



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

STATYBOS FAKULTETAS

STATYBOS TECHNOLOGIJOS IR VADYBOS KATEDRA

Andrius Rudokas

**TERMOIZOLIACINIŲ DAŽŲ POVEIKIS ATITVARŲ PARAMETRŲ
TYRIMUI**

**THE INFLUENCE OF HEAT INSULATION PAINTS ON EVALUATION OF
PARTITIONS CHARACTERISTICS**

Baigiamasis magistro darbas

Statybos valdymo studijų programa, valstybinis kodas 62102T110

Statybos technologijos ir vadybos specializacija

Statybos inžinerijos mokslo kryptis

Vilnius, 2008

TURINYS

Paveikslėlių sąrašas.....	2
Lentelių sąrašas.....	2
IVADAS	3
1. MOKSLINĖS LITERATŪROS APŽVALGA.....	4
1.1 Termokeraminės dangos sukūrimo istorija.....	4
1.2 Mokslininkų tyrimai ir gauti rezultatai	5
1.3 Thermo-Shield dažų poveikis atitvarų šilumos perdavimo koeficientui	19
2 SKYSTŲ TERMOKERAMINIŲ DANGŲ SISTEMOS	24
2.1 Termokeraminių dangų savybės	24
2.2 Termokeraminių dangų sudėtis.....	25
2.3 Termokeraminių dangų veikimo principas	25
2.3.1 Šilumos atspindėjimo reiškinys	26
2.3.2 Apsauga nuo saulės spindulių.....	28
2.4 Paviršių dengimo termokeraminiais dažais technologija.....	28
2.4.1 Paviršiaus paruošimas.....	28
2.4.2 Termokeraminių dažų paruošimas.....	28
2.4.3 Skystos termokeraminės dangos išeiga.....	28
2.4.4 Dažymo sąlygos.....	28
2.4.5 Dažų laikymo sąlygos	29
2.4.6 Produkto galiojimo laikas	29
2.5 Termokeraminės dangos naudojimas Lietuvoje	29
3 TERMOKERAMINĖS DANGOS TYRIMAS	31
3.1 Termokeraminės dangos tyrimo metodika	31
3.2 Bandinių gamyba	31
3.3. Bandiniai.....	33
3.4 Tyrimų metodika ir įranga	36
3.5 Tyrimų rezultatai.....	39
IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS	56
LITERATŪRA	57
PRIEDAI.....	59
1 priedas.....	60
2 priedas.....	61
3 priedas.....	62
4 priedas.....	63

PAVEIKSLĖLIŲ SĄRAŠAS

1 pav. Skirtybės nežymios, bet skirtumas didelis	24
2 pav. Termokeraminė danga ant drėgnos sienos	25
3 pav. Termokeraminė danga ant išilusios sienos.....	26
4 pav. Nežymiai jaučiamas sienos kvėpavimas	27
5 pav. Termokeraminė danga. Šiluminis ekranas	27
6 pav. Termokeraminės dangos tyrimo modelis.....	31
7 pav. Gelžbetoninis elementas.....	32
8 pav. Bandinių džiovinimas	32
9 pav. Bandiniams naudotas gruntas.....	33
10 pav. Bandiniams vartoti dažai.....	34
11 pav. Grunto ir dažų kiekio matavimas menzūra	34
12 pav. Nudažytas bandinys.	35
13 pav. Bandinys pritvirtintas prie šaldiklio.	36
14 pav. Principinė bandinio šilumos perdavimo koeficiento nustatymo schema	37
15 pav. Zondų išdėstymo schema	38
16 pav. Išmatuotos temperatūros bandant nudažytą bandinį lygiagrečiai su nudažytu bandiniu (20 % termokeraminiu priedu).	41
17 pav. Išmatuotos temperatūros bandant nudažytą bandinį su 20 % termokeraminiu priedu.....	42
18 pav. Temperatūrų pasiskirstymas ties nedažytu ir dažytu bandiniu su 20 % termokeraminiu priedu.	43
19 pav. Išmatuoti šilumos srautai q bandant nudažytą bandinį su 20 % termokeraminiu priedu.....	44
20 pav. Išmatuoti šilumos srautai q bandant nudažytą bandinį lygiagrečiai su nudažytu bandiniu (20 % termokeraminiu priedu).	45
21 pav. Išmatuotos temperatūros bandant nudažytą bandinį su 50 % termokeraminiu priedu.....	46
22 pav. Išmatuotos temperatūros bandant nudažytą bandinį lygiagrečiai su nudažytu bandiniu (50 % termokeraminiu priedu).	47
23 pav. Temperatūrų pasiskirstymas ties nedažytu ir dažytu bandiniu su 50 % termokeraminiu priedu.	48
24 pav. Išmatuoti šilumos srautai q bandant nudažytą bandinį su 50 % termokeraminiu priedu.....	49
25 pav. Išmatuoti šilumos srautai q bandant nudažytą bandinį lygiagrečiai su nudažytu bandiniu (50 % termokeraminiu priedu).	50
26 pav. Išmatuotos temperatūros bandant nudažytą bandinį su 70 % termokeraminiu priedu.....	51
27 pav. Išmatuotos temperatūros bandant nudažytą bandinį lygiagrečiai su nudažytu bandiniu (70 % termokeraminiu priedu).	52
28 pav. Temperatūros pasiskirstymas ties nedažytu ir dažytu bandiniu su 70 % termokeraminiu priedu.	53
29 pav. Išmatuoti šilumos srautai q bandant nudažytą bandinį su 70 % termokeraminiu priedu.....	54
30 pav. Išmatuoti šilumos srautai q bandant nudažytą bandinį lygiagrečiai su nudažytu bandiniu (70 % termokeraminiu priedu).	55

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1. lentelė Kitų tyrinėtojų tyrimai ir gauti rezultatai	5
2. lentelė Temperatūrų vidutiniai didžiai.....	35
3. lentelė Išmatuotų šilumos srautų q ir apskaičiuotų šilumos perdavimo koeficientų U dydžiai.....	35

IVADAS

Sparčiai brangstant šilumos energijai, tenka pastatų išorinių atitvarų šiltinimui ieškoti efektyvių, patikimų ir ilgaamžių šiltinimo sistemų. Lietuvoje vartojamos šiltinimo sistemos yra perimtos iš vakarų šalių. Tų sistemų efektyvumas Lietuvos sąlygomis pakankamai neišnagrinėtas, įvairios šiltinimo sistemos tarpusavyje išsamiai nelygintos. Preliminarūs eksploatuojamų pastatų stebėjimai rodo, kad yra atvejų, kai eksploatuojant pastatus šiltinimo sistemos supleišėja, drėksta, neatlaiko mechaninių poveikių, užsiteršia įvairiais teršalais, neefektyviai izoliuoja šilumą ir pan. Praktika rodo, kad yra šiltinimo sistemų, kurias reikia renovuoti dar nepridavus pastatą eksploatacijai. Siekiant išvengti išvardintų nesklandumų, kitose šalyse, pastaruoju metu ir Lietuvoje, išorinių atitvarų šilumos izoliacinių parametru gerinimui vartojami dažai su termoizoliaciniu priedu *Isolant*. Atitvaros nudažytos dažais su termoizoliaciniu priedu *Isolant* Lietuvoje žmonių vertinamos palankiai. Teigiama, kad patalpose pagerėja mikroklimatas, atitvaros tampa sausesnės, ant jų paviršiaus nėra dėmių, nesiveisia mikromicetai, dingsta pelėsių kvapas, gerėja atitvarų šilumos izoliaciniai parametrai. Tačiau šių dažų efektyvumas laboratoriniais tyrimais Lietuvoje nevertintas. Todėl buvo nuspręsta atlikti bandinių, nudažytų dažais su termoizoliaciniu priedu *Isolant*, laboratorinius tyrimus. *Tyrimo tikslas* – nustatyti dažų su termoizoliaciniu priedu *Isolant* įtaką išorinių atitvarų šilumos izoliaciniais parametrams.

1. MOKSLINĖS LITERATŪROS APŽVALGA

1.1 Termokeraminės dangos sukūrimo istorija

Ir buvusioje Sovietų Sąjungoje, ir JAV pirmieji kosminiai laivai buvo naudojami tik po vieną kartą. Nebuvo žinoma medžiagų, kurios galėtų bent kelis kartus išlikti atsparios aukštomis temperatūroms, susidarančioms dėl erdvėlaivių trinties su Žemės atmosfera, jiems kylant ir leidžiantis. Todėl pirmieji kosminiai laivai besileisdami sudegdavo Žemės atmosferoje, o kosmonautai Žemės paviršių pasiekdavo parašiutais.

JAV daugkartinio naudojimo erdvėlaivių kūrėjai išsprendė šią problemą, sukurdami mikroskopinius tuščiavidurius vakuuminius burbuliukus. Tokiems burbuliukams būdinga savybė atspindėti labai didelį, žmogaus akiai nematomą šilumos srautą. Iš šios medžiagos pagamintomis plokštelėmis padengiami daugkartinio naudojimo kosminių laivų korpusai. Todėl daugkartiniams kosminiams laivams kylant ir leidžiantis, jų korpusai neįkaista nuo trinties su Žemės atmosfera: šilumos srautas, susidarantis dėl šios trinties, nesiliečia prie paties kosminio laivo, bet nuo jo atsispindi. Erdvėlaiviui sėkmingai nusileidus, plokštelės pakeičiamos, ir juo vėl galima skristi.

Mikroskopinės tuščiavidurės vakuuminės granulės gaminamos iš termiškai atsparios medžiagos, kurios receptūra yra griežtai saugoma kaip gamintojo paslaptis.

XX a. pabaigoje, naudojant šią medžiagą, įvairiuose šalyse pradėta sėkmingai spręsti iki tol neišsprendžiamas pastatų eksploatavimo problemas. Taip pat pradėta šią medžiagą naudoti kaip termoizoliacinių medžiagų pakaitalą.

Termoizoliacinis priedas *Isolant* gaminamas Bulgarijoje ir dar plačiai nėra ištirtas netik Lietuvoje bet ir kitose šalyse, todėl informacija renkama remiantis konkurentų produktu *Thermo-shield*, tikintis kad gaminys turi panašių savybių.

Susipažinus su užsienio valstybių mokslinių įstaigų bei nepriklausomų ekspertų, tyrinėjusių *Thermo-shield* savybes ir poveikį aplinkai, išvadamis, galima tvirtinti, kad šiuo produktu įvairiose šalyse dengiamos vidinės pastatų sienos, fasadai, stogai, technologiniai įrenginiai, degalinių įrenginiai ir rezervuarai, vamzdynai ir t.t.[12].

1.2 Mokslininkų tyrimai ir gauti rezultatai

1 lentelė. Kitų tyrinėtojų tyrimai ir gauti rezultatai [9]

Eil. Nr.	Metai, mėnuo	Tyrinėjimo ir sertifikavimo centrai		Objektas	Tyrimai		Rezultatai
		Institucija, padalinys	Šalis, miestas		Paskirtis		
1	2	3	4	5	6	7	
1	1987-03	Chauzer laboratorija	JAV	Šildymo charakteristikos lyginimas	Lakštinio galvaninio plieno šildymo bandymas nudažius <i>Thermo-shield</i> dažais.	Sugadinimas šildant 64 % mažesnis – geresnis atvėsinimas.	
2	1987-04	JAV draudimo bendrovės testavimo laboratorija pagal ASTM (Amerikos medžiagų tyrimų bendrovės) standartus	JAV	Atsparumo ugniai nustatymas	A-108 klasė (<i>Top-shield</i>).	Atitinka A klasės reikalavimus: neužsiliiepsnoja, nerūksta [21].	
3	1987-12	Chauzer laboratorija	JAV	Šildymo charakteristikos lyginimas	<i>Top-shield</i> dažų panaudotų su bituminiais paviršiais lyginimas su paprasta bitumine danga.	Sugadinimas šildant 84 % mažesnis – geresnis atvėsimas.	
4	1987-12	Chauzer laboratorija	JAV	Medinių paviršių sugadinimas juos šildant	<i>Thermo-shield exterior</i> dažų bandymas ant neapdirbto medinio paviršiaus (apdailos testavimo metodai).	Šilumos išsaugojimas: didesnis 25 %, medinio paviršiaus atsparumas sugadinimams šildant geresnis 33 %.	
5	1989-06	Valstybinis padengimo laku produkcijos testavimo institutas. Pagal Japonijos standartus	Japonija	Įvairūs mechaninio poveikio dažų testai	Atsparumas susidėvėjimui, gamtos sąlygoms.	Pagal Japonijoje darytus testus <i>Thermo-shield</i> – geriausi dažai.	
6	1990-08.	Diuro technologiniai dažai ir apsauginiai padengimai	JAV, Sent-Luisas	Dviejų namų esančių vienas šalia kito palyginimas	Tradiciniais dažais ir <i>Thermo-shield</i> dažais nudažytų namų palyginimas.	Sutaupymas 12 802 kWh, šiluminė apsauga vasaros ir žiemos periodais naudojant <i>Thermo-shield</i> .	

1	2	3	4	5	6	7
7	1990-09	Amerikietišku technologijų asociacija	JAV	<i>Thermo-shield</i> dažų lyginimas	<i>Thermo-shield exterior</i> dažų lyginimas su tradiciniais dažais.	29 % mažesnės elektros energijos išlaidos, 4 248 kWh sutaupymas.
8	1991-06	Licenzijų analizės institutas (ITL). Pagal ASTM standartus	JAV, Calcoast	Cheminis dangos patvarumas	Vidaus patalpų <i>Thermo-shield interior</i> , fasadų <i>Thermo-shield exterior</i> , stogų <i>Top-shield</i> danga.	Atsparumas gyvūnų šlapinimosi poveikiui, rūgštims, graužiantiems skysčiams, naftai ir kraujui.
9	1994-12	Pramoninių statybos medžiagų tyrimo originalusis centras (IBMB)	JAV	Licencijuotas tyrimas	Atsparumas sugadinimams ir asbestinių medžiagų naudojamų statybose kokybės gerinimui (<i>Top-shield</i>).	Patvirtinta kaip tinkanti. Ypatybės: neišskiria nuodingų medžiagų, plastiškas, pasižymi kapiliariniu vandens išigėrimu.
10	1995-06	Technikos universitetas. Pagal vokiečių pramonės normas (DIN)	Vokietija, Braunschweig	Licencijuotas testas	Sunkųjų medžiagų išsiskyrimo testas ir medžiagų korozijos nustatymas panaudojus <i>Top-shield</i> [23].	Atspari gadinimams pagal TL BE-PCC standartą: ant metalo nepastebėta korozijos.
11	1997-01	Federalinis medžiagų tyrimų institutas (BAM) pagal DIN 4102-1	Vokietija, Berlynas	Atsparumo ugniai tyrimas	Padidėjusio išiliepsnojimo tyrimas (B1 klasės statybinės medžiagos) (<i>Thermo-shield</i>).	Atitinka BI standartą (DIN 4102-1), atliktas atsparumo išiliepsnojimo testas.
12	1997-02	Langų gamybos technologijų institutas	Vokietija, Rosenhaimas	Atsparumo atspindėti ir sugerti saulės spindulius tyrimas	Testas dėl sugebėjimo atspindėti ir sugerti saulės spindulius, taip pat dėl spinduliavimo laipsnio nustatymo (<i>Thermo-shield interior</i>).	86 % saulės spindulių atspindėjimas.

1	2	3	4	5	6	7
13	1998-10	Valstybinis higienos institutas (PZH)	Lenkija, Varšuva	Sanitarinių normų atitikimo tyrimas	Testas dėl sanitarinių normų atitikimo statybos pramonėje (<i>Thermo-shield interior, exterior</i>).	Atitinka sanitarines normas.
14	1999-01	„Garso ir šilumos poveikio pokyčiai“, uždaroji bendrovė (SWA), prof. L. Zibel	Vokietija, Aachen	Pranešima apie šilumos srauto judėjimą	Pranešimas apie tikrinimo rezultatus „Šilumos srauto judėjimas namuose iš skylėtos medžiagos veikiant drėgmei (lietaus vanduo) ir garo cirkuliacijai“ (<i>Thermo-shield exterior</i>).	Apytiksliai 30 % šilumos srauto judėjimo sumažėjimas naudojant <i>Thermo-shield exterior</i> .
15	1999-01	Inžinierius V. Ilmeris, specialistas sugadinimų statybose klausimais	Vokietija, Kotbus	Pranešimas apie <i>Thermo-shield</i> išorės dažus	Eksperto pranešimas tema „Sugadinimo koeficiento pakitimai šildant <i>Thermo-shield exterior</i> dažus po padengimo ant išorinių sienų“.	Šilumos pralaidumo koeficiento žymus pasikeitimas: pagerėjimas iki 0,5 W/m ² . K temperatūra ant vidinės sienos paviršiaus padidinta 0,5 °C.
16	1999-02	Inžinierius V. Ilmeris, specialistas sugadinimų statybose klausimais	Vokietija, Kotbus	Pranešimas	Pranešimas tema „Šilumos perdavimo koeficiento reikšmė ir energijos išlaidų palyginimas“.	Pagerėjimas lyginant su plytinės sienos neapdirbto paviršiaus charakteristikomis: energijos sutaupymas 0,5 W/m ² , K temperatūra – 21 %.

1	2	3	4	5	6	7
17	1999-02	Inžinierius P. Kliozė šildymo, ventiliacijos, sanitarinių normų klausimais	Vokietija, Forst	Rekomendacija	Rekomendacija. Šilumos perdavimo koeficiento reikšmė panaudojus <i>Thermo-shield exterior</i> dažus ant išorinių sienų iš vidinės pusės lyginant su tradiciniais dažai.	Pagerėjimas šilumos pralaidumo reikšmės sudarė 0,6 W/m ² · K temperatūra – energijos išsaugojimas 22 % [8].
18	1999-06	Dr. Ch. M. Korfor, matematikas ir fizikas	Vokietija, Miunchenas	Fizikinio efekto paprastas modelis	<i>Thermo-shield</i> dažų sistemos panaudojimo fizikinio efekto paprastas modelis	Matematiniai patvirtinimai, dangos scheminė struktūra, įtaka pastovumui šildant, išgaravimo proceso aprašymas.
19	1999-07	Valstybinis statybinių technologijų institutas (ITB)	Lenkija, Varšuva	Sertifikacinis testavimas	Sudaromųjų asbestinių medžiagų apsauga nuo sugadinimo (<i>Top-shield</i>).	Įrodyta apsaugos nuo mechaninių poveikių efektyvumas (4,5 kartus geresnis negu be apsaugos). Patvirtinta [24].
20	1999-08	Valstybinis statybinių technologijų institutas (ITB)	Lenkija, Varšuva	Techninių galimybių tyrimas	Techninių galimybių tyrimų laboratorija (<i>Thermo-shield exterior, interior</i>).	Išdirta: naudojimo tinkamumas, tankis, išdžiūvimo laikas, išorinis padengimo vaizdas, padengimo kokybė, susidėvėjimas, padengimas esant žemai temperatūrai, drėgmės išgaravimas, pasipriešinimas difuzijai, atsparumas šviesos poveikiui [24].

