



UŽSAKOVAS

Alytaus rajono savivaldybės administracija.

Pulko g. 21, LT-62135 Alytus

Įmonės kodas 188718528. El paštas: info@arsa.lt; Tel. Nr. +370 315 69 019

(juridinio asmens pavadinimas ar fizinio asmens vardas ir pavardė, adresas, juridinio asmens kodas)

OBJEKTAS

Kryžius

unikalus kodas Kultūros vertybių registre 14718

Alytaus rajono sav., Nemunaičio sen., Nemunaičio mstl., Nemuno g.

(pavadinimas, unikalus kodas Kultūros vertybių registre, adresas)

PAVADINIMAS

*„Kryžiaus mūro ir tinko skiedinių cheminiai ir granulimetriniai, polichrominio
dekoro stratigrafiniai ir cheminiai bei užterštumo vandenyje tirpiomis druskomis
tyrimai bei jų apibendrinimas“*

(atliktų darbų pavadinimas)

**TYRIMŲ
VADOVAS**

(pareigų pavadinimas, vardas ir pavardė, specialisto kvalifikacijos atestato išdavimo Nr.)

VILNIUS, 2025 metai



TURINYS

TURINYS	2
ATASKAITOS AIŠKINAMASIS RAŠTAS	3
I. EKSPERIMENTINĖ DALIS	4
1.1. TYRIMŲ PROGRAMA	4
1.2. TYRIMŲ METODIKA	4
II. TYRIMŲ APIBENDRINIMAS	5
2.1. TINKO SKIEDINIŲ VIZUALINĖ IR MIKROSKOPINĖ ANALIZĖ	5
2.2. CHEMINĖ SKIEDINIŲ ANALIZĖ	17
2.2. GRANULIOMETRINĖ SKIEDINIŲ ANALIZĖ	19
2.4. VANDENYJE TIRPIŲ DRUSKŲ KOKYBINĖ CHEMINĖ ANALIZĖ	22
2.5. CHEMINIAI IR STRATIGRAFINIAI DAŽŲ SLUOKSNIŲ TYRIMAI.....	24
III. TYRIMŲ IŠVADOS	27



ATASKAITOS AIŠKINAMASIS RAŠTAS

Ataskaita „Kryžiaus (unikalus kodas Kultūros vertybių registre 14718; Alytaus rajono sav., Nemunaičio sen., Nemunaičio mstl., Nemuno g.) mūro ir tinko skiedinių cheminiai ir granulimetriniai, polichrominio dekoru stratigafiniai ir cheminiai bei užterštumo vandenyje tirpiomis druskomis tyrimai bei jų apibendrinimas“ sudaryta iš trijų dalių bei priedo.

I dalis – eksperimentinė: tyrimų programa, metodika.

II dalis – tyrimų duomenų apibendrinimas. Pateikiama mūro ir tinko skiedinių kokybinės ir kiekybinės sudėties, organinių rišamųjų medžiagų, dažų sluoksnių stratigafiniai ir cheminiai bei užterštumo vandenyje tirpiomis druskomis tyrimai bei jų apibendrinimas.

III dalis – pateikiamos tyrimų išvados.

Parengė:



I. EKSPERIMENTINĖ DALIS

1.1. TYRIMŲ PROGRAMA

1. Nustatyti mūro ir tinkų medžiagų cheminę sudėtį.
2. Nustatyti mūro tinkų užpildų granulimetrinę sudėtį.
3. Nustatyti naudotus pigmentus tinkuose.
4. Nustatyti paminklo cheminę koroziją – užterštumą vandenyje tirpiomis druskomis.
5. Nustatyti užrašo raidžių dažų sluoksnių pigmentus bei rišamąsias medžiagas.
6. Apibendrinti tyrimų rezultatus, pateikti išvadas.

1.2. TYRIMŲ METODIKA

1. Kiekybinė medžiagų sudėtis tirta kiekybinės analizės metodais: procentiniai kaitinimo nuostolių (*K.n.*), netirpaus likučio (*N.l.*), silicio dioksido (SiO_2 , (bendrasis smėlis)), trivalenčių oksidų (R_2O_3), sulfatų (SO_3) kiekiai nustatyti gravimetriniais metodais. Kalcio (CaO) ir magnio oksidų (MgO) kiekiai nustatyti tūriniais metodais.
2. Užpildo granulimetrinė sudėtis nustatyta siojimo būdu, ištirpinus pavyzdį šaltame 5 % HCl vandeniniame tirpale. Užpildas sijotas naudojant *Retsch* 2,5, 1.40, 1.0, 0,5, 0,315 ir 0,14 mm sietus.
3. Chromo (VI) kokybinė cheminė analizė atliekama naudojant fotometrą Mecherey-Nagel Compact photometer PF-12 Plus (bangos ilgis 340-860 nm) ir kolorimetriniu būdu, naudojant testą Mecherey-Nagel VISOCOLOR ECO CHROME (VI).
4. Vandenyje tirpių druskų anijonai kokybiškai identifikuoti mikrocheminiu metodu, stebint specifines jonų atpažinimo reakcijas mikroskopu *Motic 400* (x25–50).
5. Dažų sluoksnių pigmentai ir rišamosios medžiagos nustatyti kokybinės mikrocheminės analizės metodu, naudojantis optiniu mikroskopu *Motic SMZ-171* (x15-x100) ir stebint specifines jonų atpažinimo reakcijas. Taip pat mėginiai kaitinti mufelinėje krosnyje SNOL pasirinktoje temperatūroje (300 – 1000°C), fiksuojant pigmentų spalvinius pokyčius atitinkamoje temperatūroje.
6. Fotofiksacija atlikta naudojantis *Moticam X5 PLUS* skaitmeninės kameros priedu (objektyvo didinimai nuo x15 iki x100).
7. Duomenys pateikti 1 – 3 lentelėse.

II. TYRIMŲ APIBENDRINIMAS

2.1. TINKO SKIEDINIŲ VIZUALINĖ IR MIKROSKOPINĖ ANALIZĖ

Apžiūrėti 8 mėginiai paimti nuo paminklo skirtingų vietų. Apžiūrėjus mėginius vizualiai bei optiniu mikroskopu, nustatyta jų fizinė būklė bei užpildų struktūra. Mėginių paėmimo vietos pažymėtos 1 paveiksle.



1 pav. Paminklo nuotrauka su pažymėtomis mėginių paėmimo vietomis tinko vizualinei ir mikroskopinei, cheminei bei granulimetrinei analizėms atlikti

Mėginys Nr.1 – T-1 (Pjedestalas, dešinė pusė. Kryžius – spalvotas tinkas) (2 pav. A-E)



2 pav. Mėginys Nr.1 – T-1 (Pjedestalas, dešinė pusė. Kryžius – spalvotas tinkas): A, B – mėginio paėmimo vieta; C – mėginio vaizdas pro mikroskopą, x40; D – mėginio skerspjūvio vaizdas pro mikroskopą, x40; E – mėginio, iškaitinto 600°C temperatūroje, vaizdas pro mikroskopą, x20.

