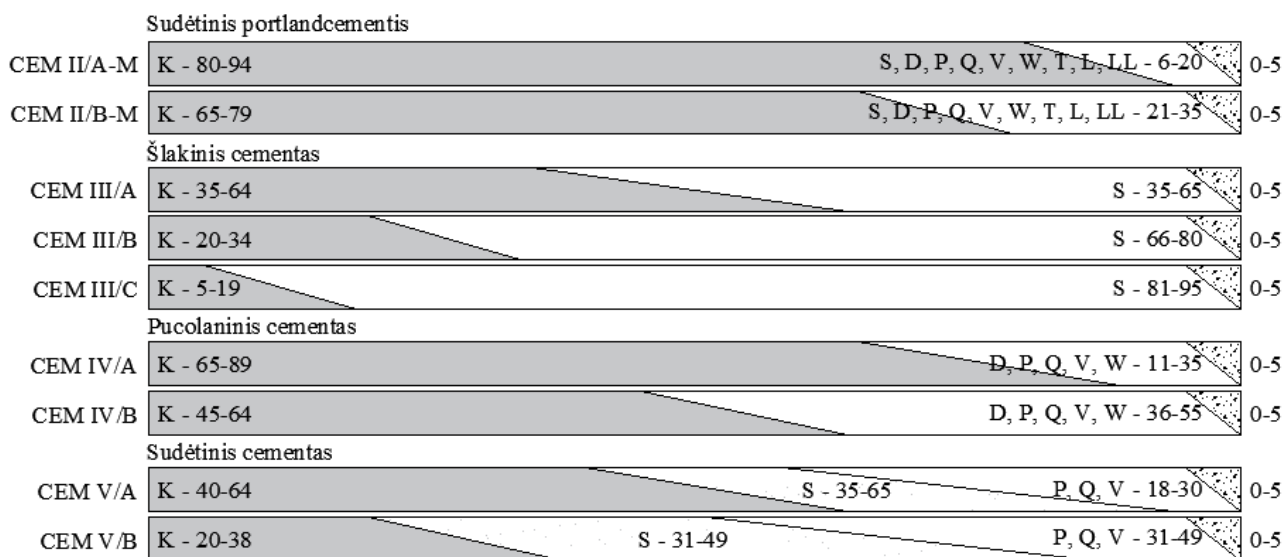
Portlandcementis – plačiausiai naudojama statyboje mineralinė rišamoji medžiaga. Įprastiniai cementai ilgą laiką buvo gaminami degant sukamosiose krosnyse 1400°C temperatūroje maltų klinčių, molio ir vandens mišinį (šlamą) ir taip gautą klinkerį sumalant su nedideliu kiekiu gamtinio gipso. Paskutiniu metu šis šlapias būdas keičiamas sausu, todėl gerokai mažėja kuro sąnaudos ir anglies dvideginio išmetimas. Degimo metu susidaro sudėtingi junginiai (kalcio silikatai: alitas [$\text{Ca}_2\text{SiO}_4\text{-CaO}$], belitas [$\beta\text{-Ca}_2\text{SiO}_4$] ir kiti), kurie, reaguodami su vandeniu, sudaro tvirtus ir vandenyje netirpius junginius – hidrosilikatus.

Klinkeris portlandcemenčio gamybai gaunamas tiksliai dozuojant žaliavų mišinį ir (priklausomai nuo taikomos technologijos) miltelius, tešlą ar šlamą. Klinkerio sudėtis įprastai išreiškiama oksidų CaO , SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 ir nedideliais kitų medžiagų kiekiais. Įprastiniai cementai skirstomi į penkis pagrindinius tipus⁹⁰:

- CEM I – portlandcementis;
- CEM II – sudėtinis portlandcementis;
- CEM III – šlakinis cementas;
- CEM IV – pucolaninis cementas;
- CEM V – sudėtinis cementas.

Priklausomai nuo procentinės sandaros cementai nuo II iki V tipų skirstomi smulkiau (5.1 pav.).

Portlandcementis			
CEM I	Klinkeris (K) - 95-100	Papildomieji komponentai	0-5
Šlakinis portlandcementis			
CEM II/A-S	K - 80-94	Aukštakrosnių šlakas (S) - 6-20	0-5
CEM II/B-S	K - 65-79	S - 21-35	0-5
Silicio dioksido portlandcementis			
CEM II/A-D	K - 90-94	Silicio dioksido dulkės - 6-10	0-5
Pucolaninis portlandcementis			
CEM II/A-P	K - 80-94	Gamtiniai pucolantai (P) - 6-20	0-5
CEM II/B-P	K - 65-79	P - 21-35	0-5
CEM II/B-Q	K - 80-94	Degti gamtiniai pucolantai (Q) - 6-20	0-5
CEM II/B-Q	K - 65-79	Q - 21-35	0-5
Pelenų portlandcementis			
CEM II/A-V	K - 80-94	Lakieji pelenai (V) - 6-20	0-5
CEM II/B-V	K - 65-79	V - 21-35	0-5
CEM II/B-W	K - 80-94	Lakieji pelenai (W) - 6-20	0-5
CEM II/B-W	K - 65-79	W - 21-35	0-5
Skalūnų portlandcementis			
CEM II/A-V	K - 80-94	Degtas skalūnas (T) - 6-20	0-5
CEM II/B-V	K - 65-79	T - 21-35	0-5
Klinties portlandcementis			
CEM II/A-L	K - 80-94	Klintis (L) - 6-20	0-5
CEM II/B-L	K - 65-79	L - 21-35	0-5
CEM II/B-LL	K - 80-94	Klintis (LL) - 6-20	0-5
CEM II/B-LL	K - 65-79	LL - 21-35	0-5



5.1 pav. Įprastinių cementų šeimos produktų sudėtis, masės procentais (pagal⁹⁰)

Svarbiausi mechaniniai ir fizikiniai reikalavimai cementams susiję su rišimosi charakteristika, gniuždomuoju stipriu ir tūrio pastovumu (5.1 lentelė). Pagal ankstyvąją stiprį kiekviena stiprumo klasė dalijama į⁹⁰:

- N – įprastinio ankstyvojo stiprumo;
- R – didelio ankstyvojo stiprumo;
- L – mažo ankstyvojo stiprumo klases.

5.1 lentelė

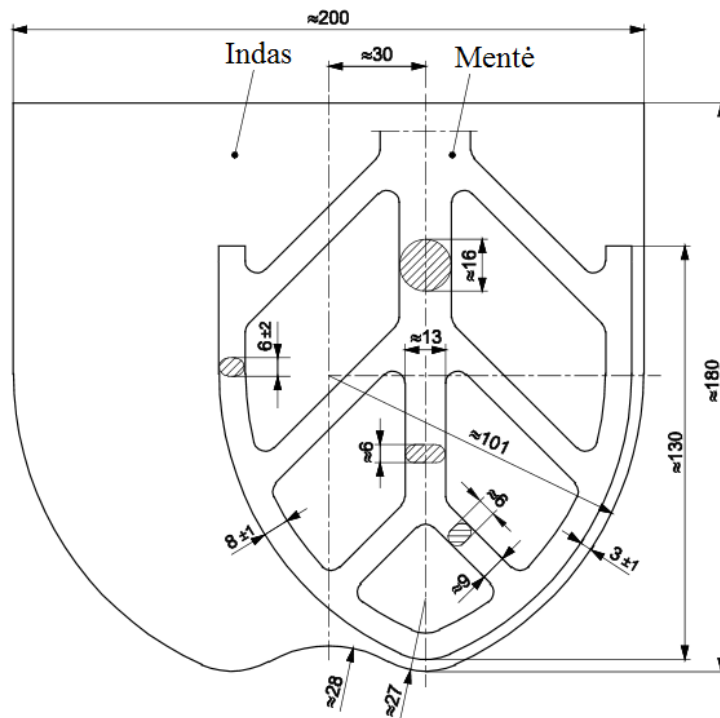
Mechaniniai ir fizikiniai reikalavimai, pateikti kaip charakteristinės vertės⁹⁰

Stiprumo klasė	Gniuždymo stipris, MPa			Rišimosi pradžia min	Tūrio pastovumas mm
	Ankstyvasis stipris		Standartinis stipris		
	2 paros	7 paros			
32,5 L	–	≥ 12,0	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 75
32,5 N	–	≥ 16,0			
32,5 R	≥ 10,0	–			
42,5 L	–	–	≥ 42,5	≤ 62,5	≥ 60
42,5 N	≥ 10,0	–			
42,5 R	≥ 20,0	–			
52,5 L	≥ 10,0	–	≥ 52,5	-	≥ 45
52,5 N	≥ 20,0	–			
52,5 R	≥ 30,0	–			

Nors pagal 5.1 lentelę portlandcementis gali pradėti rištis jau po 45 minučių, tačiau gamyboje jo mišinių tinkamumas naudoti gali siekti net iki kelių valandų. Rišimosi pabaiga turi būti ne vėliau kaip po 10 valandų. Pasitaiko portlandcemenčių, kurie pradeda stingti (tirštėti) po kelių minučių. Tokiu atveju tereikia tešlą ar betoną iš naujo permaišyti, taip mišinio konsistencija atkuriamą, nes permaišant suardomas pradedančio kietėti statybinio gipso karkasas.

Vandens ir cemento santykio rodiklis aktualus mišinių gamyboje, nes būtina suaktyvinti visą cemento masę, tačiau vandens perteklius silpnina betono arba skiedinio akmenį. Portlandcemenčio rišimosi trukmei nustatyti naudojama normalus tirštumo cemento tešla.

Į specialią maišyklę įpilama 500 g cemento, sveriant 1 g tikslumu, ir, pavyzdžiui, 125 g vandens, matuojant graduotu cilindru arba biurete 1 ml tikslumu¹⁵⁰. Tešla maišoma planetariškai judančia besisukančia mente (5.2 pav.). Maišymo procesas turi laiko apribojimus (5.2 lentelė).



5.2 pav. Cemento tešlos maišyklės schema⁵¹

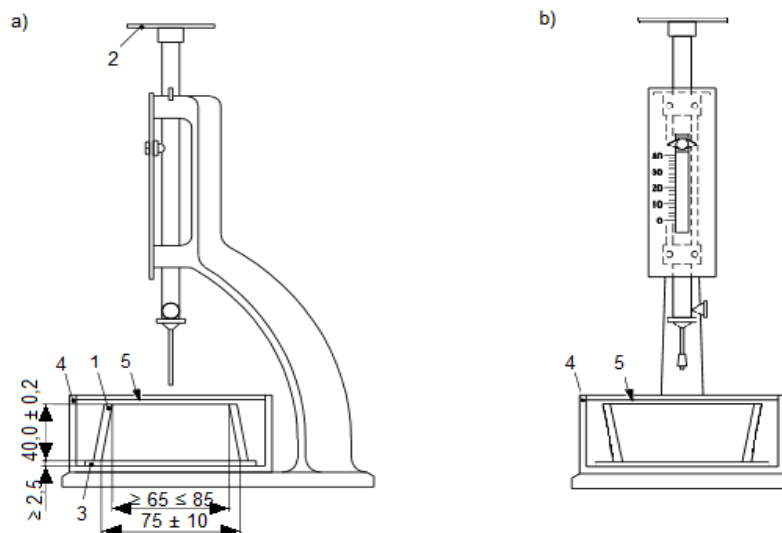
5.2 lentelė

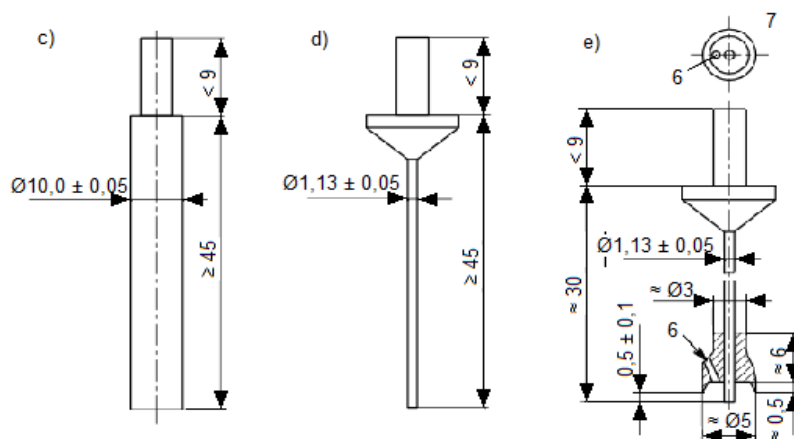
Cemento tešlos maišymo etapai ± 2 s tikslumu