1	2	3	4	5	6	7
21	1999-08	Statybos fizikos institutas <i>Fraunhoferis</i>	Vokietija, Štutgartas	Pralaidumo drėgmei tyrimas	Pralaidumo drėgmei reguliavimas pagal DIN 52615 standartą (<i>Thermo-shield exterior, interior, Top-shield</i>).	Leidžiama difuzija pagal DIN standartą.
22	1999-11	Organinės pramonės institutas Autonominio elektros tiekimo laboratorija	Lenkija, Varšuva	Antistatinių savybių tyrimai	Antistatinių savybių laboratoriniai tyrimai (<i>Thermo-shield exterior, interior</i>).	Atitinka būtinus reikalavimus dėl antistatinės apsaugos pagal lenkiškas normas (PN) ir EN; apsaugos garantavimas įvedant ir naudojant elektros įrangą, taip pat apsauga nuo elektrostatiinių laukų žalingo poveikio žmogui.
23	2000-01	„Garso ir šilumos poveikio pokyčiai“, uždaroji bendrovė (SWA), prof. <i>L. Zibel</i>	Vokietija, Aachen	Pranešimas apie šilumos srauto judėjimą	Pranešimas tema „Šilumos srauto judėjimas namuose iš skylėtos medžiagos veikiant drėgmei (lietaus vanduo) ir garo cirkuliacijai“ apie tikrinimo rezultatus (<i>Thermo-shield exterior</i>).	Apytiksliai 40 % šilumos srauto judėjimo sumažėjimas naudojant <i>Thermo-shield</i> .
24	2000-02	Prof. <i>L. Zibel</i>	Vokietija	Šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas	Panaudojus <i>Thermo- shield exterior</i> atlikti moksliniai tyrimai apie šilumos srauto pakylčius.	Šilumos perdavimo koeficiento apskaičiavimas: 1,38 W/m ² · K atitinka vokiškas pramonės normas (DIN).

1	2	3	4	5	6	7
25	2000-03	Federalinis medžiagų testavimo ir tyrimų institutas (EMPA)	Šveicarija	Drėgmės perkėlimo diferencialo tyrimas	Drėgmės išgaravimo ir difuzijos pastovumo ant sauso / drėgno paviršiaus reguliavimas (<i>Thermo-shield exterior, interior, Top-shield</i>).	Drėgmės perkėlimo diferencialo tyrimas, praleidžiamosios difuzijos koeficientas [25].
26	2000-03	Oficialus konsultavimas energijos nuostolių klausimais	Vokietija	Dviejų daugiabučių palyginimas	Nustatant energijos panaudojimą Švabmiunchene apžiūrėti du daugiabučiai iš kurių statant vieną panaudota <i>Thermo-shield exterior</i> dažai.	30 % energijos sutaupymas palyginus su tradicine sienų danga. Panaudojimas suderinus su techninės rekonstrukcijos planu.
27	2000-04	Oficialus konsultavimas energijos nuostolių klausimais	Vokietija	Dviejų daugiabučių palyginimas	Nustatant energijos panaudojimą Švabmiunchene apžiūrėti du daugiabučiai iš kurių statant vieną panaudota <i>Thermo-shield exterior</i> dažai.	30 % energijos sutaupymas palyginus su tradicine sienų danga. Panaudojimas suderinus su techninės rekonstrukcijos planu (efektyvesnis).
28	2000-04	Nacionalinė laboratorija	JAV, Tenesija, Okridže	Ivairių stogų sistemų testavimas	24 įvairių stogų sistemų testavimas per trejus metus: saulės šviesos atspindėjimas, paviršiaus temperatūra, infraraudonųjų spindulių skleidimas ir šilumos poveikis bituminėms konstrukcijos dalims (<i>Thermo-shield, Top-shield</i>).	Šilumos pralaidumo sumažinimas daugiau kaip 75 %, geresnis padengimas ant visokių tipų paviršių – <i>Thermo-shield</i> .

1	2	3	4	5	6	7
29	2000-05	Inžinierius Šakert, konsultantas energetikos klausimais	Vokietija, Magdeburgas	Gyvenamo namo tyrimas	Namo apšiltinimo reikalavimų pasikeitimas ir apskaita prieš ir po padengimo naudojant <i>Thermo-shield exterior</i> dažus.	Energijos sutaupymas šildant – 25 % per metus, apskaiciavimai padaryti dviems šildymo sezonams: išmatuota pastato šilumos sutaupymo galimybė. Vidinių sienų temperatūra padidėjo 4 °C.
30	2000-05	Vokietijos architektūros žurnalas	Vokietija	Pranešimas spaudai	Pranešimo spaudai publikacija kartu su gyvenamojo būsto bendrija Perlenberg mieste.	Energijos sutaupymas – 20 % (šis skaičius daug kartų patvirtintas įvairiais laiko periodais: tarp 20 ir 30 % per metus).
31	2000-06	Kompanija „Žinių plėtimas“ dėl statybos diagnostikos	Vokietija, Berlynas	Komponentų sudėties tyrimas	Plastmasės sudėtis, FCKW, lakieji cheminiai junginiai (<i>Thermo-shield exterior, interior, Top-shield</i>).	Sveikatos rizika: neturi paminėtų komponentų.
32	2000-06	Olandijos taikomųjų mokslinių tyrimų organizacija (TNO)	Olandija	Atsparumo tyrimas	Atsparumas gatvės purvui, žibalui tyrimas.	Atsparus gatvės purvui, žibalui.
33	2000-07	Statybinių medžiagų testavimo gaisro sąlygomis institutas	Vokietija, Berlynas	Sertifikuotas statybinių medžiagų testavimas	Sertifikuotas testas atitinkantis Vokietijos pramonės normas (standartas DIN 4102 I dalis) (<i>Thermo-shield exterior</i>).	B1 klasės atsparumas lengvai išsiliesnojančioms statybinėms medžiagoms, naudojamoms tinkuoties paviršiams pagal DIN 18/180 standartą, taip pat naudojant ant neorganinių paviršių [26].

1	2	3	4	5	6	7
34	2000-08	WFA institutas prof. L. Zibel	Vokietija, Stolberg	Pranešimas apie šilumos praradimo sumažėjimą	Pranešimas apie testavimo rezultatus „Šilumos praradimas patalpose, kurių viduje panaudoti <i>Thermo-shield interior</i> dažai.	Šilumos praradimo sumažėjimas 7 % esant ventiliacijai, teigiamas drėgmės kontrolės koeficientas.
35	2000-08	Prof. L. Zibel	Vokietija, Aachen	Šilumos išsaugojimo mechanizmo veikimo patvirtinimas	Bendri apsaugos nuo perkaitimo ir drėgmės statybose tyrimai.	Šilumos išsaugojimo mechanizmo veikimo patvirtinimas naudojant <i>Thermo-shield</i> pirmas atsiskaitomasis modelis.
36	2000-09	WFA institutas prof. L. Zibel	Vokietija, Stolberg	Eksperto-fiziko nuomonė statybos klausimais	Drėgmės sąlygomis ir esant temperatūros poveikiui į išorines sienas, padengtas <i>Thermo-shield</i> danga.	Geresnės kokybės patvirtinimas palyginus su tradiciniais padengimais. Pastebimas vidutiniškas išorinių sienų šilumos netekimo sumažėjimas.
37	2000-11	Laboratorija, sanitarinis skyrius	Šveicarija, Basel	Sertifikuotas testas	Sertifikuotas testas dėl metilo ir metilo chlorido junginių buvimo <i>Thermo-shield interior</i> dažuose.	Nenustatytas tokių junginių, sukeliančių alerginę reakciją, buvimas.
38	2000-12	WFA institutas prof. L. Zibel	Vokietija, Stolberg	<i>Thermo-shield metodo</i> panaudojimas	<i>Thermo-shield</i> metodo panaudojimas šiltu metų laikotarpiu. Temperatūros režimų patalpose pagerinimas (<i>Thermo-shield exterior</i>).	Kambariuose žemesnė temperatūra karštuoju metu: <i>Thermo-shield</i> naudojimo rezultatas, taip vadinamas „alfa-filtro“ efektas.

1	2	3	4	5	6	7
39	2001-02	Architektas dr <i>V. Ivanovas</i> , architektas <i>O. Simovas</i>	Bulgarija	<i>Thermo-shield</i> <i>metodo</i> panaudojimas	Energiją taupantis metodas kaip <i>Thermo-shield</i> naudojimo pasekmė: rezultatai ir praktinė patirtis.	Oro kondicionavimo išlaidų sumažinimas: 32 % šilumos praradimo sumažinimas: 36 % funkcionalinių ir praktinių testų.
40	2001-02	<i>ET-Komodul</i> , statybos projektavimas ir testavimas	Bulgarija, Varna	Pranešimas	Pranešimas apie testavimo rezultatus „Energiją taupancio efekto įrodymas naudojant <i>Thermo-shield</i> dažus karščio ir šalčio sąlygomis“.	36 % energijos sutaupymas.
41	2001-02	Pradinės mokyklos pastato padengimo rezultatų publikacija	Slovėnija, Prevalje	<i>Thermo-shield</i> palyginimas su tradiciniais dažais	<i>Thermo-shield interior</i> dažai buvo naudojamas mokyklos pastatui, po to buvo lyginama su kitomis patalpomis kur buvo naudojami tradiciniai dažai.	Geresnis šilumos išsaugojimas 4 °C šilčiau tokio pat apšildymo sąlygomis.
42	2001-04	WFA institutas prof. <i>L. Zibel</i>	Vokietija, Stolberg	Drėgmės tyrimas panaudojus <i>Thermo-shield</i> dažus	Vidinių sienų šilumos koeficientas statybos fizinių parametrų atžvilgiu.	Drėgmės sumažėjimas įvairiose pastato dalyse su 90 % santykine drėgme iki 74 % per 7 mėnesius, šilumos praradimo efekto sumažėjimas ir temperatūros režimo pokyčiai patalpose į gerąją pusę.

1	2	3	4	5	6	7
43	2001-06	Prof. L. Zibel	Vokietija, Aachen	<i>Thermo-shield</i> panaudojimas statybose	<i>Thermo-shield exterior</i> panaudojimas statybose mažinant šilumos praradimą patalpose.	Patentas dėl panaudojimo.
44	2001-10	Prof. L. Zibel/Mokslinių tyrimų institutas (TNO)	Vokietija, Aachen	<i>Thermo-shield</i> panaudojimas vidaus patalpose	Padengimo panaudojimas vidaus patalpose dėl optimalios drėgmės patalpose ir apsauga nuo grybelinių junginių (<i>Thermo-shield interior</i>)	Patentas dėl panaudojimo
45	2002-05	WFA institutas prof. L. Zibel	Vokietija, Stolberg	Rekomendacija	Rekomendacijos pagal fizinius statybos parametrus siekiant išlaikyti ir pagerinti vidinių sienų šilumą.	24 % energijos sutaupymas. Drėgmės parametrai pasikeitimai ir pats pranešimas grindžiamas šiuolaikiniais duomenimis.
46	2002-06	Mokslinių tyrimų institutas (TNO)	Nyderlandai	<i>Thermo-shield</i> savybių tyrimas	Atsparumas jūros vandens augalų parazitų užkratui (<i>Thermo-shield exterior</i>).	Geras atsparumo laipsnis jūros vandens augalų parazitų užkratui; padarytas dviejų kartų ilgalais testas jūros vandens augalų parazitų išskverbimui.
47	2002-06	Prof. L. Zibel	Vokietija, Aachen	<i>Thermo-shield</i> panaudojimas statybose	<i>Thermo-shield</i> panaudojimas statybose siekiant sumažinti vidinių konstrukcijų šilumos praradimą, įskaitant plytinę dangą.	Patentas dėl panaudojimo.

1	2	3	4	5	6	7
48	2002-07	Valstybinė įstaiga „Sverdlovo energijos priežiūra“	Rusija, Jekaterinburgas	<i>Thermo-shield</i> savybių tyrimas	<i>Thermo-shield exterior</i> šilumą išsaugančių savybių efektyvumo tyrimas.	<i>Thermo-shield</i> padengimas taupo šilumos energiją 22 %.
49	2002-08	Uždaroji bendrovė <i>Delsei kibernetik Lorach</i>	Vokietija	Energetinis efektyvumas	Drėgmės kiekybinio praeinamumo apskaičiavimai palyginus su kitais komponentais; darbinis procesas, vykstantis padidėjusio drėgnumo ir karščio sąlygomis.	Registracija galimų pasikeitimų: kondensacija, išgaravimas, lašų susidarymas, drėgmės susigėrimas.
50	2002-09	Valstybinė įstaiga <i>Enlakom</i>	Rusija, Maskva	<i>Thermo-shield</i> savybių tyrimas	Fizinių-mechaninių ir technologinių savybių tyrimas.	Atitinka GOST 28196-89 reikalavimus [27],[28].
51	2002-1	Statybinės fizikos mokslinis tyrimų institutas	Rusija, Maskva	<i>Thermo-shield</i> savybių tyrimas	<i>Thermo-shield exterior</i> šilumą izoliuojančių savybių efektyvumo tyrimas.	Apskaičiuotas paviršiaus spinduliavimo koeficientas ir duotas šilumos apsiskeitimo formulės apskaičiavimas.
52	2002-11	Lakinių dažų produkcijos institutas	Vokietija, Magdeburgas	<i>Thermo-shield</i> testavimas pagal DIN standartą	Testavimas dėl atitikimo Vokietijos pramonės normas (DIN EN 13.300) (<i>Thermo-shield exterior, interior, Top-shield</i>).	Aukštos kokybės spalvinė charakteristika, atitinkanti DIN.
53	2003-04	Valstybinė įstaiga <i>Enlakom</i>	Rusija, Maskva	<i>Thermo-shield</i> bandymai pagal GOST 9401-91	„Vieninga apsauga nuo korozijos ir senėjimo“ (<i>Thermo-shield exterior, interior</i>).	Po 150 bandymų ciklų (atitinka 20 metų) burbulų, plyšių, sluoksniavimosi nepastebėta. Adhezija – 1 balas [27].

1	2	3	4	5	6	7
54	2003-04	VĮ NIIMostroja	Rusija, Maskva	<i>Thermo-shield</i> bandymai	Lakinių dažų bandymai (<i>Thermo-shield exterior, interior</i>).	Atitinka GOST.
55	2003-06.	<i>Delsei kibernetik lorach</i>	Vokietija	<i>Thermo-shield</i> ekspertizė	<i>Thermo-shield</i> produkcijos metodologijų modeliavimo ekspertizė.	Registruota Vokietijos patentų ir prekių žymėjimų biure numeriais 203 14 145.8.
56	2003-07	<i>Delsei kibernetik lorach</i>	Vokietija	<i>Thermo-shield</i> šilumos ir drėgmės modeliavimo reguliavimo technologija statybose.	Saulės šviesos ir drėgmės poveikis.	Apskačiuotas energijos išsaugojimo potencialas padengiant nevienodą, taip pat labai ploną sluoksnį ant paviršiaus, drėkinimo ir šilumos pralaidumo sąlygomis, saulės šviesos poveikis ir panaudojimas.
57	2003-08	Fizikos institutas prie universiteto. Prof. J. Snir	Vokietija, Oldenburg	Matematinis modelis	Šilumą taupančių charakteristikų surišamųjų medžiagų su keraminėmis dalelėmis matematinis modelis (<i>Thermo-shield</i>).	Energijos taupymo ir padengimo panaudojimo tikslingumo patvirtinimas. Surišamųjų medžiagų ir keraminių dalelių fizikinė tarpusavio sąveika.
58	2003-08	Fizikos institutas prie universiteto. Prof. J. Snir	Vokietija, Bremenas	<i>Thermo-shield</i> testavimas	<i>Thermo-shield</i> veikimo mechanizmo mokslinis testavimas įvykdytas.	... sudėtis neturi nukrypimų sprendimui kompleksinės fizinės šilumos perdavimo problemos“, nagrinėjant teorinius ir praktinius tyrimo rezultatus visos prielaidos pasitvirtino“.

1	2	3	4	5	6	7
59	2003-08	<i>Makso Borno</i> nelinijinės optikos ir trumpalaikio spektro-skaitymo tyrimų institutas	Vokietija, Holding	<i>Thermo-shield</i> testavimas	<i>J. Snir</i> ataskaitos apie <i>Thermo-shield</i> savybes patikrinimas.	Pasitvirtina šilumos praradimo sumažėjimas naudojant sienų padengimą. <i>Thermo-shield</i> produkcija susideda iš komponentų, duodančių papildomą šilumos išsaugojimą.
60	2003-09	<i>Makso Borno</i> nelinijinės optikos ir trumpalaikio spektro-skaitymo tyrimų institutas.	Vokietija, Holding	<i>Thermo-shield</i> fizinių charakteristikų apskaičiavimas	Naudojant <i>Thermo-shield</i> praktikoje taikoma fizikinių charakteristikų apskaičiavimo metoda.	Skačiuojant buvo naudojami duomenys apie padengimo panaudojimą ant sienų ir stogų. Duomenys dėl energijos taupymo pagerinimo kokybinių charakteristikų nustatymo įvesti į komp.
61	2003-09	<i>SICC</i> registruotas projektas	Vokietija, Berlynas	<i>Thermo-shield</i> tyrimas	Padengimo su vidiniu šilumos efektu panaudojimas.	Galimas panaudojimas patalpų apdailai A, B, C tipo. Sertifikatas Nr. 66.01.10.570. P. 002658.08.03.
62	2003-09	Valstybinė sanitarinė-epideminė tarnyba	Rusija, Jekaterinburgas	<i>Thermo-shield</i> sertifikuotas testas	Sertifikuotas testas, atitinkantis valstybines sanitarines-epidemines Rusijos normas.	Atitinka epideminių normų standartus.
63	2003-09	Valstybinės priešgaisrinės tarnybos valdyba	Rusija, Omsko apskritis	<i>Thermo-shield</i> degimo tyrimas	Sertifikuotas testas degimo grupei nustatyti.	Degimo grupė P (silpnai deganti). Sertifikatas CCPB.DE.OPO 11.C.00210.

1	2	3	4	5	6	7
64	2003-09	NII „Speciali projektų restauracija“	Rusija, Sankt-Peterburgas	Vandens praeinamumo tyrimas	Garo praeinamumo ir vandens absorbcijos paviršiaus, kuris apdorotas <i>Thermo-shield</i> tyrimas.	Vandens absorbcijos sumažėjimas nuo 6 iki 32 kartų atsižvelgiant į pamatą, nesumažinant garo praeinamumo.
65	2003-09	Rusijos mokslinis centras <i>Taikomoji chemija</i>	Rusija, Sankt-Peterburgas	<i>Top-shield</i> bandymas	<i>Top-shield</i> dažų bandymas klimatinio faktorių atsparumui pagal valstybines rusiškas normas 9401-91.	Padaryti 22 ciklai bandymų, neaptikta defektų, charakterizuojančių padengimo apsauginių savybių pokyčius.
66	2004-01	Valstybinė statyba	Rusija, Maskva			Gautas techninis liudijimas Nr. TC-07-0631-03 apie <i>Thermo-shield</i> tinkamumą statyboms Rusijos Federacijos teritorijoje.
67	2004-04	<i>Toruno</i> mokslinė institucinė laboratorija.	Lenkija	<i>Thermo-shield</i> tyrimas	Panaudojimo galimybių tyrimas architektūros paminklams išsaugoti (<i>Thermo-shield exterior</i>).	Tinkamas tokiam panaudojimui: geros kokybinės savybės.