Viršutinis spalvotas tinko sluoksnis rausvos spalvos, smulkios, tvirtos struktūros. Karbonatinės kilmės intarpų, o tuščių ertmių nėra – skiedinys išmaišytas gana tolygiai. Apžiūrėjus mėginį pro optinį

mikroskopą, matyti, kad dominuoja aštriabriauniai užpildo akmenukai. Medžio anglies, augalinės kilmės plaušų skiedinyje neaptinkama. Smulkių moliūgų dalelių mėginyje labai mažai. Galimai naudotas papildomai plautas ar valytas smėlio / žvyro užpildas su gausiu raudonosios ochros pigmento priedu. Apžiūrint mikroskopu pastebėta, kad paviršius dažytas šviesia rausva spalva. Dažo sluoksnis labai plonas, vietomis jo nėra išlikusio. Mikrocheminės analizės metu spalvotame skiedinyje identifikuotas baltyminių rišamųjų medžiagų priedas – kazeinas (identifikuoti PO_4^{3-} jonai).

Mėginys Nr.2 – T-2 (Pjdestalas, dešinė pusė. Kryžius – apatinis tinko sluoksnis) (3 pav. A-D)



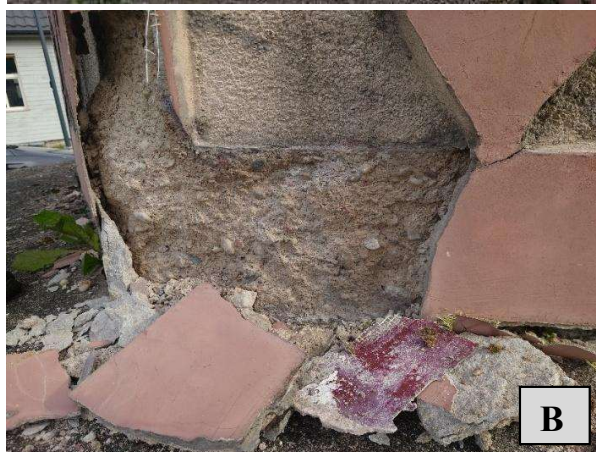
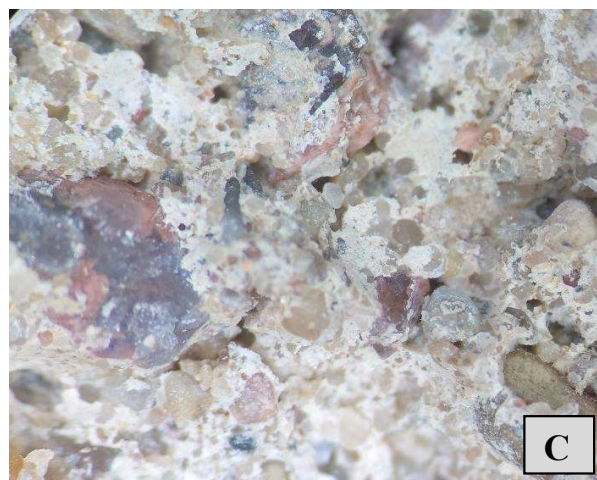
3 pav. Mėginys Nr.2 – T-2 (Pjdestalas, dešinė pusė. Kryžius – apatinis tinko sluoksnis): A, B – mėginio paėmimo vieta; C – mėginio vaizdas pro mikroskopą, x40; D – mėginio vaizdas pro mikroskopą, x20.



Apatinis kryžiaus tinko sluoksnis šviesiai rusvos – kreminės spalvos, labai tvirtos struktūros, stambus. Karbonatinės kilmės intarpų, o tuščių ertmių nėra – skiedinys išmaišytas gana tolygiai. Apžiūrėjus mėginį pro optinį mikroskopą, matyti, kad dominuoja aštriabriauniai užpildo akmenukai, o didesni akmenukai – apvaliabriauniai. Medžio anglies, augalinės kilmės plaušų skiedinyje neaptinkama. Smulkių moliųjų dalelių mėginyje mažai. Galimai naudotas papildomai plautas ar valytas smėlio / žvyro užpildas. Mikrocheminės analizės metu identifikuotas baltyminių rišamųjų medžiagų priedas – kazeinas (identifikuoti PO_4^{3-} jonai).

Mėginys Nr.3 – T-3 (Pjedestalo apatinis apvadas – apatinis tinko sluoksnis) (4 pav. A-D)

Apatinis apvado sluoksnis šviesiai rusvos – kreminės spalvos, ypatingai tvirtos struktūros, stambus. Pavienių karbonatinės kilmės intarpų ar tuščių ertmių nėra – skiedinys išmaišytas labai tolygiai. Apžiūrėjus mėginį pro optinį mikroskopą, matyti, kad didesni užpildo akmenukai apvaliabriauniai, o maži – aštriabriauniai. Skiedinyje taip pat gausu ir labai stambių užpildo akmenų. Augalinės kilmės plaušų skiedinyje neaptinkama. Medžio anglies, smulkių moliųjų dalelių mėginyje – neaptinkama. Galimai naudotas papildomai plautas ar valytas smėlio ir žvyro užpildas. Mikrocheminės analizės metu identifikuotas baltyminių rišamųjų medžiagų priedas – kazeinas (identifikuoti PO_4^{3-} jonai).



4 pav. Mėginys Nr.3 – T-3 (Pjdestalo apatinis apvadas – apatinis tinko sluoksnis): A, B – mėginio paėmimo vieta; C – mėginio vaizdas pro mikroskopą, x20; D – mėginio vaizdas pro mikroskopą, x20; E – mėginio vaizdas pro mikroskopą, x40.

Mėginys Nr.4 – T-4 (Pjedašto priekinė dalis – kryžiaus fonas) (5 pav. A-D)



5 pav. Mėginys Nr.4 – T-4 (Pjedašto priekinė dalis – kryžiaus fonas): A, B – mėginio paėmimo vieta; C – mėginio vaizdas pro mikroskopą, x20; D – mėginio vaizdas pro mikroskopą, x40.

Viršutinis tinko sluoksnis labai tvirtos struktūros, šviesiai pilkos spalvos su raudonos spalvos, galimai granitos skaldos užpildu. Karbonatinės kilmės intarpų ar tuščių ertmių nėra – skiedinys išmaišytas labai tolygiai. Užpildo akmenukai – aštriabriauniai, dominuoja raudonos spalvos užpildas, bet pasitaiko ir baltos spalvos, galimai granito skaldos užpildu. Augalinės kilmės plaušų, medžio anglies, smulkių moliųjų dalelių skiedinyje neaptinkama. Mikrocheminės analizės metu baltyminių rišamųjų medžiagų priedas – kazeinas (PO_4^{3-} jonai) – neidentifikuoti.

Mėginys Nr. 5 – T-5 (Karnizas po stogeliu – su raudonais akmenukais) (6 pav. A-F)



6 pav. Mėginys Nr.5 – T-5 (Karnizas po stogeliu – su raudonais akmenukais): A, B – mėginio paėmimo vieta; C, D – mėginio skerspjūvio vaizdas pro mikroskopą, x40; E, F – mėginio apatinio sluoksnio vaizdas pro mikroskopą, x40.

Viršutinis dekoratyvinis tinko sluoksnis, taip pat kaip ir mėginyje Nr.4 – T4 (Pjėdestalo priekinė dalis – kryžiaus fonas) – su raudonos spalvos užpildo grūdeliais. Apžiūrėjus mėginį

mikroskopu, galima daryti išvadą, kad tinko mėginys analogiškas mėginiui Nr.4 – T4 (Pjdestalo priekinė dalis – kryžiaus fonas).