Ijungus maišyklę	Trukmės, s
Stengiantis neišlieti vandens ir neišbarstyti cemento vandeniu supilamas, o cementas suberiamas į indą	≤ 10
Šis momentas fiksuojamas kaip „nulinis laikas“, nuo kurio pradedamos skaičiuoti rišimosi pradžios ir pabaigos trukmės	
Po 90 s maišyklė išjungžiama ir nuo jos kraštų guminiu ar plastikiniu gremžtuku tešla nubraukiama į indo vidurį	≤ 30
Maišyklė vėl įjungžiama mažuoju greičiu	≤ 90

Pagal⁵¹

Viko prietaiso (5.3 pav.) žiedas ir plokštelė plonai ištepami mineraline alyva, tada užpildomas sumaišyta tešla. Žiedas turi būti gerai užpildytas nevibruojant ir nenaudojant kitų intensyvių tankinimo būdų. Tešlos perteklius pašalinamas švelniais pjovimo judesiais tiesiabriauniu įrankiu.




 5.3 pav. Tipinis Viko prietaisas¹⁵⁰.

- a) vaizdas iš šono su tiesiai padėtu žiedu konsistencijai ir rišimosi pradžios trukmei nustatyti; b) vaizdas iš priekio su apverstu žiedu rišimosi pabaigos trukmei nustatyti; c) strypelis normaliajai konsistencijai nustatyti; d) adata rišimosi pradžios trukmei nustatyti; e) adata su ribotuvu rišimosi pabaigos trukmei nustatyti; 1 – žiedas; 2 – koregavimo svarmuo; 3 – pagrindo plokštelė; 4 – talpykla; 5 – vanduo; 6 – ventiliavimo anga (Ø apie 1,5); 7 – adatos vaizdas iš apačios

Po to jis pastatomas po Viko prietaiso $\text{Ø}10$ mm strypeliu (5.3 pav. c), strypelis priglaudžiamas prie tešlos paviršiaus ir, po 1–2 s atsukus veržlę, paleidžiamas laisvai smigti į tešlą. Smigimas turėtų būti atliekamas praėjus 4 minutėms (± 10 s) nuo „nulinio laiko“. Tarp 5÷30 sekundžių fiksuojamas įsmigimo gylis. Cemento tešla vadinama normalaus tirštumo, kai strypelis nesiekia dugno 6 ± 2 mm¹⁵⁰.

Laboratorinio bandymo rezultatai įrašomi į V.1 lentelę.

V.1 lentelė

Normalaus tirštumo cemento tešlos nustatymo rezultatai

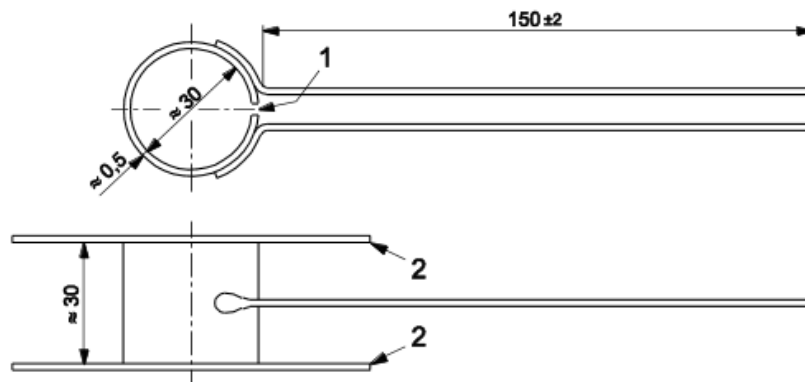
Parametras	Simolis	Matavimo vienetas	Maišymai		
			1	2	3
Vandens kiekis	<i>V</i>	ml			
Cemento kiekis	<i>C</i>	g			
Vandens ir cemento santykis	<i>V/C</i>				
Atstumas iki dugno	<i>h</i>	mm			
Bandymo rezultatas					

Rišimosi pradžia nustatoma Viko prietaisu, pakeičiant jame buvusį $\text{Ø}10$ mm strypelį į $\text{Ø}1,13$ mm adatą (5.3 pav. d) ir naudojant normalaus tirštumo cemento tešlą. Visuminė slankiųjų dalių masė turi būti 300 ± 1 g. Žiedą su cemento tešla turi semti vanduo, kad jo sluoksnis virš tešlos paviršiaus būtų ne mažesnis nei 5 mm. Kas 10 minučių adata priglaudžiama prie tešlos paviršiaus ir paleidžiama laisvai kristi. Rišimosi pradžia – tai trukmė nuo „nulinio laiko“ iki momento, kai adata nepasiekia žiedo dugno plokštelės per 6 ± 3 mm, nustatyta 5 minučių tikslumu.

Nustačius rišimosi pradžią, žiedas su tešla apverčiamas ir vėl padedamas į vandens talpą po Viko prietaisu. Į prietaiso slankiklį įstatoma adata su įsmigimo ribotuvu (5.3 pav. e). Bandoma kaip ir nustatant rišimosi pradžią, tik smeigimo intervalai pailginami iki 30 min. Rišimosi pabaiga laikomas momentas, kai adata įsminga tik 0,5 mm, t. y. kai ribotuvus bandinio paviršiuje pirmą kartą nebepalieka pėdsako. Rišimosi pabaigos trukmė fiksuojama nuo „nulinio laiko“ 5 minučių tikslumu.

Tūrio pastovumas – savybė, parodanti, kaip portlandcementis gali nevienodai ir labai daug trauktis kietėdamas. Bandymui paruošiama normalios konsistencijos cemento tešla, kuria

užpildomas Le Šateljė žiedas, padėtas ant plokštelės (5.4 pav.). Žiedas ir plokštelė prieš tai plonai sutepami mineraline alyva.



5.4 pav. Tipinis La Šateljė prietaisas¹⁵⁰: 1 – plyšys; 2 – dengiamoji plokštelė

Kad užpildant tešla žiedas neprasiskėstų, jį galima apjuosti gumine juosta. Tešla netankinama ir nevibruojama. Nulyginus paviršių metaline liniuote, uždėdama viršutinę plokštelę, kuri turėtų sverti ne mažiau kaip 75 g (gali būti panaudotas svarelis), ir parą laikoma drėgnoje aplinkoje (santykinis drėgnis 90 % ir temperatūra $20 \pm 1^\circ\text{C}$).

Po paros 0,5 mm tikslumu išmatuojamas atstumas tarp rodytuvo galų (A). Tada bandiniai su žiedais dedami į indą su vandeniu, kuris užverdamas per 30 ± 5 minučių ir virinamas 3 h ± 5 min. Baigus virinti 0,5 mm tikslumu išmatuojamas atstumas tarp rodytuvo galų (B). Išėmus iš karšto vandens ir bandiniams ataušus iki 20°C temperatūros, vėl 0,5 mm tikslumu išmatuojamas atstumas tarp rodytuvo galų (C). Kai skirtumas (C – A) yra mažesnis už 5.1 lentelėje pateiktą reikšmę, tai cemento tūrio pastovumo sąlyga tenkinama. Jeigu galima įrodyti, kad B ir C matavimų vertės (nepaisant skirtingų bandymo sąlygų) beveik nesiskiria, (B – A) skirtumą galima užregistruoti, nes taip sutrumpinama bandymo trukmė¹⁵⁰.

Cementų stipris gniuždant ir lenkiant nustatomas ne iš cemento ir vandens tešlos (nes gali subyrėti), bet būtinai į tešlą įmaišant kvarcinio smėlio (5.3 lentelė).

5.3 lentelė

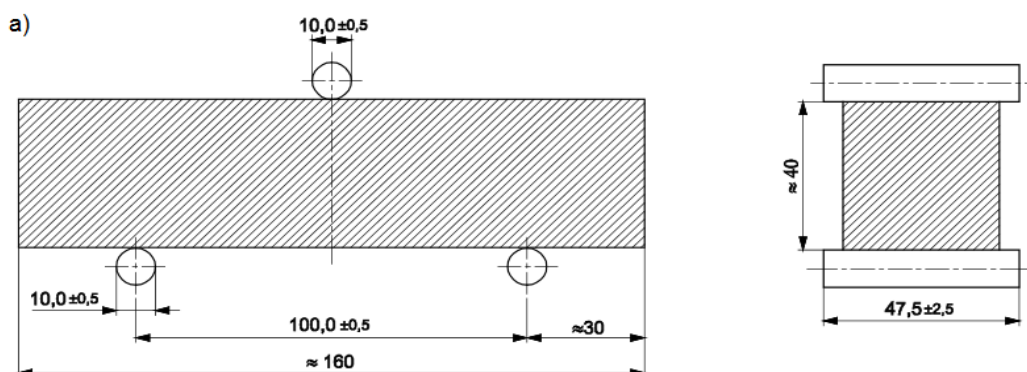
Smėlio, naudotino cementų stipriui nustatyti, granulimetrinė sudėtis⁵¹

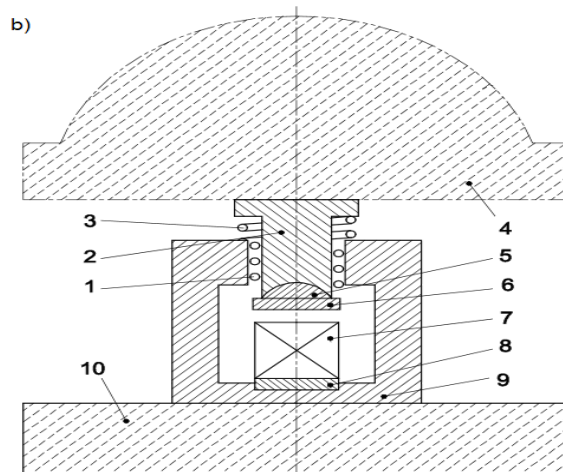
Sietų kvadratinė akelių plotis, mm	2,00	1,60	1,00	0,50	0,16	0,08
Išbirų masių suma, %	0	7 ± 5	33 ± 5	67 ± 5	87 ± 5	99 ± 1

Paruošto tinkamos sudėties 1350 g smėlio jau minėtoje specialioje maišyklėje sumaišoma su 450 g cemento ir 225 g vandens (santykiu V:C:S = 0,5:1:3). Skiedinys supilamas į 3 bandinių $4 \times 4 \times 16$ cm formą (1.9 pav.) ir sutankinamas specialiu kratytuvu.

Cemento stipris tikrinamas po 28 parų kietėjimo drėgnoje aplinkoje (po polietileno plėvele su nedideliu kiekiu vandens), o jei tiriamas ankstyvojo kietėjimo cementas (pavyzdžiui, 42,5 R), tai stipris pirmiausia tikrinamas praėjus 2 paroms po pagaminimo.

Pirmiausia cemento bandiniai kaip sijelės lenkiamos (5.5 pav. a), o vėliau jų puselės gniuždomos (5.5 pav. b).