1.3 *Thermo-Shield* dažų poveikis atitvarų šilumos perdavimo koeficientui

1 lentelėje 1999 metais Vokietis Paul Klose atliko bandymą ir parašė rekomendaciją „Šilumos perdavimo koeficiento reikšmė panaudojus *Thermo-shield* išorės dažus ant išorinių sienų nudažytų patalpoje“ [8].

Diplomuoto inžinieriaus šildymo, vėdinimo ir sanitarinės technikos srityse Paul Klose atliko šilumos perdavimo koeficiento U tyrimą. Tyrimo tikslas atliekant temperatūros matavimus, buvo norima nustatyti dažų *Thermo-shield interieur* poveikį, jais nudažius šiurkštaus pluošto tapetus.

Keliami klausimai:

1. Koks tiriamos patalpos išorinės sienos koeficientas U , kai išorinė siena nenudažyta dažais *Thermo-shield* ?
2. Koks tiriamos patalpos išorinės sienos koeficientas U , kai išorinė siena nudažyta dažais *Thermo-shield* ?
3. Kur susiformuoja šiluminis ekranas?

Tyrimas buvo atliktas eksperto bute. Rolando Gruschewskio dažymo meistrų įmonė (Euloer StraBe 67, 03149 Forstas) atliko remonto darbus.

Laikantis firmos *Thermo-shield Deutschland GmbH* naudojimo nurodymų, išklijuoti šiurkštaus pluošto tapetai buvo du kartus nudažyti maišytos spalvos dažais *Thermo-shield interieur*. Kadangi tuo metu, kai buvo pateiktas užsakymas atlikti ekspertizę, matavimui numatyta patalpa buvo padengta dažų danga *Thermo-shield*, reikėjo atlikti matavimus ir šalia esančiose nenudažytose patalpose, kad juos galima būtų palyginti.

Tyrimas atliktas:

1998 m. lapkričio 11–22, 29 ir gruodžio 20 d. Paros laikas 19.00 val.

Vieta: eksperto buto patalpos

Tiriantis asmuo: ekspertas ponas Klose

Vietos sąlygos: įprastos

Aplinkos poveikio aprašymas:

1998 11 21-22 vėjuota, drėgnas ir šaltas oras

1998 11 29 giedra, šalta

1998 12 20 giedra, šalta

Tyrimo eiga : Kalbant apie tyrimo eigą buvo atlikti temperatūros matavimai.

1. Lauko oro temperatūros matavimai.
2. Patalpos oro temperatūros matavimai.
3. Išorės sienų vidinės pusės paviršiaus oro temperatūros matavimai.

Atliekant tyrimą buvo naudojami žemiau aptariami matavimo prietaisai:

gaminys *Klimatherm*

Toliau detaliau aprašoma jų sudėtis bei techniniai ypatumai.

1. Elektroninis termometras, tipas: DST–K5:

- 1 su įmontuotu mikroprocesoriumi;
- 2 skirtas prijungti prie termoelementinių temperatūros matavimo zonų NiCr-Ni;
- 3 matavimo diapazonas: nuo -199,9°C iki +1370°C;
- 4 automatiškai perjungiamas matavimo diapazonas;
- 5 maksimalus ir minimalus matavimo rodmenys saugomi atmintyje;
- 6 funkcinis mygtukas skirtumui parodyti;
- 7 matavimo tikslumas: $\pm 0,2 \%$ išmatuoto dydžio.

2. Oro temperatūros matavimo zondas, tipas L

Jis skirtas greitai nustatyti temperatūrą patalpose, lauke, ventiliacijos kanaluose ir pan., jo skersmuo 6 mm, zondo ilgis 130 mm.

3. Specialus sienų temperatūros matavimo zondas, tipas W

Šis prietaisas ypač tiksliai matuoja temperatūrą palei langus, lubas, grindis bei sienas ir idealiai tinka šilumą perduodančioms sritims nustatyti arba faktiniam koeficiento U dydžiui kontroliuoti.

4. Kišeninis kompiuteris, tipas: Casio

Jis visiškai suprogramuotas šiems tikslams: koeficientui U matuoti, drėgmei apskaičiuoti, rasojimo taškui apskaičiuoti, oro greičiui bei tūrinei srovei nustatyti.

Toliau teikiame tyrimo metodo aprašymą naudojant koeficiento U matavimą

Nustatant koeficientą U , matavimo rodmenys būtų tikslūs, lauko ir patalpos oro temperatūra būtinai turi išlikti nepakitusi 2–3 dienas. Tarp lauko ir patalpos oro temperatūrų turi būti skirtumas $\Rightarrow 10 U$, nes kitu atveju atsirastų per didelį matavimo netikslumą.

Lauko oro temperatūros matavimas. Oro temperatūros matavimo zondas atvira ore laikomas tol, kol elektroninio termometro displejuje nusistovi stabilus dydis.

Patalpos oro temperatūros matavimas koeficientui U nustatyti. Oro temperatūros matavimo zondas tol laikomas apytiksliai 0,1 m atstumu nuo sienos, kol elektroninio termometro displėjuje nusistovi stabilus dydis.

Sienos paviršiaus temperatūros matavimas vidinėje išorinės sienos pusėje. Specialus sienų temperatūros matavimo zondas tol laikomas ant sienos paviršiaus, kol elektroninio termometro displėjuje nusistovi stabilus dydis.

Atliktų tyrimo rezultatai matuojant ir skaičiuojant

1) nenudažytos išorinės sienos koeficientas U yra 1,875 [W/m²K]

2) nudažytos išorinės sienos koeficientas U yra 0,73 [W/m²K]

Čia nurodyti dydžiai pateikiami kaip vidutiniai dydžiai!

3) Šiluminis ekranas susidarė apytiksliai 0,1–0,12 m atstumu nuo sienos. Šioje vietoje patalpos oro temperatūra yra aukščiausia. Šalia esančiose nešildomose, termiškai inertiškose laboratorijos ir rūšio patalpose: nuo 12 iki 16°C.

Apšvietimas. Apšvietimo pro langus nėra. Bandymo metu abiejose patalpose švietė po vieną 60 W lempą.

Vėdinimas. Patalpos buvo vėdinamos natūraliu būdu - paliekant duris pravertas, t.y., paliekant 2 cm plyšį spynos pusėje. Vėdinimas būdavo periodiškai nutraukiamas. Durys yra dvigubos, be to, abejose duryse yra guminiai tarpikliai.

Šildymas. Abiejose patalpose buvo naudojama po elektrinį radiatorių, kurio nominalus galingumas 2000 W. Abiejose patalpose radiatorius pradėjo veikti tuomet, kai patalpos oro temperatūra buvo 14 °C. Laikmatiniu reguliatoriumi buvo nustatytas nestacionarus šildymo režimas: šildymas turėjo veikti nuo 6.00 val. iki 10.00 val. ir nuo 16.00 val. iki 23.00 val. Atliekant čia aprašytą bandymų seriją, termostatinio reguliatoriumi nustatyta patalpų oro temperatūra buvo apytiksliai 10 U didesnė už aplinkos temperatūrą.

Energijos sąnaudos buvo matuojamos elektros srovės skaitikliu. Skirtumai tarp radiatorių ir matavimo prietaisų buvo nustatyti prieš tyrimus ir po jų, taip pat jie buvo atitinkamai suderinti.

3. Matavimų rezultatai

Esant aprašytoms matavimo sąlygoms, šildymo energijos sąnaudų P patalpoje ir TSD patalpoje rodmenys buvo užfiksuojami kartą per savaitę. Patalpos buvo vėdinamos savaitės trukmės intervalais, t.y., vieną savaitę vėdinamos, kitą – ne. Iš viso bandymai truko 3 savaites su vėdinimu ir 3 savaites be vėdinimo. Palyginus rezultatus, nustatytas toks šildymo energijos sąnaudų sumažėjimas TSD patalpoje, lyginant su P patalpa:

be vėdinimo:

nežymus (1, 3 ir 5 savaitę). Šie rezultatai vertinami kaip pradiniai terminės situacijos duomenys ir naudojami po to nustatytoms sumažėjimo reikšmėms, gautoms vėdinat patalpas, suderinti.

su vėdinimu:

2 savaitę 6,7 %

4 savaitę 8,6 %

6 savaitę 6,9 %

vidutiniškai: 7 %

Rašomuoju klimato sąlygų matavimo prietaisu buvo nuolat fiksuojami patalpų oro temperatūros bei drėgmės sąlygų pokyčiai.

Faktų išdėstymas. Paaiškinimai apie sienos struktūrines dalis pateikti 7.0 punkte, 1-ajame Priede.

Nustatyti dydžiai nurodyti 7.0 punkte, 2-ajame Priede.

Šiluminio ekrano susidarymo matavimo rezultatai pateikti 7.0 punkte, 3-ajame Priede.

Atsakymai į keliamus klausimus:

Koks tiriamos patalpos išorinės sienos, kuri yra nepadengta dažų danga, koeficientas k ?

Atsakymas būtų toks:

Remiantis įprastais šiluminės technikos skaičiavimo principais, gautas šilumos laidumo koeficientas $U = 1,736 \text{ [W /m}^2\text{K]}$.

Skaičiavimai atlikti remiantis įtikima prielaida apie naudotas statybines medžiagas (žr. 1-ojo Priedo 7.0 punktą).

Koeficiento U matavimo būdu gautas koeficientas U lygus $1,875 \text{ [W /m}^2\text{K]}$. Šis nežymus skirtumas, lygus $0,139 \text{ [W /m}^2\text{K]}$, galėjo atsirasti dėl kelių priežasčių. Pavyzdžiui, prielaidos apie naudotas statybines medžiagas gali nukrypti nuo tikrovės, arba galbūt miegamasis kambarys, kurio vidaus oro temperatūra palyginti žema, nėra ideali patalpa matavimams.

Koks tiriamos patalpos išorinės sienos, kuri yra padengta dažų danga, koeficientas U ?

Atsakymas būtų toks:

Pagal koeficiento U matavimą gautas koeficientas U lygus $0,73 \text{ [W /m}^2\text{K]}$.

Šio išmatuoto dydžio negalima palyginti su skaičiavimo būdu gautu šilumos laidumo koeficientu, kaip kad buvo daroma 4.1. punkte, kadangi dar nėra apskaičiuotos pastovios dažų *Thermo-shield* šilumos laidumo reikšmės $[\lambda_r]$ (o mūrytos sienos atveju ši reikšmė yra žinoma).

Kur susiformuoja šiluminis ekranas? Atsakymas:

Šiluminis ekranas susidaro maždaug $0,1 - 0,12 \text{ m}$ nuo išorinės sienos vidinio paviršiaus.

Apibendrinimas. Remiantis vien skaičiavimais, šilumos nuostoliai prie ištirtosios sienos sumažėja apie 60 %, taigi sutaupomas žymus energijos kiekis.

Be to, subjektyvių pojūčių požiūriu, patalpoje juntamas šiluminis komfortas, nors jos temperatūra gana žema.

Remiantis šiais rezultatais, galima daryti išvadą, kad dėl *Thermo-shield interieur* dažų dangos gebėjimo atspindėti spindulius, prie išorinės sienos susidaro šiluminis ekranas (šilumos sankaupa), todėl sumažėja išorinės sienos pralaidumas šilumai.

Toks poveikio mechanizmas neleidžia pasireikšti neigiamai šalto išorinės sienos vidinio paviršiaus įtakai arba šią įtaką žymiai apriboja.

Siekiant gauti praktiškai pritaikomą apskaičiuotą dydį, žemiau pateikti skaičiavimai, kurių metu buvo nustatytas *Thermo-shield interieur* dažų šilumos laidumo koeficientas (koeficientas dar turi būti patvirtintas kompetentingos įstaigos): $\lambda_{fn} = 0,00021$ [W/mK].

Thermo-Shield interieur šilumos laidumo koeficiento λ_{fn} apskaičiavimas

Pagal 2-ąjį priedą koeficiento U skirtumas tarp *Thermo-shield interieur* dažais nudažytos sienos ir nenudažytos sienos yra koef. U skirtumas = 1,875 - 0,73 = 1,145 [W / m²K].

Žinant šį skirtumą, atgaline tvarka galima apskaičiuoti konkretų šilumos laidumo koeficientą λ_{fn} [W / mK] :

$$R = \frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha i} + \frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\alpha a} \quad [m^2 K / W]; \quad (1.1)$$

$$\frac{1}{k} - \frac{1}{\alpha i} - \frac{1}{\alpha a} = \frac{1}{\alpha} \sum \frac{s}{\lambda_{fn}} \quad [m^2 K / W]; \quad (1.2)$$

$$\lambda_{fn} = \frac{s}{\frac{1}{k} - \frac{1}{\alpha i} - \frac{1}{\alpha a}} = \frac{0,00025}{\frac{1}{0,73} - \frac{1}{7,69} - \frac{1}{25}} \quad [W / mK]; \quad (1.3)$$

$$\lambda_{fn} = \frac{0,00025}{1,37 - 0,13 - 0,04} = \frac{0,00025}{1,2} = 0,00021 \quad [W / mK] \quad (1.4)$$

Taip apskaičiavus šilumos laidumo koeficientą, galima pakankamai tiksliai atlikti skaičiavimus statybų fizikos srityje (pvz., norint nustatyti sunaudojamos šilumos kiekį). Kadangi matavimo sąlygos buvo nepalankios, reikėtų atlikti ir daugiau matavimų optimaliomis sąlygomis, kad būtų galima gauti šilumos laidumo koeficientą, oficialiai patvirtintą kompetentingos įstaigos.

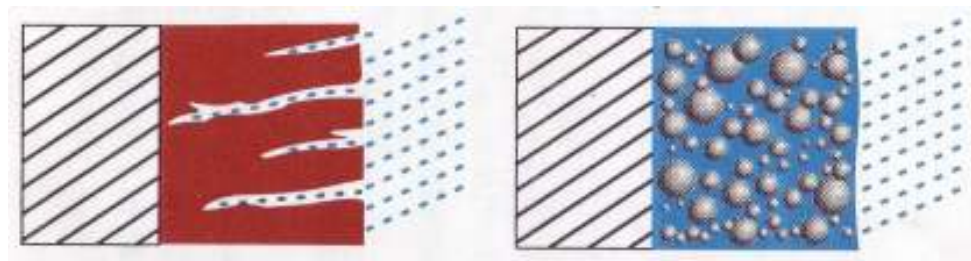
2 SKYSTŲ TERMOKERAMINIŲ DANGŲ SISTEMOS

2.1 Termokeraminių dangų savybės

Šiandien termokeraminė danga naudojama įvairiose pasaulio šalyse pastatų fasadams, vidaus patalpoms, stogams, technologiniams įrenginiams, vamzdynams ir t.t, kaip danga pakeičianti kitas termoizoliacines medžiagas ir suteikianti paviršiams papildomas savybes [13].

Termokeraminių dangų savybės.

- Reguliuoja sienų drėgmę.
- Sutaupo ženklų kiekį šiluminės energijos-daugiau nei 30 % .
- Atspindi žmogaus akiai nematomus šilumos srautus.
- Bet kuris paviršius, padengtas termokeramine danga tampa „ kvėpuojančiu ", todėl pats išsivalo nuo dulkių .
- Atspindi saulės šviesą.
- Saugo sienas nuo pelėsinų grybų – mikromicetų.
- Gerina higienos sąlygas.
- Patalpose sukuria didesnio komforto pojūtį.



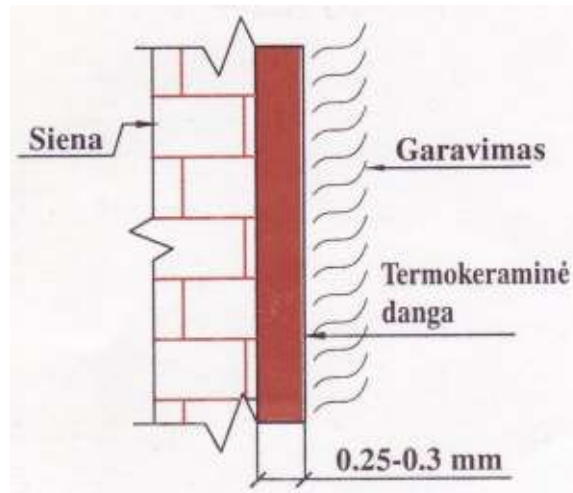
1 pav. Skirtybės nežymios, bet skirtumas didelis

Įprastas fasadų padengimas: Įprastas padengimas laikui bėgant tampa trapus ir nubyra. Tai atsitinka ilgai drėkstančių sienų paviršiuje. Šis procesas sąlygoja kapiliarinį drėgmės įsiurbimą.

Padengta produktu „Šiluminis ekranas-skystų termokeraminių dangų sistemos“: Šiuo produktu padengti paviršiai lieka ypatingai atsparūs gamtos poveikiui ir ultravioletiniams spinduliams, o taip pat suteikia optimalų atsparumą atitvaroms. [11]

2.2 Termokeraminių dangų sudėtis

Dangą sudaro mikroskopinės granulės (2 pav.), pagamintos iš specialios termiškai atsparios medžiagos yra labai lengvos (200 l. sveria 30 kg.). Granulių viduje yra tuštumos, taigi jie yra tuščiaviduriai. Nei termokeraminė danga, nei šilumos ekranas nesukelia jokio aplinkai kenksmingo poveikio ir neišskiria jokių lakiųjų medžiagų. Produkto sudėtyje nėra tirpiklių. Atitinkami dažai, būtini kaip priemonė šiai medžiagai prie reikiamo paviršiaus priklijuoti. Ši medžiaga nekeičia dažų techninių charakteristikų ir tik labai nežymiai keičia dažų spalvą. Medžiagos kiekis, įmaišomas į dažus, turi sudaryti 40 – 90 % esamų dažų tūrio [14].