Apatinis tinko sluoksnis – analogiškas mėginiui Nr. 2 – T2 (Pjdestalas, dešinė pusė. Kryžius – apatinis tinko sluoksnis) ir Nr.3 – T-3 (Pjdestalo apatinis apvadas – apatinis tinko sluoksnis).

Mėginys Nr.6 – T-6 (Stogelis – spalvotas tinkas) (7 pav. A-D)



7 pav. Mėginys Nr.6 – T-6 (Stogelis – spalvotas tinkas): A, B – mėginio paėmimo vieta; C – mėginio skerspjūvio vaizdas pro mikroskopą, x40; D – mėginio vaizdas pro mikroskopą, x40.

Viršutinis spalvotas dekoratyvinis užtrynimo sluoksnis, apžiūrėjus mikroskopu, galima teigti, kad yra identiškas mėginiui Nr.1 – T1 (Pjdestalas, dešinė pusė. Kryžius – spalvotas tinkas).

Mėginys Nr.7 – T-7 (Pjedestalas, dešinė pusė. Apvadas – spalvotas tinkas) (8 pav. A-E)

Viršutinis spalvotas dekoratyvinis užtrynimo sluoksnis yra toks pat kaip ir mėginių Nr.1 – T1 (Pjedestalas, dešinė pusė. Kryžius – spalvotas tinkas), Nr.6 – T6 (Stogelis – spalvotas tinkas). Po apžiūros mikroskopu pastebėta, kad spalvoto tinko paviršiuje yra ne šviesiai rausvos spalvos plonas dažo sluoksnelis, bet tamsiai rudos spalvos dažo sluoksnis.



8 pav. Mėginys Nr.7 – T-7 (Pjedestalas, dešinė pusė. Apvadas – spalvotas tinkas): A, B – mėginio paėmimo vieta; C – mėginio vaizdas pro mikroskopą, x40; D – mėginio skerspjūvio vaizdas pro mikroskopą, x40; E – mėginio, iškaitinto 600°C temperatūroje, vaizdas pro mikroskopą.

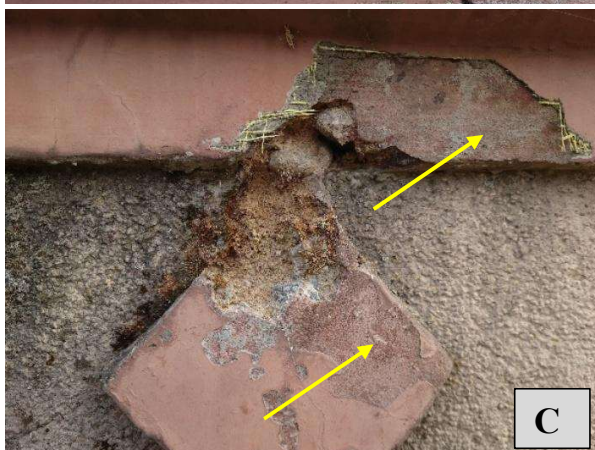
Mėginys Nr.8 – T-8 (Dešinysis obeliskas – tinkas su raudonais akmenukais) (9 pav. A-D)

Viršutinis dekoratyvinis tinko sluoksnis – su raudonos spalvos užpildo grūdeliais. Apžiūrėjus mėginį mikroskopu, galima daryti išvadą, kad tinko mėginys analogiškas mėginiams Nr.4 – T4 (Pjdestalo priekinė dalis – kryžiaus fonas) bei Nr.5 – T5 (Karnizas po stogeliu – su raudonais akmenukais).



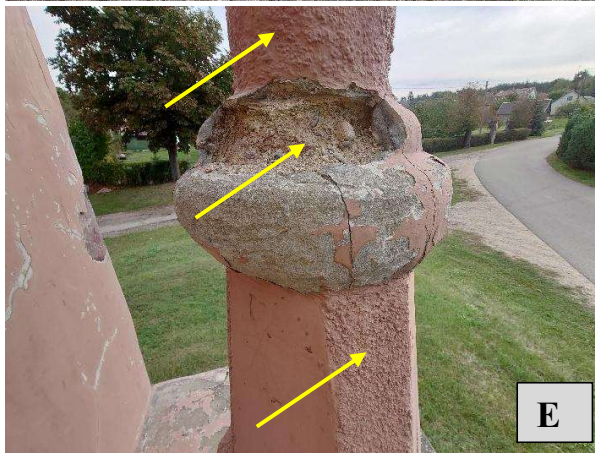
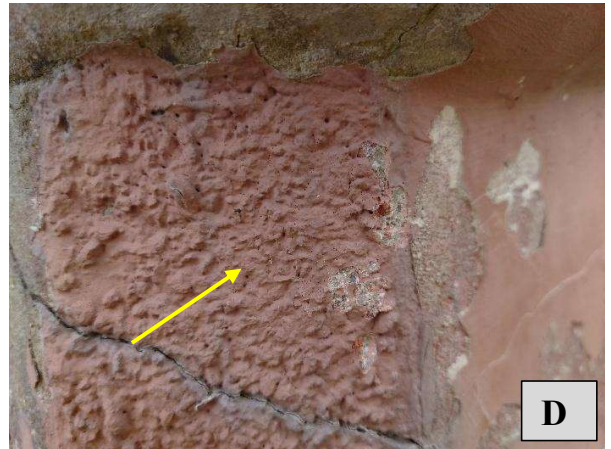
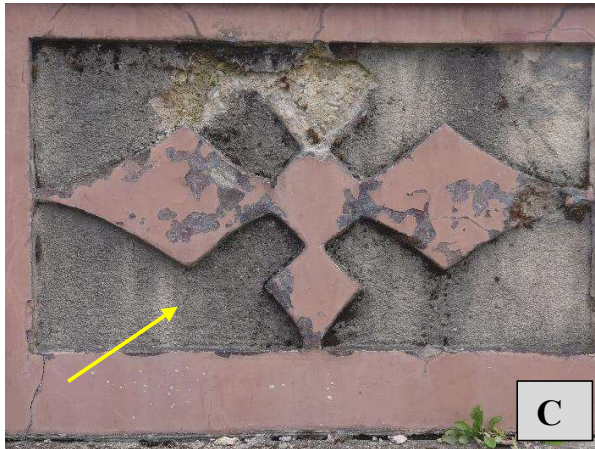
9 pav. Mėginys Nr.8 – T-8 (Dešinysis obeliskas): A, B – mėginio paėmimo vieta; C – mėginio vaizdas pro mikroskopą, x20; D – mėginio skerspjūvio vaizdas pro mikroskopą, x20; E – mėginio vaizdas pro mikroskopą, x40.

Rausvos spalvos tinku tinkuoti paviršiai (10 pav. A-D)



Tinkuoti fragmentai su raudonos spalvos akmenukų užpildu (11 pav. A-F)





Analizę atliko:



2.2. CHEMINĖ SKIEDINIŲ ANALIZĖ

Cheminė skiedinių analizė atlikta 4 mėginiams, kurie buvo paimti iš tų pačių vietų kaip ir vizualinei bei mikroskopinei analizei atlikti. Tinko skiedinių cheminės analizės rezultatai pateikti 1 lentelėje. Mėginių paėmimo vietos pažymėtos 1 paveiksle.

Šešiavalenčio chromo analizė atliekama, norint skiediniuose preliminariai nustatyti cemento priedą. Chromas (VI) senuosiuose cementiniuose skiediniuose aptinkamas kaip šalutinis gamybos produktas – įrengimų sukeliama tarša (pagal ES direktyvas po 2005 metų leidžiamas Cr (VI) oksidų kiekis neturi viršyti 0,002 %).