5.5 pav. Portlandcemenčio bandymo schemas⁵¹: a) lenkimo bandymo; b) gniuždymo bandymo; 1 – rutuliniai guoliai; 2 – stumdomas mazgas; 3 – gražinimo spyruoklė, 4 – viršutinė mašinos plokštė; 5 – apkrovos perdavimo lankstas; 6 – viršutinė stendo plokštuma; 7 – bandinys; 8 – apatinė stendo plokštuma; 9 – stendas gniuždymui, 10 – apatinė mašinos plokštė

Cemento sijelių lenkimo ir gniuždymo laboratorinio bandymo rezultatai surašomi į V.2 lentelę.

V.2 lentelė

Cemento lenkimo ir gniuždymo bandymo rezultatai

Parametras	Simbolis	Matavimo vienetas	Bandiniai		
			1	2	3
Ilgis	l	mm			
Plotis	b	mm			
Aukštis	h	mm			
Lenkimo stipris	f_b	MPa			
Vidutinis lenkimo stipris	$\overline{f_b}$				
Gniuždymo stipris	f_c	MPa			
Vidutinis gniuždymo stipris	$\overline{f_c}$				

Portlandcementis turi būti saugomas sausoje aplinkoje, nes gali sugerti drėgmę iš oro, todėl dalis miltelių hidratuojasi. Dėl šios priežasties mažėja cemento stipris, o ilgai sandėliuojamas jis gali tapti žemesnės klasės portlandcemenčiu, nei yra deklaruojama.

Neleistinas tiesioginis portlandcemenčio kontaktas su mediena, drožlėmis, plaušu, nes čia esantys sacharidai suardo kai kuriuos cementinio akmens hidrosilikatus. Norint išvengti tokios sąveikos, medienos paviršių galima padengti įvairiomis medžiagomis, pavyzdžiui, kalkėmis, tirpiuoju stiklu, įvairiomis druskomis (pavyzdžiui, CaCl_2). Tokiu pagrindu gaminamas vienas kompozitinių gaminių – arbolitas, plačiai naudojamas monolitinėms sienoms ir jų blokams, taip pat grindims, kitas gaminyje yra gamyklinės plokštės OPC iš portlandcemenčio ir medienos smulkinių¹⁵¹.

5.2. Kalkės

Kalcitinės orinės kalkės gaminamos maždaug 1200°C temperatūroje degant klintis CaCO_3 . Svarbiausia kalcitinių kalkių savybė – aktyvumas – tai rišamosios medžiagos ($\text{CaO} + \text{MgO}$) kiekis procentais visoje rišiklio masėje. Pagal jos kiekį kalcitinės kalkės būna CL 70, CL 80 ir CL 90 tipų⁹³. Negesintos kalkės CaO žymimos Q simboliu ir būna gabalinės arba miltelių pavidalo. Hidratinės kalkės Ca(OH)_2 – tai garų aplinkoje iš dalies gesintos kalkės, kurios būna tokių formų⁹³:

- S – milteliai;
- PL – kalkių tešla;
- S ML – kalkių pienas.

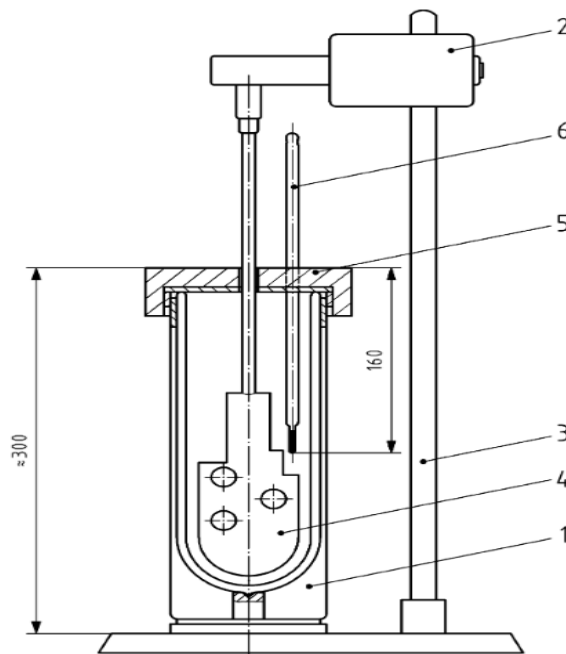
Orinių kalkių reaktyvumas tiriamas nustatant laiko trukmę, per kurią gesinimosi metu pasiekama numatyta temperatūra (5.4 lentelė).

5.4 lentelė

Negesintų kalcitinių kalkių reaktyvumo charakteristinės vertės⁹³

Negesintų kalkių tipas	Reaktyvumas (laikas, min)				
	R5	R4	R3	R2	R _{SV}
CL 90	$t_{60} < 10$	$t_{60} < 25$	–	–	kita reikšmė arba nedeklaruojama
CL 80	$t_{60} < 10$	$t_{60} < 25$	$t_{50} < 25$	–	
CL 70	–	–	–	$t_{40} < 25$	

Bandymui į Diuaro indą (5.6 pav.) įpilama 600 ± 1 g vandens, kurio temperatūra T_0 turi būti $20 \pm 0,5^\circ\text{C}$. Įleidus termometrą įjungiami maišymo 300 ± 10 apsisukimų per minutę funkcija.



5.6 pav. Tipinis reaktyvumo bandymo prietaisas¹⁵²:

- 1 – Diuaro indas; 2 – motorinis maišiklis; 3 – stovas ir atrama, 4 – maišymo mentė; 5 – plastikinis dangtelis su atidaroma dalimi; 6 – kalibruotas termometras

Sukantis maišikliui vienu kartu supilama $150 \pm 0,5$ g kalkių. Fiksuojamas bandymo pradžios laikas. Kalkių gesinimosi temperatūra matuojama po pusės minutės, minutės, po to 10 minučių kas viena minutė ir toliau kas dvi minutes.

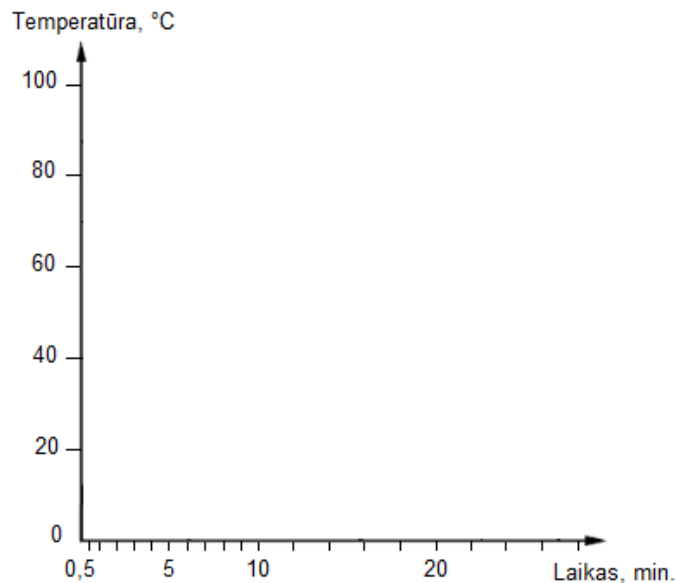
Bandymo rezultatai surašomi į 5.7 lentelę ir atidedami grafiškai (V.1 pav.). Pasiekus reikiamą temperatūrą (5.4 lentelė) bandymą galima nutraukti.

V.3 lentelė

Kalkių reaktyvumo tyrimo rezultatai

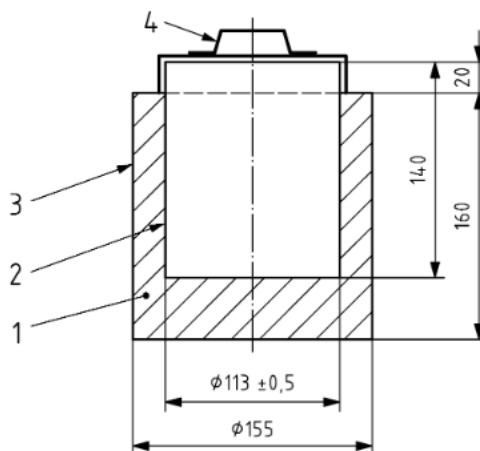
Bandinys	Laikas, min									
	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Temperatūra, °C									
1										
2										
3										
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28

1										
2										
3										



V.1 pav. Šlapiojo gėsinimosi kreivė

Kita savybė – kalkių išėiga – parodo, kokį tūrį tešlos galima pagaminti užgėsinus 1 kg degtų kalkių. Ji turi būti didesnė kaip 2,6 litrai. Bandymo indas turi būti dvigubomis sienelėmis ir su termoizoliaciniu intarpu (5.7 pav.).



5.7 pav. Tipinis gėsinimo indas su dangčiu¹⁵²:

1 – termoizoliacinė medžiaga; 2 – vidinis cilindras; 3 – išorinis cilindras, 4 – dangtis

Į gėsinimo indą įpilama 320 ± 1 ml vandens, kurio temperatūra $20 \pm 2^\circ\text{C}$. Supylus 200 ± 1 g negesintų kalkių atsargiai maišoma, kol prasidės gėsinimasis (ypač atsargiai reikia elgtis su didelio reaktyvumo negesintomis kalkėmis). Tada pilamas likęs vanduo, permaišoma ir uždengus paliekama parai. Jei po gėsinimosi ant kalkių tešlos lieka truputį vandens (≤ 40 ml), manoma, kad vandens kiekis bandymui parinktas gerai.

Kalkių tešlos išėiga nustatoma, kai tešla atšoka nuo indo sienelių. Išmatuojamas kalkių tešlos aukštis. Įvertinimui imama keturių matavimų vidutinė vertė. 2 mm tešlos aukščio atitinka 1 dm^3 išėigą imant 10 kg negesintų kalkių¹⁵².

Orinių kalkių stipris neregamentuojamas, nes kietėdama tešla suskeldėja.

Statyboje patogiu naudoti kalkių skiedinius, nes jų tinkamumas būna neribotas, jei neleidžiama išgaruoti laisvajam vandeniui. Todėl palaikant pakankamą vandens kiekį kalkiniai

skiediniai statybos aikštelėse gali būti sandėliuojami net kelis mėnesius. Svarbi kalkių savybė – gera adhezija su mediena, drožlėmis; trūkumas – dėl didelio jų šarmingumo būtina dirbti atsargiai, nes užtikšdamos kalkės gali pažeisti akis, o alergetikams gali suskeldėti rankų oda.

Kietėdama normaliomis sąlygomis ore kalkių tešla virsta kristaliniu Ca(OH)_2 , kuris palaipsniui pereina į CaCO_3 . Kai kalkių tešla kietinama 180°C temperatūroje garų aplinkoje autoklavuose, dėl cheminės reakcijos su užpildu – kvarciniu smėliu – susidaro įvairūs hidrosilikatai $\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot n\text{H}_2\text{O}$. Tokie junginiai yra stipresni, atsparesni vandeniui.

Kalcitinėse kalkėse magnio oksido kiekis neviršija 5 proc. Orinių kalkių atmaina su didesniu MgO kiekiu vadinama dolomitinėmis kalkėmis (5.5 lentelė). Šio tipo kalkės yra prastesnės kokybės už kalcitines, nes gali susidaryti sąlygos pasireikšti netolygiam tūrio kitimui ir tada nebūtų tenkinama tūrio pastovumo sąlyga.

5.5 lentelė

Dolomitinių kalkių cheminės sudėties charakteristinės vertės⁹³

Dolomitinių kalkių tipas	Kiekis kaip procentinė masės dalis			
	CaO + MgO	MgO	CO ₂	SO ₃
DL 90–30	≥ 90	≥ 30	≤ 6	≤ 2
DL 90–5	≥ 90	> 5	≤ 6	≤ 2
DL 85–30	≥ 85	≥ 30	≤ 9	≤ 2
DL 80–5	≥ 80	> 5	≤ 9	≤ 2

Lietuvoje negaminamos, bet užsienyje yra gana paplitusios kalkės su hidraulinėmis savybėmis, kurios nuo orinių pirmiausia skiriasi tuo, kad rišasi ir vandenyje, bet pasižymi gan dideliu stipriu, kuris nurodomas ir jas žymint (5.6 lentelė). Kalkių sudėtyje yra kalcio hidroksido, kalcio silikato ir kalcio aluminato. Skiriami hidraulinių kalkių tipai⁹³:

- NHL – gamtinės hidraulinės kalkės;
- FL – sudėtinės kalkės;
- HL – hidraulinės kalkės.

5.6 lentelė

Hidraulinių kalkių cheminės sudėties, mechaninių savybių ir rišimosi laiko charakteristikos

Kalkių tipas	Kiekis kaip procentinė masės dalis		Gniuždymo stipris, MPa		Rišimosi trukmė, h	
	SO ₃	Ca(OH) ₂	7 paros	28 paros	pradžia	pabaiga
NHL 2	≤ 2	≥ 35	–	≥ 2 ≤ 7	> 1	≤ 40
NHL 3,5		≥ 25	–	≥ 3,5 ≤ 10		≤ 30
NHL 5		≥ 15	≥ 2	≥ 5 ≤ 15		≤ 15
FL A	≤ 2	≥ 40 < 80	stiprio klasės kaip ir kitų tipų hidraulinių kalkių		rišimosi trukmės kaip ir atitinkamų gamtinių hidraulinių kalkių stiprio klasių	
FL B		≥ 25 < 50				
FL C		≥ 15 < 40				
HL 2	≤ 3	≥ 10	–	≥ 2 ≤ 7	> 1	≤ 15
HL 3,5		≥ 8	–	≥ 3,5 ≤ 10		
HL 5		≥ 4	≥ 2	≥ 5 ≤ 15		

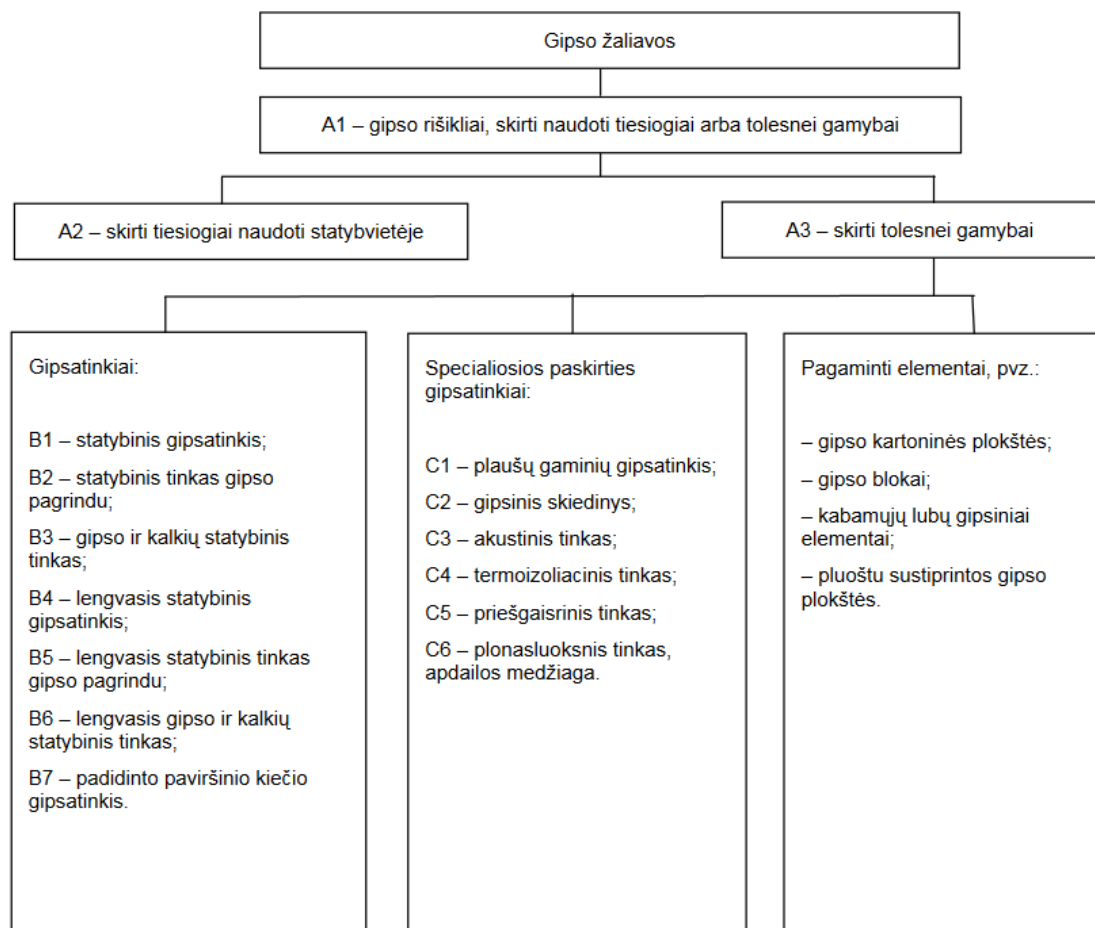
Pagal⁹³

Hidraulinių savybių kalkių stipris nustatomas tokiu pat būdu kaip ir cemento⁵¹.

5.3. Gipsas

Dažniausiai gipsinių rišiklių žaliava yra gamtinis gipsas (5.8 pav.), kurį šūtinant $130\text{--}180^\circ\text{C}$ temperatūroje dalis chemiškai surišto vandens išgaruoja ir susidaro statybinis gipsas. Kai gamtinis gipsas degamas maždaug 700°C temperatūroje, pagaminama anhidritinė rišamoji medžiaga:





5.8 pav. Gipsinių rišiklių grupės⁹²

Su galutinio naudojimo sąlygomis susiję reikalavimai gipsiniams riškliams apima kelias jų savybes: degumą; atsparumą ugniai; tiesioginio ore sklindančio garso izoliavimą; akustinę sugertį; šiluminę varžą; pavojingųjų medžiagų išsiskyrimą⁹².

Pavyzdžiui, gipsatinkiams keliami reikalavimai pateikti 5.7 lentelėje.

5.7 lentelė

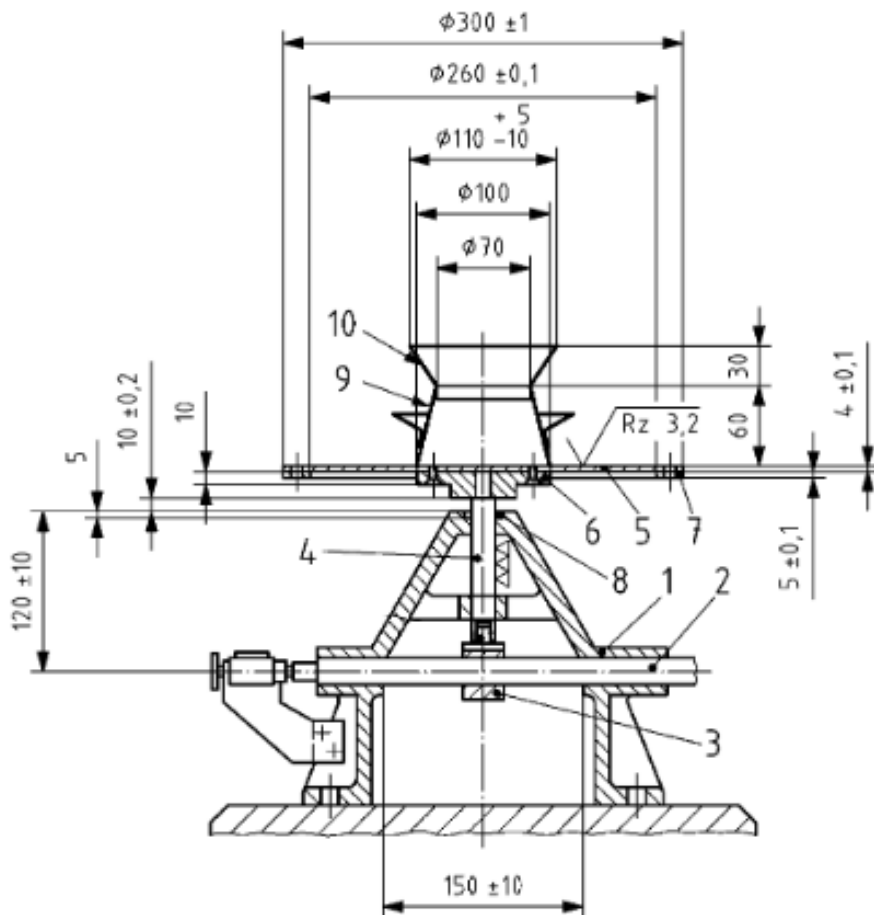
Gipsatinkių reikalavimai⁹²

Gipsatinkiai	Gipsinio rišklio kiekis, %	Rišimosi pradžia, min		Lenkimo stipris, N/mm ²	Gniuždymo stipris, N/mm ²	Paviršinis kietis, N/mm ²	Priekibos stipris, N/mm ²
		tinkuojama s ranka	purškiamasis				
B1	≥ 50	> 20 ^b	> 50	≥ 1,0	≥ 2,0	-	Trūkis būna per pagrindą arba gipsatinkį, kai trūkis per skiriamąjį paviršių, ≥ 0,1
B2	< 50						
B3	^a						
B4	≥ 50			≥ 2,0	≥ 6,0	≥ 2,5	
B5	< 50						
B6	^a						
B7	≥ 50						

^a gali būti statybinis gipsatinkis, statybinis tinkas gipso pagrindu, gipso ir kalkių tinkas arba bet kuris iš jų lengvasis.

^b kai kuriais atvejais tinkuojant rankomis leidžiama < 20 minučių vertė.

Gipsinio rišklio tyrimui naudojamas normalaus tirštumo skiedinys, kurio rišklio ir vandens santykis nustatomas pagal sklidimo bandymo rezultata¹⁵³. Į sudrėkintą maišymo indą (5.2 pav.) įpilama 150 ml vandens ir 300 g statybinio gipso ir 1 minutę lėtai maišoma 140±5 apsisukimų per minutę greičiu apskritiminiu arba 62±5 apsisukimų per minutę greičiu planetariniu būdu. Paruoštas skiedinys dviem sluoksniais paplūskiant sudedamas į formą ant sklidimo stalo (5.9 pav.). Piltuvas nuimamas, o skiedinio perteklius nubraukiamas.



5.9 pav. Tipinis sklidumo stalas¹⁵²: 1 – rėmas; 2 – ašis; 3 – kumštelis; 4 – velenas; 5 – plokštė; 6 – atrama; 7 – žiedas; 8 – įvorė; 9 – forma; 10 – piltuvas

Po 10–15 sekundžių forma nukeliama vertikaliai, o bandinys sukrečiamas 15 kartų (kas 1 s). Išsiliejusio skiedinio skersmuo išmatuojamas dviem statmenomis kryptimis ir 1 mm tikslumu suskaičiuojamas vidurkis. Gipso skiedinys laikomas tinkamos konsistencijos, jei rezultatai yra tokie¹⁵³:

- 165±5 mm – tinkuojamam rankomis;
- 160±5 mm – purškiamajam.

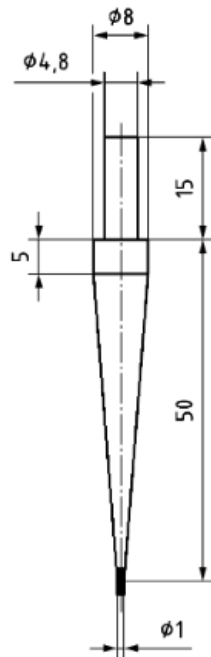
Laboratorinio bandymo rezultatai įrašomi į V.4 lentelę.

V.4 lentelė

Normalaus tirštumo gipso skiedinio nustatymo rezultatai

Parametras	Simbolis	Matavimo vienetas	Maišymai		
			1	2	3
Vandens kiekis	<i>V</i>	ml			
Gipso kiekis	<i>G</i>	g			
Vandens ir cemento santykis	<i>V/G</i>				
Slankumas	<i>D</i>	mm			
Bandymo rezultatas					

Rišimosi pradžia yra trukmė nuo gipsinio skiedinio užmaišymo iki momento, kai Viko prietaiso (5.3 pav.) kūgis (5.10 pav.) smigdamas nepasiekia dugno stiklinės plokštelės 22±2 mm.


 5.10 pav. Kūginis penetrometras (kūgis) ¹⁵³

Gipsinio rišiklio stipris lenkiant ir gniuždant bandomas taip pat kaip ir cemento⁵¹. Gipso sijelių lenkimo ir gniuždymo laboratorinio bandymo rezultatai surašomi į V.5 lentelę.

V.5 lentelė

Gipso lenkimo ir gniuždymo bandymo rezultatai

Parametras	Simbolis	Matavimo vienetas	Bandiniai		
			1	2	3
Ilgis	l	mm			
Plotis	b	mm			
Aukštis	h	mm			
Lenkimo stipris	f_b	MPa			
Vidutinis lenkimo stipris	$\overline{f_b}$				
Gniuždymo stipris	f_c	MPa			
Vidutinis gniuždymo stipris	$\overline{f_c}$				

Gipso rišiklio lenkiamojo ir gniuždomojo stiprio santykis yra didesnis, palyginti su portlandcemenčiu. Todėl gipso gaminiai įprastai būna plonesni nei cementinio betono.

Gipsinės medžiagos yra rūgštinės ($\text{pH} < 7$), todėl jose plieninė armatūra ir tvirtinimo varžtai turi būti su antikorozine apsauga. Mediena neardo gipso junginių, todėl yra platus gipso gaminių su medienos užpildais asortimentas. Dar viena teigiama gipso rišiklių savybė – kietėdami gipso skiediniai nesitraukia. Todėl ši medžiaga plačiai naudojama skulptūroms, interjero apdailai, savaime išsilyginančioms grindims didelių plotų patalpose.

LITERATŪRA

1. LIETUVOS RESPUBLIKOS SEIMAS. *Lietuvos Respublikos statybos įstatymas*: 1996 m. kovo 19 d. Nr. I-1240 [interaktyvus] [žiūrėta 2020-08-04]. Prieiga per: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.F31E79DEC55D/asr>.
2. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. STR 1.06.01:2016 *Statybos darbai. Statinio statybos priežiūra*: 2016 m. gruodžio 2 d. įsakymu Nr.D1-848 [interaktyvus] [žiūrėta 2020-08-04]. Prieiga per: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/3ecef840bae411e688d-0ed775a2e782a/asr>.
3. EUROPOS PARLAMENTAS IR EUROPOS SĄJUNGOS TARYBA. *Reglamentas (ES) Nr. 305/2011*. 2011 m. kovo 9 d. [interaktyvus] [žiūrėta 2020-08-04]. Prieiga per: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011R0305&from=LT>.
4. LIETUVOS RESPUBLIKOS SEIMAS. *Lietuvos Respublikos standartizacijos įstatymas*: 2000 m. balandžio 11 d. Nr. VIII-1618. [interaktyvus] [žiūrėta 2020-08-04]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.99653/RbuoDdCLDu?jfwid=x4249mdfj>.
5. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. *Statybos produkcijos sertifikavimo centras* [interaktyvus] [žiūrėta 2020-08-04]. Prieiga per: <https://www.spsc.lt/cms/index.php>.
6. LIETUVOS RESPUBLIKOS EKONOMIKOS IR INOVACIJŲ MINISTERIJA. *Nacionalinis akreditacijos biuras* [interaktyvus] [žiūrėta 2020-08-04]. Prieiga per: <http://nab.lrv.lt/lt/>.
7. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 323:1999 *Medienos skydai. Tankio nustatymas = Wood-based panels - Determination of density* EN 323:1993.
8. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 772-3:2000 *Mūro gaminių bandymo metodai. 3 dalis. Keraminių mūro gaminių neto tūrio ir tuštymetumo nustatymas hidrostatinio svėrimo būdu = Methods of test for masonry units - Part 3: Determination of net volume and percentage of voids of clay masonry units by hydrostatic weighing* EN 772-3:1998.
9. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 1602:2013 *Statybiniai termoizoliaciniai gaminiai. Tariamojo tankio nustatymas = Thermal insulating products for building applications - Determination of the apparent density* EN 1602:2013.
10. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 12390-7:2019 *Sukietėjusio betono bandymai. 7 dalis. Sukietėjusio betono tankis = Testing hardened concrete - Part 7: Density of hardened concrete* EN 12390-7:2019.
11. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 678:2000 *Autoklavinio akytojo betono tankio nustatymas = Determination of the dry density of autoclaved aerated concrete* EN 678:1993.
12. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 12350-6:2019 *Betono mišinio bandymai. 6 dalis. Tankis = Testing fresh concrete - Part 6: Density* EN 12350-6:2019.
13. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 14251:2004 *Apvalioji statybinė mediena. Bandymo metodai = Structural round timber - Test methods* EN 14251:2003.
14. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 772-4:2000 *Mūro gaminių bandymo metodai. 4 dalis. Gamtinio akmens mūro gaminių savitojo tankio, tankio bei tikrojo ir tariamojo poringumo nustatymas = Methods of test for masonry units - Part 4: Determination of real and bulk density and of total and open porosity for natural stone masonry units* EN 772-4:1998.
15. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 993-2:2001 *Tankiųjų forminių ugniai atsparių gaminių bandymo metodai. 2 dalis. Tikrojo tankio nustatymas = Methods of test for dense shaped refractory products - Part 2: Determination of true density* EN 993-2:1995.
16. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 772-13:2003 *Mūro gaminių bandymo metodai. 13 dalis. Mūro gaminių (išskyrus gamtinio akmens) neto ir tariamojo (bruto) sausojo tankio nustatymas = Methods of test for masonry units - Part 13:*

- Determination of net and gross dry density of masonry units (except for natural stone) EN 772-13:2000.*
17. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 1936:2007 *Gamtinio akmens bandymo metodai. Faktinio ir tariamojo tankio bei visuminio ir atvirojo poringumo nustatymas = Natural stone test methods - Determination of real density and apparent density, and of total and open porosity EN 1936:2006.*
 18. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 1097-3:2002 *Užpildų mechaninių ir fizikinių savybių nustatymo metodai. 3 dalis. Piltinio tankio ir tuštymėtumo nustatymas = Tests for mechanical and physical properties of aggregates - Part 3: Determination of loose bulk density and voids EN 1097-3:1998.*
 19. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 16322:2014 *Kultūros vertybių išsaugojimas. Bandymo metodai. Džiūvimo savybių nustatymas = Conservation of Cultural Heritage - Test methods - Determination of drying properties EN 16322:2013.*
 20. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 772-21:2011 *Mūro gaminių bandymo metodai. 21 dalis. Keraminių ir silikatinių mūro gaminių vandens įmirkio nustatymas panardinant juos į šaltą vandenį = Methods of test for masonry units - Part 21: Determination of water absorption of clay and calcium silicate masonry units by cold water absorption EN 772-21:2011.*
 21. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 772-7:2000 *Mūro gaminių bandymo metodai. 7 dalis. Hidroizoliacinio sluoksnio keraminių mūro gaminių vandens įmirkio nustatymas virinimo vandenyje būdu = Methods of test for masonry units - Part 7: Determination of water absorption of clay masonry damp proof course units by boiling in water EN 772-7:1998.*
 22. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 1353:2000 *Autoklavinio aktytojo betono drėgnio nustatymas = Determination of moisture content of autoclaved aerated concrete EN 1353:1996.*
 23. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 13183-1:2003 *Pjautinės medienos bandinio drėgnis. 1 dalis. Drėgnio nustatymas džiovinimo metodu = Moisture content of a piece of sawn timber - Part 1: Determination by oven dry method EN 13183-1:2002.*
 24. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 12086:2013 *Statybiniai termoizoliaciniai gaminiai. Pralaidumo vandens garui nustatymas = Thermal insulating products for building applications - Determination of water vapour transmission properties EN 12086:2013.*
 25. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST 1413-12:2015 *Statybinis skiedinys. Bandymo metodai. 12 dalis. Tinko atsparumo šalčiui nustatymas vienušaliu užšaldymu ir atšildymu = Mortar - Test methods - Part 12: Determination of frost resistance to one-sided freezing and thawing.*
 26. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST 1428-17:2016 *Betonas. Bandymo metodai. 17 dalis. Atsparumo šalčiui nustatymas tūriniu užšaldymu ir atšildymu = Concrete - Test methods - Part 17: Determination of frost resistance to volumetric freezing and thawing.*
 27. LIETUVOS RESPUBLIKOS SVEIKATOS APSAUGOS MINISTERIJA. *Lietuvos higienos norma HN 42:2009 Gyvenamųjų ir visuomeninių pastatų patalpų mikroklimatas: Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2009 m. gruodžio 29 d. įsakymu Nr. V-1081 [interaktyvus] [žiūrėta 2020-11-25]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.362676>.*
 28. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 1946-2:2000 *Šiluminės statybinių gaminių ir komponentų charakteristikos. Šilumos perdavimo savybės matuojančios laboratorijos. Savitieji įvertinimo kriterijai. 2 dalis. Matavimai apsaugotos karštosios plokštės metodu = Thermal performance of building products and components - Specific criteria for the assessment of laboratories measuring heat transfer properties - Part 2: Measurements by guarded hot plate method EN 1946-2:1999.*

29. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 1946-3:2000 *Šiluminės statybinių gaminių ir komponentų charakteristikos. Šilumos perdavimo savybes matuojančios laboratorijos. Savitieji įvertinimo kriterijai. 3 dalis. Matavimai šilumos srauto matuoklio metodu = Thermal performance of building products and components - Specific criteria for the assessment of laboratories measuring heat transfer properties - Part 3: Measurements by heat flow meter method* EN 1946-3:1999.
30. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 1946-4:2000 *Šiluminės statybinių gaminių ir komponentų charakteristikos. Šilumos perdavimo savybes matuojančios laboratorijos. Savitieji įvertinimo kriterijai. 4 dalis. Matavimai karštosios dėžės metodais = Thermal performance of building products and components - Specific criteria for the assessment of laboratories measuring heat transfer properties - Part 4: Measurements by hot box methods* EN 1946-4:2000.
31. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 1946-5:2000 *Šiluminės statybinių gaminių ir komponentų charakteristikos. Šilumos perdavimo savybes matuojančios laboratorijos. Savitieji įvertinimo kriterijai. 5 dalis. Matavimai vamzdžių bandymo metodais = Thermal performance of building products and components - Specific criteria for the assessment of laboratories measuring heat transfer properties - Part 5: Measurements by pipe test methods* EN 1946-5:2000.
32. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 12664:2002 *Šiluminės statybinių medžiagų ir gaminių charakteristikos. Šiluminės varžos nustatymas apsaugotos karštosios plokštės ir šilumos srauto matuoklio metodais. Vidutinės ir mažos šiluminės varžos sausi ir drėgni gaminiai = Thermal performance of building materials and products - Determination of thermal resistance by means of guarded hot plate and heat flow meter methods - Dry and moist products of medium and low thermal resistance* EN 12664:2001.
33. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN ISO 6946:2017 *Pastato komponentai ir elementai. Šiluminė varža ir šilumos perdavimo koeficientas. Skaičiavimo metodai (ISO 6946:2017) = Building components and building elements - Thermal resistance and thermal transmittance - Calculation methods (ISO 6946:2017)* EN ISO 6946:2017.
34. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 1934:2000 *Šiluminės pastatų charakteristikos. Šiluminės varžos nustatymas karštosios dėžės metodu panaudojant šilumos srauto matuoklį. Mūras = Thermal performance of buildings - Determination of thermal resistance by hot box method using heat flow meter - Masonry* EN 1934:1998.
35. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. STR 2.01.02:2016 *Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas: patvirtinta Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2016 m. lapkričio 11 d. įsakymu Nr. D1-754. [interaktyvus] [žiūrėta 2020-11-04]. Prieiga per: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalact/2c182f10b6bf11e6aae49c0b9525cbbb/asr>.*
36. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 674:2011 *Statybinis stiklas. Šilumos perdavimo koeficiento (U vertės) nustatymas. Apsaugotos karštosios plokštės metodas = Glass in building - Determination of thermal transmittance (U value) - Guarded hot plate method* EN 674:2011.
37. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 675:2011 *Statybinis stiklas. Šilumos perdavimo koeficiento (U vertės) nustatymas. Šilumos srautmačio metodas = Glass in building - Determination of thermal transmittance (U value) - Heat flow meter method* EN 675:2011.
38. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN ISO 12567-1:2010 *Šiluminės langų ir durų charakteristikos. Šilumos perdavimo koeficiento nustatymas karštosios dėžės metodu. 1 dalis. Surinkti langai ir durys (ISO 12567-1:2010) = Thermal performance of windows and doors - Determination of thermal transmittance by the hot-box method - Part 1: Complete windows and doors (ISO 12567-1:2010)* EN ISO 12567-1:2010.
39. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN ISO 12567-2:2006 *Šiluminės langų ir durų charakteristikos. Šilumos perdavimo koeficiento nustatymas karštosios dėžės metodu. 2 dalis. Stoglangiai ir kiti iškiši langai (ISO 12567-2:2005) = Thermal*

- performance of windows and doors - Determination of thermal transmittance by hot box method - Part 2: Roof windows and other projecting windows (ISO 12567-2:2005) EN ISO 12567-2:2005.*
40. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN ISO 8497:2000 *Termoizoliacija. Magistralinių vamzdinių šiluminės izoliacijos nuostoviojo šilumos perdavimo savybių nustatymas (ISO 8497:1994) = Thermal insulation - Determination of steady-state thermal transmission properties of thermal insulation for circular pipes (ISO 8497:1994) EN ISO 8497:1996.*
 41. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN ISO 7345:2018 *Šiluminės pastatų ir jų komponentų charakteristikos. Fizikiniai dydžiai ir apibrėžtys (ISO 7345:2018) = Thermal performance of buildings and building components - Physical quantities and definitions (ISO 7345:2018) EN ISO 7345:2018.*
 42. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. prEN ISO 19628 *Techninė keramika (modernioji keramika, modernioji techninė keramika). Termofizikinės keraminių kompozitų savybės. 3 dalis. Savitosios šiluminės talpos nustatymas (ISO 19628:2017) = Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) - Thermophysical properties of ceramic composites - Determination of specific heat capacity (ISO 19628:2017).*
 43. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 16798-1:2019 *Pastatų energinis naudingumas. Pastatų vėdinimas. 1 dalis. Pastatų energinio naudingumo projektavimo ir vertinimo vidaus aplinkos įvesties parametrai, susiję su patalpų oro kokybe, šilumine aplinka, apšvietimu ir akustika. M1-6 modulis = Energy performance of buildings - Ventilation for buildings - Part 1: Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics - Module M1-6 EN 16798-1:2019.*
 44. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN ISO 13732-1:2008 *Šiluminės aplinkos ergonomika. Prisiliečiančio prie paviršiaus žmogaus reakcijos vertinimo metodai. 1 dalis. Karštieji paviršiai (ISO 13732-1:2006).*
 45. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN ISO 13732-3:2008 *Šiluminės aplinkos ergonomika. Prisiliečiančio prie paviršiaus žmogaus reakcijos vertinimo metodai. 3 dalis. Šalti paviršiai (ISO 13732-3:2005).*
 46. RAMANAUSKAS, J. *Statybinė fizika: mokomoji knyga.* Vilniaus pedagoginio universiteto leidykla, 2011. 144 p. e. ISBN 978-609-02-0505-1. ISBN 978-9955-20-692-7. DOI:10.5755/e01.9786090205051.
 47. PAULAUŠKAITĖ, S., VALANČIUS, K. *Statybinė šiluminė fizika: mokomoji knyga.* Vilnius: Technika, 2012. 109 p. ISBN 978-609-457-183-1. DOI:10.3846/1300-S.
 48. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. STR 2.05.05:2005 *Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas: 2005 m. sausio 26 d. įsakymu Nr. D1-44 [interaktyvus] [žiūrėta 2020-12-09].* Prieiga per: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/-TAR.C8C4EF7FF7AE/rTLfZhDSux>.
 49. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 1770:2002 *Betoninių konstrukcijų apsauginiai ir remontiniai produktai bei sistemos. Bandymo metodai. Šiluminio plėtimosi koeficiento nustatymas = Products and systems for the protection and repair of concrete structures - Test methods - Determination of the coefficient of thermal expansion EN 1770:1998.*
 50. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 13471:2002 *Termoizoliaciniai gaminiai pastatų įrenginiams ir pramonės įrangai. Šiluminio plėtimosi koeficiento nustatymas = Thermal insulating products for building equipment and industrial installations - Determination of the coefficient of thermal expansion EN 13471:2001.*
 51. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 196-1:2016 *Cemento bandymų metodai. 1 dalis. Stiprio nustatymas = Methods of testing cement - Part 1: Determination of strength EN 196-1:2016.*

52. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. STR 2.01.01(2):1999 *Esminiai statinio reikalavimai. gaisrinė sauga*: 1999 m. gruodžio 27 d. įsakymu Nr. 422 [interaktyvus] [žiūrėta 2020-12-09]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.96037/-pwmNAjBvmA>.
53. LIETUVOS RESPUBLIKOS VIDAUS REIKALŲ MINISTERIJA. *Gaisrinės saugos pagrindiniai reikalavimai*: 2010 m. gruodžio 7 d. įsakymu Nr. 1-338 [interaktyvus] [žiūrėta 2020-12-10]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.388658/asr>.
54. EUROPOS KOMISIJA. *Komisijos deleguotasis reglamentas (ES) 2016/364 dėl statybos produktų degumo klasifikavimo pagal Europos Parlamento ir Tarybos reglamentą (ES) Nr. 305/2011 (OL 2016 L 68, p. 4–11) 2015 m. liepos 1 d.* [interaktyvus] [žiūrėta 2020-12-10]. Prieiga per: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/ALL/?uri=CELEX%3A32016R0364>.
55. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN ISO 1716:2018 *Gaminių reakcijos į ugnį bandymai. Viršutinės degimo šilumos (šilumingumo) nustatymas (ISO 1716:2018) = Reaction to fire tests for products - Determination of the gross heat of combustion (calorific value) (ISO 1716:2018) EN ISO 1716:2018*.
56. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. ISO 9705-1:2016 *Reaction to fire tests - Room corner test for wall and ceiling lining products - Test method for a small room configuration* ISO 9705-1:2016.
57. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 13501-1:2019 *Statybos gaminių ir pastato elementų klasifikavimas pagal atsparumą ugniai. 1 dalis. Klasifikavimas pagal atsako į ugnį bandymų duomenis = Fire classification of construction products and building elements - Part 1: Classification using data from reaction to fire tests* EN 13501-1:2018.
58. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 826:2013 *Statybiniai termoizoliaciniai gaminiai. Elgsenos gniuždant nustatymas = Thermal insulating products for building applications - Determination of compression behaviour* EN 826:2013.
59. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 12390-3:2019 *Sukietėjusio betono bandymai. 3 dalis. Bandinių gniuždymo stipris = Testing hardened concrete - Part 3: Compressive strength of test specimens* EN 12390-3:2019.
60. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 596:2000 *Medinės konstrukcijos. Bandymo metodai. Medinių karkasinių sienų smūginis bandymas minkštu kūnu = Timber structures - Test methods - Soft body impact test of timber framed walls* EN 596:1995.
61. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 12512:2002 *Medinės konstrukcijos. Bandymo metodai. Ciklinis mechaniniais tvirtikliais sujungtų sandūrų bandymas = Timber structures - Test methods - Cyclic testing of joints made with mechanical fasteners* EN 12512:2001.
62. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 1052-1:2000 *Mūro bandymo metodai. 1 dalis. Stiprio gniuždant nustatymas = Methods of test for masonry - Part 1: Determination of compressive strength* EN 1052-1:1998.
63. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 772-1:2011+A1:2015 *Mūro gaminių bandymo metodai. 1 dalis. Gniuždymo stiprio nustatymas = Methods of test for masonry units - Part 1: Determination of compressive strength* EN 772-1:2011+A1:2015.
64. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 679:2005 *Autoklavinio aktybetonio gniuždomojo stiprio nustatymas = Determination of the compressive strength of autoclaved aerated concrete* EN 679:2005.
65. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 1926:2007 *Gamtinio akmens bandymo metodai. Vienašio gniuždomojo stiprio nustatymas = Natural stone test methods - Determination of uniaxial compressive strength* EN 1926:2006.
66. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 13286-41:2003 *Birieji ir hidrauliškai surišti mišiniai. 41 dalis. Hidrauliškai surištų mišinių gniuždomojo stiprio nustatymo metodas = Unbound and hydraulically bound mixtures - Part 41: Test method for the determination of the compressive strength of hydraulically bound mixtures* EN 13286-41:2003.

67. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN ISO 8895:2006 *Forminiai izoliaciniai ugniai atsparūs gaminiai. Gniuždomojo stiprio nustatymas aplinkos temperatūroje (ISO 8895:2004) = Shaped insulating refractory products - Determination of cold crushing strength (ISO 8895:2004) EN ISO 8895:2006.*
68. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 12390-3:2019 *Sukietėjusio betono bandymai. 3 dalis. Bandinių gniuždymo stipris = Testing hardened concrete - Part 3: Compressive strength of test specimens EN 12390-3:2019.*
69. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 10219-1:2006 *Nelegiruotojo ir smulkiagrūdžio plieno šaltai formuoti suvirintieji tuščiaviduriai statybiniai profiliuočiai. 1 dalis. Techninės tiekimo sąlygos = Cold formed welded structural hollow sections of non-alloy and fine grain steels - Part 1: Technical delivery conditions EN 10219-1:2006.*
70. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 310:1999 *Medienos skydai. Tamprumo modulio lenkiant ir stiprio lenkiant nustatymas = Wood-based panels - Determination of modulus of elasticity in bending and of bending strength EN 310:1993.*
71. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 1739:2007 *Surenkamųjų autoklavinio akylbetonio arba atvirastruktūrio lengvojo betono komponentų sandūrų kerpamojo stiprio nustatymas, kai jėgos veikia komponentų plokštumoje = Determination of shear strength for in-plane forces of joints between prefabricated components of autoclaved aerated concrete or lightweight aggregate concrete with open structure EN 1739:2007.*
72. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 846-3:2000 *Pagalbinių mūro komponentų bandymo metodai. 3 dalis. Horizontaliųjų mūro siūlių armatūros iš anksto suvirintų jungčių kerpamosios gebos nustatymas = Methods of test for ancillary components for masonry - Part 3: Determination of shear load capacity of welds in prefabricated bed joint reinforcement EN 846-3:2000.*
73. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 1052-3:2003 *Mūro bandymo metodai. 3 dalis. Pradinio kerpamojo stiprio nustatymas = Methods of test for masonry - Part 3: Determination of initial shear strength EN 1052-3:2002.*
74. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. STR 2.05.07:2005 *Medinių konstrukcijų projektavimas: 2005 m. vasario 10 d. įsakymu Nr. D1-79 [interaktyvus] [žiūrėta 2020-12-25]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.250623>.*
75. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. STR 2.05.08:2005 *Plieninių konstrukcijų projektavimas. Pagrindinės nuostatos: 2005 m. vasario 18 d. įsakymu Nr. D1-101 [interaktyvus] [žiūrėta 2020-12-25]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.250900/asr>.*
76. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN ISO 899-1:2018 *Plastikai. Valkšnumo elgsenos nustatymas. 1 dalis. Tempiamasis valkšnumas (ISO 899-1:2017) = Plastics - Determination of creep behaviour - Part 1: Tensile creep (ISO 899-1:2017) EN ISO 899-1:2017.*
77. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN ISO 899-2:2003 *Plastikai. Valkšnumo elgsenos nustatymas. 2 dalis. Lenkiamojo valkšnumo nustatymas tritaške apkrova (ISO 899-2:2003) = Plastics - Determination of creep behaviour - Part 2: Flexural creep by three-point loading (ISO 899-2:2003) EN ISO 899-2:2003.*
78. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN ISO 204:2018 *Metalinės medžiagos. Vienašio valkšnumo bandymas tempiant. Bandymo metodas (ISO 204:2018) = Metallic materials - Uniaxial creep testing in tension - Method of test (ISO 204:2018) EN ISO 204:2018.*
79. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 1544:2007 *Betoninių konstrukcijų apsaugos ir remonto produktai bei sistemos. Bandymo metodai. Sintetinės dervos gaminių, skirtų armatūriniams strypams inkaruoti, valkšnumo nustatymas veikiant nuolatinei tempiamajai apkrovai = Products and systems for the protection and repair of concrete*

- structures - Test methods - Determination of creep under sustained tensile load for synthetic resin products (PC) for the anchoring of reinforcing bars* EN 1544:2006.
80. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 12390-17:2019 *Sukietėjusio betono bandymai. 17 dalis. Betono valkšnumo gniuždant nustatymas = Testing hardened concrete - Part 17: Determination of creep of concrete in compression* EN 12390-17:2019.
 81. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN ISO 16534:2020 *Statybiniai termoizoliaciniai gaminiai. Gniuždomojo valkšnumo nustatymas (ISO 16534:2020) = Thermal insulating products for building applications - Determination of compressive creep (ISO 16534:2020)* EN ISO 16534:2020.
 82. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 1902:2015 *Klijai. Grindy ir sienų dangų klijų bandymo metodas. Šlyties valkšnumo bandymas = Adhesives - Test method for adhesives for floor and wall coverings - Shear creep test* EN 1902:2015.
 83. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 1355:2000 *Autoklavinio akytojo ir atviros struktūros lengvųjų užpildų betono valkšnumo deformacijų nustatymas gniuždant = Determination of creep strains under compression of autoclaved aerated concrete or lightweight aggregate concrete with open structure* EN 1355:1996.
 84. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 13523-4:2014 *Ritininės dengtosios metalinės juostos. Bandymo metodai. 4 dalis. Kietumo nustatymas pieštuku = Coil coated metals - Test methods - Part 4: Pencil hardness* EN 13523-4:2014.
 85. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN ISO 6508-1:2016 *Metalinės medžiagos. Rokvelo kietumo bandymas. 1 dalis. Bandymo metodas (ISO 6508-1:2016) = Metallic materials - Rockwell hardness test - Part 1: Test method (ISO 6508-1:2016)* EN ISO 6508-1:2016.
 86. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN ISO 6507-1:2018 *Metalinės medžiagos. Vikerso kiečio nustatymas. 1 dalis. Bandymo metodas (ISO 6507-1:2018) = Metallic materials - Vickers hardness test - Part 1: Test method (ISO 6507-1:2018)* EN ISO 6507-1:2018.
 87. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN ISO 4545-1:2018 *Metalinės medžiagos. Knopo kiečio nustatymas. 1 dalis. Bandymo metodas (ISO 4545-1:2017) = Metallic materials - Knoop hardness test - Part 1: Test method (ISO 4545-1:2017)* EN ISO 4545-1:2018.
 88. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 15771:2010 *Stiklo ir porceliano emaliai. Paviršiaus režiamojo kiečio nustatymas pagal Moso skalę = Vitreous and porcelain enamels - Determination of surface scratch hardness according to the Mohs scale* EN 15771:2010.
 89. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN ISO 6506-1:2015 *Metalinės medžiagos. Brinelio kiečio tyrimas. 1 dalis. Tyrimo metodas (ISO 6506-1:2014) = Metallic materials - Brinell hardness test - Part 1: Test method (ISO 6506-1:2014)* EN ISO 6506-1:2014.
 90. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 197-1:2011 *Cementas. 1 dalis. Įprastinių cementų sudėtis, techniniai reikalavimai ir atitikties kriterijai = Cement - Part 1: Composition, specifications and conformity criteria for common cements* EN 197-1:2011.
 91. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 12860+AC:2002 *Gipso bloką rišiklis gipso pagrindu. Apibrėžimai, reikalavimai ir bandymo metodai = Gypsum based adhesives for gypsum blocks - Definitions, requirements and test methods* EN 12860:2001, EN 12860:2001/AC:2002.
 92. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 13279-1:2008 *Gipsiniai rišikliai ir gipsatinkiai. 1 dalis. Apibrėžtys ir reikalavimai = Gypsum binders and gypsum plasters - Part 1: Definitions and requirements* EN 13279-1:2008.

93. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 459-1:2015 *Statybinės kalkės. 1 dalis. Apibrėžtys, techniniai reikalavimai ir atitikties kriterijai = Building lime - Part 1: Definitions, specifications and conformity criteria* EN 459-1:2015.
94. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN ISO 8565:2011 *Metalai ir lydiniai. Atmosferinės korozijos bandymai. Bendrieji reikalavimai (ISO 8565:2011) = Metals and alloys - Atmospheric corrosion testing - General requirements (ISO 8565:2011)* EN ISO 8565:2011.
95. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN ISO 4541:1999 *Metalinės ir kitos neorganinės dangos. Corrodkote korozijos bandymas (CORR bandymas) (ISO 4541:1978) = Metallic and other non-organic coatings - Corrodkote corrosion test (CORR test) (ISO 4541:1978)* EN ISO 4541:1994.
96. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN ISO 7539-1:2013 *Metaly ir lydinių korozija. Įtempties korozijos bandymai. 1 dalis. Bendrieji nurodymai dėl bandymo procedūrų (ISO 7539-1:2012) = Corrosion of metals and alloys - Stress corrosion testing - Part 1: General guidance on testing procedures (ISO 7539-1:2012)* EN ISO 7539-1:2012.
97. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN ISO 10270:2008 *Metaly ir lydinių korozija. Branduoliniuose reaktoriuose naudojamų cirkonio lydinių korozijos veikiant vandeniui bandymai (ISO 10270:1995, įskaitant pataisą 1:1997) = Corrosion of metals and alloys - Aqueous corrosion testing of zirconium alloys for use in nuclear power reactors (ISO 10270:1995, including Cor 1:1997)* EN ISO 10270:2008.
98. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN ISO 9227:2017 *Korozijos bandymai dirbtinėse atmosferose. Bandymai druskos rūke (ISO 9227:2017) = Corrosion tests in artificial atmospheres - Salt spray tests (ISO 9227:2017)* EN ISO 9227:2017.
99. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN ISO 11997-1:2017 *Dažai ir lakai. Atsparumo ciklinės korozijos poveikiui nustatymas. 1 dalis. Druskingasis rūkas, sausasis oras, drėgmė (ISO 11997-1:2017) = Paints and varnishes - Determination of resistance to cyclic corrosion conditions - Part 1: Wet (salt fog)/dry/humid (ISO 11997-1:2017)* EN ISO 11997-1:2017.
100. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 12350-2:2019 *Betono mišinio bandymai. 2 dalis. Slankumo bandymas = Testing fresh concrete - Part 2: Slump test* EN 12350-2:2019.
101. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 12350-5:2019 *Betono mišinio bandymai. 5 dalis. Sklidumo bandymas = Testing fresh concrete - Part 5: Flow table test* EN 12350-5:2019.
102. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 1015-3:2002/A2:2007 *Mūro skiedinio bandymo metodai. 3 dalis. Šviežio skiedinio konsistencijos nustatymas (sklidumo metodu) = Methods of test for mortar for masonry - Part 3: Determination of consistence of fresh mortar (by flow table)* EN 1015-3:1999/A2:2006.
103. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 1170-1:2002 *Surenkamieji betono gaminiai. Stiklo pluoštu armuoto betono bandymo metodas. 1 dalis. Matricos konsistencijos nustatymas sklidumo metodu = Precast concrete products - Test method for glass-fibre reinforced cement - Part 1: Measuring the consistency of the matrix "Slump test" method* EN 1170-1:1997.
104. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 206:2013+A1:2017 *Betonas. Specifikacija, eksploatacinės savybės, gamyba ir atitiktis = Concrete - Specification, performance, production and conformity* EN 206:2013+A1:2016.
105. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 12350-4:2019 *Betono mišinio bandymai. 4 dalis. Tanklumas = Testing fresh concrete - Part 4: Degree of compactability* EN 12350-4:2019.
106. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN ISO 6504-1:2019 *Dažai ir lakai. Dengiamosios gebos nustatymas. 1 dalis. Baltiems ir šviesiems dažams taikomas Kubelkos ir Munko metodas (ISO 6504-1:2019) = Paints and varnishes - Determination of*