2 pav. Termokeraminė danga ant drėgnos sienos

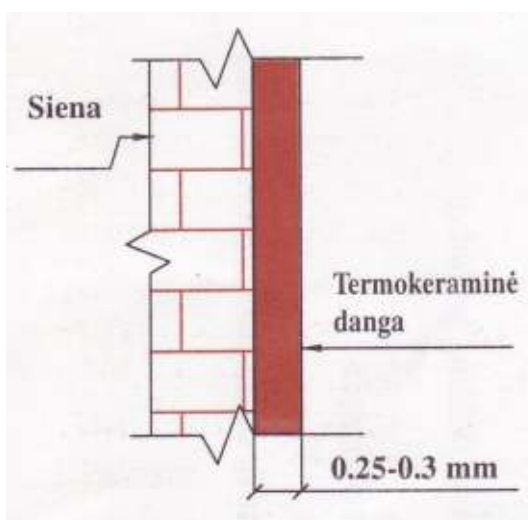
2.3 Termokeraminių dangų veikimo principas

Drėgna siena visuomet yra šalta, todėl ypač laidi šilumai. Padengus sieną termokeramine danga, mikroskopinės tuščiavidurės granulės nuo šalčio susitraukia, ir dangoje susidaro mikroskopiniai plyšeliai. Tuomet siena ima garinti drėgmę (2 pav.). Išgaravus iš sienos drėgmės pertekliui, siena iššyla, ir mikroskopinės tuščiavidurės granulės išsiplečia, uždengdami mikroskopinius dangos plyšelius.

Drėgmė iš sienos nebegaruoja, todėl siena neperdziūva (3 pav.). Sienai sudrėkus, šis procesas prasideda iš naujo.

Susitraukdami ir vėl išsiplėsdami, mikroskopinės tuščiavidurės granulės, išgarina iš sienų drėgmės perteklių ir neleidžia pastatui per stipriai įkaisti, o tarp termokeraminių dangų padengto paviršiaus ir aplinkos susidaro labai nežymiai juntamas sluoksnis, kurį sukuria „kvėpuojanti“ siena (4 pav.). „Kvėpuojanti“ termokeraminė danga išsivalo savaime.

Šis veikimo principas labai primena žmogaus odos veikimą. Medžiagos termokeraminių dangų sistemos atspindi nematomus šilumos srautus, dėl to bet kuris paviršius, padengtas šiuo produktu, taip pat įgyja šią savybę [10].



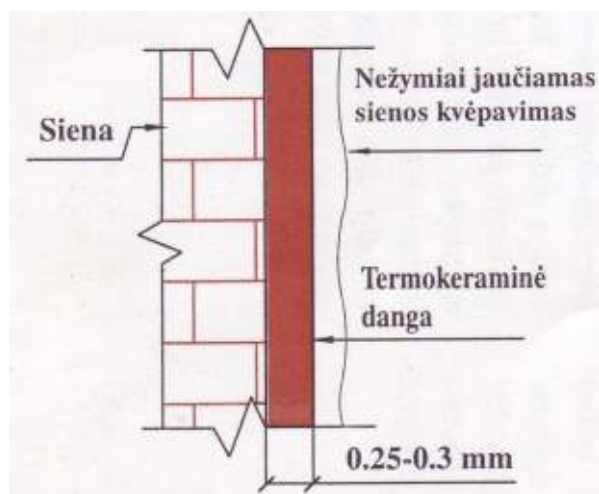
3 pav. Termokeraminė danga ant išilusios sienos

2.3.1 Šilumos atspindėjimo reiškiny

Kadangi produktas termokeraminių dangų sistema atspindi nematomus šilumos srautus, jie neprasiskverbia pro bet kokią konstrukciją, padengtą šiuo produktu. Nusistovėjus sienų drėgmei, atstumu 2-3 mm nuo termokeraminės dangos paviršiaus susidaro žmogaus akiai nematomas 10-12 cm storio pulsuojančias „šiluminis ekranas“, kurio temperatūra yra aukštesnė už vidutinę aplinkos temperatūrą (5 pav.) [18].

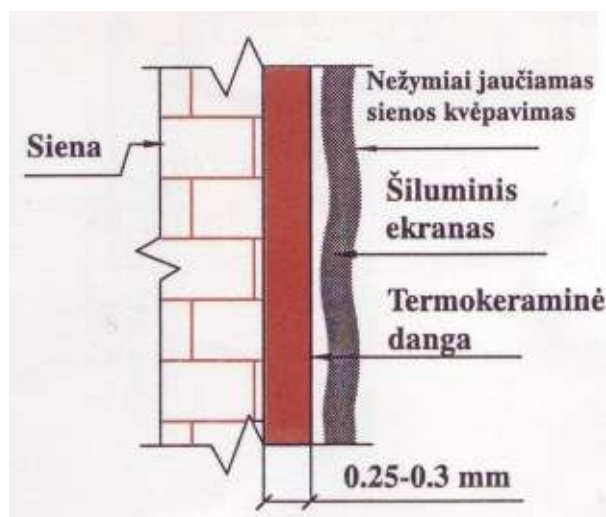
Kadangi šalto oro slėgis yra aukštesnis nei šilto, šaltas oras žiemą skverbiasi į patalpas pro langus, duris įvairius plyšius ir t.t, išstumdamas šiltą orą į lauką. O norint sušildyti šaltą orą ir patalpose palaikyti reikiamą temperatūrą, reikia daug šiluminės energijos. Vasarą būna atvirkščiai - šaltas oras veržiasi iš patalpų į lauką, užleisdamas vietą karštam orui, todėl patalpas reikia papildomai vėsinti.

10-12 cm atstumas nuo termokeraminės dangos susidarys šiluminis ekranas, kurio temperatūra aukštesnė už aplinkos temperatūrą, lyg nematomos „šiluminės užuolaidos“ uždengia plyšius, sumažina oro judėjimą pro duris bei langus, todėl žiemą į pastatų vidų patenka mažiau šalto oro, o iš patalpų išleidžiama mažiau šilto oro. Tuo tarpu vasarą atvirkščiai - vėsus oras negali išeiti į lauką, o karštas oras negali laisvai patekti į patalpas [15].



4 pav. Nežymiai jaučiamas sienos „kvėpavimas“

Dėl sulėtėjusio oro judėjimo iš lauko į patalpas ir iš patalpų į lauką patalpose susilpnėja skersvėjai, taigi nusistovi ramesnis mikroklimatas. Dėl to šiluma pasiskirsto tarp grindų ir lubų beveik tolygiai. Vadinasi sumažinus vidutinę patalpų temperatūrą, gyventojai vis tiek jus tą patį šiluminį komfortą. Sukurdama tokį poveikį, termokeraminė danga sutaupo 30 % ar net daugiau šiluminės energijos [19].



5 pav. Termokeraminė danga. Šiluminis ekranas

2.3.2 Apsauga nuo saulės spindulių

Tiesioginiai saulės spinduliai yra labai žalingi pastatų stogams, fasadams, išorės apdailai. Speciali termoizoliacinė medžiaga, iš kurios pagaminta danga, suteikia jai savybę atspindėti saulės spindulius, todėl ši danga apsaugo bet kurios paskirties pastato statybinius elementus nuo tiesioginės saulės šviesos poveikio. Kadangi ši danga pati reguliuoja sienų drėgmę ir atspindi tiesioginius saulės spindulius, pastatų konstrukcijose beveik nesusidaro temperatūrinių įtempimų, todėl pagerėja techninės bei higieninės pastatų charakteristikos, o fasadų estetinis vaizdas išlieka geras žymiai ilgiau, nes jie nesutrūkinėja ir neblunka [19].

2.4 Paviršių dengimo termokeraminiais dažais technologija

2.4.1 Paviršiaus paruošimas

Paviršius paruošiamas taip pat kaip dažymui bet kuriais dažais. Kiek galima pašalinami seni dažai ir atsilupęs tinkas. Nuvalytas paviršius nugruntuojamas giluminiais gruntais. Išdžiuvęs, o esant būtinybei tik padžiovintas, paviršius tinkuojamas, glaistomas ir šlifuojamas. Prieš pradedant dažyti, nušlifuotas paviršius dar kartą nugruntuojamas. Paruoštas paviršius dažomas du kartus voleliu arba teptuku. Drėkstančias sienas rekomenduojama glaistyti glaistais, pagamintais cemento pagrindu. Paruoštą dažyti paviršių reikia padžiovinti [16].

2.4.2 Termokeraminių dažų paruošimas

Prieš dažant dažai permaišomi rankiniu būdu. 60 – 120 aps./min. greičiu. Draudžiama dažus maišyti vibraciniu būdu. Galima skiesti 5 % dažų tūrio.

2.4.3 Skystos termokeraminės dangos išeiga

Po pirmojo dažymo paviršius turi būtinai išdžiūti. Sausos dažų dangos storis yra 0,25 – 0,3 mm. Dažant du kartus, 1 litro dažų užtenka 2,5 – 3,5 m².

2.4.4 Dažymo sąlygos

Negalima dažyti esant žemesnei kaip +5 °C temperatūrai ir didesnei kaip 80 % santykinei drėgmei. Jei termokeraminė danga padengtame paviršiuje atsiranda pūslelių, tai reiškia, kad sienoje vyksta drėgmės reguliavimo procesas. Šiam procesui pasibaigus, pūslelės išnyks.

Primaišius mikroskopinių granulių, dažai nepakeičia techninių charakteristikų ir naudojama kaip ir bet kurie dažai. Dažymo darbai atliekami teptuku, voleliu arba purkštuku.

2.4.5 Dažų laikymo sąlygos

Dažai sandėliuojami vėsioje, nuo šalčio apsaugotoje patalpoje, ne žemesnėje kaip +5 °C. Tinkamiausias laikas: emaliniai dažai ir akrilo pagrindu - iki 1 metų; kitų dažų pagrindu iki 1 mėnesio; epoksidinių dažų pagrindu - dažyti nedelsiant.

2.4.6 Produkto galiojimo laikas

Daugiau nei 10 metų, tačiau tai priklauso ir nuo dažų, į kuriuos jis įmaišomas galiojimo laiko bei techninių charakteristikų [17].

2.5 Termokeraminės dangos naudojimas Lietuvoje

Lietuvoje 2003 m. vasarą produktas buvo naudojamas kai kuriuose objektuose, pvz., Vilniaus universitete, Širvintų rajono mokykloje. Taip pat Panevėžyje, pritaikant šią medžiagą, buvo suremontuotas privataus namo rūsys, kuris iki tol nuolat būdavo drėgnas. Nuo remonto darbų pabaigos praėjus dviem paroms, iš rūsio dingo drėgmė. Iki šiol rūsys yra sausas.

Vilniaus universiteto ir Širvintų rajono administracija raštiškai patvirtino šios medžiagos savybes. Kadangi nuo praktinio medžiagos pritaikymo praėjo daugiau nei 1 metai, galima teigti, kad šis produktas reguliuoja sienų drėgmę. Šia medžiaga padengtame paviršiuje neatsiranda pelėsių.

Kad produktas veikia kaip termoizoliacinių medžiagų pakaitalas, galima įsitikinti labai paprastai. Pridėjus ranką prie produktu padengto paviršiaus, juntama maloni šiluma. O pridėjus ranką prie nepadengto paviršiaus- juntama, kad paviršius yra šaltas. Šiluminį ekraną galima nufotografuoti termokamera.

Ši medžiaga sukuria prielaidas šiluminei energijai taupyti, reguliuodama sienų drėgmę, atspindėdama žmogui nepastebimus šilumos srautus ir sudarydama šiluminį ekraną, todėl sumažėja oro srautų judėjimas į patalpas ir iš patalpų. Taigi šiluma tarp lubų ir grindų pasiskirsto tolygiai. Remiantis statybas reglamentuojančiomis teisės normomis, medžiagos negalima traktuoti kaip termoizoliacinės. Šilumos laidumo koeficientas λ , ir šiluminė varža R netaikytini; taip pat netaikoma formulė: $d / \lambda = R$ [5]

„Šiluminis ekranas – specializuotų termokeraminių dangų sistemos“ – prekinis medžiagos pavadinimas. Produktas yra ruošiamas Lietuvoje ir pateikiamas užsakovams paruoštas naudojimui.

Darbo instrukcijos, aprašančios, kaip produktu dengti vidaus sienas ir šalto vandens vamzdžius, jau yra parengtos. Fasadų, stogų ir kitų paviršių dengimo instrukcijos dar rengiamos.

Taikant šią medžiagą, galima išspręsti pastatų priežiūros problemas, kurių seniau nepavykdavo išspręsti, taip pat sutaupyti per 30 % šiluminės energijos [10]. Tačiau, prieš pradedant dirbti su šia

medžiaga, būtina atsižvelgti į vietos klimato sąlygas, nustatyti galimą statybinių medžiagų broką, įvertinti projektuotojų bei statybininkų klaidas, taip pat pastato eksploatacijos klaidas. Viena netinkamų šiam produktui sąlygų yra blogas patalpų vėdinimas.

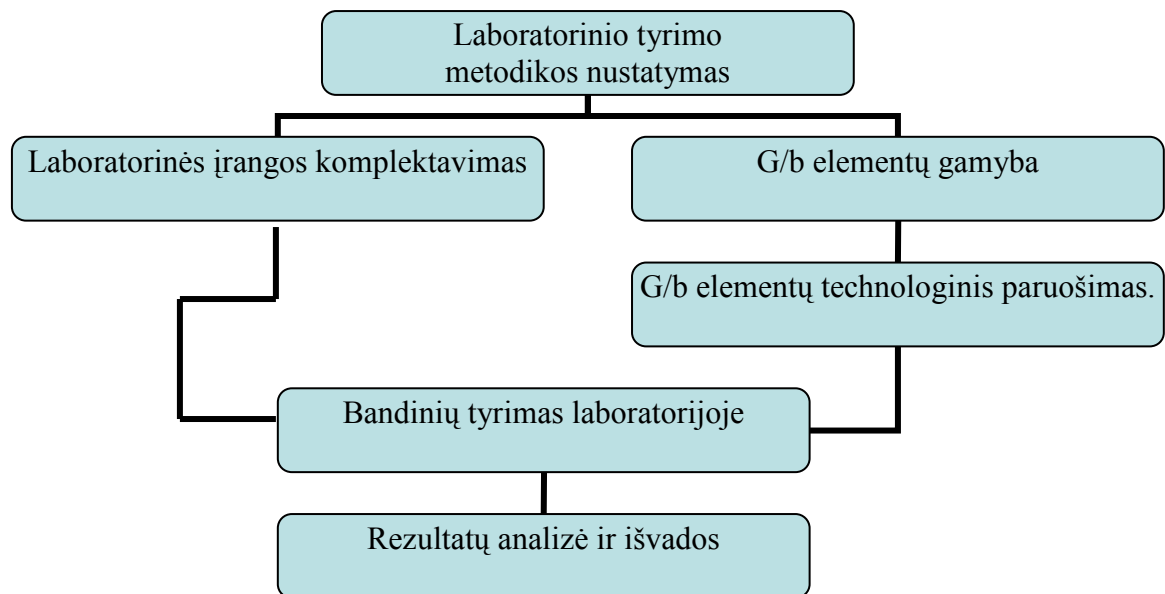
Esant nepakankamam vėdinimui, iš produkto padengto paviršiaus išskiriama drėgmė negali pasišalinti į išorę, todėl iš naujo kondensuojasi ant įvairių paviršių. Viena priežasčių, dėl kurių pablogėja patalpų vėdinimas, gali būti langai plastikiniais rėmais.

Lietuva yra pasirašiusi Hagos konvenciją ir kitus tarptautinius prekybinius susitarimus, todėl nėra kliūčių, galinčių trukdyti įvežti į Lietuvą pusfabrikatų, reikalingą šio produkto gamybai [20].

3 TERMOKERAMINĖS DANGOS TYRIMAS

3.1 Termokeraminės dangos tyrimo metodika

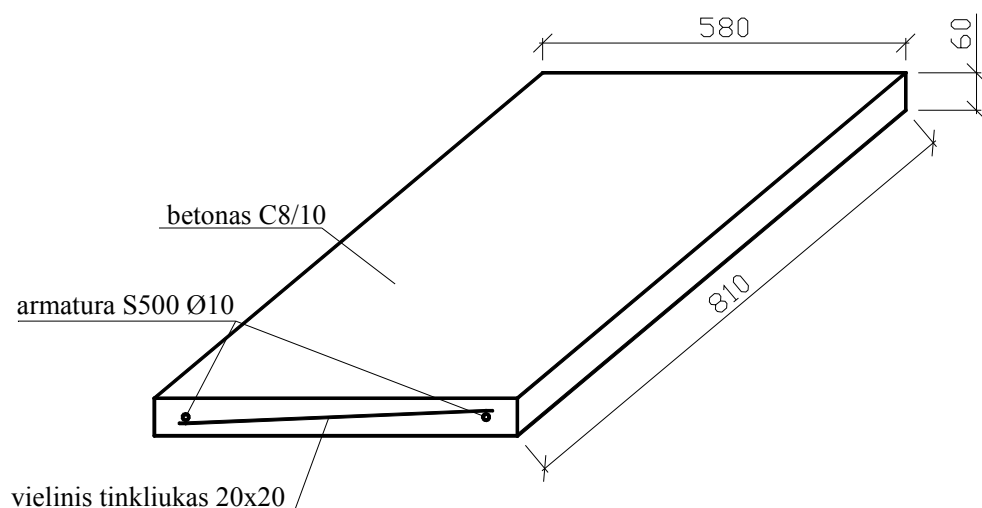
Išanalizavus turimą medžiagą buvo nuspręsta atlikti laboratorinius bandymus Vilniaus Gedimino technikos universiteto statybos technologijos ir vadybos mokslo laboratorijoje. Didelius temperatūrų skirtumus nuspręsta sukurti dirbtinėmis sąlygomis panaudojant 2 šaldiklius galinčius šaldyti iki -20°C temperatūros. Išėmus šaldiklio duris ir pritvirtinus betoninį elementą buvo sukurtas laboratorinis tyrimų įrenginys. Pasirinkta klasikinė statybinės fizikos metodika specialiais prietaisais matuojant šilumos srautus bei temperatūros svyravimus. Temperatūra matuojama šaldiklio viduje ir išorėje, ir kaupiama programinės įrangos pagalba kompiuteryje. Po to apskaičiuoti gauti rezultatai ir padarytos išvados.



6 pav. Termokeraminės dangos tyrimo modelis

3.2 Bandinių gamyba

Bandiniams pagaminti pasirinktas C8/10 klasės cementinis betonas. Žvyras sijotas per 5 mm sieta, kadangi bandiniai yra nedideli ir žvyre esantys akmenys trukdytų bandinių geram paruošimui. Ruošiami 4 bandiniai, kurių matmenys pavaizduoti 7 paveikslėlyje.



7 pav. Gelžbetoninis elementas.

Bandiniams gaminti sunaudojau $4 \times 0,00272 = 0,108 \text{ m}^3$ betono. Šiam kiekiu pagaminti sunaudota 27 kg portlandcemento CEM I 42,5 N, žvyro 201 kg, 20,5 l vandens, lygi armatūra S500 Ø10. Šie elementai buvo brandinami natūraliose sąlygose ≥ 28 parų iki pastovaus drėgnio – 2,5 % (8 pav.)



8 pav. Bandinių džiovinimas

3.3 Bandiniai

Tyrimams buvo pateikti akriliniai fasadiniai dažai *Acrilat farbe* su termoizoliaciniu priedu *Isolant*. Termoizoliacinis priedas *Isolant* pagamintas Bulgarijoje. Tai balti, bekvapiai, mažo tankio ($0,18-0,20 \text{ g/cm}^3$), smulkūs milteliai susidedantys iš natrio kalkių borosilikatinio stiklo, amorfinių silikatų bei sausų priedų.