Mėginys Nr.3 – T-3 (Pjdestalo apatinis apvadas – apatinis tinko sluoksnis)

Atlikus tinko cheminę analizę nustatyta, kad magnezinio modulio (M_m) procentinis kiekis yra 9,05 %, hidraulinio modulio (M_h) – 3,01 %. Atlikus sulfatų (SO_3) kiekybinę analizę, jų nenustatyta. Skiedinio gamyboje naudotos magnezinės kalkės su stipriai išreikštomis hidraulinėmis savybėmis.

Apibendrinant šio mėginio tyrimų rezultatus, galima daryti išvadą, kad gamintas riebus tinko skiedinys: rišamosios medžiagos ir užpildo santykis 1:2,20.

Mėginys Nr.4 – T-4 (Pjdestalo priekinė dalis – kryžiaus fonas)

Atlikus tinko cheminę analizę nustatyta, kad magnezinio modulio (M_m) procentinis kiekis yra 10,20 %, hidraulinio modulio (M_h) – 1,77 %. Atlikus sulfatų (SO_3) kiekybinę analizę, jų nenustatyta. Skiedinio gamyboje buvo naudotos taip pat magnezinės kalkės su stipriai išreikštomis hidraulinėmis savybėmis.

Apibendrinant šio mėginio tyrimų rezultatus, galima daryti išvadą, kad gamintas riebus tinko skiedinys: rišamosios medžiagos ir užpildo santykis – 1:2,58.

Mėginys Nr.5 – T5 (Karnizas po stogeliu – su raudonais akmenukais. Apatinis sluoksnis)

Atlikus tinko cheminę analizę nustatyta, kad magnezinio modulio (M_m) procentinis kiekis yra 6,80 %, hidraulinio modulio (M_h) – 1,55 %. Atlikus sulfatų (SO_3) kiekybinę analizę, jų nenustatyta. Skiedinio gamyboje naudotos taip pat magnezinės kalkės su romancemenčiui būdingomis savybėmis.

Atlikus mėginio chromo oksido (VI) analizę, nustatytas chromo (VI) oksido kiekis – 0,11 mg/L. Todėl apibendrinant tyrimų rezultatus, galima daryti išvadą, kad gamintas labai riebus skiedinys su nedideliu cemento priedu: rišamosios medžiagos (kalkių ir cemento) ir užpildo santykis 1:1,75.

Mėginys Nr.7 – T-7 (Pjėdestalas, dešinė pusė. Apvadas – spalvotas tinkas)

Atlikus tinko cheminę analizę nustatyta, kad magnezinio modulio (M_m) procentinis kiekis yra 10,16 %, hidraulinio modulio (M_h) – 1,48 %. Atlikus sulfatų (SO_3) kiekybinę analizę, jų nenustatyta. Skiedinio gamyboje naudotos magnezinės kalkės su romancemenčiui būdingomis savybėmis.

Atlikus mėginio chromo oksido (VI) analizę, nustatytas chromo (VI) oksido kiekis – 0,14 mg/L. Todėl apibendrinant tyrimų rezultatus, galima daryti išvadą, kad gamintas labai riebus skiedinys su nedideliu cemento priedu: rišamosios medžiagos (kalkių ir cemento) ir užpildo santykis 1:2,70.

1 lentelė. „Skiedinių cheminė sudėtis, %

Mėginio pavadinimas	Rodikliai							R. medž., užpildo ir gipso santykis	Hidraulinis modulis, M_h	Magnezinis modulis, M_m
	K.n.	N.l.	SiO_2	R_2O_3	CaO	MgO	SO_3			
T-3 (Pjėdestalo apatinis apvadas – apatinis tinko sluoksnis)	16,55	58,89	63,01	1,53	17,02	1,88	nėra	1:2,20	3,01	9,05
T-4 (Pjėdestalo priekinė dalis – kryžiaus fonas)	13,46	61,92	67,47	2,67	14,58	1,43	nėra	1:2,58	1,77	10,20
T-5 (Karnizas po stogeliu – su raudonais akmenukais)	17,96	51,44	59,15	3,31	17,06	2,51	nėra	1:1,75	1,55	6,80
T-7 (Pjėdestalas, dešinė pusė. Apvadas – spalvotas tinkas)	13,30	62,86	67,43	4,24	13,00	1,28	nėra	1:2,70	1,48	10,16

Analizę atliko:

Išvadas parengė:

2.2. GRANULIOMETRINĖ SKIEDINIŲ ANALIZĖ

Tyrimams paimti 7 mėginiai, kurie buvo paimti iš tų pačių vietų kaip ir vizualinei bei mikroskopinei analizei atlikti. Tinko skiedinių granulimetrinės analizės rezultatai pateikti 2 lentelėje. Mėginių paėmimo vietos pažymėtos 1 paveiksle.

Mėginys Nr.2 – T-2 (Pjedestalas, dešinė pusė. Kryžius – apatinis tinko sluoksnis)

Tinko skiedinio gamybai buvo panaudotas smėlio užpildas, kurio frakcijos pasiskirsto ant sietų 2,5 (14,17 %), 1,4 (14,17 %), 1,0 (8,66 %), 0,5 (29,13%), 0,315 (14,17 %), 0,14 (14,17 %) mm. Smulki liekana mėginyje yra 5,53 %. Rūpumo modulis M_r – 3,20. Apibendrinant tyrimų rezultatus galima daryti išvadą, kad skiedinio gamybai panaudotas švarus, valytas smulkiagrūdis smėlio (0 – 2mm frakcija) užpildas.

Mėginys Nr.3 – T-3 (Pjdestalo apatinis apvadas – apatinis tinko sluoksnis)

Tinko skiedinio gamybai buvo panaudotas smėlio užpildas, kurio frakcijos pasiskirsto ant sietų 5,0 (11,71 %), 2,5 (12,59 %), 1,4 (11,01 %), 1,0 (9,62 %), 0,5 (20,28 %), 0,315 (18,01 %), 0,14 (12,06 %) mm. Smulki liekana mėginyje yra 4,72 %. Rūpumo modulis M_r – 3,60. Apibendrinant tyrimų rezultatus galima daryti išvadą, kad skiedinio gamybai panaudotas švarus, valytas smulkiagrūdis smėlio (0 – 2mm frakcija) užpildas.

Mėginys Nr.4 – T-4 (Pjdestalo priekinė dalis – kryžiaus fonas)

Skiedinio gamybai buvo panaudotas smėlio užpildas, kurio frakcijos pasiskirsto ant sietų 2,5 (6,57 %), 1,4 (12,21 %), 1,0 (13,14 %), 0,5 (32,86 %), 0,315 (15,02 %), 0,14 (15,02 %) mm. Smulki liekana mėginyje yra 5,18 %. Rūpumo modulis M_r – 2,97. Apibendrinant tyrimų rezultatus galima daryti išvadą, kad skiedinio gamybai panaudotas švarus, valytas labai stambus smėlio (0 – 2mm frakcija) ir žvirgždo (2 – 10 mm frakcija) užpildas.