- hiding power - Part 1: Kubelka-Munk method for white and light-coloured paints (ISO 6504-1:2019) EN ISO 6504-1:2019.*
107. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN ISO 6504-3:2020 *Dažai ir lakai. Dengiamosios gebos nustatymas. 3 dalis. Mūro, betono ir vidaus apdailos dažų dengiamosios gebos nustatymas (ISO 6504-3:2018) = Paints and varnishes - Determination of hiding power - Part 3: Determination of hiding power of paints for masonry, concrete and interior use (ISO 6504-3:2019) EN ISO 6504-3:2019.*
108. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 12670:2019 *Gamtinis akmuo. Terminija = Natural stone - Terminology EN 12670:2019.*
109. SHOGENOV, K., SHOGENOVA, A., VIZIKA-KAVVADIAS, A. *Potential structures for CO₂ geological storage in the Baltic Sea: case study offshore Latvia.* Bulletin of the Geological Society of Finland, Vol. 85, 2013, pp 65–81. DOI: 10.17741/bgsf/85.1.005 [interaktyvus] [žiūrėta 2021-01-15]. Prieiga per: <https://www.geologinenseura.fi/fi/bulletin/volume-85-2013>.
110. MUKHERJEE, S. *Applied Mineralogy: Applications in Industry and Environmental.* Springer Science & Business Media: 2012, 562 p. e-book ISBN 978-94-1162-4.
111. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 12620:2003+A1:2008 *Betono užpildai = Aggregates for concrete EN 12620:2002+A1:2008.*
112. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 933-1:2012 *Bandymai užpildų geometrinėms savybėms nustatyti. 1 dalis. Granulimetrinės sudėties nustatymas. Sijojimo metodas = Tests for geometrical properties of aggregates - Part 1: Determination of particle size distribution - Sieving method EN 933-1:2012.*
113. LIETUVOS AUTOMOBILIŲ KELIŲ DIREKCIJA. *Automobilių kelių dangos konstrukcijos sluoksnių be rišiklių įrengimo taisyklės JT SBR 19.* 2019 m. gruodžio 23 d. įsakymu Nr. V-194 [interaktyvus] [žiūrėta 2021-01-20]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/3035194125c611ea8f0dfdc2b5879561>.
114. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 13139:2003/AC:2004 *Skiedinio užpildai = Aggregates for mortar EN 13139:2002/AC:2004.*
115. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 771-1:2011+A1:2015 *Mūro gaminių techniniai reikalavimai. 1 dalis. Keraminiai mūro gaminiai = Specification for masonry units - Part 1: Clay masonry units EN 771-1:2011+A1:2015.*
116. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 772-16:2011 *Mūro gaminių bandymo metodai. 16 dalis. Matmenų nustatymas = Methods of test for masonry units - Part 16: Determination of dimensions EN 772-16:2011.*
117. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 772-11:2011 *Mūro gaminių bandymo metodai. 11 dalis. Užpildų betono, autoklavinio akytojo betono, dirbtinio ir gamtinio akmens mūro gaminių kapiliarinio vandens įgerties ir keraminių mūro gaminių pradinės vandens įgerties spartos nustatymas = Methods of test for masonry units - Part 11: Determination of water absorption of aggregate concrete, autoclaved aerated concrete, manufactured stone and natural stone masonry units due to capillary action and the initial rate of water absorption of clay masonry units EN 772-11:2011.*
118. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 14411:2016 *Keraminės plytelės. Apibrėžtys, klasifikavimas, charakteristikos, eksploatacinių savybių pastovumo vertinimas ir tikrinimas bei ženklinimas = Ceramic tiles - Definition, classification, characteristics, assessment and verification of constancy of performance and marking EN 14411:2016.*
119. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN ISO 10545-3:2018 *Keraminės plytelės. 3 dalis. Vandens įmirkio, tariamojo poringumo, tariamojo santykinio tankio ir tankio nustatymas (ISO 10545-3:2018) = Ceramic tiles - Part 3: Determination of water absorption, apparent porosity, apparent relative density and bulk density (ISO 10545-3:2018) EN ISO 10545-3:2018.*
120. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN ISO 10545-4:2019 *Keraminės plytelės. 4 dalis. Ribinio lenkimo stiprio ir ardančiosios apkrovos nustatymas (ISO*

- 10545-4:2019) = *Ceramic tiles - Part 4: Determination of modulus of rupture and breaking strength (ISO 10545-4:2019) EN ISO 10545-4:2019.*
121. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 1304:2013 *Dengiamosios ir jungiamosios keraminės čerpės. Gaminių apibrėžtys ir techniniai reikalavimai = Clay roofing tiles and fittings - Product definitions and specifications EN 1304:2013.*
122. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 14437:2005 *Ant stogo sumontuotų keraminių ar betoninių čerpių atsparumo pakėlimui nustatymas. Stogo sistemos bandymo metodas = Determination of the uplift resistance of installed clay or concrete tiles for roofing - Roof system test method EN 14437:2004.*
123. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 1024:2012 *Užleistinio klojimo keraminės čerpės. Geometrinių charakteristikų nustatymas = Clay roofing tiles for discontinuous laying - Determination of geometric characteristics EN 1024:2012.*
124. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 538:2000 *Užkaitinio dengimo keraminės čerpės. Atsparumo lenkiant bandymas = Clay roofing tiles for discontinuous laying - Flexural strength test EN 538:1994.*
125. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 539-1:2005 *Užleistinio klojimo keraminės čerpės. Fizikinių charakteristikų nustatymas. 1 dalis. Nepralaidumo vandeniui bandymas = Clay roofing tiles for discontinuous laying - Determination of physical characteristics - Part 1: Impermeability test EN 539-1:2005.*
126. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN ISO 945-1:2019 *Ketaus mikrostruktūra. 1 dalis. Grafito klasifikavimas, remiantis apžiūrimoju įvertinimu (ISO 945-1:2019) = Microstructure of cast irons - Part 1: Graphite classification by visual analysis (ISO 945-1:2019) EN ISO 945-1:2019.*
127. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 1560:2011 *Liejinkystė. Ketaus žymėjimo sistema. Medžiagų simboliai ir numeriai = Founding - Designation system for cast iron - Material symbols and material numbers EN 1560:2011.*
128. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 16079:2012 *Liejinkystė. Ketūs su vermikulitiniu grafitu = Founding - Compacted (vermicular) graphite cast irons EN 16079:2011.*
129. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN ISO 6892-1:2020 *Metalinės medžiagos. Tempimo bandymai. 1 dalis. Bandymo kambario temperatūroje metodas (ISO 6892-1:2019) = Metallic materials - Tensile testing - Part 1: Method of test at room temperature (ISO 6892-1:2019) EN ISO 6892-1:2019.*
130. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 1561:2012 *Liejinkystė. Ketūs su plokšteliniu grafitu = Founding - Grey cast irons EN 1561:2011.*
131. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 13835:2012 *Liejinkystė. Austenitinis ketūs = Founding - Austenitic cast irons EN 13835:2012.*
132. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 10027-1:2017 *Plienu žymėjimo sistemos. 1 dalis. Plieno markės = Designation systems for steels - Part 1: Steel names EN 10027-1:2016.*
133. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 10027-2:2015 *Plienu žymėjimo sistemos. 2 dalis. Skaitinė sistema = Designation systems for steels - Part 2: Numerical system EN 10027-2:2015.*
134. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 573-5:2007 *Aliuminis ir aliuminio lydiniai. Deformuojamųjų gaminių cheminė sudėtis ir forma. 5 dalis. Standartizuotų deformuojamųjų gaminių kodifikavimas = Aluminium and aluminium alloys - Chemical composition and form of wrought products - Part 5: Codification of standardized wrought products EN 573-5:2007.*
135. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 1780-1:2002 *Aliuminis ir aliuminio lydiniai. Lydomųjų legiruoto aliuminio ruošinių ligatūrų ir liejinių žymėjimas. 1 dalis. Skaitmeninė žymėjimo sistema = Aluminium and aluminium alloys - Designation of*

- alloyed aluminium ingots for remelting, master alloys and castings - Part 1: Numerical designation system* EN 1780-1:2002.
136. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 573-1:2004 *Aliuminis ir aliuminio lydiniai. Deformuojamųjų gaminių cheminė sudėtis ir forma. 1 dalis. Skaitmeninė žymėjimo sistema = Aluminium and aluminium alloys - Chemical composition and form of wrought products - Part 1: Numerical designation system* EN 573-1:2004.
137. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 1780-1:2002 *Aliuminis ir aliuminio lydiniai. Lydomųjų legiruoto aliuminio ruošinių ligatūrų ir liejinių žymėjimas. 1 dalis. Skaitmeninė žymėjimo sistema = Aluminium and aluminium alloys - Designation of alloyed aluminium ingots for remelting, master alloys and castings - Part 1: Numerical designation system* EN 1780-1:2002.
138. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 1706:2020 *Aliuminis ir aliuminio lydiniai. Liejiniai. Cheminė sudėtis ir mechaninės savybės = Aluminium and aluminium alloys - Castings - Chemical composition and mechanical properties* EN 1706:2020.
139. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 575:2000 *Aliuminis ir aliuminio lydiniai. Sulydytos ligatūros. Techniniai reikalavimai = Aluminium and aluminium alloys - Master alloys produced by melting - Specifications* EN 575:1995.
140. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 515:2017 *Aliuminis ir aliuminio lydiniai. Deformuojamieji gaminiai. Struktūrinis būsenos žymėjimas = Aluminium and aluminium alloys - Wrought products - Temper designations* EN 515:2017.
141. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 485-2:2016+A1:2018 *Aliuminis ir aliuminio lydiniai. Lakštai, juostos ir plokštės. 2 dalis. Mechaninės savybės = Aluminium and aluminium alloys - Sheet, strip and plate - Part 2: Mechanical properties* EN 485-2:2016+A1:2018.
142. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 485-1:2016 *Aliuminis ir aliuminio lydiniai. Lakštai, juostos ir plokštės. 1 dalis. Kontrolės ir tiekimo techninės sąlygos = Aluminium and aluminium alloys - Sheet, strip and plate - Part 1: Technical conditions for inspection and delivery* EN 485-1:2016.
143. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN ISO 7438:2020 *Metalinės medžiagos. Lenkimo bandymas (ISO 7438:2020) = Metallic materials - Bend test (ISO 7438:2020)* EN ISO 7438:2020.
144. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. ISO 1190-1:1982 *Copper and copper alloys -- Code of designation of materials* ISO 1190-1:1982.
145. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 1412:2017 *Varis ir vario lydiniai. Europos numeravimo sistema = Copper and copper alloys - European numbering system* EN 1412:2016.
146. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 1172:2012 *Varis ir vario lydiniai. Statybiniai lakštai ir juostos = Copper and copper alloys - Sheet and strip for building purposes* EN 1172:2011.
147. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 12735-1:2020 *Varis ir vario lydiniai. Besiūliai apskritojo skerspjūvio oro kondicionavimo ir aušinimo vamzdžiai. 1 dalis. Vamzdynų sistemų vamzdžiai = Copper and copper alloys - Seamless, round tubes for air conditioning and refrigeration - Part 1: Tubes for piping systems* EN 12735-1:2020.
148. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 1057:2006+A1:2010 *Varis ir vario lydiniai. Besiūliai apskritojo skerspjūvio variniai vandens ir dujų vamzdžiai, naudojami santchnikos ir šildymo įrenginiuose = Copper and copper alloys - Seamless, round copper tubes for water and gas in sanitary and heating applications* EN 1057:2006+A1:2010.
149. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN ISO 8491:2004 *Metalai. Vamzdžiai (apvalaus profilio). Lenkimo bandymas (ISO 8491:1998) = Metallic materials - Tube (in full section) - Bend test (ISO 8491:1998)* EN ISO 8491:2004.

150. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 196-3:2017 *Cemento bandymų metodai. 3 dalis. Rišimosi trukmių ir tūrio pastovumo nustatymas = Methods of testing cement - Part 3: Determination of setting times and soundness* EN 196-3:2016.
151. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 634-2:2007 *Cementu surištos smulkinių plokštės. Techniniai reikalavimai. 2 dalis. Reikalavimai, keliami paprastuoju portlandcemenčiu surištomis smulkinių plokštėms, naudojamoms sausoje, drėgnoje ir išorinėje aplinkoje = Cement-bonded particleboards - Specifications - Part 2: Requirements for OPC bonded particleboards for use in dry, humid and external conditions* EN 634-2:2007.
152. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 459-2:2010 *Statybinės kalkės. 2 dalis. Bandymo metodai = Building lime - Part 2: Test methods* EN 459-2:2010.
153. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 13279-2:2014 *Gipsiniai rišikliai ir gipsatinkiai. 2 dalis. Bandymo metodai = Gypsum binders and gypsum plasters - Part 2: Test methods* EN 13279-2:2014.

**STATYBINIŲ MEDŽIAGŲ
LABORATORINIŲ DARBŲ
METODINIAI NURODYMAI**

Sudarytoja dr. Loreta Kelpšienė

Recenzentės:

Jovita Kaupienė (Panevėžio kolegija)

Edita Mockienė (Šiaulių valstybinė kolegija)

Kalbos redaktorė Silvija Papaurėlytė-Klovienė

2021-06-23. 5,05 leidyb. apsk. l.
Išleido Šiaulių valstybinė kolegija
Aušros al. 40, Šiauliai
El. p. rinkodara@svako.lt
<https://www.svako.lt/lt>