Buvo pasirinkta tirti dažus, turinčius 0,0 %, 25 %, 50 % ir 70 % termoizoliacinio priedo *Isolant*.

Pirmasis gelžbetoninis bandinys buvo nedažomas. Jis buvo laisvai pasirinktas kaip etaloninis bandinys. Jis visada buvo bandomas kartu su dažytais gelžbetoniniais bandiniais. Kiti bandiniai buvo dažomi prisilaikant *UAB PCK* technologinių nuorodų.

Antrasis gelžbetoninis bandinys pradžioj buvo nuteptas gruntu *Cekol DL-80* (9 pav.) su 20 % priedu *Isolant*. Po to bandinys 24 valandas buvo džiovinamas patalpoje, esant oro temperatūrai 20-22 °C. Nugruntuotas ir išdžiovintas bandinys vėliau buvo nudažytas *Fasada acrylat farbe* dažais (10 pav.) irgi su 20 % priedu *Isolant*. Po 8-nių valandų bandinys buvo nudažytas dar kartą *Fasada acrylat farbe* dažais irgi su 20 % priedu *Isolant*. Vieno bandinio ($0,45 \text{ m}^2$) gruntavimui sunaudota grunto su priedu 30 ml. Bandinio vieno sluoksnio nudažymui sunaudota dažų su priedu 56 ml. Grunto ir dažų kiekis buvo matuojamas menzūra (11 pav.). Gruntas ir dažai su *Isolant* priedu buvo sumaišomi *UAB PCK* ir vėliau pateikti dažymui. Prieš dažant, gruntas ir dažai dar kartą buvo permaišomi rankiniu būdu su medine lazdele.



9 pav. Bandiniams naudotas gruntas



10 pav. Bandiniams vartoti dažai



11 pav. Grunto ir dažų kiekio matavimas menzūra

Trečiasis gelžbetoninis bandinys buvo nuteptas gruntu *Cekol DL-80* su 50 % priedu *Isolant Po* to šis bandinys, kaip ir antrasis bandinys 24 valandas buvo džiovinamas patalpoje, esant oro temperatūrai 20 – 22 °C. Nugruntuotas ir išdžiovintas bandinys vėliau buvo nudažytas *Fasada acrylat farbe* dažais su 50 % priedu *Isolant*. Po 8-ių valandų bandinys buvo nudažytas dar kartą *Fasada acrylat farbe* dažais irgi su 50 % priedu *Isolant*. Vieno bandinio (0,45 m²) gruntavimui sunaudota grunto su priedu 30 ml. Bandinio vieno sluoksnio nudažymui sunaudota dažų su priedu po 56 ml. Gruntas ir dažai su *Isolant* priedu buvo ruošiami, kaip ir antram bandiniui.

Ketvirtasis gelžbetoninis bandinys buvo nuteptas gruntu *Cekol DL-80* su 20 % priedu *Isolant*. Po to šis bandinys, kaip ir pirmieji bandiniai, 24 valandas buvo džiovinamas patalpoje, esant oro temperatūrai 20 – 22 °C. Nugruntuotas ir išdžiovintas bandinys vėliau buvo nudažytas *Fasada acrylat*

farbe dažais su 70 % priedu *Isolant*. Po 8-ių valandų bandinys buvo nudažytas dar kartą *Fasada acrylat* *farbe* dažais irgi su 70 % priedu *Isolant*. Vieno bandinio (0,45 m²) gruntavimui sunaudota grunto su priedu 30 ml. Bandinio vieno sluoksnio nudažymui sunaudota dažų su priedu po 56 ml. Gruntas ir dažai su *Isolant* priedu buvo ruošiami kaip ir antram bandiniui.

Etaloninis bandinys ir nudažyti bei išdžiovinti bandiniai (12 pav.) buvo tvirtinami specialiomis juostomis prie šaldytuvų – šaldiklių (13 pav.).



12 pav. Nudažytas bandinys



13 pav. Bandinys pritvirtintas prie šaldiklio

3.4 Tyrimų metodika ir įranga

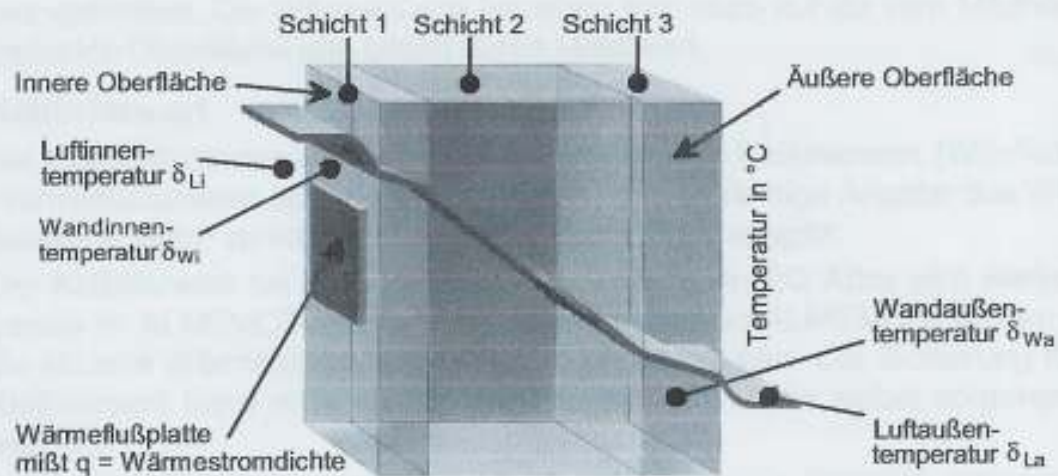
Bandiniams tirti buvo panaudota (14 pav.) klasikinė statybinės fizikos metodika [4]. Bandinių šaldymui buvo panaudoti du šaldytuvai – šaldikliai, galintys suteikti neigiamą temperatūrą iki $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Šaldiklių viduje buvo pastatyti temperatūros ir drėgnio zondai FH A646-E1.

3.2 Bauphysikalische Messwertgeber

3.2.1 Grundlagen der Wärmeflussmessung

Bei Wärmeflussmessungen an Mauerwerk werden der Wärmeübergangs- und der Wärmedurchlasskoeffizient (k-Wert) bestimmt. Dazu sind zwei Lufttemperaturfühler, zwei Wandoberflächentemperaturfühler und eine Wärmeflussplatte zur Bestimmung der Wärmeflussdichte q erforderlich.

Darstellung des Temperaturverlaufs



Je nach Anbringung der Temperaturfühler entspricht der Quotient $q/T_1 - T_0$ dem Wärmeübergangskoeffizienten α , dem Wärmedurchlasskoeffizienten Λ oder dem Wärmedurchgangskoeffizient k :

$$\text{Wärmeübergangskoeffizient } \alpha_i = \frac{\text{Wärmestromdichte } q}{\text{Wandinnentemperatur } T_{Wi} - \text{Luftinnentemperatur } T_{Li}}$$

$$\text{Wärmeübergangskoeffizient } \alpha_a = \frac{\text{Wärmestromdichte } q}{\text{Wandaußentemperatur } T_{Wa} - \text{Luftaußentemperatur } T_{La}}$$

$$\text{Wärmedurchlasskoeffizient } \Lambda = \frac{\text{Wärmestromdichte } q}{\text{Wandinnentemperatur } T_{Wi} - \text{Wandaußentemperatur } T_{Wa}}$$

Wärmedurchgangskoeffizient:

$$\text{Experimenteller k-Wert } k = \frac{\text{Wärmestromdichte } q}{\text{Luftinnentemperatur } T_{Li} - \text{Luftaußentemperatur } T_{La}}$$

DIN-k-Wert

$$k = \frac{1}{1/\alpha_i + 1/\Lambda + 1/\alpha_a}$$

DIN 4108:

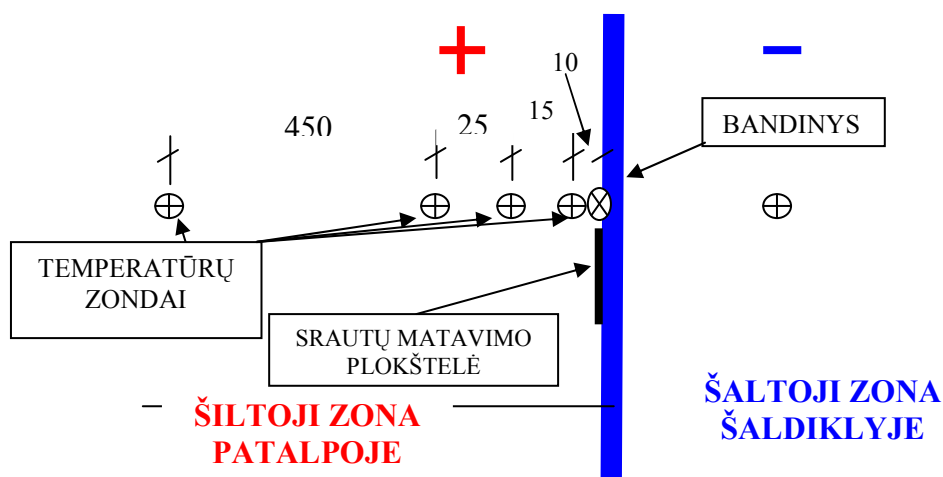
$$\alpha_i = 8,1 \text{ W/m}^2\text{K und}$$

$$\alpha_a = 23,3 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$1/\alpha_i + 1/\alpha_a = 0,16578$$

14 pav. Principinė bandinio šilumos perdavimo koeficiento nustatymo schema [4]

Kaip jau buvo minėta, prie šaldiklių bandiniai buvo glaudžiai priveržiami specialiomis juostomis. Išorėje bandinių paviršiaus vidury buvo pritvirtintos šilumos srautų matavimo plokštelės *FQA018CSI* bei paviršiaus temperatūros matavimo zondai *S 106-G*. Ties bandinio viduriu esančio oro temperatūros kaitai matuoti, vienoje horizontalioje tiesėje, buvo išdėstyta po 4 temperatūros zondus Pt 100. Zondų išdėstymo schema pateikta 14 paveiksle. Visi zondai buvo sujungti su duomenų kaupikliu *Almamo 22904-4*. Duomenų kaupiklis zondų duomenys nuskaitydavo kas 30 min. Savo ruožtu duomenų kaupiklis buvo sujungtas su kompiuteriu, kur naudojantis programa *Data control* buvo nuskaityti išmatuoti parametrai, braižomi grafikai, daroma tolimesnė analizė. Bandiniai buvo bandomi dvi paras. Pirmą parą bandiniai buvo adaptuojami iki pastovių parametrų. Analizei buvo naudojami tik antros paros bandymo duomenys.



15 pav. Zondų išdėstymo schema

Tyrimuose ir teoriniuose skaičiavimuose parametrai pažymėti pagal Lietuvoje galiojančių reglamentų [5] nuorodas.

3.5 Tyrimų rezultatai

Bandinių tyrimų rezultatai pateikti 2, 3 lentelėse. Tyrimo autoriaus kompiuteryje yra visų bandymų duomenys išmatuoti kas 30 min. Šioje ataskaitoje, dėl jų gausos, nepateikiami.

2 lentelė. Temperatūrų vidutiniai didžiai

Eil. Nr.	Bandinio tipas	Vidutinės temperatūros θ , °C					
		θ_e	θ_{si}	θ_{i1}	θ_{i2}	θ_{i3}	θ_i
1	Nedažytas-etaloninis	-20,5	3,3	15,2	16,1	17,1	17,5
	Dažytas su 20 % <i>Isolant</i>	-19,8	3,4	14,4	16,0	16,8	17,5
2	Nedažytas-etaloninis	-20,0	4,5	15,6	16,6	17,5	17,9
	Dažytas su 50 % <i>Isolant</i>	-19,2	4,1	15,6	16,9	17,5	18,0
3	Nedažytas-etaloninis	-19,8	3,4	16,2	16,6	17,0	17,5
	Dažytas su 70 % <i>Isolant</i>	-19,3	4,2	15,5	16,8	17,0	17,5

3 lentelė. Išmatuotų šilumos srautų q ir apskaičiuotų šilumos perdavimo koeficientų U dydžiai*.

Eil. Nr.	Bandinio tipas	Išmatuotų šilumos srautų tankis, q , W/m^2	Šilumos perdavimo koeficientai U , W/m^2K	Šilumos perdavimo koeficientų skirtumai ΔU
1	Nedažytas-etaloninis	99,2	2,737	0,078
	Dažytas su 20 % <i>Isolant</i>	104,0	2,659	
2	Nedažytas-etaloninis	102,1	2,694	0,023
	Dažytas su 50 % <i>Isolant</i>	99,1	2,671	
3	Nedažytas-etaloninis	97,6	2,617	0,032
	Dažytas su 70 % <i>Isolant</i>	95,1	2,584	

*Šilumos perdavimo koeficientų U dydžiai apskaičiuoti pagal klasikinės statybinės fizikos formulę (3.1).

$$U = \frac{q}{\Theta_i - \Theta_e}; W / m^2 K \quad , \quad (3.1)$$

čia: q – išmatuotas vidutinis šilumos srauto tankis, W / m^2 ;

θ_i – išmatuota vidutinė teigiama oro temperatūra patalpoje, °C;

θ_e – išmatuota vidutinė neigiama oro temperatūra šaldiklyje, °C.

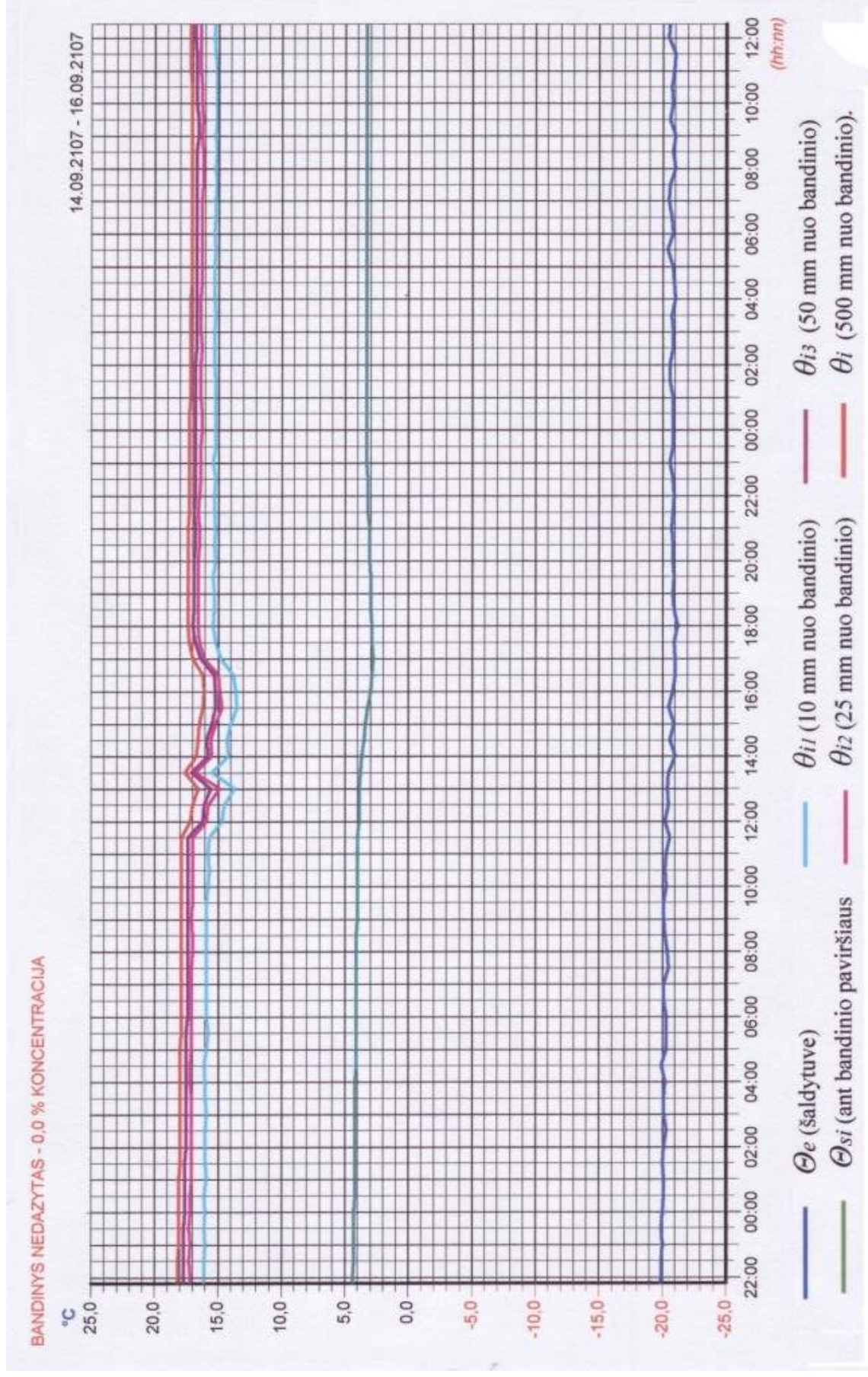
Pirmuoju bandymu buvo tiriamas nedažytas bandinys ir bandinys nudažytas su 20% *Isolant* priedu. Tyrimo rezultatai rodo, kad temperatūrų dydžiai ties abejais bandiniais esti artimi, o šilumos perdavimo koeficientų skirtumas ΔU yra 0,078 W/m^2K (2,84 %).

Antruoju bandymu buvo tiriamas nedažytas bandinys ir bandinys nudažytas su 50 % *Isolant* priedu. Tyrimo rezultatai rodo, kad temperatūrų dydžiai ties abejais bandiniais esti irgi artimi. Šilumos perdavimo koeficientų skirtumas ΔU yra tik 0,023 W/m^2K (0,53 %).

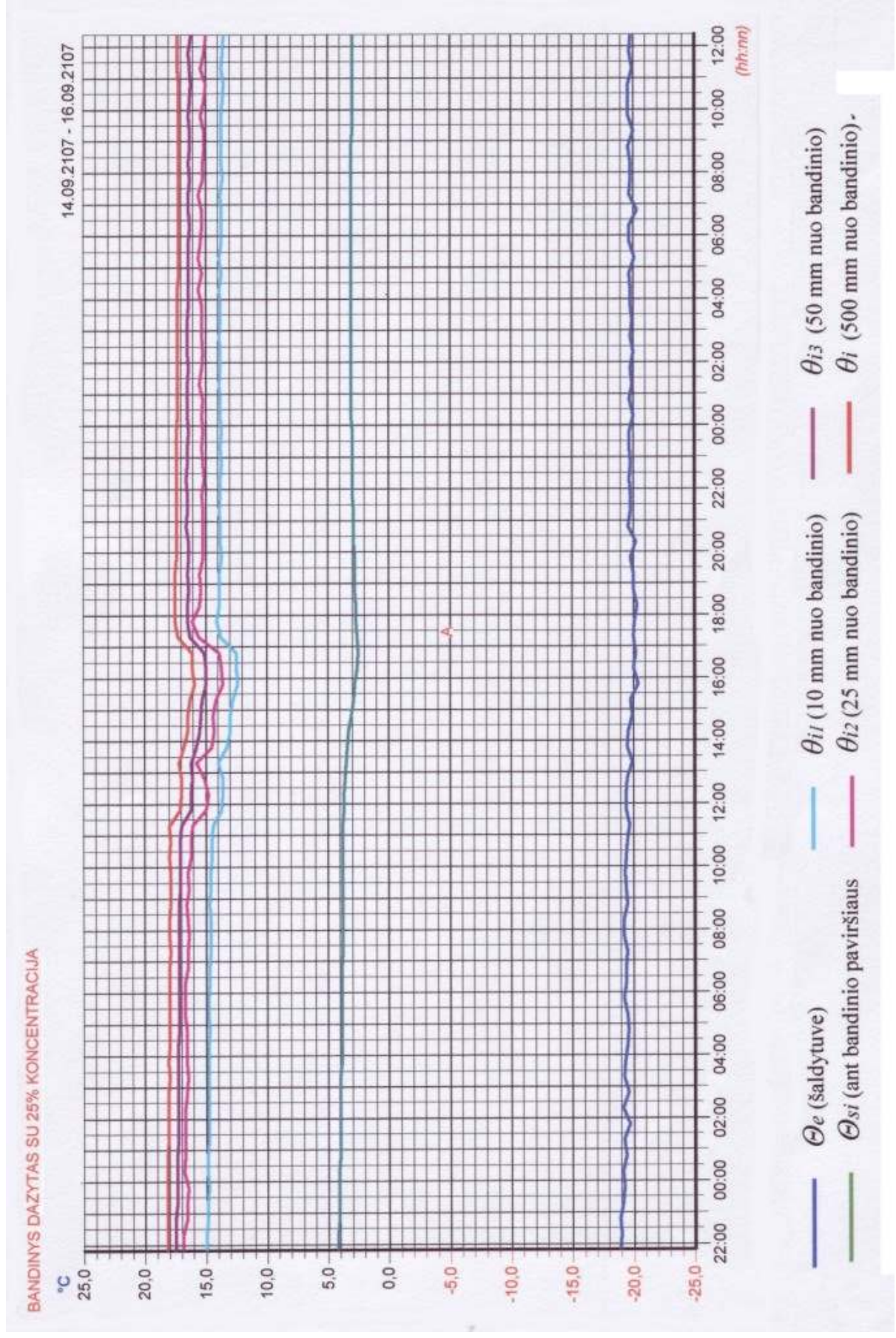
Trečiuoju bandymu buvo tiriamas nedažytas bandinys ir bandinys nudažytas su 70 % *Isolant* priedu. Tyrimo rezultatai rodo, kad temperatūrų dydžiai ties abejais bandiniais est taip pat artimi. Šilumos perdavimo koeficientų skirtumas ΔU yra 0,032 W/m^2K (1,22 %).

Iš gautų rezultatų galima teigti, kad dažai su termoizoliaciniu priedu *Isolant* bandinių paviršiaus ir oro ties bandiniais temperatūrų bei šilumos perdavimo koeficientų dydžiams reikšmingos įtakos neturi.

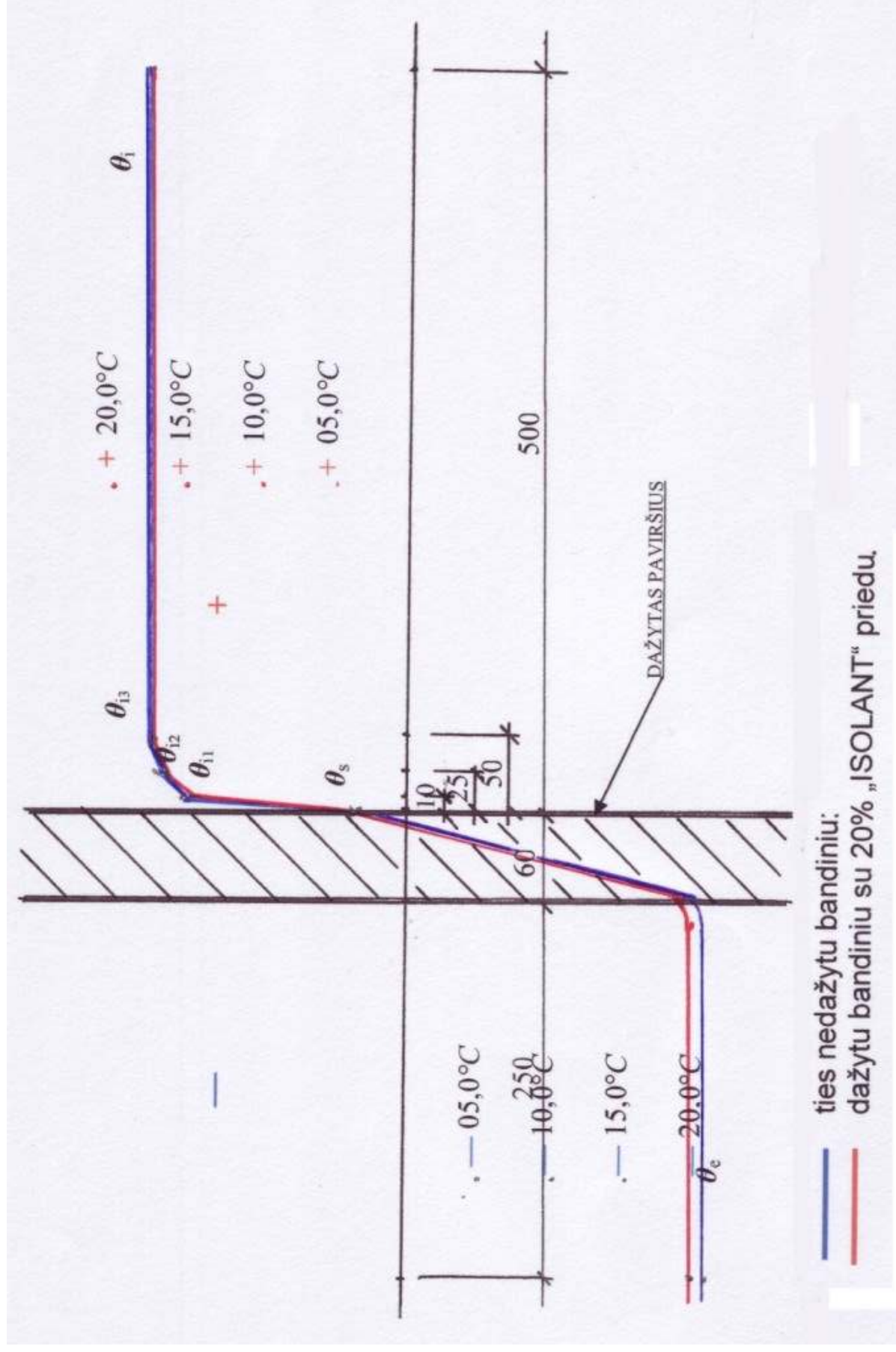
Pateikti tyrimų rezultatai yra susieti tik su bandiniais nudažytais pagal aprašytą dažų paruošimo bei dažymo technologiją. Gali būti, kad naudojant kitą dažų paruošimo bei dažymo technologiją, rezultatai būtų kitokie. Ryšium su tuo yra siūloma šių tyrimų rezultatus, dažų paruošimo bei dažymo technologiją aptarti su priedu *Isolant* gamintojais.



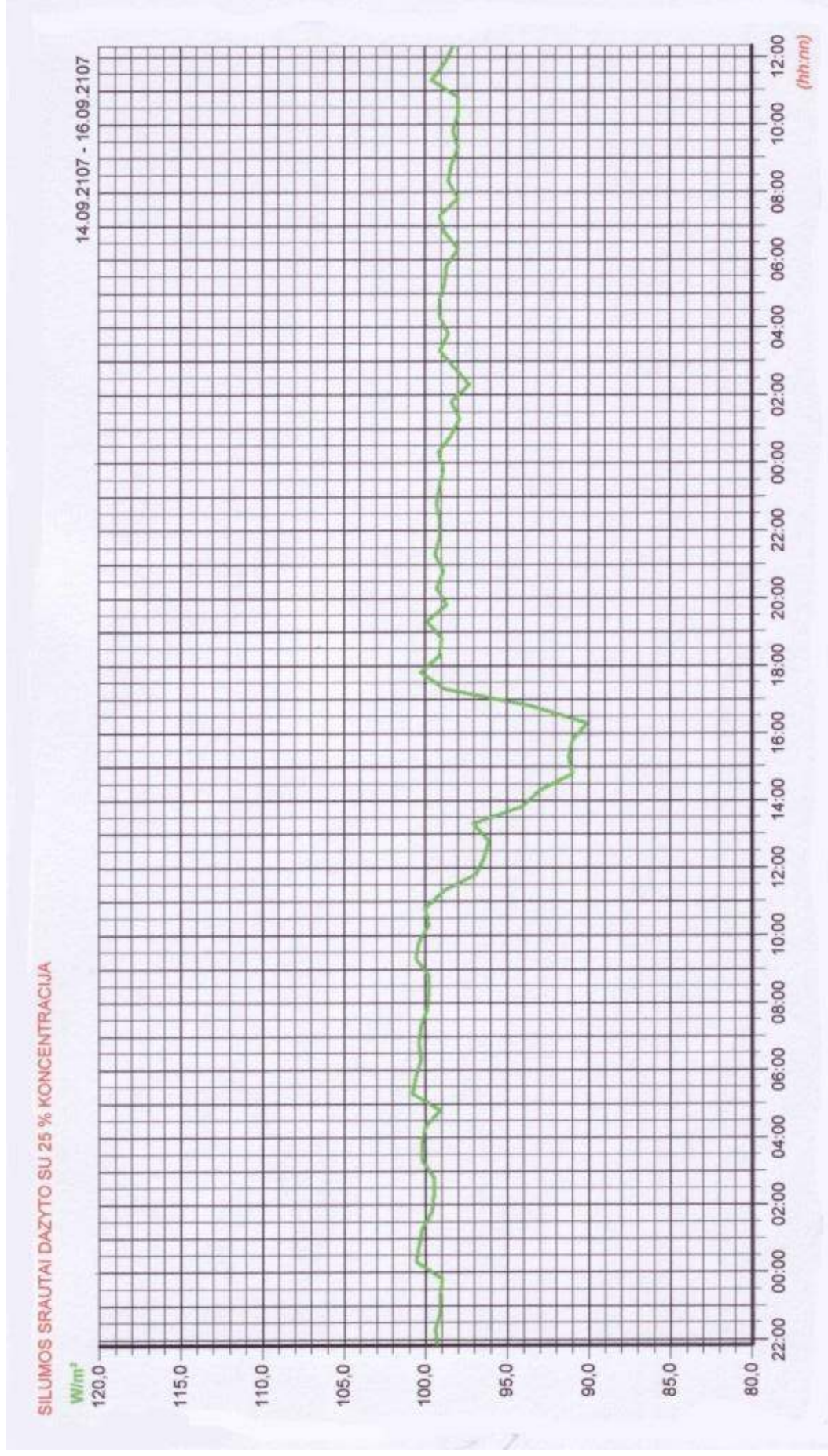
16 pav. Išmatuotos temperatūros bandant nenudažytą bandinį lygiagrečiai su nudažytu bandiniu (20 % termokeraminiu priedu)



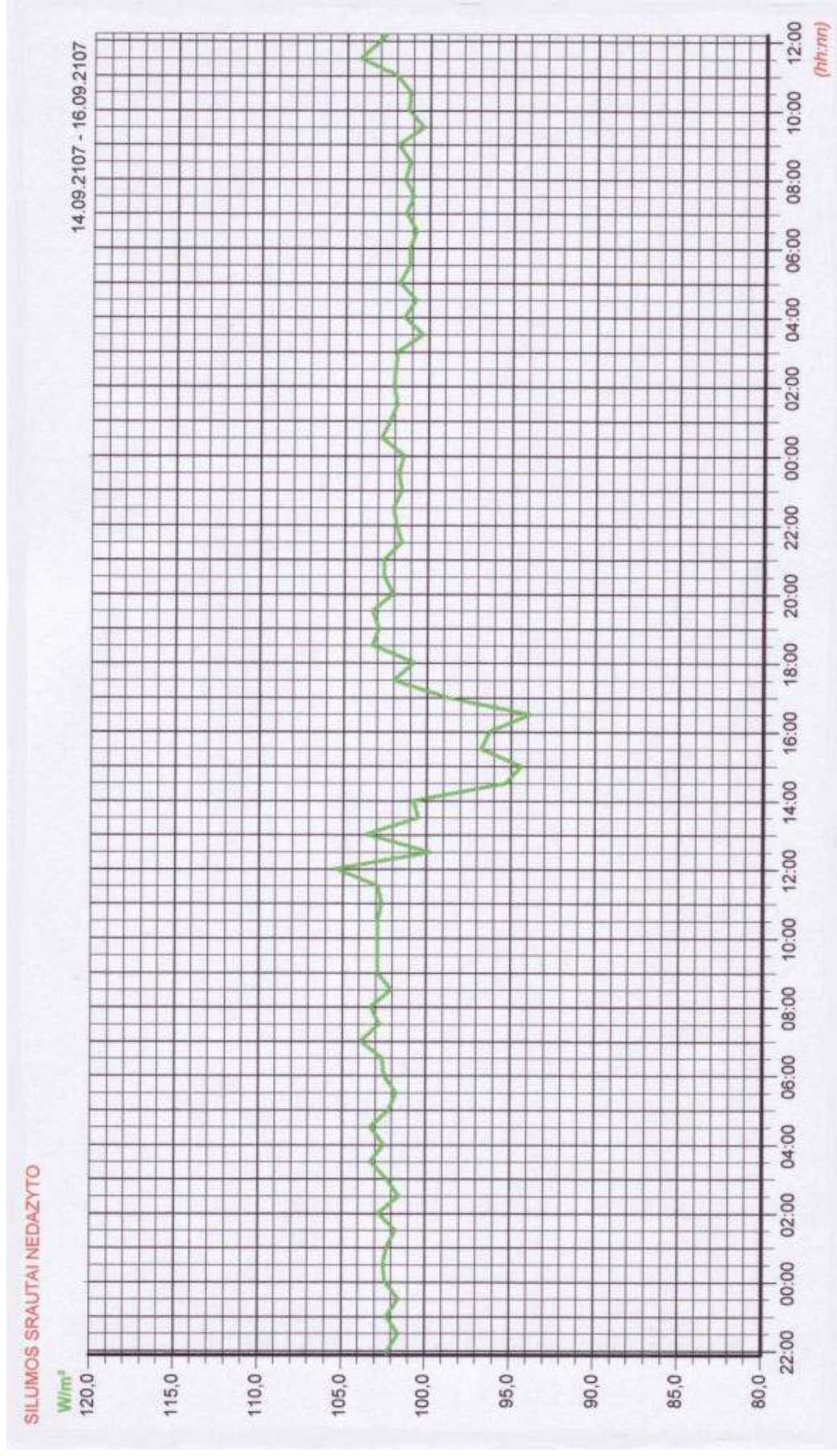
6 pav. Išmatuotos temperatūros bandant nudažytą bandinį su 20 % termokeraminiu priedu



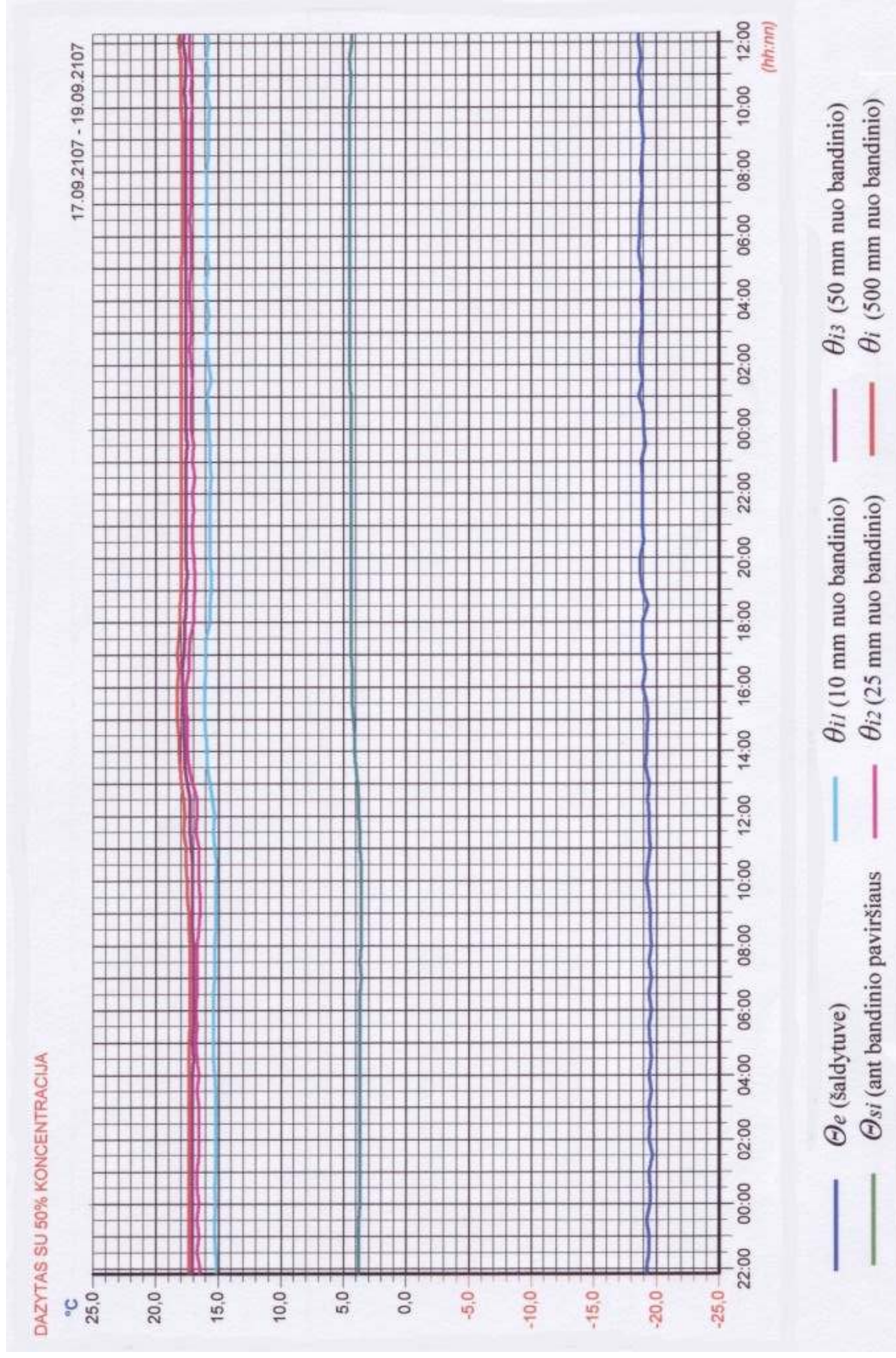
18 pav. Temperatūrų pasiskirstymas ties nedažytu ir dažytu bandiniu su 20 % termokeraminiu priedu