Mėginys Nr. 5 – T-5 (Karnizas po stogeliu – su raudonais akmenukais)

Tinko skiedinio gamybai buvo panaudotas smėlio užpildas, kurio frakcijos pasiskirsto ant sietų 1,4 (12,80 %), 1,0 (8,79 %), 0,5 (36,00 %), 0,315 (16,81 %), 0,14 (19,20 %) mm. Smulki liekana mėginyje yra 6,40 %. Rūpumo modulis M_r – 2,60. Apibendrinant tyrimų rezultatus galima daryti

išvadą, kad skiedinio gamybai panaudotas švarus, valytas labai stambus smėlio (0 – 2mm frakcija) ir žvirgždo (2 – 10 mm frakcija) užpildas.

Mėginys Nr.6 – T-6 (Stogelis – spalvotas tinkas)

Tinko skiedinio gamybai buvo panaudotas smėlio užpildas, kurio frakcijos pasiskirsto ant sietų 0,5 (1,30 %), 0,315 (7,79 %), 0,14 (46,75 %) mm. Smulki liekana mėginyje yra 44,16 %. Rūpumo modulis M_r – 0,66. Apibendrinant tyrimų rezultatus galima daryti išvadą, kad skiedinio gamybai panaudotas švarus, valytas labai stambus smėlio (0 – 2mm frakcija) ir žvirgždo (2 – 10 mm frakcija) užpildas.

Mėginys Nr.7 – T-7 (Pjedestalas, dešinė pusė. Apvadas – spalvotas tinkas)

Tinko skiedinio gamybai buvo panaudotas smėlio užpildas, kurio frakcijos pasiskirsto ant sietų 1,4 (7,43 %), 1,0 (6,29 %), 0,5 (9,71 %), 0,315 (15,43 %), 0,14 (44,57 %) mm. Smulki liekana mėginyje yra 16,57 %. Rūpumo modulis M_r – 1,67. Apibendrinant tyrimų rezultatus galima daryti išvadą, kad skiedinio gamybai panaudotas švarus, valytas labai stambus smėlio (0 – 2mm frakcija) ir žvirgždo (2 – 10 mm frakcija) užpildas.

Mėginys Nr.8 – T-8 (Dešinysis obeliskas – tinkas su raudonais akmenukais)

Tinko skiedinio gamybai buvo panaudotas užpildas, kurio frakcijos pasiskirsto ant sietų 2,5 (17,71 %), 1,4 (10,42 %), 1,0 (6,25 %), 0,5 (21,35 %), 0,315 (10,94 %), 0,14 (17,71 %) mm. Smulki liekana mėginyje yra 15,62 %. Rūpumo modulis M_r – 2,87. Apibendrinant tyrimų rezultatus galima daryti išvadą, kad skiedinio gamybai panaudotas švarus, valytas labai stambus smėlio (0 – 2mm frakcija) ir žvirgždo (2 – 10 mm frakcija) užpildas.

2 lentelė. „Skiedinių užpildų granulimetrinė sudėtis, %

Pavyzdžių paėmimo vieta	Likutis ant sietų Nr.mm,%								Rūpumo modulis, M_s
	5.0	2.5	1.4	1.00	0.5	0.315	0.14	smulki liekana	
Mėginys Nr.2 – T-2 (Pjedestalas, dešinė pusė. Kryžius – apatinis tinko sluoksniš)	-	14,17	14,17	8,66	29,13	14,17	14,17	5,53	3,20
Mėginys Nr.3 – T-3 (Pjedestalo apatinis apvadas – apatinis tinko sluoksniš)	11,71	12,59	11,01	9,62	20,28	18,01	12,06	4,72	3,60
Mėginys Nr.4 – T-4 (Pjedestalo priekinė dalis – kryžiaus fonas)	-	6,57	12,21	13,14	32,86	15,02	15,02	5,18	2,97
Mėginys Nr. 5 – T-5 (Karnizas po stogeliu – su raudonais akmenukais)	-	-	12,80	8,79	36,00	16,81	19,20	6,40	2,60
Mėginys Nr.6 – T-6 (Stogelis – spalvotas tinkas)	-	-	-	-	1,30	7,79	46,75	44,16	0,66
Mėginys Nr.7 – T-7 (Pjedestalas, dešinė pusė. Apvadas – spalvotas tinkas)	-	-	7,43	6,29	9,71	15,43	44,57	16,57	1,67
Mėginys Nr.8 – T-8 (Dešinysis obeliskas – tinkas su raudonais akmenukais)	-	17,71	10,42	6,25	21,35	10,94	17,71	15,62	2,87

Analizę atliko:

Išvadas parengė:

2.4. VANDENYJE TIRPIŲ DRUSKŲ KOKYBINĖ CHEMINĖ ANALIZĖ

Vandenyje tirpioms druskoms identifikuoti paimti 6 mėginiai nuo paminklo bei nuo jį juosiančios tvorelės. Tyrimų rezultatai pateikti 3 lentelėje, mėginių paėmimo vietos pažymėtos 12 paveiksle.



12 pav. Paminklas su pažymėtomis mėginių paėmimo vietomis užterštumui vandenyje tirpiomis druskomis nustatyti

Atlikus vandenyje tirpių chloridų (*Cl*) druskų kokybinę cheminę analizę, nustatyta, kad paminklo bendras užterštumas šiomis druskomis yra labai mažas – tik mėginiuose Dr1, Dr3 ir Dr4 nustatyti labai maži kiekiai šių druskų, likusiuose mėginiuose šios druskos neidentifikuotos arba rasti tik jų pėdsakai.

Atlikus vandenyje tirpių sulfatų (SO_4^{2-}) druskų kokybinę cheminę analizę, nustatyta, kad paminklo bendras užterštumas šiomis druskomis taip pat yra labai mažas – Tik mėginyje Dr5 nustatyti maži kiekiai šių druskų. Likusiuose mėginiuose identifikuoti tik pėdsakai šių druskų.

Atlikus vandenyje tirpių nitratų (NO_3^-) druskų kokybinę cheminę analizę, nustatyta, kad bendras paminklo užterštumas šiomis druskomis taip pat labai mažas. Mėginiuose Dr5 ir Dr6 nustatyti maži ir labai maži kiekiai šių druskų, kai likusiuose mėginiuose šios druskos neidentifikuotos.

Atlikus vandenyje tirpių nitritų (NO_2^-) druskų kokybinę cheminę analizę, nustatyta, kad bendras paminklo užterštumas šiomis druskomis mažas, bet palyginus su užterštumu kitomis druskomis – didžiausias. Mėginiuose Dr2 ir Dr6 identifikuoti maži kiekiai, o mėginiuose Dr1 ir Dr3–Dr5 – identifikuoti labai maži kiekiai šių druskų.

Atlikus vandenyje tirpių druskų anijonų kokybinę cheminę analizę, galima daryti išvadą, kad:

- ✓ paminklo užterštumas vandenyje tirpiomis chloridų (Cl^-), sulfatų (SO_4^{2-}) ir nitratų (NO_3^-) druskomis – labai mažas;
- ✓ paminklo užterštumas vandenyje tirpiomis nitritų (NO_2^-) druskomis – tik šiek tiek didesnis nei užterštumas chloridų (Cl^-), sulfatų (SO_4^{2-}) bei nitratų (NO_3^-) druskomis.