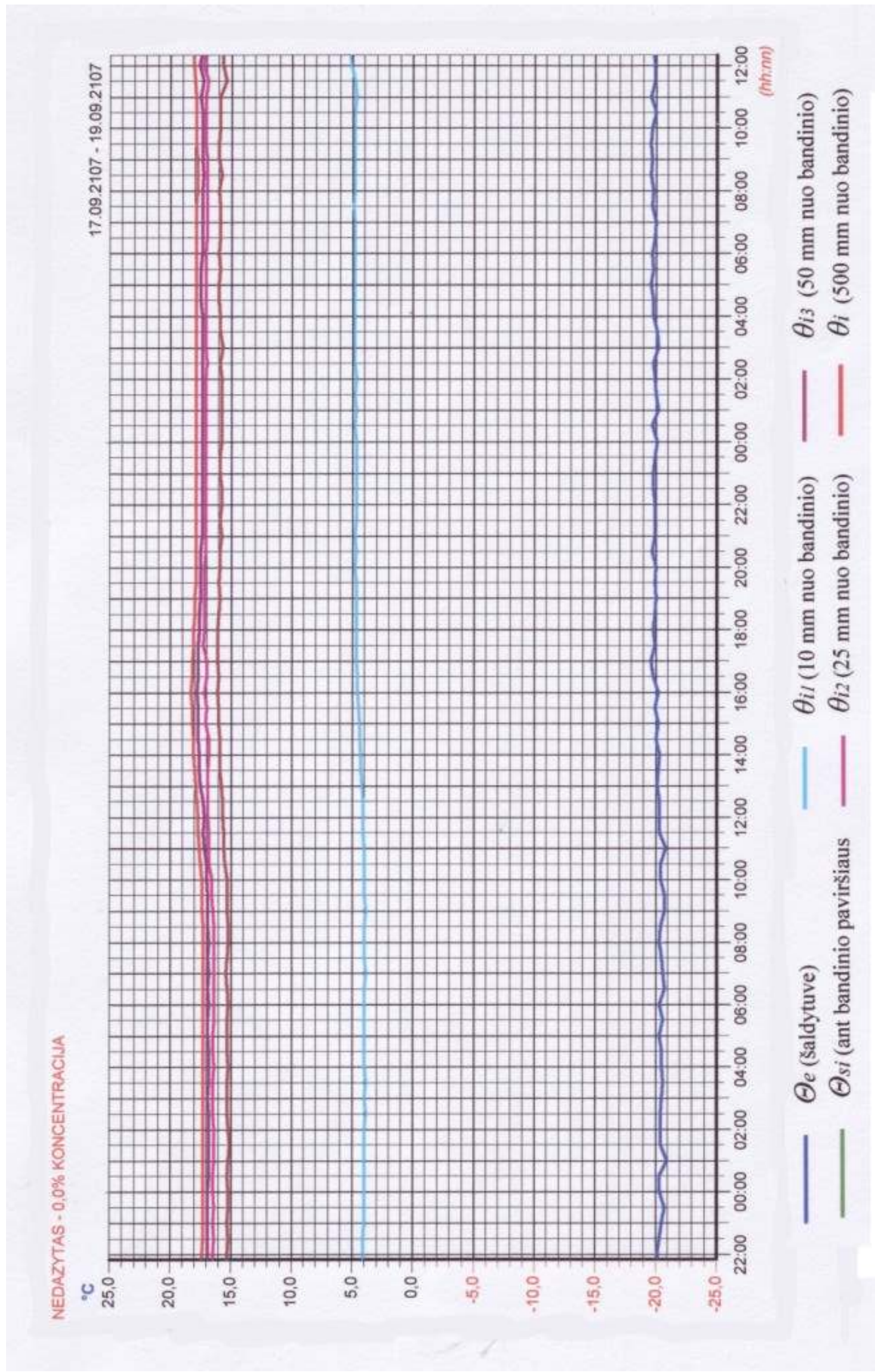
19 pav. Išmatuoti šilumos srautai q bandant nudažytą bandinį su 20 % termokeraminiu priedu



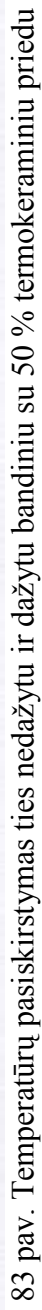
20 pav. Išmatuoti šilumos srautai q bandant nenudažytą bandinį lygiagrečiai su nudažytu bandiniu (20 % termokeraminiu priedu)



21 pav. Išmatuotos temperatūros bandant nudažytą bandinį su 50 % termokeraminio priedu

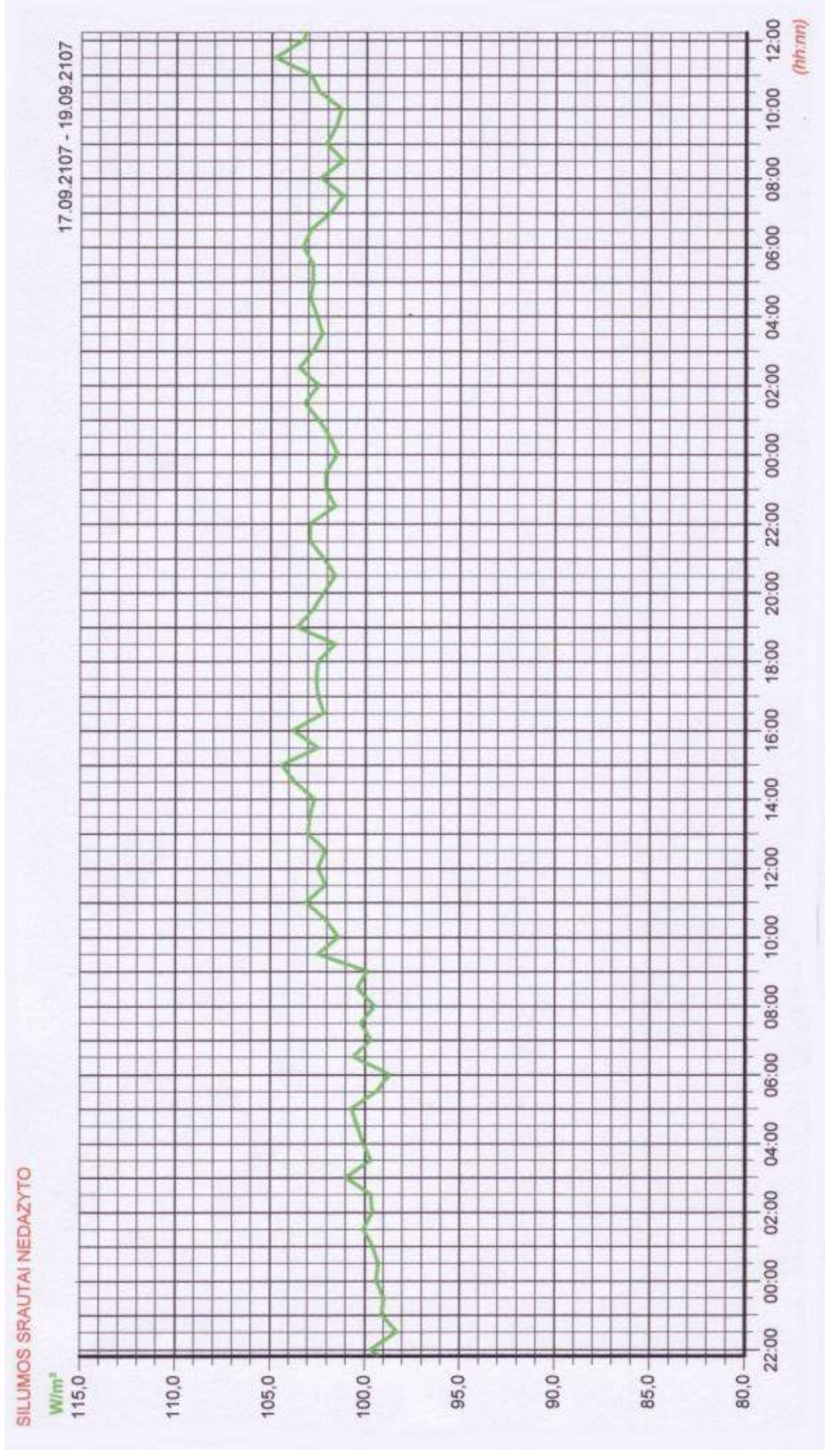


72 pav. Išmatuotos temperatūros bandant nenudažytą bandinį lygiagrečiai su nudažytu bandiniu (50 % termokeraminiu priedu)

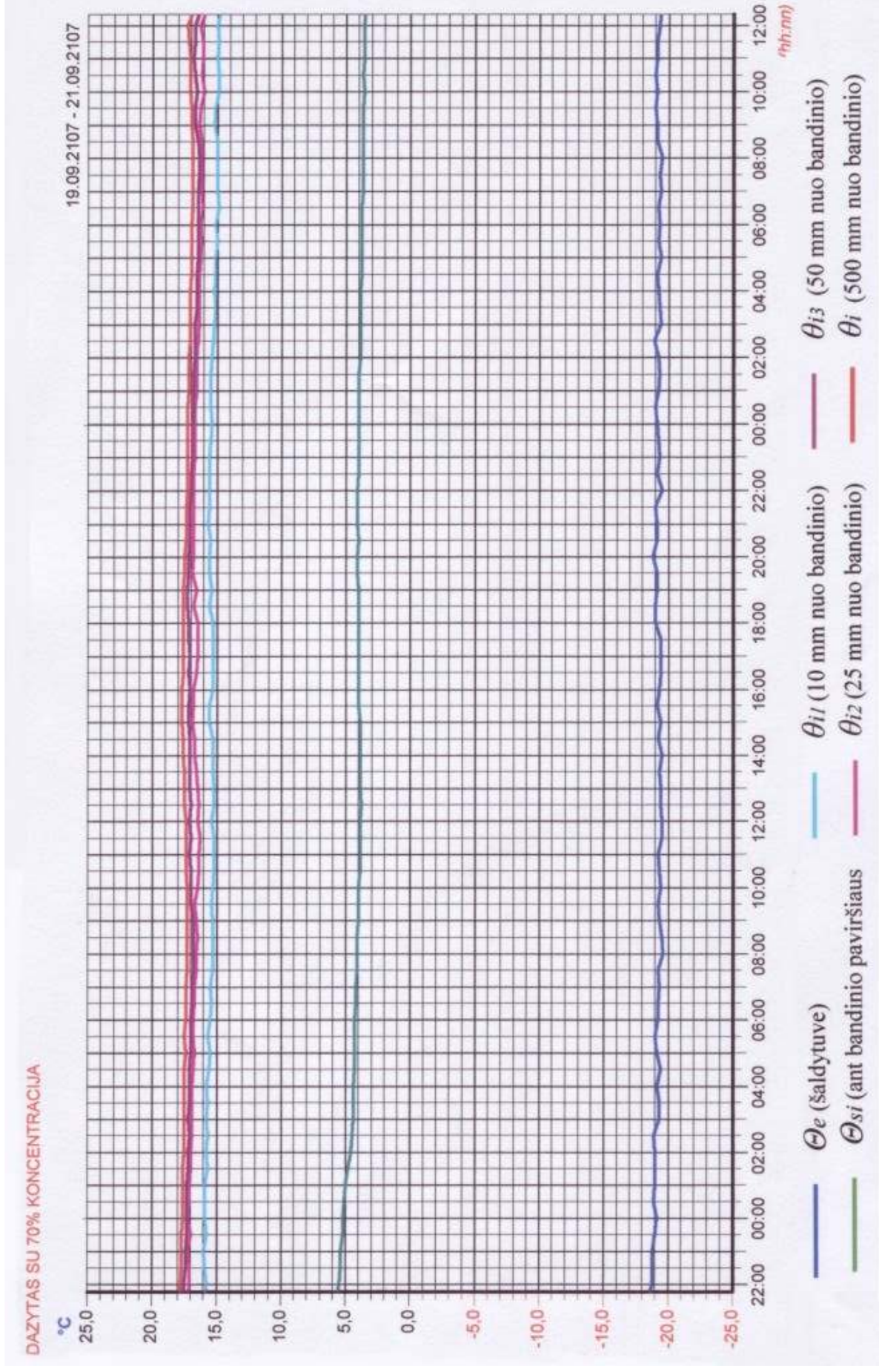




24 pav. Išmatuoti šilumos srautai q bandant nudažytą bandinį su 50 % termokeraminiu priedu

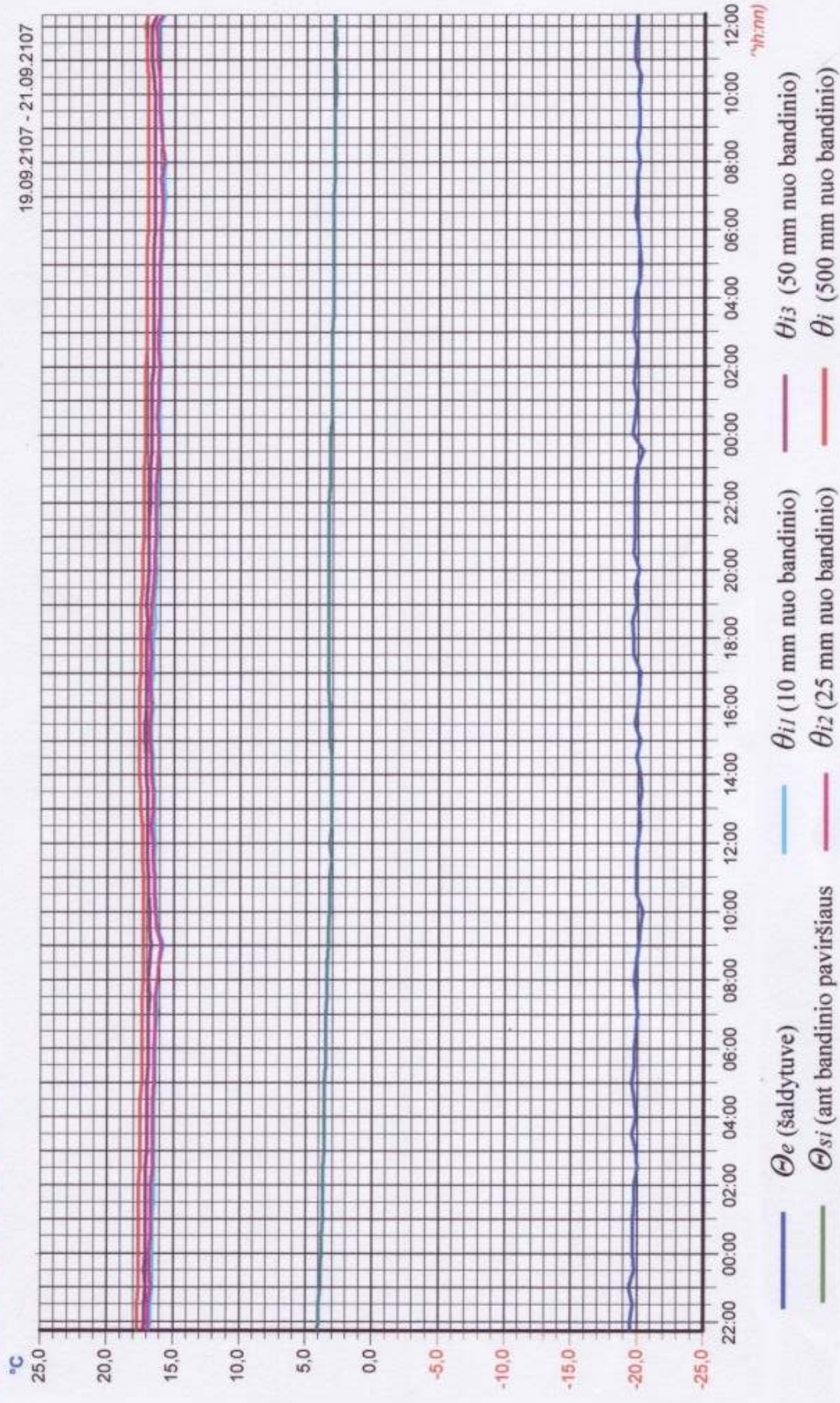


25 pav. Išmatuoti šilumos srautai q bandant nenudažytą bandinį lygiagrečiai su nudažytu bandiniu (50 % termokeraminiu priedu)

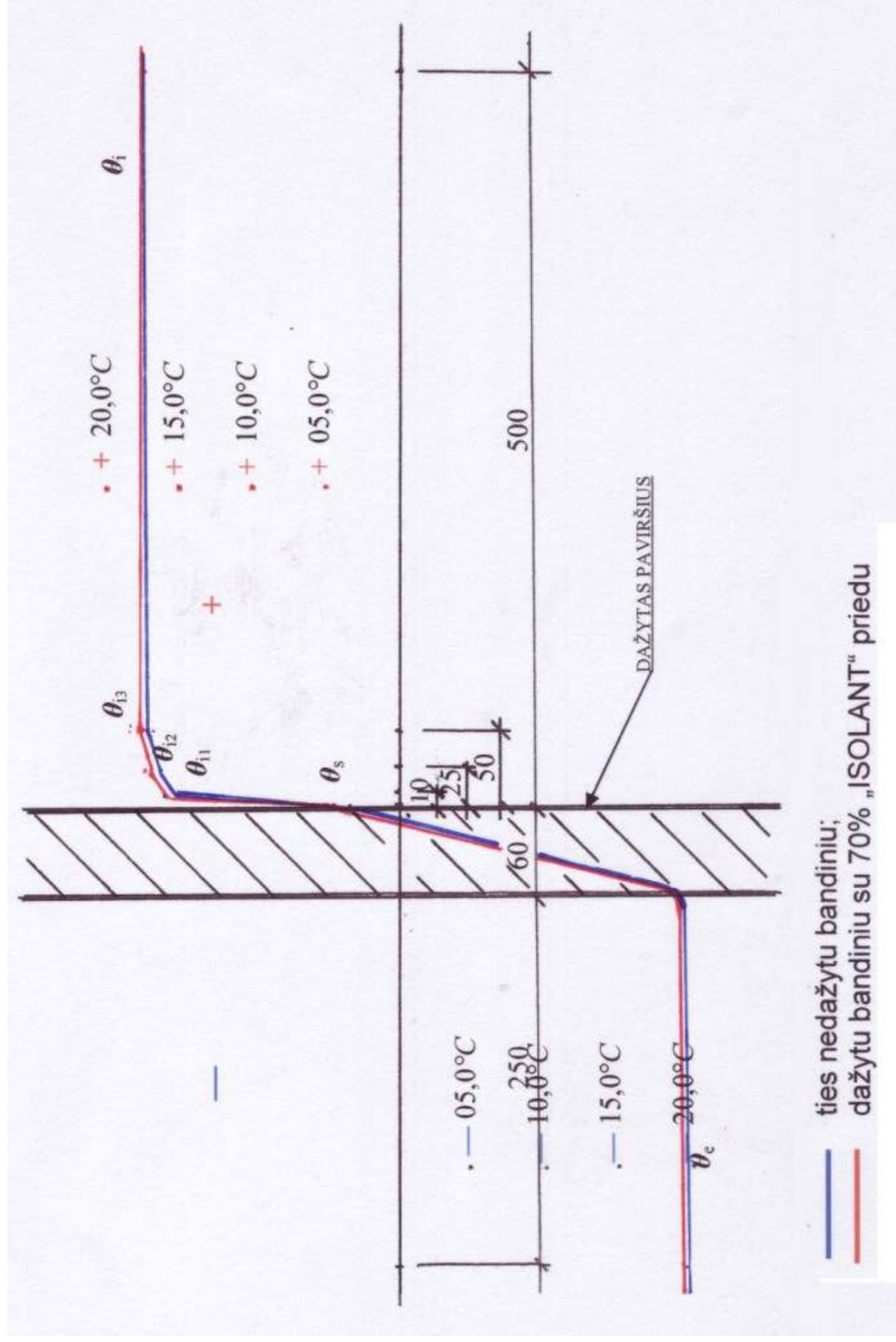


26 pav. Išmatuotos temperatūros bandant nudažytą bandinį su 70 % termokeraminiu priedu

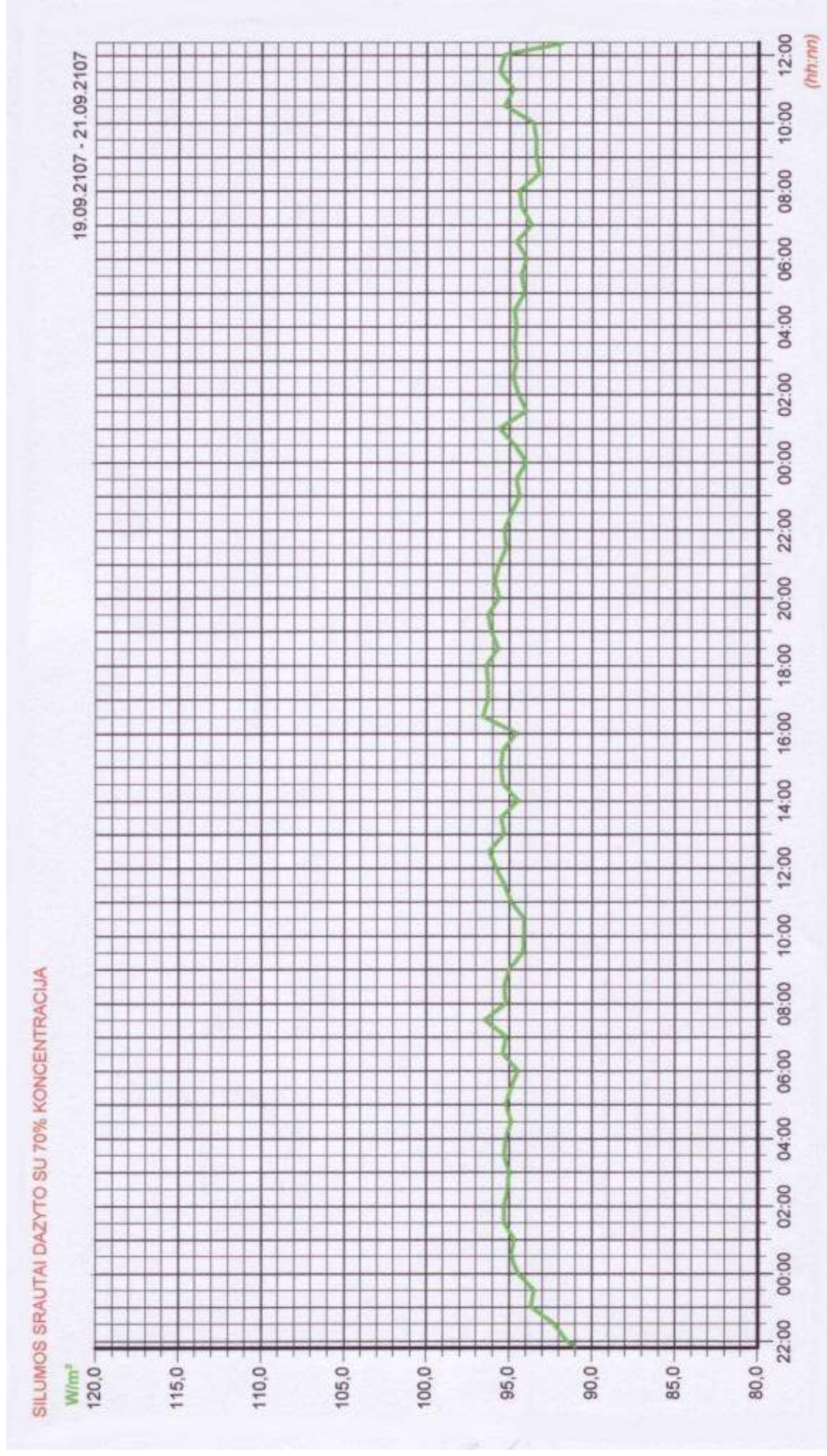
NEDAZYTAS - 0,0% KONCENTRACIJA



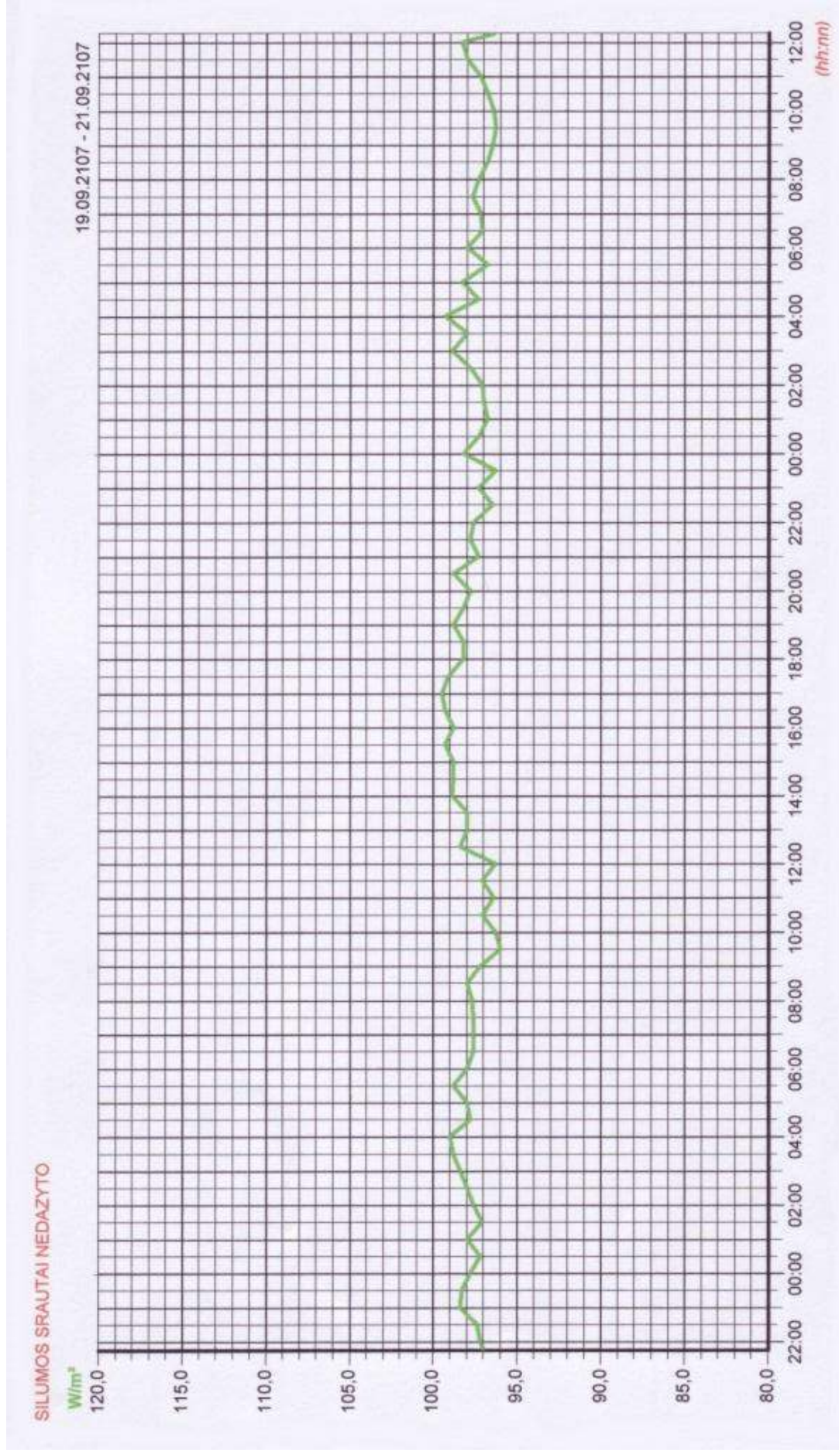
9 pav. Išmatuotos temperatūros bandant nenudažytą bandinį lygiagrečiai su nudažytu bandiniu (70 % termokeraminis priedu)



28 pav. Temperatūros pasiskirstymas ties nedažytu ir dažytu bandiniu su 70 % termokeraminiu priedu



29 pav. Išmatuoti šilumos srautai q bandant nudažytą bandinį su 70 % termokeraminiu priedu



30 pav. Išmatuoti šilumos srautai q bandant nenudažytą bandinį lygiagrečiai su nudažytu bandiniu (70 % termokeraminis priedu)

IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

1. Dažai su termoizoliaciniu priedu *Isolant* šilumos perdavimo koeficientų dydžiams bei bandinių paviršiaus temperatūroms ir oro ties bandiniais reikšmingos įtakos neturi.
2. Pateikti tyrimų rezultatai yra susieti tik su bandiniais nudažytais pagal aprašytą dažų paruošimo bei dažymo technologiją. Gali būti, kad naudojant kitą dažų paruošimo bei dažymo technologiją, rezultatai būtų kitokie. Todėl yra siūloma šių tyrimų rezultatus, dažų paruošimo bei dažymo technologiją aptarti su priedu *Isolan* gamintojais.
3. Tyrimo rezultatai yra pateikti termokeraminio priedo *Isolan* gamintojams. Todėl nerekomenduojama naudoti termokeraminio priedo kol nėra gauti atsakymai iš gamintojo.
4. Termokeraminė medžiaga *Isolan* gali ir neturėti efekto kaip panaši medžiaga nagrinėta literatūros apžvalgoje *Thermo-shield*.

LITERATŪRA

1. *Giriūnas, Č. Ignatavičius, V. Jončas.* Fasadų šiltinimas ir apdaila: plonasluoksnis tinkas. Vilnius, „Nauja statyba“ Nr.3, 2002, p.84-87.
2. *Dieter Scholz.* Typische Baufehler. Erkennen - vermeiden – beheben. 2., überarbeitete Ausgabe. Köln, Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH & Co. 2005, 312 S.
3. *Jürgen Blaich, Roland Büchli und a.* Die Gebäudehülle. Konstruktive, bauphysikalische und umweltrelevante Aspekte.CH-8600 Dübendorf, Fraunhofer EMPA-Akademie, IRB Verlag.2000, 140 S.
4. *Almemo®* - Manual. For all Almemo® measuring instruments. Holzkirchen, Ahlborn Mess- und Regelungstechnik GmbH. 2006.
5. STR 2.05.01:2005 “Pastatų atitvarų šiluminė technika” (Žin., 2005, Nr. 100);
6. *Kardelis K.* Mokslinių tyrimų metodologija ir metodai. – Kaunas: Judex, 2002.
7. *Vaitkevičiūtė V.* tarptautinių žodžių žodynas. - Vilnius: Žodynas, 2001. -P.- 855.

Interneto šaltiniai

8. <http://download.richtigbauen.de/docs/TS/rechenwerte/R01RechenwerteThermoShieldTeil1060523.pdf>
9. <http://www.thermo-shield.sky.ru/issled/issled.htm>
10. <http://www.thermoshieldproducts.com/content/view/34/52/>
11. http://www.biotechresearch.com/catalog/product_info.php?products_id=128&osCsid=8cc265eb2603494637
12. <http://www.thermo-shield.sky.ru/>
13. <http://thermalcoat.ru/Podrobno.htm>
14. <http://www.thermoshield-europe.com/produkte/index.html>
15. <http://www.bioni-shield.by.ru/.htm>
16. <http://www.stroyportal.ru/articles/1237.html>
17. <http://www.nwlink.com/~capstone/Applications.htm>
18. <http://www.termo-line.ru/.html>
19. <http://thermalcoat.ru/Podrobno.htm>
20. http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=41770
21. <http://www.astm.org/JOURNALS/FORENSIC/PAGES/JFS324870941.htm>
22. http://www.hauserlabs.com/Technical_Resources.htm
23. <http://www.tu-braunschweig.de/>
24. <http://www.itb.ac.id/en/>

25. http://www.empa.ch/plugin/template/empa/10/*/--/l=1
26. <http://www.din.de/cmd?workflowname=dinSearch&languageid=en>
27. <http://www.enlakom.ru/publications.htm>
28. <http://209.85.135.104/search?q=cache:nyCSgAnJRt0J:www.docum.ru/gost.asp%3Fsoks%3D87%26page%3D4%26page%3D10+GOST+28196-89&hl=lt&ct=clnk&cd=17&gl=lt>

PRIEDAI

1 priedas. Išorinės sienos struktūra

2 priedas. Koeficiento k matavimas

3 priedas. Širvintų rajono savivaldybės informacija

4 priedas. Vilniaus Universiteto informacija

Išorinės sienos struktūra nuo vidinės link išorinės pusės yra tokia:

- (1) 2,0 cm kalkių skiedinio tinkas
- (2) 36,5 cm silikatinės plytos (pilnos plytos)
- (3) 2,0 cm kalkių ir cemento skiedinio tinkas

Sienos struktūrinių dalių storis yra žinomas iš turimų statybų brėžinių.

Koeficiento U apskaičiavimas (kai siena nepadengta THERMO-SHIELD danga

Objektas: Gyvenamasis blokas

Gatvė: Weststraße 1, 03149 Forstas

Statybinis elementas	Sienos storis s [m]	λ_r [W/mK]	$1/\alpha = s/\lambda_r$ [m ² K / W]
Kalkių skiedinio tinkas	0,020	0,87	0,023
Silikatinės plytos	0,365	0,99	0,369
Cemento skiedinio tinkas	0,020	1,40	0,014
		$1/\alpha =$	0,406

$$R = \frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\alpha_a} \quad [m^2 K / W];$$

$$R = 0,13 + 0,406 + 0,04 \quad [m^2 K / W];$$

$$R = 0.576 \quad [m^2 K / W];$$

$$k = \frac{1}{R} = \frac{1}{0,576} = 1,736 \quad [W / m^2 K];$$

Koeficiento U matavimas					
Objektas:		Gyvenamasis blokas			
Gatvė:		Weststrafe 1, 03149 Forstas			
Paros laikas:		19.00 val.		Nuomininkas: Klose šeima	
Data	Vieta	tLa(°C)	tRL“10“120(°C)	tol-AW	Koeficientas U (W/m²K)
1998 11 21	Gyvenamasis kambarys	2,2	23,6	18,7	1,8
	Miegamasis	2,2	21,7	15,6	0,6
1998 11 22	Gyvenamasis kambarys	0,9	19,6	15,0	1,8
	Miegamasis	0,9	14,0	12,4	0,9
	Vaikų kambarys	0,9	23,6	16,7	2,3
1998 11 29	Vaikų kambarys	-7,4	22,1	15,8	1,6
	Miegamasis	-7,4	14,4	12,6	0,7

tLa =lauko oro temperatūra.

tRL „10“120 = patalpos oro temperatūra 10 cm atstumu nuo sienos ir 1,2 virš grindų.

tol-AW = išorinės sienos vidinės pusės paviršiaus temperatūra 1,2 m aukštyje virš grindų.

Miegamojo išorinė siena nudažyta dažais THERMO-SHIELD INTERIEUR.

$$U_{\text{miegamajame}} = \frac{(0,6 + 0,9 + 0,7)}{3} = 0,73 \quad [W / m^2 K];$$

$$U_{\text{vaikų kambaryje}} = \frac{(1,6 + 2,3)}{2} = 1,95 \quad [W / m^2 K];$$

$$U_{\text{Gyvenamajame kambaryje}} = \frac{(1,8 + 1,8)}{2} = 1,80 \quad [W / m^2 K];$$

**ŠIRVINTŲ RAJONO SAVIVALDYBĖS
ŪKIO VALDYMO IR EKONOMIKOS
SKYRIUS**

Kodas 8872237, Vilniaus g. 61, LT-19120 Širvintos, tel. (8-382) 30 273, faksas (8-382) 30 270

INFORMACIJA

2004-11-26
Širvintos

Sirvintų rajono savivaldybė 2003m. vykdė VŠĮ Sirvintų laisvalaikio centro pastato sporto salės remonto darbus. Sporto salės sienos iš vidaus buvo drėgnos ir apipelijusios dėl nepakankamos patalpų ventiliacijos ir šildymo.

Eksperimento tvarka vykdant remonto darbus dalis sporto salės sienos iš vidaus buvo padengta termokeramikine danga.

Padengtas šia danga sienos plotas nebepelija ir nedrėksta. Likusi sienos dalis ir po remonto drėko ir ant sienų atsirado pelėsių plėmai.

Remdamosi aukščiau eksperimentiniu bandymu, manome, kad termokeramikinio produkto pagalba galima sėkmingai spręsti drėkstančių ir blogai ventiliuojamų paviršių problemas.

Vyr. Specialistas



Šarūnas Vilūnas



VILNIAUS UNIVERSITETAS

2004 11 16

Nr.13100- 428

I 200

Nr.

INFORMACIJA – REKOMENDACIJA

Vilniaus universitetas dėl produkto „Šiluminiai ekranai“ specializuotos termokeraminės dangos sistemos panaudojimo galimybių gali daryti išvadą pagal 2003 m. atliktus darbus.

2003 m. liepos mėnesį specializuota termokeramine danga buvo padengta VU Centrinųjų rūmų drėgna ir apipelijusi vidinė koridoriaus siena. Per savaitę dingo pelėsiai ir drėgmė. Iki šio laiko padengtos sienos atkarpoje drėgmės ir pelėsių neatsirado.

Manome, kad šio produkto pagalba galima sėkmingai likviduoti panašias pastatų problemas.

Ankstesni bandymai naudojant kitas medžiagas teigiamų rezultatų nedavė.

Ūkio direktorius

A. Staniulis

1195081 Universiteto g. 3
LT-01513 Vilnius
El. p. infor@cr.vu.lt
<http://www.vu.lt>

Telefonas
(8-5) 268 70 00

Faksas
(8-5) 268 70 09

A/s 10002455236 AB „Hansabankas“,
banko kodas 73000;
Spec. lėšų sąsk. Nr. LT247044060001101392
AB „Vilniaus bankas“ kodas 70440