3 lentelė. Vandenyje tirpių druskų anijonų kokybinė cheminė analizė

Eil. Nr.	Pavyzdžių paėmimo vieta	Vandeninės ištraukos pH	Vandenyje tirpių druskų anijonai			
			Cl^-	SO_4^{2-}	NO_3^-	NO_2^-
1.	Dr1	5-6	+	pėds.	–	+
2.	Dr2 (nugarinė pusė)	5-6	–	pėds.	–	++
3.	Dr3	5-6	+	pėds.	–	+
4.	Dr4	6-7	+	pėds.	–	+
5.	Dr5	6-7	–	++	++	+
6.	Dr6 (tvorelė)	6-7	pėds.	pėds.	+	++

Žymėjimas:

pėds. – identifikuoti pėdsakai

– – neidentifikuota

+

++ – identifikuota mažas kiekis

+++ – identifikuotas didelis kiekis

++++ – identifikuotas labai didelis kiekis

Analizę atliko:

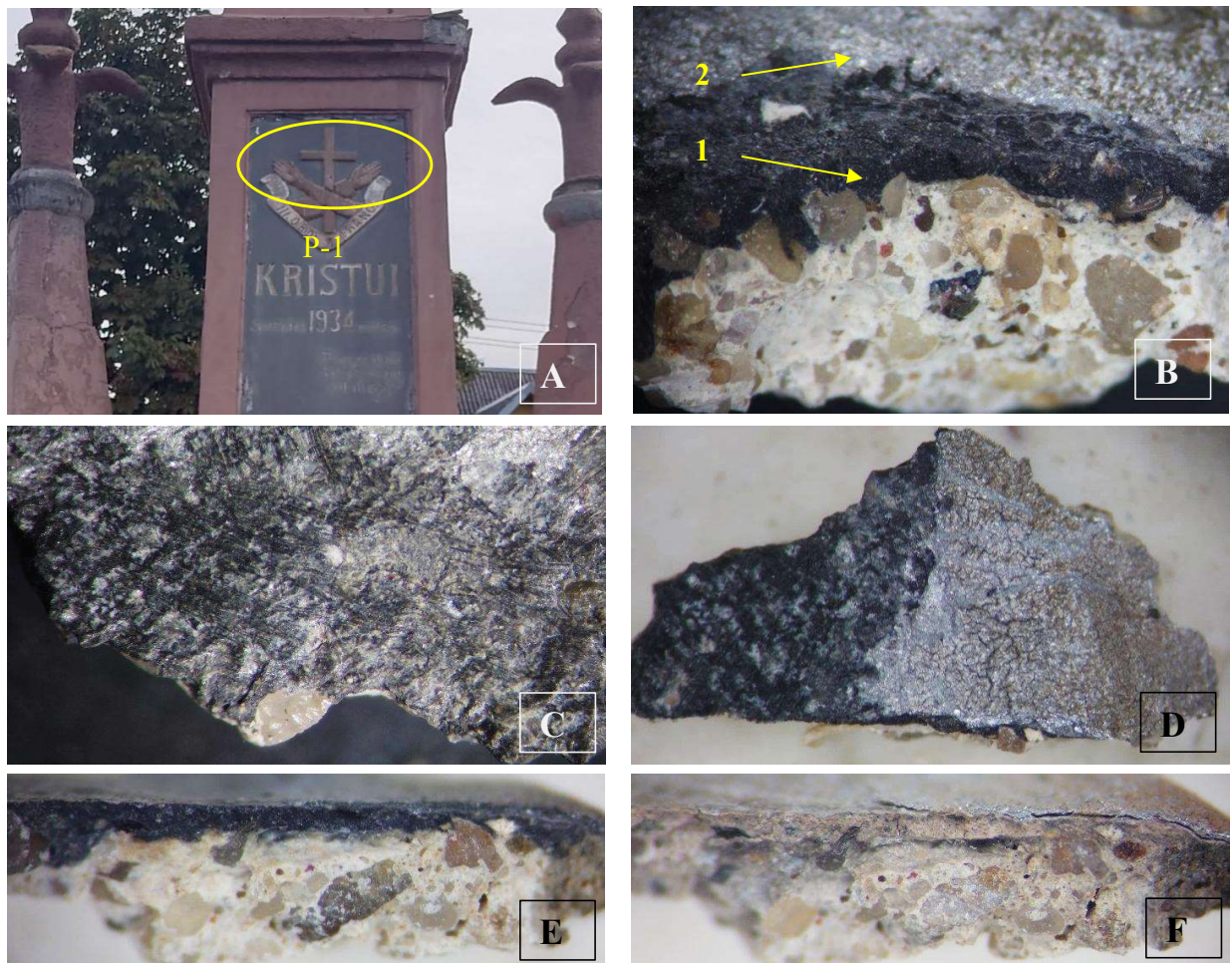
Išvadas parengė:

2.5. CHEMINIAI IR STRATIGRAFINIAI DAŽŲ SLUOKSNIŲ TYRIMAI

Stratigrafiniams ir cheminiams dažų sluoksnių tyrimams atlikti, paimti trys mėginiai nuo paminklo priekinėje dalyje esančių užrašų bei juodos spalvos užrašo pagrindo. Toliau pateikiamos mėginio paėmimo vietos, tirta mėginio mikro nuotrauka ir tyrimų rezultatai. Mėginiai numeruojami iš apačios į viršų: t.y. – 1 sluoksnis yra ankstyviausias.

Mėginys P-1 (juodas užrašo fonas) (13 pav. A-D)

Mėginio paėmimo vietos nuotrauka (A) bei mėginio vaizdai pro mikroskopą (B- F) pateikiami 13 paveiksle.



13 pav. Mėginys P-1 (juodas užrašo fonas): A – mėginio paėmimo vieta, B – mėginio skerspjūvio vaizdas pro mikroskopą, x60, C – mėginio vaizdas pro mikroskopą, x60, D – mėginio vaizdas pro mikroskopą, x60; E – mėginio skerspjūvio vaizdas pro mikroskopą, x40; F – mėginio, iškaitinto 600° C temp., vaizdas pro mikroskopą, x40.

Atlikus stratigrafinius ir cheminius dažų sluoksnių tyrimus, ant tinko pagrindo, nustatyta:

1. Juodos spalvos sluoksnis:

Rasta: medžio anglis, rudoji ochra, raudonas švino pigmentas (pavienės pigmento dalelės), baltyminės kilmės klijai – kazeinas;

2. Balto metalo spalvos sluoksnis:

Rasta: aliuminio pudra

Mėginys P-2 (užrašas „Kristui“ – „K“ raidė) (14 pav. A-D)

Mėginio paėmimo vietos nuotrauka (A) bei mėginio vaizdai pro mikroskopą (B – D) pateikiami 14 paveiksle. Atlikus stratigrafinius ir cheminius dažų sluoksnių tyrimus, ant tinko pagrindo, nustatyta:

1. Geltono metalo spalvos sluoksnis:

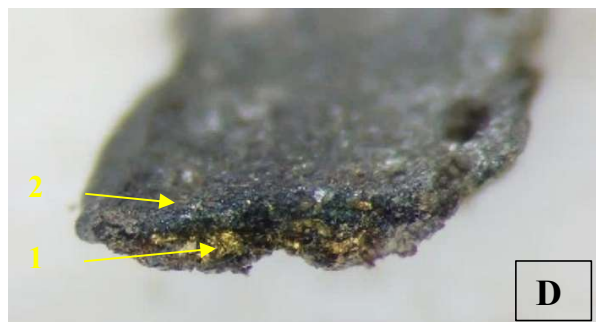
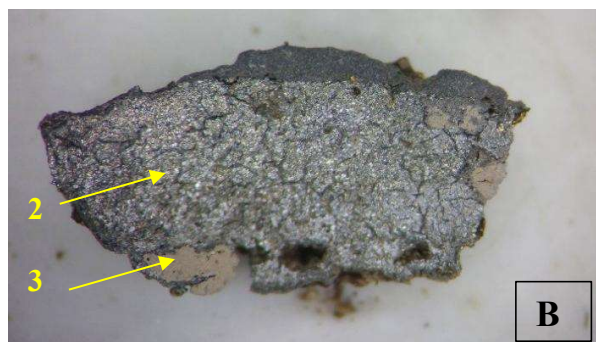
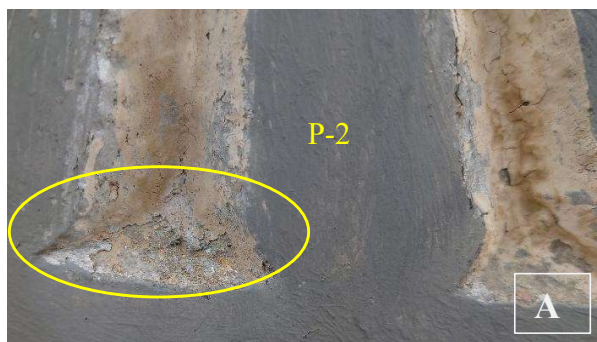
Rasta: vario-cinko lydinio pudra, baltyminės kilmės klijai – kazeinas;

2. Balto metalo spalvos sluoksnis:

Rasta: aliuminio pudra;

3. Šviesiai rusvos spalvos sluoksnio fragmentai:

Rasta: sintetinės kilmės dažas.



14 pav. Mėginys P-2 (užrašas „Kristui“ – „K“ raidė): A – mėginio paėmimo vieta, B – mėginio vaizdas pro mikroskopą, x40, C – mėginio reverse vaizdas pro mikroskopą, x40; D – mėginio skerspjūvio vaizdas pro mikroskopą, x40.

Mėginys P-3 (užrašas „France“ – „N“ raidė) (15 pav. A-D)

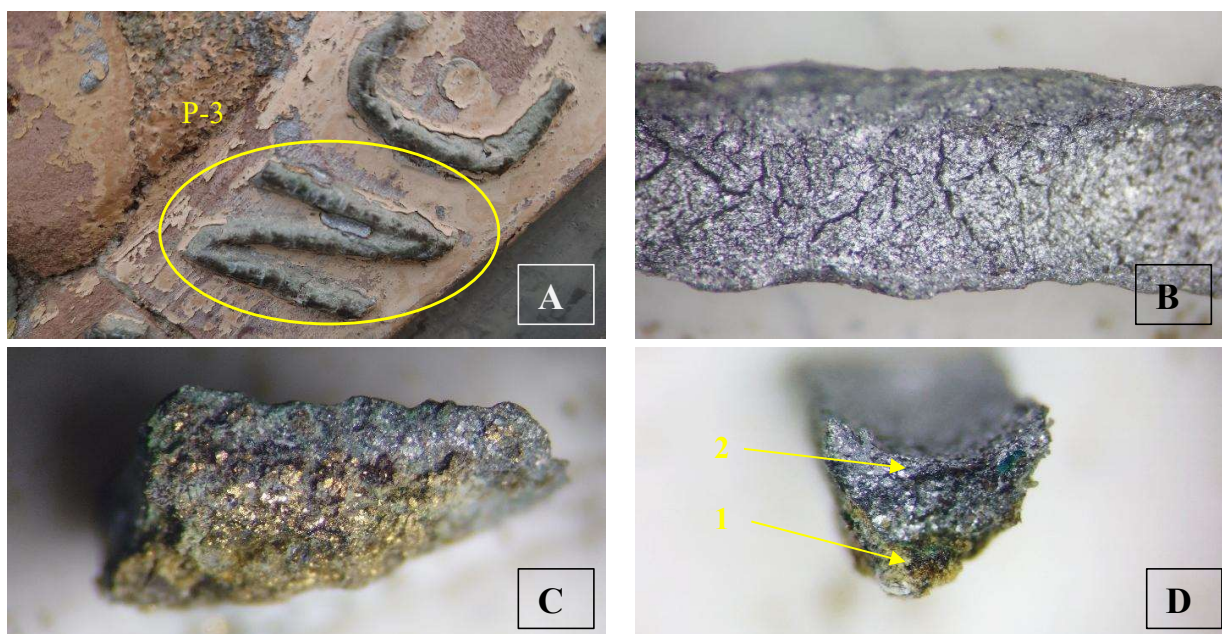
Mėginio paėmimo vietos nuotrauka (A) bei mėginio vaizdai pro mikroskopą (B- D) pateikiami 15 paveiksle. Atlikus stratigrafinius ir cheminius dažų sluoksnių tyrimus, ant tinko pagrindo, nustatyta:

1. Geltono metalo spalvos sluoksnis:

Rasta: vario-cinko lydinio pudra, baltyminės kilmės klijai – kazeinas;

2. Balto metalo spalvos sluoksnis:

Rasta: aliuminio pudra



15 pav. Mėginys P-3 (užrašas „France“ – „N“ raidė) : A – mėginio paėmimo vieta, B – mėginio vaizdas pro mikroskopą, x40, C – mėginio skerspjūvio vaizdas pro mikroskopą, x40; D – mėginio skerspjūvio vaizdas pro mikroskopą, x60.

Analizę atliko:

III. TYRIMŲ IŠVADOS

1. Nustatyta, kad *mėginio Nr.3 – T-3 (Pjdestalo apatinis apvadas – apatinis tinko sluoksnis)* skiedinio gamybai naudotas švarus, valytas smulkiagrūdis smėlio (0 – 2mm frakcija) užpildas, jo stambumo modulis $M_r = 3,60$, o smulki liekana – 4,72 %. Atlikus sulfatų (SO_3) kiekybinę analizę, jų nenustatyta. Skiedinio gamyboje buvo naudojamos magnezinės kalkės su stipriai išreikštomis hidraulinėmis savybėmis. Apibendrinant šio mėginio tyrimų rezultatus, galima daryti išvadą, kad gamintas riebus tinko skiedinys: rišamosios medžiagos ir užpildo santykis 1:2,20. Mikrocheminės analizės metu identifikuotas baltyminių rišamųjų medžiagų priedas – kazeinas (identifikuoti PO_4^{3-} jonai).
2. Nustatyta, kad *mėginio Nr.4 – T-4 (Pjdestalo priekinė dalis – kryžiaus fonas)* skiedinio gamybai naudotas švarus, valytas labai stambus smėlio (0 – 2mm frakcija) ir žvirgždo (2 – 10 mm frakcija) užpildas, jo stambumo modulis $M_r = 2,97$, o smulki liekana – 5,18 %. Atlikus sulfatų (SO_3) kiekybinę analizę, jų nenustatyta. Skiedinio gamyboje buvo naudojamos magnezinės kalkės su stipriai išreikštomis hidraulinėmis savybėmis. Apibendrinant šio mėginio tyrimų rezultatus, galima daryti išvadą, kad gamintas riebus tinko skiedinys: rišamosios medžiagos ir užpildo santykis – 1:2,58. Mikrocheminės analizės metu baltyminių rišamųjų medžiagų priedas – kazeinas identifikuotas (neidentifikuoti PO_4^{3-} jonai).
3. Nustatyta, kad *mėginio Nr.5 – T5 (Karnizas po stogeliu – su raudonais akmenukais. Apatinis sluoksnis)* skiedinio gamybai naudotas švarus, valytas labai stambus smėlio (0 – 2mm frakcija) ir žvirgždo (2 – 10 mm frakcija) užpildas, jo stambumo modulis $M_r = 2,60$, o smulki liekana – 6,40 %. Atlikus sulfatų (SO_3) kiekybinę analizę, jų nenustatyta. Skiedinio gamyboje buvo naudojamos magnezinės kalkės su stipriai išreikštomis hidraulinėmis savybėmis. Tirtame skiedinyje taip pat nustatytas chromo (VI) oksido kiekis – 0,11 mg/L. Gamintas labai riebus skiedinys su nedideliu cemento priedu: rišamosios medžiagos (kalkių ir cemento) ir užpildo santykis 1:1,75. Mikrocheminės analizės metu identifikuotas baltyminių rišamųjų medžiagų priedas – kazeinas (identifikuoti PO_4^{3-} jonai).
4. Nustatyta, kad *mėginio Nr.7 – T-7 (Pjdestalas, dešinė pusė. Apvadas – spalvotas tinkas)* skiedinio gamybai naudotas švarus, valytas labai stambus smėlio (0 – 2mm frakcija) ir žvirgždo (2 – 10 mm frakcija) užpildas, jo stambumo modulis $M_r = 1,67$, o smulki liekana – 16,57 %. Atlikus sulfatų (SO_3) kiekybinę analizę, jų nenustatyta. Skiedinio gamyboje buvo naudojamos magnezinės kalkės su

romancemenčiui būdingomis savybėmis. Tirtame skiedinyje taip pat nustatytas chromo (VI) oksido kiekis – 0,14 mg/L. Gamintas labai riebus skiedinys su nedideliu cemento priedu: rišamosios medžiagos (kalkių ir cemento) ir užpildo santykis 1:2,70. Mikrocheminės analizės metu identifikuotas baltyminių rišamųjų medžiagų priedas – kazeinas (identifikuoti PO_4^{3-} jonai).

5. Atlikus mėginio Nr.2 – T-2 (*Pjėdėstalas, dešinė pusė. Kryžius – apatinis tinko sluoksnis*) granulimetrinę skiedinio analizę, nustatyta, kad skiedinio gamybai naudotas švarus, valytas smulkiagrūdis smėlio (0 – 2mm frakcija) užpildas. Užpildo stambumo modulis M_r – 3,20, o smulki liekana – 5,53 %. Mikrocheminės analizės metu identifikuotas baltyminių rišamųjų medžiagų priedas – kazeinas (identifikuoti PO_4^{3-} jonai).

6. Atlikus mėginio Nr.6 – T-6 (*Stogelis – spalvotas tinkas*) granulimetrinę skiedinio analizę, nustatyta, kad skiedinio gamybai panaudotas švarus, valytas labai smulkaus smėlio (0 – 2mm frakcija) užpildas. Užpildo stambumo modulis M_r – 0,66, o smulki liekana – 44,16 %. Mikrocheminės analizės metu identifikuotas baltyminių rišamųjų medžiagų priedas – kazeinas (identifikuoti PO_4^{3-} jonai).

7. Atlikus mėginio Nr.8 – T-8 (*Dešinysis obeliskas – tinkas su raudonais akmenukais*) granulimetrinę skiedinio analizę, nustatyta, kad švarus, valytas labai stambus smėlio (0 – 2mm frakcija) ir žvirgždo (2 – 10 mm frakcija) užpildas. Užpildo stambumo modulis M_r – 2,87, o smulki liekana – 15,62 %. Mikrocheminės analizės metu skiedinyje identifikuotas baltyminių rišamųjų medžiagų priedas – kazeinas (identifikuoti PO_4^{3-} jonai).

8. Po apžiūros mikroskopu, galima daryti išvadą, kad apatinis tinko sluoksnis mėginių Nr. 2 – T2 (*Pjėdėstalas, dešinė pusė. Kryžius – apatinis tinko sluoksnis*), Nr.3 – T-3 (*Pjėdėstalo apatinis apvadas – apatinis tinko sluoksnis*) ir Nr. 5 – T-5 (*Karnizas po stogeliu – su raudonais akmenukais. Apatinis sluoksnis*) tarpusavyje yra labai panašūs.

9. Po apžiūros mikroskopu, galima daryti išvadą, kad viršutinis spalvotas dekoratyvinis užtrynimo sluoksnis mėginių Nr.1 – T1 (*Pjėdėstalas, dešinė pusė. Kryžius – spalvotas tinkas*), Nr.6 – T6 (*Stogelis – spalvotas tinkas*) ir Nr.7 – T-7 (*Pjėdėstalas, dešinė pusė. Apvadas – spalvotas tinkas*) tarpusavyje yra labai panašūs.

10. Po apžiūros mikroskopu, galima daryti išvadą, kad viršutinis dekoratyvinis tinko sluoksnis – su raudonos spalvos užpildo grūdeliais mėginių Nr.4 – T4 (*Pjėdėstalo priekinė dalis – kryžiaus fonas*) bei Nr.5 – T5 (*Karnizas po stogeliu – su raudonais akmenukais*) ir T-8 (*Dešinysis obeliskas – tinkas su raudonais akmenukais*) tarpusavyje yra labai panašūs.



11. Atlikus vandenyje tirpių druskų anijonų kokybinę cheminę analizę, galima daryti išvadą, kad paminklo užterštumas vandenyje tirpiomis chloridų (Cl^-), sulfatų (SO_4^{2-}) ir nitratų (NO_3^-) druskomis – labai mažas, o užterštumas vandenyje tirpiomis nitritų (NO_2^-) druskomis – tik šiek tiek didesnis.

12. Atlikus stratigrafinius mėginio P-1 (*juodas užrašo fonas*) tyrimus, ant tinko pagrindo rasti dveji sluoksniai: pirmasis juodos spalvos ir antrasis – balto metalo spalvos. Juodos spalvos dažų sluoksnyje identifikuoti pigmentai: *medžio anglis, rudoji ochra, raudonas švino pigmentas (pavienės pigmento dalelės)*, o rišamoji medžiaga – *baltyminės kilmės klijai – kazeinas*. Balto metalo spalvos sluoksnis – *aliuminio pudra*

13. Atlikus mėginio P-2 (*užrašas „Kristui“ – „K“ raidė*) stratigrafinius tyrimus, ant tinko pagrindo rasti 3 sluoksniai: - pirmasis geltono metalo spalvos (*vario-cinko lydinio pudra, baltyminės kilmės klijai – kazeinas*); antrasis – balto metalo spalvos sluoksnis (*aliuminio pudra*) ir trečiasis – šviesiai rusvos spalvos *sintetinės kilmės dažo* sluoksnis.

14. Atlikus mėginio P-3 (*užrašas „France“ – „N“ raidė*) stratigrafinius tyrimus, ant tinko pagrindo rasti dveji sluoksniai. Pirmajame geltono metalo spalvos sluoksnyje identifikuota *vario-cinko lydinio pudra* ir *baltyminės kilmės klijų – kazeino* rišamoji medžiaga. Antrajame, balto metalo spalvos sluoksnyje, *identifikuota aliuminio pudra*.

Išvadas parengė: