

Vilniaus Šv. Mikalojaus bažnyčios plytos – nuo jų ženklinių iki geocheminių sąsajų

Saulius Sarcevičius, Ričardas Taraškevičius

Straipsnio autoriai pristato vizualųjį plytų ženklinių, plytų dydžių analizės ir geocheminių tyrimų metodus, kurie buvo kompleksiskai pritaikyti tiriant Vilniaus Šv. Mikalojaus bažnyčios mūrus (plytas). Šių metodų pritaikymo tikslas – pateikti naujas galimybes spręsti senųjų mūrų chronologinius bei plytų gamybos technologinius klausimus.

Reikšminiai žodžiai: ženklintos plytos, gotika, Vilniaus Šv. Mikalojaus bažnyčia, geochemija.

The authors present the visual method of brick marks and size analysis and the geochemical method; they have been used in a complex way to study the bricks from St. Nicholas Church wall in Vilnius. The main goal of research is to present new possibilities of these methods in solving the old brick wall dating and brick-making technological issues.

Key words: marked bricks, Gothic, St. Nicholas Church in Vilnius, geochemistry.

ĮVADAS

Senaisiais Vilniaus mūrais, kaip tyrimų objektu, susidomėta dar prieškaryje. Šių tyrimų pradininku reikėtų laikyti lenkų meno istoriką Marijaną Moreliovskį (Kitkauskas, 2007, p. 97–116) – jis natūros tyrimų bei senosios kartografijos pagrindu parengė Vilniaus miesto rekonstrukciją iki 1655 m. Būtent M. Moreliovskis suformulavo senųjų mūrų tyrimų kryptis ir tikslus, nulėmusius vėlesnių Vilniaus architektų tyrėjų darbų pobūdį. Plytų rišimo būdai ir plytų dydžių, proporcijų nustatymas pagal chronologinę skalę tampa viena pagrindinių nagrinėjamų temų, sulaukusių daugiausia publikacijų tiek užsienio (Цайне, 1984; Stiehl, 1937; Раппопорт, 1976, c. 83–85; Раппопорт, 1994; Чернов, 2013, c. 214–219; Rudkowski, 1952, s. 7–19; Tomaszewski, 1955, s. 31–52), tiek Lietuvos istoriografijoje (Abramauskas, 1958, p. 31–37; Pinkus, 1958, p. 34; Jaloveckas, Dambrauskaitė, 1970, p. 79–90; Žulkus, 1979, p. 40–42). Senųjų mūrų tyrimuose plytų dydžiais remiasi Lietuvoje gerai žinomi tyrėjai Napaleonas Kitkauskas (Kitkauskas, 2009; Kitkauskas, 2012) bei Vytautas Levandauskas (Levandauskas, 1974, p. 432–447; Levandauskas, Mikulionis, 1975, p. 121–135; Levandauskas, 1977, p. 15–25; Levandauskas, Jankevičienė, 1978, p. 61–73). Šių autorių daroma esminė išvada – plytų proporcijos keitėsi priklausomai nuo estetinių reikalavimų, rišimo būdo, kitų šalių įtakos ir vietinių tradicijų. Apibendrinant šiuos darbus, reikia konstatuoti, kad plyta buvo tiriama daugiausia vizualiuoju metodu,

kuris, kaip pagalbinis, buvo skirtas bene pagrindiniam tikslui – statinio chronologijai, o dažniausiai – jo statybos etapams nustatyti. Tai ir suprantama, nes Vilniaus mūro technikos duomenų kaupimo stadijoje svarbiausias tikslas buvo juos datuoti, priskiriant konkrečiam architektūriniam stiliui. Toks praktinis gamybinis požiūris į plytos formų kaitą smarkiai jaučiamas Paminklų restauravimo instituto darbuotojų publikacijose¹, taip pat retuose archeologų darbuose apie kitas statybines medžiagas – čerpes (Rackevičius, 2000), grindų plyteles (Striškienė, 2009, p. 73–84). Tačiau net ir vizualusis tyrimų metodas nėra išsemtas. Rusijos mokslininkai, nustatydami plytos chronologiją, yra pažengę daug toliau, nes vizualiam plytos tyrimui yra pasitelkę trasologinius metodus – jais yra nustatomi formų, kuriose buvo formuojamos plytos, kitimai. Atkreipiamas dėmesys į formuotos plytos nupjovimo žymes, smėlio pabarstymo pėdsakus plytų plokštumose ir kitus technologinius

¹ Miesto materialinę kultūrą nagrinėjantys autoriai, architektai tyrėjai, savo straipsnius spausdindavo žinybiniuose leidiniuose, skirtuose siauram specialistų ratui. Čia galima būtų paminėti tokius leidinius: Valstybinės LTSR architektūros paminklų apsaugos inspekcijos straipsnių rinkinį „Metraščių“ (1958–1960 m.), Lietuvos TSR dailės muziejaus leidinį „Muziejai ir paminklai“ (1966–1970), Lietuvos statybos ir architektūros tęstinį sąsiuvinį rinkinį „Lietuvos TSR architektūros klausimai“, Paminklų konservavimo instituto tęstinį leidinį „Architektūros paminklai“ (1970–1993 m.) ir atskirus leidinius, skirtus registriniams kultūros paminklams pristatyti.

pėdsakus, padedančius atskleisti individualius plytinės broožus (Ёлшин, 2013, c. 213–308). Užsienio leidiniuose apie plytas nemenką istoriografijos dalį užima specifinė ir labai informatyvi tema – amatininkų ženklų, išpaustų ar įrėžtų į plytas, tipologizacija, chronologizacija bei kultūrinių įtakų analizė (Rümelin, 1999, S. 67–73; Rümelin, 2003, S. 129–177; Noah, Noah, 1992, S. 69–79; Коноров, 1956, c. 30–140; Беленицкий, 1971, c. 127–129; Zlat, 1959, s. 71–80; Białek, 2007, s. 37–60). Lietuvoje ši tema beveik negvildenta, pasitenkinama fakto konstatavimu, geriausiu atveju – tokių ženklų publikavimu arba bendro pobūdžio išvadomis. Vienas pirmųjų į ženklintas plytas atkreipė dėmesį archeologas Adolfas Tautavičius, aptikęs jų Vilniaus Žemutinės pilies teritorijoje, kasinėdamas XVI a. viduryje statytos Šv. Onos-Barboros bažnyčios griuvėsius (Tautavičius, 1960, p. 32). Kiek plačiau plytų ženklinimo reiškinį savo knygoje aptarė V. Levandauskas (Levandauskas, 2012, p. 156–162). Šio autoriaus darbe yra publikuojama štampu ženklinta plyta ir iš Šv. Mikalojaus bažnyčios (Levandauskas, 2012, p. 160). Visgi duomenų stoka autoriui neleido daryti tvirtesnių išvadų apie plytų žymėjimo priežastis, jų chronologiją bei kultūrinę įtaką. Pastaraisiais metais Lietuvos istoriografijoje pasirodė darbų, kuriuose archeologiniai artefaktai tiriami remiantis kitų mokslo sričių moksliniais metodais. Didelės naujų gamtamokslinių tyrimų metodų pritaikymo galimybės iliustruojamos naujausiame straipsnių rinkinyje (Metodai Lietuvos archeologijoje, 2013). Keramikos dirbinių išdegimui, paviršiaus savybėms ir mikrostruktūroms, cheminei sudėčiai apibūdinti pradėti taikyti termografiniai (TG) ir skenuojamosios elektroninės mikroskopijos (SEM), infraraudonųjų spindulių spektrinės analizės (IR) ir kt. metodai. Šiame rinkinyje taip pat pristatyta geocheminių tyrimų metodų taikymo galimybė (Taraškevičius *ir kt.*, 2013, p. 249–304). Geocheminiai tyrimų metodai sėkmingai taikomi senųjų gyvenviečių paieškoms ir apibūdinimams tiek užsienyje (Jenkins, 1989, p. 57–62; Entwistle *ir kt.*, 1998, p. 53–68; Sadori *ir kt.*, 2004, p. 5–17; Hjulstrom, Isaksson, 2009, p. 174–183), tiek Lietuvoje (Taraškevičius *ir kt.*, 2012, p. 265–275; Bliujienė *ir kt.*, 2012, p. 101–135; Stančikaitė *ir kt.*, 2012, p. 190–204). Tačiau geocheminių tyrimų taikymo archeologijoje galimybės gali būti daug platesnės negu pirmiau aptartos. Ypač sėkmingai jie gali būti taikomi analizuojant ir gretinant tarpusavyje antropogeninius gaminius iš

gamtinių mineralinių medžiagų. Senųjų mūrų plytos – viena iš galimų geocheminių metodų pritaikymo sričių. Pritaikant geocheminių tyrimų rezultatus klasterinei analizei, bandyta klasifikuoti skirtingo laikotarpio Vilniaus mieste rastas ženklintas plytas pagal jų cheminės sudėties panašumą. Tyrimai parodė, kad nuo plytos gamybos technologijos priklausanti cheminė sudėtis gali padėti nustatyti nežinomos plytos nuoskalos kilmę, lyginant su žinomos kilmės nuoskalos chemine sudėtimi, o hierarchinė jungimo klasterinė analizė yra efektyvus šio uždavinio įgyvendinimo metodas (Taraškevičius *ir kt.*, 2013, p. 273–281).

Straipsnio tikslas – Vilniaus Šv. Mikalojaus bažnyčios pavyzdžiu atskleisti ženklintų plytų teikiamą informaciją nagrinėjant bažnyčios statybos etapiškumo bei chronologinius klausimus ir, panaudojant plytų geocheminės sudėties tyrimų duomenis klasterinėje analizėje, pateikti metodologinę galimybę atrasti giminingas pagal savo geocheminę sudėtį plytas iš kitų Vilniaus statinių. Svarbiu uždaviniu tapo ir geocheminės analizės pritaikymo sąlygų, kurios leistų atlikti tikslesnius (pagal numatomus rezultatus) geocheminius plytų duomenų gretinimus, įvardijimas. Juos realizavus būtų sėkmingiau sprendžiami senųjų mūrų plytų gamybos technologiniai ir chronologiniai klausimai.

Tyrimo objektu pasirinkta Vilniaus Šv. Mikalojaus bažnyčia dėl kelių priežasčių. Visų pirma – tai vienintelis iki šių dienų išlikęs vienas seniausių Vilniaus pastatų *in situ*. Ir antra – šis objektas yra sulaukęs ypatingo įvairaus profilio specialistų dėmesio. Savo publikacijose autoriai bandė atsakyti į pagrindinį keliamą klausimą – kada ir kas šią bažnyčią pastatė. Nuomonės šiuo klausimu labai skiriasi. Istorikai, remdamiesi išlikusiais rašytiniais šaltiniais, jų duomenis interpretuoja prieštaringai. Nors Šv. Mikalojaus bažnyčia, nenurodant jos medžiagiškumo, pirmą kartą neabejotinai paminėta tik 1387 m. karaliaus Jogailos privilegijoje Vilniaus vyskupui (Fijalek, Semkowicz, 1948, s. 5), kai kurie tyrėjai bažnyčios statybą nukelia į Lietuvos didžiojo kunigaikščio Vytenio ar Gedimino laikus (Raulinaitis, 2004, p. 328; Reklaitis, 2004, p. 338–342). Šis teiginys remiasi rašytiniuose šaltiniuose fiksuota žinute, kad Vilniuje jau XIV a. pradžioje stovėjusi pranciškonų bažnyčia (Rowell, 2003, p. 46). Palaikantys šią hipotezę autoriai nesutaria, ar pradžioje bažnyčia buvo medinė, o vėliau – mūrinė, ar iškart statyta mūrinė. Reikia pasakyti, kad šio laikotarpio mūrinės bažnyčios teorijai

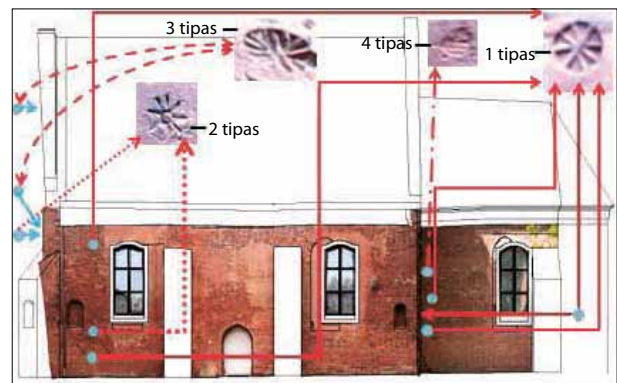
įsitvirtinti padėjo tyrimų, kurie buvo atliekami pačioje bažnyčioje, duomenys. Vieni jų – tai bažnyčios plytų archeomagnetiniai tyrimai, XX a. septintame dešimtmetyje atlikti Peterburgo instituto fizikų (Levandauskas, 2012, p. 392). Šiuo metodu ištyrus plytas nustatyta bažnyčios statybos data – 1297–1310 m. Kitas radinys, pastūmėjęs ankstinti bažnyčios mūrą, – įrašo ant plytos su lotynišku tekstu istorinė bei paleografinė interpretacija (Raulinaitis, 1971, p. 35). Anot Adolfo Raulinaičio, teksto turinys siejasi su LDK kunigaikščio Gedimino laiškuose minimais istoriniais faktais, o pats rašymo stilius primena Gedimino (net Mindaugo) diplomatinį raštą gotikinį šriftą (Raulinaitis, 2004, p. 327–330; Matulis, 2003, p. 3). Visgi didesnė dalis tyrėjų linę mūrinės bažnyčios statybą sieti su Rygos pirkliu Hanulu, kuris ją apie 1392 m. padovanoja (Fijalek, Semkowicz, 1948, s. 59) Švč. Mergelės Marijos vienuolyno, minimo karaliaus Jogailos 1387 m. fundaciniame dokumente, pranciškonams (Fijalek, Semkowicz, 1948, s. 5)². Manoma, kad Hanulo funduota bažnyčia buvo pastatyta tuomet, kai jis ėjo Vilniaus vietininko pareigas. Tačiau jo vietininkavimo laikotarpis įvairių autorių nurodomas skirtingai – 1382–1387 m. (Drėma, 1997, p. 3–8), 1387–1392 m. (Firkovičius, 1989, p. 39–41). Kiti autoriai, manydami, kad Hanulas miestą valdė iki 1413 m., mūrinės bažnyčios statybą nukelia į XV a. pradžią (Grinius, 1994). Mūrinės bažnyčios datavimo klausimu pasisakiusių architektų nuomonės taip pat nesutampa. Vieni jų, remdamiesi bažnyčios architektūros stiliaus raida Baltijos regione, datuoja ją XIV a. pabaiga (Schmid, 1918, S. 61–62), kiti, įvertindami mūre naudotų plytų dėjimo būdą bei jų dydžius, priskiria XIV a. pabaigai–XV a. (Kitkauskas, 2009, p. 55)³ arba net nurodo konkrečią – 1375 m. – datą (Levandauskas, 2012, p. 392). Prie šių nuomonių įvairovės reikia paminėti ir archeologų pateikiamus duomenis, kurie byloja, kad Šv. Mikalojaus bažnyčios aplinkoje ankstyviausi kultūriniai sluoksniai susiformuoja ne anksčiau kaip XIV a. trečiame ketvirtyje, o ryškus apgyvendinimo šuolis fiksuojamas nuo XIV a. aštunto dešimtmečio (Kaplūnaitė, 2015, p. 106).

² Kai kurie tyrėjai Švč. Mergelės Marijos bažnyčios fundaciją taip pat priskiria Hanului (Dettlaff, 2006, p. 56–57).

³ Ankstesnėse publikacijose autorius bažnyčią datuoja XIV a. antrąja puse – iki 1387 m. krikšto (Kitkauskas, 1991, p. 5).

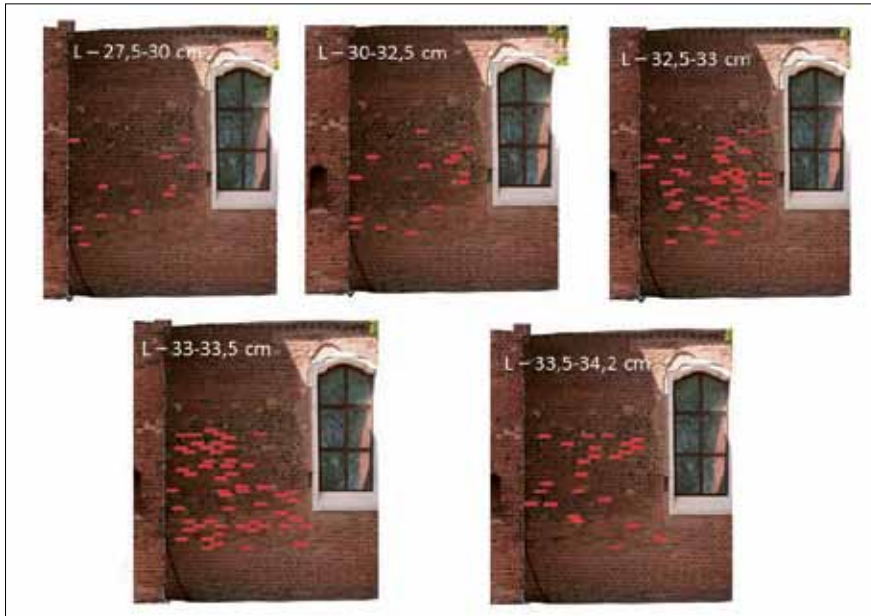
ŠV. MIKALOJAUS BAŽNYČIOS ŠTAMPAIS ŽENKLINTOS PLYTOS

Kaip minėta, informaciją apie vieną plytos ženklavimo atvejį iš Šv. Mikalojaus bažnyčios pateikė V. Levandauskas (Levandauskas, 2012, p. 160). Šio straipsnio autoriai, atlikdami bažnyčios plytų matavimus ir vizualų jų tyrimą, pastebėjo, kad tokių plytų ant bažnyčios fasadų yra ir daugiau (1 pav.). Aptikta plytų tiek su įrėžomis, tiek su išpaustais ženklais. Šiame straipsnyje mes aptarsime tik pastaruosius, nes, remiantis istoriografijoje vyraujančia nuomone, būtent štampuoti ženklai, tikėtiniausia, atspindi plytinės veiklą. Gausiausiai tokių plytų aptikta pietiniame bažnyčios fasade (7 vnt.) (1 pav.). Rasta jų taip pat šiauriniame (1 vnt.) bei vakariniame (3 vnt.) fasaduose. Štampas buvo išpaudžiamas ant neišdegtos plytos šono. Pagal išpaudo ornamentą, kurį sudaro besikryžiuojančių linijų tinklas, štampus galima suskirstyti į keturis tipus. Iš 1 pav. matyti, kaip šie tipai pasiskirstę ant pietinio bei vakarinio bažnyčios fasado mūrų. Kadangi šio straipsnio tikslas nėra nagrinėti labai plačią ženklintų plytų problematiką, tai mes apsisostime prie kelių mums rūpimų temų – kiek ženklintų plytų įvairovė Šv. Mikalojaus bažnyčioje atspindi skirtingas plytines ir kokia galėtų būti jų chronologija.



1 pav. Vilniaus Šv. Mikalojaus bažnyčios pietinis fasadas. Ženklintų plytų vietos. Aut. S. Sarcevičius. Pastaba. Melsvos spalvos rodyklės nurodo ženklintų plytų, aptiktų vakariniame fasade, aukščius

Fig. 1. The southern facade of St. Nicholas Church in Vilnius. Sites of the marked bricks. Compiled by S. Sarcevičius. Notes: the bluish arrows indicate the height of the marked bricks found in the western facade



2 pav. Vilniaus Šv. Mikalojaus bažnyčios pietinio fasado atkarpa. Plytų parametrų (ilgio – l) kaita mūre. Aut. O. Valionienė

Fig. 2. The interval from the southern facade of St. Nicholas Church in Vilnius. Variability of brick parameters (length – l) in the wall. Compiled by O. Valionienė



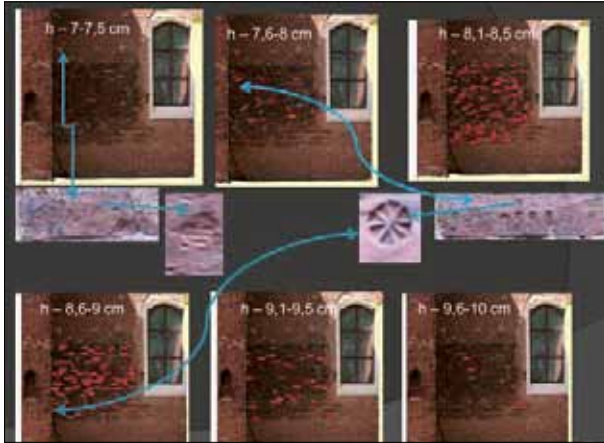
3 pav. Vilniaus Šv. Mikalojaus bažnyčios pietinio fasado atkarpa. Plytų parametrų (pločio – b) kaita mūre. Aut. O. Valionienė

Fig. 3. The interval from the southern facade of St. Nicholas Church in Vilnius. Variability of brick parameters (width – b) in the wall. Compiled by O. Valionienė

Kaip išeities tašku pasinaudosime bažnyčios tyrinėtojo architekto E. Purlio išvadomis (Purlys, 1993, p. 33–35). Remdamasis plytų matmenimis, tyrėjas skyrė tris statybos etapus. Pirminis statybos etapas atsekamas nuo pamato iki langų vidurio. Autorius nurodo, kad šiame etape naudotų plytų dydžiai (ilgis l, plotis b, aukštis h) yra $32,0 \times 15,5 \times 8-8,5$ cm. Antrajame statybos etape plytos padidėja iki $34,0 \times 17,0 \times 9,2$ cm. Trečiame etape, datuojamame XVI a. pradžia, mūryti skliautai, bažnyčia paaukštinta, permūrytas

pagrindinio fasado frontonas ir sienų viršus. Mūsų nuomone, E. Purlio pateikta išvada apie statybos etapus remiantis pateiktais plytų dydžiais nėra visiškai teisinga. Svarbu pažymėti, kad išskirtame pirmame etape plytų dydžiai gana smarkiai įvairuoja. Plytų ilgis kinta nuo 27,5 iki 34,2 cm, plotis – nuo 10 iki 17,5 cm⁴, o aukštis – nuo 7 iki 10 cm (2–4 pav.). Ši duomenų

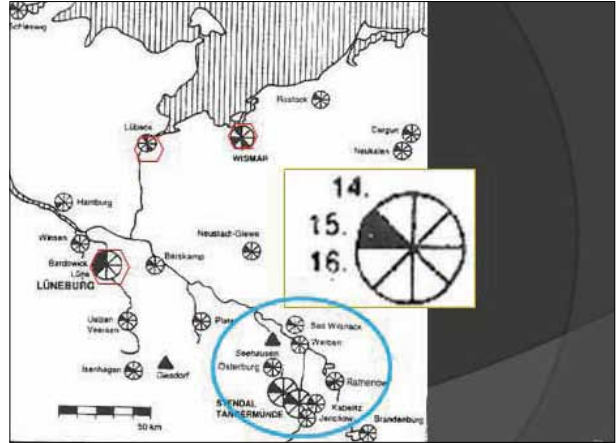
⁴ 10–13 cm pločio plytos visos yra perdegusios ir deformavusios nuo karščio jas išdegant.



4 pav. Vilniaus Šv. Mikalojaus bažnyčios pietinio fasado atkarpa. Plytų parametrų (aukščio – h) kaita mūre. Aut. O. Valionienė

Fig. 4. The interval from the southern facade of St. Nicholas Church in Vilnius. Variability of brick parameters (height – h) in the wall. Compiled by O. Valionienė

įvairovė, kuri išryškėja pietinės sienos mūro dalyje, leidžia įsitikinti, kad jau pirmajame etape būta plytų, kurių dydžiai sutampa su antrojo etapo plytų dydžiais (2–4 pav.). Iš to darytina išvada, kad visa plytų dydžių įvairovė yra vienalaikė. Identiškas išvadas gauname įvertinę bažnyčios pietinio fasado ženklinčių plytų duomenis, kurie patvirtina teiginį, kad bent jau pirmieji du statybos etapai chronologiškai nėra atskirti. Šį teiginį pagrindžia 1-o tipo štampu ženklinčių plytų išplitimas mūre (1 pav.). Šiuo ženklu pažymėtų plytų aptinkama didesnėje sienos plokštumoje – tiek po langų palange, tiek ties langų viduriu, tiek langų viršutinėje dalyje (1 pav.). Taip ženklinčių plytų ilgis svyruoja nuo 32 iki 32,7 cm, o aukštis – nuo 8 iki 8,7 cm. Reikėtų atkreipti dėmesį, kad bažnyčios pietiniame fasade kartu su 1-o tipo ženklu aptikta po vieną 2-o ir 4-o tipo ženklą, o 3-io bei 2-o tipo ženklais ženklinčių plytų aptikta vakariniame bei šiauriniame fasaduose. Taigi, įvertinus štampais ženklinčių plytų išsidėstymą visose bažnyčios sienose, galima daryti gana tvirtą išvadą, kad 1-o tipo ženklai buvo naudojami kartu su 2-o tipo ženklais, nes pastarojo tipo ženklas yra „apsuptas“ pirmojo. Šis pastebėjimas leidžia teigti, kad bažnyčios pietinė ir vakarinė siena bent jau iki pietinės sienos langų viršaus altitudės yra statyta tuo pačiu laikotarpiu. Kitų ženklinčių plytų tarpusavio chronologiniai ryšiai nėra tokie akivaizdūs, nes ženklai mūre išsidėsto vienas virš kito,



5 pav. Ženklinčių plytų paplitimas Vokietijoje. Pagal H. Rümelin. Pastaba. Mėlynu kontūru pažymėti Altmarko regiono miestai

Fig. 5. The spread of marked bricks in Germany according to H. Rümelin. Note: the towns of the Altmark region are indicated by blue contour

tarsi nurodydami skirtingus statybos etapus. Beje, reikia pasakyti, kad E. Purlio išskirtas trečias statybos etapas maždaug sutampa su 3-io tipo ženklo paplitimu plytose, kurių aptinkama maždaug nuo langų viršaus ir vakarinio fasado frontone.

Iš viso to, kas buvo išdėstyta, darytinos kelios išvados. Pirmą, bažnyčios pietinis ir, matyt, vakarinis fasadas iki langų altitudės greičiausiai yra mūrytas vienu metu. Vakarinio fasado frontonas, greičiausiai, mūrytas vėlesniu (XVI a.?) laikotarpiu. Antra – pietinio fasado skirtingais ženklais ženklintos plytos nurodytą vieną statybos laikotarpį. Trečia – varijuojantys plytų dydžiai nurodo skirtingų matricių plytoms gaminti naudojimą ir jų vienalaikiškumą. Chronologines Šv. Mikalojaus bažnyčioje rastų ženklinčių plytų ribas apibrėžia jų analogai. Plytų ženklinimo atsiradimą straispnio autoriai sietų ne su Kijevo Rusijos tradicijomis, kurios po mongolų-totorių antpuolio išnyksta, bet su Vokietijos žemėmis (5 pav.). Būtent šiaurės rytų Vokietijoje viduramžiais išskiriami du plytų ženklinimo centrai – tai Liuneburgas (Lüneburg), kuriame ženklinama nuo 1361 m., ir Altmarko regionas, kuriame ženklinama nuo 1420 m. (Rümelin, 2003, S. 140). Reikėtų pabrėžti, kad plytų ženklinimo fenomenas, kaip jį įvardija vokiečių tyrėjai, yra regioninės reikšmės ir neapima visos Vokietijos, kurios plytų gotikos geografija yra gerokai platesnė. Tad, remiantis



6 pav. Plyta su ženklais, Vilniaus Arkikatedros 1984–1986 m. tyrimai (tyrimų vadovas A. Lisanka). (K. Vainoro nuotr., 1988 m.). © Nacionalinis muziejus Lietuvos Didžiosios Kunigaikštystės valdovų rūmai, inv. Nr. VM-F-A- 364

Fig. 6. Marked brick, investigations of Vilnius Old Cathedral in 1984–1986 (headed by A. Lisanka). (Photo by K. Vainoras, 1988). © National museum Palace of Grand Dukes of Lithuania, inv. No. VM-F-A- 364



7 pav. Ženklinta plyta Vilniaus Švč. Mergelės Marijos bažnyčios zakristijos mūre (S. Sarcevičiaus nuotr.)
Fig. 7. Marked brick in the sacristy wall of St. Virgin Mary Church in Vilnius (Photo by S. Sarcevičius)

šiais analogais, galima būtų teigti, kad Šv. Mikalojaus bažnyčia pastatyta ne anksčiau kaip XIV a. septintame dešimtmetyje. Reikia konstatuoti, kad Šv. Mikalojaus bažnyčios ženklintos plytos – vienos seniausių Vilniuje ir visoje Lietuvoje. Identišku 1-o tipo štapu ženklinta plyta buvo aptikta tik Vilniaus Katedros archeologinių tyrimų metu (6 pav.)⁵, o panašiu į 3-ią tipą štapu ženklinta plyta rasta Švč. Mergelės Marijos bažnyčios zakristijos mūre (7 pav.)⁶.

Kyla klausimas – ar skirtingos plytų matricos ir skirtingi ženklai atspindi skirtingas plytines. Kad vienoje plytinėje buvo naudojamas ne vienas štapas plytomis ženklinti, o keli, įrodo archeologų aptiktos ženklintos plytos iš Vilniaus Šv. Onos-Barboros bažnyčios, kuri statyta 1551–1572 m., tyrinėjimų (Tautavičius, 1960, p. 28). Čia rasta pavyzdžių plytų, kurios ženklintos dviem skirtingais štapais. Šių plytų geocheminiai tyrimai parodė, kad skirtingais štapais ženklintų plytų cheminė sudėtis panaši, tad jos galėjo būti gaminamos toje pačioje plytinėje (Taraškevičius *ir kt.*, 2013, p. 277–278). Turint omenyje, kad panašiu ženklintų plytų aptikta Vilniaus Katedroje bei pranciškonų (Švč. Mergelės Marijos) bažnyčios mūre, pabandyta atsakyti į klausimą – ar šių statinių plytos galėjo būti gaminamos toje pačioje plytinėje, t. y. kiek jos panašios į Šv. Mikalojaus bažnyčios plytas. Šiai užduočiai išspręsti buvo pasinaudota vienu iš daugelio geocheminių tyrimų metodų, duomenims apibendrinti taikant klasterinę analizę. Geocheminių tyrimų analizei atlikti Šv. Mikalojaus bažnyčios palėpėje, iš pietinės bei vakarinės sienų mūrų buvo paimti penkių skirtingų plytų ėminiai (lentelė). Trys mėginiai (M1, M2, M3) priklausė pirmajam – ankstyvajam statybos etapui⁷, o du (M4, M5) – antrajam etapui⁸. Šių plytų duomenys lyginami su aštuoniomis pranciškonų Švč. Mergelės Marijos bažnyčios plytomis (P1–8), su 10 plytų iš ankstyvosios Katedros mūro (K1–10) ir 34 plytomis, paimtomis iš Vilniaus Žemutinės pilies skirtingo laikotarpio mūrų, apimančių laikotarpį nuo XIV iki XVI a. (lentelė).

⁵ Plytos radimo aplinkybės straipsnio autoriams nėra žinomos. Išlikusi tik plytos nuotrauka, daryta tyrimų metu.

⁶ Šios plytos su išpaustu ženklu jame nuotrauka publikuota V. Levandausko (Levandauskas, 2012, p. 160).

⁷ Pasak E. Purlio – antrajam statybos etapui.

⁸ Pasak E. Purlio – trečiajam statybos etapui.

GEOCHEMINIAI TYRIMAI

Geocheminių tyrimų metodų taikymo galimybės ir sėkmė priklauso nuo tarpusavyje derančių sąmoningai ar atsitiktinai pasirinktų specifinių sudedamųjų dalių visumos – mėginių paėmimo ypatumų, visuminio taikomo cheminės analizės metodo (mėginio paruošimo bandymams ir pasirinkto analizės būdo bei prietaiso), matematinių statistinių ir grafinių cheminės analizės rezultatų apdorojimo (Taraškevičius *ir kt.*, 2013, p. 249–304). Šiame straipsnyje yra pristatyta viena iš daugelio kompleksinių apibendrinimo galimybių – plytų nuoskalų cheminės sudėties rentgeno fluorescencinės analizės duomenų sugretinimas, panaudojant vieną iš geocheminių tyrimų praktikoje plačiai taikomų daugiamenteles matematinės statistinės analizės metodų – klasterinę analizę (angl. *Cluster Tree Analysis*).

ĖMINIŲ PAĖMIMAS IR CHEMINĖS SUDĖTIES IŠTYRIMAS

Geocheminiams gretinimams buvo pasirinktos 57 plytos (lentelė). Ėminiai buvo imami atsitiktinai pasirinkant kurią nors plytos pusę ir nuo jos nuskeliant 20–30 g. Sutrupinus ėminius ir homogenizavus turinį, atsitiktinai pasemiamos imtys po 6 g. Tai sumalus (malūnas MM400, dažnis – 27 Hz, laikas – 10 min, cirkonio oksido malimo indai ir guoliai), iš kiekvienos imties pasemta po 4 g. Sumaltą imtį homogenizavus su 0,90 g vaško (rišamoji medžiaga) ir mišinį sudėjus į specialią presformą, 15 t galios presu (PP15) suspaustos 32 mm skersmens tabletės. Jos buvo tiriamos energijos dispersinės rentgeno fluorescencinės analizės (EDXRF) spektrometru „Spectro Xepos“, taikant standartinį šio prietaiso gamintojo sukurtą „TurboQuant for pressed pellets“ metodą – režimą. Gamintojo siūlomomis sąlygomis (tai tam tikra įtampa, srovės stipris, švitinimo laikas, kiti matavimo parametrai) iš plytų medžiagos pagamintas tabletes apšvitinus rentgeno spinduliais ir išmatavus tiriamų cheminių elementų fluorescencijos intensyvumą, buvo įvertinti 25 iš jų – Al, Ba, Ca, Cl, Cr, Cu, Fe, Ga, Hf, K, Mg, Mn, Na, Nb, Ni, P, Pb, Rb, S, Si, Sr, Th, Ti, V, Zn – kiekiai. Jie buvo patikslinti kiekvienam elementui sukūrus specialias būdingas rekalibracijos kreives, naudojant papildomai pagamintus daugiau negu 50 standartinių (pamatinių) ir tarptautinių tarplaboratorinių analizės mainų mėginių (Taraškevičius *ir kt.*, 2012).

Lentelė. Mėginio paėmimo vieta ir santrumpa. Pastaba. Vilniaus Žemutinės pilies mūrų M3, M10, M20, M22, M25 ir patalpų C, D signatūra paimta iš N. Kitkauskos knygos (Kitkauskas, 2009, p. 44)

Table. Sampling site and its abbreviation. Note: The signature of the walls M3, M10, M20, M22, M25 and rooms C, D in Vilnius Lower Castle is given by N. Kitkauskas (Kitkauskas, 2009, p. 44)

Mėginio paėmimo vieta	Trumpinys	Mėginio paėmimo vieta	Trumpinys
Šv. Mikalojaus bažnyčia		Žemutinė pilis	
Palėpė. Pirmas etapas	M1_XV	Mūras M3. Rytinė vidinė siena	Z_M3_5_XIV
Palėpė. Pirmas etapas	M2_XV	Mūras M3. Rytinė vidinė siena	Z_M3_6_XIV
Palėpė – angos vidus. Pirmas etapas	M3_XV	Mūras M3. Rytinė vidinė siena	Z_M3_7_XIV
Palėpė	M4_XVI?	Mūras M3. Rytinė vidinė siena	Z_M3_8_XIV
Palėpė	M5_XVI?	Mūras M10	Z_M10_1_XIV
Švč. Mergelės Marijos bažnyčia		Mūras M10	Z_M10_2_XIV
Varpinės buvusi vieta, iš Pranciškonų g. pusės	P1_XV	Mūras M10	Z_M10_3_XIV
Altoriaus kairėje pusėje	P2_XV	Mūras M10	Z_M10_4_XIV
Kolona, 3 nuo įėjimo, kairė pusė	P3_?	Mūras M10	Z_M10_5_XIV
Siena tarp P ir centrinės navos (buvusi išorinė siena)	P4_1428	Mūras M20. Aštuoniasienis bokštas	Z_M20_1_XIV
Šiaurinė siena, prie 1 kolonos	P5_XV	Mūras M20. Aštuoniasienis bokštas	Z_M20_2_XIV
Pietinė nava virš koplyčios	P6_1533	Mūras M22. Vartų bokštas	Z_M22_3_1326
Pietinės navos lauko siena	P7_1425	Mūras M22. Vartų bokštas	Z_M22_4_1326
Ankstyvojo pastato liekanos. Šiaurinė nava	P8_XIV	Mūras M22. Vartų bokštas	Z_M22_5_1326
Katedra		Mūras M22. Vartų bokštas	Z_M22_6_1326
Ankstyvasis mūras iš presbiterijos	K1_XIV	Mūras M22. Vartų bokštas	Z_M22_7_1326
Palėpė, šiaurinė vidinė siena. Palėpė	K2_XIV	Mūras M25	Z_M25_1_1326
Ankstyvasis mūras. Karalių kriptą, rytinė siena ties jungtimi su presbiterija	K3_XIV	Mūras M25	Z_M25_2_1326
Ankstyvasis mūras. Karalių kriptą, rytinė siena ties jungtimi su presbiterija	K4_XIV	Rytinis korpusas, išorinė siena ties C rūsiu	Z_P4_1_1512
Ankstyvasis mūras. Rytinės sienos vakarinė dalis. Niša, palikta ekspozicijai	K5_XIV	Rytinis korpusas, išorinė siena ties C rūsiu	Z_P4_2_1512
Ankstyvasis mūras. Vakarinė vidinė siena iš akmenų mūro	K6_XIV	Rytinis korpusas, išorinė siena ties C rūsiu	Z_P4_3_1512
Ankstyvasis mūras. Kriptą su freska, pietinės sienos išorė. Pietinė dalis	K7_XIV	Rytinis korpusas, išorinė siena ties C rūsiu	Z_P4_4_1512
Ankstyvasis mūras. Kriptą su freska, pietinės sienos išorė. Pietinė dalis	K8_XIV	Rytinis korpusas, išorinė siena ties C rūsiu	Z_P4_5_1512
Ankstyvasis mūras. Šiaurinė siena, į vakarus nuo „pagonišku“ laiptų	K9_XIV	Pietinio korpuso pietinė siena, išorinė, ties D rūsiu	Z_P3_1_XVIa
Ankstyvasis mūras. „Pagoniški“ laiptai	K10_XIV	Pietinio korpuso pietinė siena, išorinė, ties D rūsiu	Z_P3_2_XVIa
Žemutinė pilis		Pietinio korpuso pietinė siena, išorinė, ties D rūsiu	Z_P3_3_XVIa
Mūras M3. Rytinė vidinė siena	Z_M3_1_XIV	Pietinio korpuso pietinė siena, išorinė, ties D rūsiu	Z_P3_4_XVIa
Mūras M3. Rytinė vidinė siena	Z_M3_2_XIV	Pietinio korpuso pietinė siena, išorinė, ties D rūsiu	Z_P3_5_XVIa
Mūras M3. Rytinė vidinė siena	Z_M3_3_XIV	Pietinio korpuso pietinė siena, išorinė, ties D rūsiu	Z_P3_6_XVIa
Mūras M3. Rytinė vidinė siena	Z_M3_4_XIV	D rūšys ties laiptine	Z_P5_1_XVIa

HIPOTEZĖ, MATEMATINĖ STATISTINĖ DUOMENŲ ANALIZĖ IR JŲ GRAFINIS VIZUALIZAVIMAS

Ankstesnėje autorių skelbtoje publikacijoje (Taraškevičius *ir kt.*, 2013, p. 273–281) yra parodyta, kad, taikant vieną iš daugelio galimų daugiamačių matematinės statistinės analizės metodų – hierarchinę plytų bandinių jungimo klasterinę analizę, – labai artimos geocheminės-mineralinės sudėties ėminiai gali būti daugiau ar mažiau sėkmingai sugrupuoti į tuos pačius arba gretimus pogrupius. Tai leidžia suformuluoti hipotezę, kad, esant didelei tikimybei, jog *tam tikrais chronologiniais laikotarpiais statomų pastatų ir jų mūrams gaminamų plytų medžiaga galėjo būti išgaunama a) iš tų pačių arba gretimų, panašių savo mineraline sudėtimi molynų ir b) gyvavo tam laikotarpiui būdingos plytų gamybos technologijos („mados“), galima bandyti sukurti savotiškas „daugiamačių rekalibracijos matricas“ su kuo didesniu mėginių, kurių datavimas žinomas (jie chronologizuoti), skaičiumi, skirtas įterpti negausiems *neapibūdintiems* gaminiams, kurių nežinoma gamybos data ar vieta. Atlikus visos šios imties gaminių sudėties panašumo gretinimus / modeliavimus daugiamačiais matematinės statistikos metodais, panašios geocheminės sudėties mėginiai (nesvarbu, ar jie jau yra preliminariai chronologiškai apibūdinti ar dar ne) bus sujungti į tas pačias arba gretimas grupes arba daugiau arba mažiau artimus pogrupius. Taip *neapibūdintieji* pateks tarp jiems tinkamiausios sudėties chronologiškai datuotų ar technologiškai tapačių. Teliks išsiaiškinti, kokie veiksniai nulėmė jų geocheminės ir mineralinės sudėties tapatumą arba skirtumus. Beje, svarbu ir tai, kad, taikydami analogiškus geocheminius tyrimo metodus, atrandame dar vieną netiesioginę galimybę verifikuoti tų pačių mūrų plytų tikslų datavimą – pastebėti, ar nėra tikimybės, kad nurodytos datos *atsitiktinai* (ar dėl kitų priežasčių) nėra klaidingos.*

Grupavimo rezultatai gali būti naudingi ne tik sprendžiant apie gaminių chronologinį tapatumą, bet ir gali padėti išvelgti kitas mūrų plytų sudėties atitikimų arba ne priežastis. Tuo naudojantis gali būti suformuluotos įvairios naujos hipotezės tiek apie technologijų taikymo ypatumus, tiek apie mūrininkų / užsakovų požiūrius į jų laikymosi taisykles, tiek dar kitas dominančias ir aktualias anksčiau susiklosčiusias aplinkybes.

Pirmas būtinas „žingsnis“ kuriant „daugiamačių rekalibracijos matricas“ – cheminių elementų tarpusavio ryšių stiprio analizė, išskiriant tarpusavyje daugiau ar mažiau susijusių cheminių elementų grupes, nulemtas mineraloginės-geocheminės sudėties. Kitas „žingsnis“ – pagal šių ryšių panašumą atliekamas hierarchinis tiriamų mėginių grupavimas. Juos abu sujungę į visumą, šiame straipsnyje panaudosime vieną iš panašiais požymiais ir sudėtimi pagrįstų mėginių grupavimų būdų – klasterinę analizę, kurioje yra taikomas Wardo metodas, o hierarchinio grupavimo atstumui (objektų panašumui) vertinti pasitelkiamas Euklido atstumas. Šis metodas ir jo taikymo archeologijoje pavyzdžių yra pateikiama ir mūsų, ir kitų tyrėjų darbuose (Taraškevičius *ir kt.*, 2012, p. 265–275; Bliujienė *ir kt.*, 2012, p. 101–135; Stančikaitė *ir kt.*, 2012, p. 190–204; Dirixir *ir kt.*, 2013, p. 2961–2970). Vienas iš šio metodo pranašumų – vizualizavimo paprastumas. Mėginiams parinkę informatyvias santrumpas, apibūdinančias ir jų paėmimo vietą, ir chronologiją, nesunkiai randame mus dominančius mėginius, įterptus tarp kitų objektų, jau turinčių chronologinius apibūdinimus (lentelė). Penki Šv. Mikalojaus bažnyčios mėginiai jų paėmimo vietą indikuoja santrumpa (lentelėje ir iliustracijose) „M“, aštuoni Švč. Mergelės Marijos (pranciškonų) bažnyčios – santrumpa „P“, dešimt Vilniaus Katedros – „K“ ir trisdešimt keturi Vilniaus Žemutinės pilies – santrumpa „Z“. Penkių iš Žemutinės pilies mūrų numeracija ir atitinkamos santrumpos „M3“, „M10“, „M20“, „M22“, „M25“ yra paimtos iš N. Kitkausko knygos (Kitkauskas, 2009, p. 44, pav. 32). Kitiems trims Vilniaus Žemutinės pilies objektams yra skirtos santrumpos „P3“ (pietinio korpuso pietinė siena), „P4“ (rytinio korpuso išorinė siena) ir „P5“ (D rūšys ties laiptine). Plytoms yra priskirti individualūs numeriai pagal jų skaičių objekto imtyje – nuo 1 iki 10. Bokštų (M20 ir M22) plytoms suteikta nuosekli numeracija nuo 1 iki 7. Toliau santrumpoje eina chronologinis apibūdinimas, nurodantis žinomą arba spėjama amžių (XIV, XV, XVI) arba konkrečią datą (1326 indikuoja atitinkamus 1326 metus ir t. t.).

Pasitelkus klasterinę analizę išgaunamos dendrogramos vaizdžiai iliustruoja mus dominančių mėginių vietas ir jungtis su kitais. Kuo didesnis mėginių panašumas, tuo artimesnėje jungtyje jie yra. Tačiau galinčių būti panašios geocheminės sudėties mėginių

grupavimo rezultatų išraiška (stipriausiomis jungtimis pasižyminčių mėginių grupių sudėtis) priklauso nuo pasirinktų cheminių elementų rinkinio. Šiame straipsnyje klasterių dendrogramos pateikiamos trims formalizuotiems grupavimo atvejams, kiekvienam jų cheminių elementų rinkinius sudarant pagal cheminių elementų kiekių kaitumo didėjimą, kaitumą vertinant pagal anksčiau nustatytų cheminių elementų kiekių skirtumą dviejuose trijuose tos pačios plytos nuoskalų bandiniuose, analizuojant 11 plytų (Taraškevičius *ir kt.*, 2013, p. 273–281). Taip įvertintas kaitumas atspindi ne tik taikytos EDXRF analizės neapibrėžtį, bet ir pačių plytų masės nehomogeniškumą. Itris ir cirkonis iš šių sekų yra eliminuoti, nes šių cheminių elementų yra plytų nuoskaloms mali naudotų indų sudėtyje.

Kaitumas apskaičiuotas taikant santykinio nuokrypio apskaičiavimo formulę: $(stdev/av) \times 100$, čia *stdev* – dviejų trijų tos pačios nuoskalos bandinių tiriamos analizės kiekių standartinis nuokrypis, mg/kg; *av* – dviejų trijų tos pačios nuoskalos bandinių tiriamos analizės kiekių vidurkis, mg/kg; 100 – daugiklis, leidžiantis santykinį nuokrypį išreikšti procentais.

GEOCHEMINIŲ REZULTATŲ GRUPAVIMO IŠRAIŠKOS

Panašios sudėties plytų paieškai pasirinkti trys grupavimo atvejai, taikant klasterinės analizės Wardo metodą ir skaičiuojant Euklido atstumus. Pirmu atveju klasterinei diagramai sukurti buvo panaudoti 12-os cheminių elementų (Fe, Si, Ti, Rb, K, Al, Th, Ni, Zn, Nb, Ga ir Ba) kiekliai, kurių kaitumas neviršijo 5 proc. Tarp šių elementų yra net penki svarbūs indikatoriniai cheminiai elementai, iš kurių Al ir K yra pagrindiniai molio mineralų indikatoriai, Ti ir Fe – nereti jų palydovai, o Si – dažnas jų visų antipodas – smėlingosios frakcijos indikatorius. Šiuo atveju mus dominančios Šv. Mikalojaus bažnyčios pirmosios dvi plytos – M1 ir M2 – patenka į vieną glaudų pogrupį su mūro M25 dviem plytomis, datuojamomis 1326 m. (8 pav.). Trečioji plyta (M3) pagal cheminę sudėtį yra greta jų. Tačiau M4 ir M5 patenka į nutolusį nuo jų mišrų pogrupį su Švč. Mergelės Marijos bažnyčios penkta (P5) ir aštunta (P8) bei Katedros pirma (K1) plytomis.

Antru atveju klasterinei analizei kartu su anksčiau išvardytais cheminiais elementais (Fe, Si, Ti, Rb, K,

Al, Th, Ni, Zn, Nb, Ga, Ba) buvo pasitelkti dar 8 geochemiškai informatyvūs cheminiai elementai – Sr, Mn, Ca, Mg, P, Na, Cu ir Cr. Šių 20-ies cheminių elementų kaitumas nuoskalose ne didesnis kaip 10 proc. Pasitelkę šią elementų aibę, aptinkame dar panašesnę pirmųjų trijų Šv. Mikalojaus bažnyčios plytų M1, M2 ir M3 sudėtį – jos visos glaudžiai susijusios (9 pav.). Artimiausiame gretimame pogrupyje jos yra artimiausios dviem toms pačioms mūro M25 plytomis. Penktoji Šv. Mikalojaus bažnyčios plyta (M5) chemine sudėtimi taip pat yra panašiausia į Švč. Mergelės Marijos bažnyčios penktą (P5) ir aštuntą (P8) plytas, tačiau pagal šių 20 cheminių elementų sudėties įvairovę ji yra artimesnė M1 ir M2 plytomis, negu pagal pirmųjų 12-os (Fe, Si, Ti, Rb, K, Al, Th, Ni, Zn, Nb, Ga ir Ba). Ir, priešingai, M4 pagal 20-ies elementų sudėtį yra tolimiausia M1, M2, M3 ir M5 plytomis.

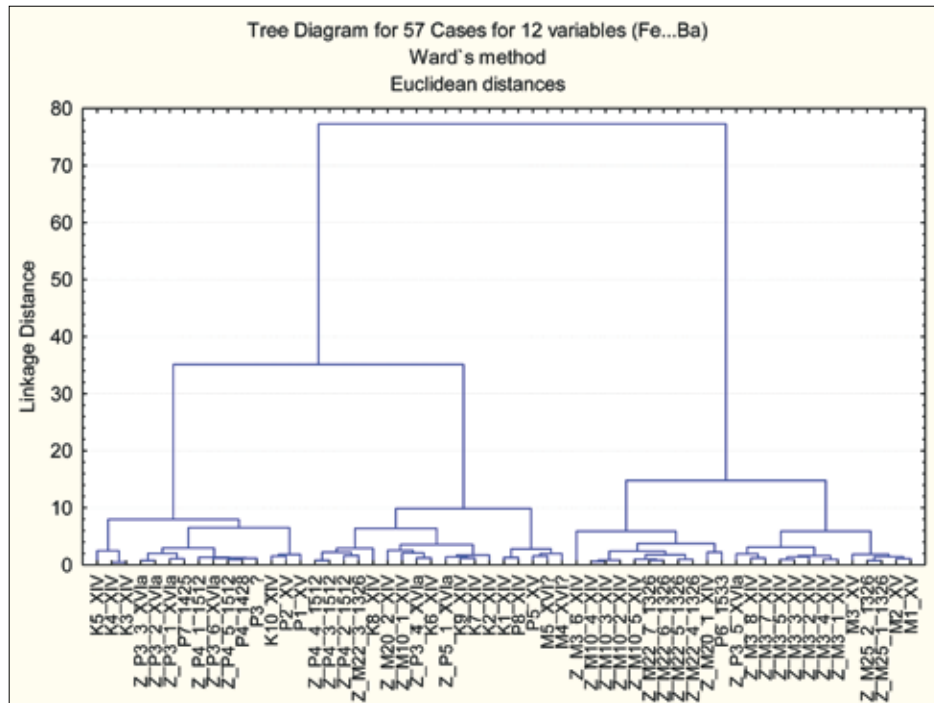
Tačiau trečiu atveju, klasterių dendrogramos gamybai pasitelkę visus analizuotus 25 cheminius elementus, t. y. prie 20-ies pirmųjų Fe, Si, Rb, Ti, K, Al, Th, Ni, Zn, Nb, Ga, Ba, Sr, Mn, Ca, Mg, P, Na, Cu ir Cr į naudojamų cheminių elementų aibę įterpę dar ir Pb, Hf, V, Cl bei S, atrandame, kad ketvirtoji plyta M4 yra daug arčiau kitų keturių Šv. Mikalojaus bažnyčios plytų (10 pav.), negu buvo pirmais dviem atvejais (8 ir 9 pav.).

Taigi turime tris ne visai vienodus jungčių dendrogramas. Kyla klausimas, kurią iš jų galėtume sėkmingiausiai panaudoti Šv. Mikalojaus bažnyčios plytų interpretacijai kitų mūrų (objektų) plytų kontekste? Pasirinkimo kriterijumi galėtų būti chronologiškai tapačiausių objektų (mūrų) plytų jungčių stiprumas (trumpiausios ir gretimos jungtys).

12-os cheminių elementų sąlygojamoje dendrogramoje artimiausiomis (+) ir antro laipsnio gretima ((+)+) jungtimis yra sujungtos 9 trijų objektų (mūrų) Z_P4, M22 ir M25 plytos:

$$\begin{aligned} & ((Z_P4_3_1512+Z_P4_4_1512)+Z_P4_2_1512), \\ & (Z_M22_4_1326+Z_M22_5_1326)+ \\ & (Z_M22_6_1326+Z_M22_7_1326), \\ & (M25_1_1326+M25_2_1326). \end{aligned}$$

20-ies cheminių elementų dendrogramoje artimiausiomis (+) ir trečio laipsnio (((+)+)+) jungtimis yra sujungta 13 plytų iš keturių objektų M22, P, Z_P4 ir M25:



8 pav. Klasterių dendrograma 57 plytų nuoskalų grupavimui, naudojant 12 cheminių elementų Fe, Si, Rb, Ti, K, Al, Th, Ni, Zn, Nb, Ga ir Ba kiekius, kurių vidurkinis kaitumas nuoskalose mažiausias – iki 5 proc. *Cases* – atvejai (plytos), *Variables* – kintamieji (cheminiai elementai), *Linkage Distance* – jungimosi atstumas. Grupavimui taikytas Wardo metodas, naudojant Euklido atstumą. Nuoskalas identifikuojančios santrumpos atitinka pateiktas lentelėje. Aut. R. Taraškevičius

Fig. 8. Cluster analysis dendrogram grouping the fragments of 57 bricks according to the contents of 12 chemical elements Fe, Si, Rb, Ti, K, Al, Th, Ni, Zn, Nb, Ga and Ba with the lowest, i.e. <5 % average variability in fragments. *Cases* represent bricks and *variables* the contents of chemical elements. *Linkage Distance* indicates the level of amalgamation. Ward's method with Euclidian distances was used for grouping. The abbreviations of brick fragments correspond to those given in Table. Compiled by R. Taraškevičius

((Z_M22_4_1326+Z_M22_5_1326)++
Z_M22_7_1326),

(Z_M22_3_1326+Z_M22_6_1326),
(Z_P4_1_1512+Z_P4_5_1512),

(P4_1428+P7_1425), (Z_P4_3_1512+
Z_P4_4_1512), (M25_1_1326+M25_2_1326).

25-ių cheminių elementų dendrogramoje artimiausiomis (+) ir antro ((+)+) bei trečio laipsnio (((+)+)+) jungtimis yra sujungtos 13 plytų iš keturių objektų (mūrų) Z_P4, P4, M22 ir M25:

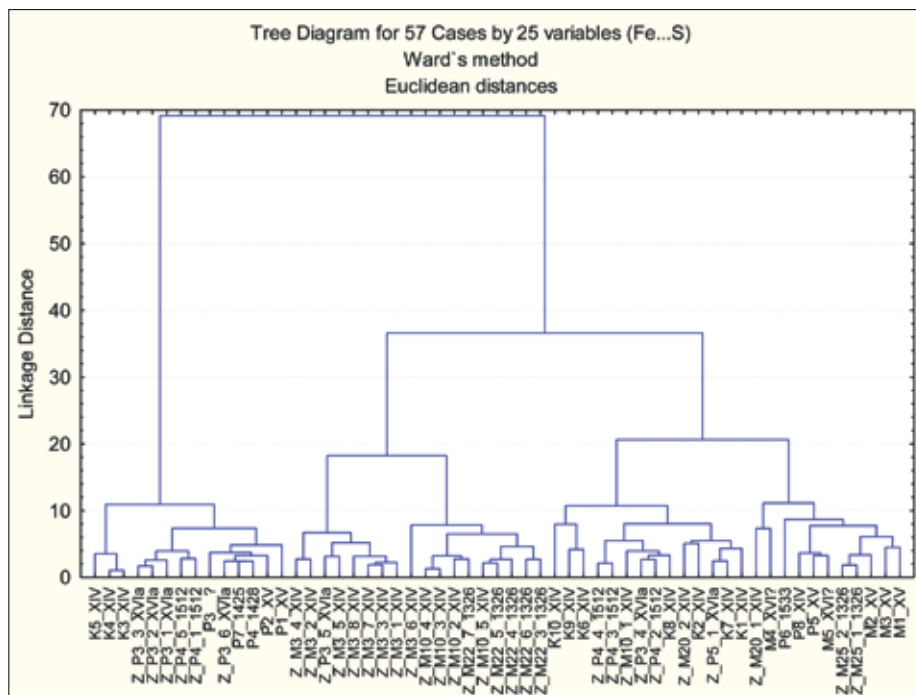
(Z_P4_1_1512+Z_P4_5_1512),
(P4_1428+P7_1425),

((Z_M22_3_1326+Z_M22_6_1326)+
Z_M22_4_1326))+Z_M22_5_1326)+
Z_M22_7_1326),

(Z_P4_3_1512+Z_P4_4_1512),
(M25_1_1326+M25_2_1326),

o ketvirto ir aštunto laipsnio jungtimis – dar dvi plytos, atitinkamai Z_P4_2_1512 ir Z_M22_7_1326.

Atrodytų, kad antroji ir trečioji dendrogramos gali būti panašiai patrauklios Šv. Mikalojaus plytų genėzės interpretacijai. Tačiau trečiosios dendrogramos darybai iš pasitelktų penkių „papildomų“ cheminių elementų (Pb, Hf, V, Cl bei S) net keturis (Pb, V, Cl ir S) galime laikyti XX a. antros pusės ar net kiek anksčiau laikų technoantropogeninės taršos indikatoriais (Gregorauskienė *ir kt.*, 2011, p. 393–409; Zinkutė *ir kt.*, 2011, p. 337–347). T. y. papildomos šių elementų sankaupos plytų paviršiuje gali būti nesusijusios su mineralinėmis pirminėmis, gamybos sąlygojamomis, plytų sudėtimis. Todėl ši, trečia, dendrograma, siekiant objektyvesnių ir patikimesnių apibendrinimų,



9 pav. Klasterių dendrograma 57 plytų nuoskalų grupavimui, naudojant 20 cheminių elementų Fe, Si, Rb, Ti, K, Al, Th, Ni, Zn, Nb, Ga, Ba, Sr, Mn, Ca, Mg, P, Na, Cu ir Cr kiekius, kurių vidurkinis kaitumas nuoskalose – iki 10 proc. *Cases* – atvejai (plytos), *Variables* – kintamieji (cheminiai elementai), *Linkage Distance* – jungimosi atstumas. Grupavimui taikytas Wardo metodas, naudojant Euklido atstumą. Nuoskalas identifikuojančios santrumpos atitinka pateiktas lentelėje. Aut. R. Taraškevičius

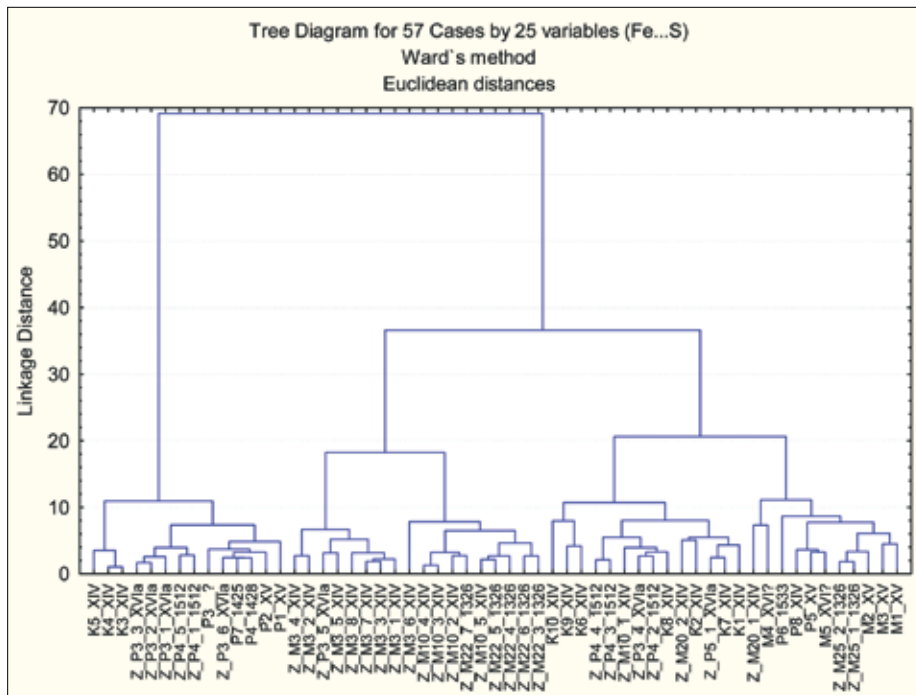
Fig. 9. Cluster analysis dendrogram grouping the fragments of 57 bricks according to the contents of 20 chemical elements Fe, Si, Rb, Ti, K, Al, Th, Ni, Zn, Nb, Ga, Ba, Sr, Mn, Ca, Mg, P, Na, Cu and Cr with average variability up to 10 %. *Cases* represent bricks and *variables* the contents of chemical elements. *Linkage Distance* indicates the level of amalgamation. Ward's method with Euclidian distances was used for grouping. The abbreviations of brick fragments correspond to those given in Table. Compiled by R. Taraškevičius

skirtų galimai technologijai ir chronologijai indikuoti, mūsų straipsnyje toliau nenaudotina. Tačiau būtent trečios dendrogramos pavyzdžiu yra sėkmingai iliustruota kita šio metodo taikymo galimybė, kuri gali būti panaudota siekiant tiksliau nustatyti mūrą, kuriam priklausė tiriamos plytos (jei plytos būtų rastos kitur, o ne paimtos iš tiriamo mūro). Ši galimybė mūsų yra iliustruota ir anksčiau, remiantis vienuolikos plytų nuoskalų, paimtų iš Vilniaus Žemutinės pilies, Gynybinės sienos, Šv. Onos-Barboros bažnyčios, Lukiškių plytų degimo krosnies, Vyskupų rūmų mūrų, cheminės analizės tyrimais ir jų klasterine analize (Taraškevičius *ir kt.*, 2013, p. 273–281).

Tai nulemia pasirinkimus: Šv. Mikalojaus bažnyčios statybos etapų (ir plytų genezės) interpretacijai naudosimės antrosios klasterių dendrogramos, sukurtos naudojantis 20-imi cheminių elementų, jungtimis,

o pagalbinė informacija bus pirmoje dendrogramoje identifiukuotos sąsajos. Tačiau bet kuriuo atveju šia analize pagrįstos išvados galės būti vertinamos tik kaip preliminarios, turinčios labiau metodologinę vertę.

Aptardami pirmas dvi dendrogramas, matome, kad trys Šv. Mikalojaus bažnyčios plytos (M1, M2, M3) toje pačioje grupėje (klasteryje) nėra atsitiktinai, nes visos jos atspindi pirmąjį statybos laikotarpį. Jo metu buvo gaminamos labai panašios cheminės sudėties plytos. Tai reikštų, kad joms gaminti naudotas molis galėjo būti kasamas iš to paties ar gretimo telkinio, o naudoto liesiklio mineralinė sudėtis ir jų dėjimo proporcijos buvo panašios. Toliau interpretuojant šiuos duomenis, galima manyti, kad šios plytos galėjo būti gamintos toje pačioje plytinėje. Iš pasirinktos klasterių diagramos matyti ir kita aplinkybė – tai Šv. Mikalojaus bažnyčios minėtų trijų plytų panašumas į plytų



10 pav. Klasterių dendrograma 57 plytų nuoskalų grupavimui, naudojant 25 cheminių elementų Fe, Si, Rb, Ti, K, Al, Th, Ni, Zn, Nb, Ga, Ba, Sr, Mn, Ca, Mg, P, Na, Cu, Cr, Pb, Hf, V, Cl ir S kiekius. Paskutinių penkių cheminių elementų vidurkinis kaitumas nuoskalose – daugiau kaip 10 proc. *Cases* – atvejai (plytos), *Variables* – kintamieji (cheminiai elementai), *Linkage Distance* – jungimosi atstumas. Grupavimui taikytas Wardo metodas, naudojant Euklido atstumą. Nuoskalas identifikuojančios santrumpos atitinka pateiktas lentelėje. Aut. R. Taraškevičius

Fig. 10. Cluster analysis dendrogram grouping the fragments of 57 bricks according to the contents of 25 chemical elements Fe, Si, Rb, Ti, K, Al, Th, Ni, Zn, Nb, Ga, Ba, Sr, Mn, Ca, Mg, P, Na, Cu, Cr, Pb, Hf, V, Cl and S. The average variability of the last five chemical elements exceeds 10 %. *Cases* represent bricks and *variables* the contents of chemical elements. *Linkage Distance* indicates the level of amalgamation. Ward's method with Euclidian distances was used for grouping. The abbreviations of brick fragments correspond to those given in Table. Compiled by R. Taraškevičius

Z_M22_1-2, paimtų iš Vilniaus Žemutinės pilies šiaurinių vartų bokšto mūro, kuris pagal rostverkų dendrodatas datuojamas 1326–1327 m. (Blaževičius, Bugys, 2011, p. 29). Antrojo statybos etapo Šv. Mikalojaus bažnyčios plytos M4 ir M5 pirmoje diagramoje yra viena šalia kitos, o artimiausios pagal panašumą yra pranciškonų Švč. Mergelės Marijos bažnyčios (P5 ir P8) bei ankstyvosios Katedros (K1) plytos; didinant cheminių elementų skaičių iki 20, M4 patenka į grupę su Vilniaus Žemutinės pilies aštuoniakampio bokšto dviem plytomis Z_M 20_1-2, o M5 lieka viename klasteryje su jau minėtomis pranciškonų bažnyčios plytomis P5 ir P8. Kyla natūralus klausimas, kaip šiuos duomenis interpretuoti? Mūsų požiūriu šis klausimas gali turėti dvi pagrindinių sprendinių ir atsakymų galimybes. Pirmoji yra susijusi su pasirinkto metodo turiniu (kompleksu). Mūsų aprašytu atveju galimybes

nulemia dvi pagrindinės aplinkybės: taikytas cheminės sudėties analizės metodas – daugiaelementė rentgeno fluorescencinė analizė ir matematinis statistinis cheminės analizės duomenų gretinimo būdas – klasterinė analizė. Rentgeno fluorescencinės analizės pranašumas – didelis cheminių elementų, tarp kurių yra visi pagrindiniai molio mineralus ir jų liesiklius formuojantys makroelementai (Al, Ca, Fe, Mg, Na, K, Si, Ti), juos lydintys specifiniai (Ga, Co, Cr, Cu, Mn, Nb, Ni, Rb, Sr, S, P, Br, Cl, Zn, Pb ir kiti), skaičius. Tyrėjui telieka iš jų pasirinkti tinkamiausius tapačioms pagal savo genezę plytomis identifikuoti. Bet tai nėra paprasta ir reikalauja daug darbo (iširti geocheminius variantus) – analizuoti tiriamų elementų priežastinius sąryšius ir, tai padarius, parinkti potencialiai tinkamiausius cheminių elementų rinkinius. Taikant šį metodą *vienos* plytos atpažinimo kontekste, kai imami keli tos

pačios plytos mėginiai ir kai jau žinome *a priori*, kad jos yra gamintos iš to paties molio, metodas atskleidžia galimas tapačias ir tos *vienos* plytos gamybos technologines savybes. Jos dažniausiai susijusios su naudojama žaliava, taip pat – liesiklio kiekiais ir molio tešlos išmaišymo kokybe. Kita atsakymo dalis turėtų būti skirta plytoms gaminti naudotos molio žaliavos specifinių mineralinių-geocheminių ypatumų analizei ir atrankai. Nežinant jų, informatyvių identifikacinių cheminių elementų grupių parinkimo klausimas, taikant klasterinę (ar kitą) analizę grupuojant skirtingų objektų plytas, darosi kur kas opesnis ir net esminis. Įsivelia vienas nežinomas dėmuo – naudotos žaliavos cheminė sudėtis. Šiandien tokių medžiagų atrankų ir tyrimų dar nėra atlikta. Todėl tai tampa užduotimi ir svarbiausiu ateities tyrimų objektu. Atsižvelgus į tai, kad iki šiol turime daugybę nežinomųjų, pateiktose diagramose išryškėjantys dėsniumai žadina viltį, jog aprašyti metodai gali būti tobulinami ir sėkmingai padėti pažinti praeities technologijų procesus. Pavyzdžiui, plytos tešlos paruošimo receptūros panašumo interpretacijoms ar net tų pačių plytinių medžiagų produkcijos tapatinimui.

IŠVADOS

Vilniaus Šv. Mikalojaus bažnyčios ženklintų plytų analizė ir plytų geocheminiai tyrimai akivaizdžiai parodė, kad abu šie tyrimų metodai, juos patobulinus, gali tapti labai perspektyvūs senųjų plytų gamybos technologijų pažinimo tematikoje. Susikoncentravę į konkrečioms plytinėms priklausančių technologijų, atsispindinčių jų produkcijoje, paiešką, galėtume tiksliau spręsti statinių datavimo, kultūrinių įtakų ir kitas įvairiausias problemas.

Šv. Mikalojaus bažnyčios statybos etapiškumo nustatymui pasitelkus ženklintų plytų išsidėstymą mūruose, darytina išvada, kad bažnyčios pietinė ir vakarinė siena iki pietinės sienos langų viršaus altitudės statytos chronologiškai tuo pačiu metu. Pietinės sienos plytose aptikti ženklai (1-as ir 2-as tipai) yra vienalaikiai ir, didelė tikimybė, buvo naudojami toje pačioje plytinėje. Pagal žymenis ant plytų, jų analogus Vokietijoje, bažnyčia galėjo būti išmūryta ne anksčiau kaip XIV a. septintame dešimtmetyje. Remiantis ženklintų plytų

paplitimu Vilniuje, galima manyti, kad jas gaminusi plytinė savo produkciją tiekė ir kitiems tuo metu statytiems objektams – Katedrai (gal jos remontui?), Švč. Mergelės Marijos (pranciškonų) bažnyčiai. Šias išvadas paremia ne tik ženklintos plytos, bet ir plytų geocheminės analizės, naudojant šiame straipsnyje taikytą preliminarią klasterinę analizę, duomenys. Reikėtų pabrėžti, kad geocheminių tyrimų duomenimis pagrįstos išvados kol kas gali būti vertinamos labiau tik kaip preliminarios, informuojančios apie metodologines galimybes. Siekiant ateityje geocheminių tyrimų metodais gauti tikslesnes plytų genezės ir technologinių procesų interpretacijas, naudinga būtų tenkinti šias aplinkybes: a) didesnio (ne mažiau kaip trijų) subbandinių skaičiaus iš tos pačios plytos paėmimas (būtų išvengta atsitiktinio mėginio efekto); b) mėginiai turėtų būti imami iš vidinės plytos dalies (siekiant minimizuoti ar net išvengti technoantropogeocheminės sudedamosios dalies priedo); c) taikomas daugiaelementis (ne mažiau kaip 20 cheminių elementų) cheminės sudėties analizės metodas, pasitelkiant ne tik visus pagrindinius makroelementus, bet ir jų specifinius palydovus, privalomai nustatant bendrą visuminį kiekvieno cheminio elemento kiekį (Taraškevičius *ir kt.*, 2013, p. 15); d) kuo didesnio skaičiaus chronologiškai tiksliai datuotų plytų geocheminės duomenų bazės sukūrimas (tenkinant a, b ir c sąlygas); e) įvairiais geocheminiais požymiais (ne vien mėginio sudėties kintamumu) pagrįsta cheminių elementų aibių, skirtų daugiaelementėms matematinėms statistinėms analizėms, atranka; f) klasterinės analizės teikiamų rezultatų verifikavimas ir papildymas pasitelkus kitus matematinės daugiaelementės analizės metodus; g) potencialių žaliavos telkinių (molynų) mineralinės medžiagos geocheminės analizės duomenų kaupimas. Iš visų čia išvardytų sąlygų sunkiausiai gali būti įgyvendinama paskutinė. Šiandien senieji Vilniaus molynai geocheminiu požiūriu nėra tyrinėti. Taigi, jų paieška ir specializuoti archeogeocheminiai tyrimai tampa svarbiausiu ateities tyrimų objektu. Atsižvelgus į tai, kad iki šiol turime daugybę nežinomųjų, pateiktose sąsajų iliustracijose (klasterinėse dendrogramose) išryškėjančios naudingų dėsniumų galimybės žadina viltį, kad ir aprašyti, ir kiti potencialūs geocheminių metodų kompleksai gali būti pritaikomi praeities technologijų procesams sėkmingai pažinti.

ŠALTINIAI

Blaževičius P., Bugys P. 2011. *Vilniaus Žemutinės pilies teritorija. LDK Valdovų rūmų vakarinio korpuso išorės archeologinių žvalgymų I ploto į šiaurę nuo M-22 archeologinių tyrimų ataskaita*. Vilniaus pilių direkcijos archyvas, b. 222.

Kaplūnaitė I. 2015. *Vilniaus miesto katalikiškoji dalis XIV–XVI amžiaus pradžioje*. Daktaro disertacija. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla.

LITERATŪRA

Abramauskas S. 1958. Plytų dydžiai XIV–XV amžių Lietuvos architektūros paminkluose. *Valstybinės LTSR architektūros paminklų apsaugos inspekcijos metraštis*, 1, p. 31–37.

Białek S. 2007. *Znaki kamieniarskie na budowach Lwóweckich od połowy XV do połowy XVI wieku*. *Rocznik Jeleniogórski*, 39, s. 37–60.

Bliujienė A., Stančikaitė D., Kisielienė D., Mažeika J., Taraškevičius R., Szwareczewski P., Messal S., Kusiak J., Stakėnienė R. 2012. Skomantai Hill-Fort in Western Lithuania: A Case Study on Habitation Site and Environment. *Archaeologia Baltica*, 17. People at the crossroads of space and time (Footmarks of Societies in Ancient Europe), I, p. 101–135.

Detlaff M. A. 2006. Pranciškonų vienuolynas ir Švenčiausios Mergelės Marijos bažnyčia Vilniuje (XIV–XVII a.). D. Baronas (sud.) *Studia Franciscana Lithuanica*, 1. Pirmieji pranciškonų žingsniai Lietuvoje XIII–XVII a. Vilnius: Aidai, p. 54–81.

Dirix K., Muchez P., Degryse P., Kaptijn E., Mušič B., Vassilieva E., Poblome J. 2013. Multi-element soil prospecting aiding geophysical and archaeological survey on an archaeological site in suburban Sagalassos (SW-Turkey). *Journal of Archaeological Science*, 40, p. 2961–2970.

Drėma V. 1997. *Vilniaus Šv. Jono bažnyčia*. Vilnius: R. Paknio leidykla.

Entwistle J. A., Abrahams P. W., & Dodgshon R. A. 1998. Multi-element analysis of soils from Scottish historical sites. Interpreting land-use history through the physical and geochemical analysis of soil. *Journal of Archaeological Science*, 25, p. 53–68.

Gregorauskienė V., Taraškevičius R., Kadūnas V., Radzevičius A., Zinkutė R. 2011. Geochemical characteristics of Lithuanian urban areas (chapter 23). C. C. Johnson, A. Demetriades, J. Locutura, R. T. Ottesen (eds.) *Mapping the Chemical Environment of Urban Areas*. Wiley Publishing, p. 393–409.

Grinius J. 1994. *Vilniaus meno paminklai: su 70 paveikslų pagal J. Bulhako ir kitų fotografijas*. Vilnius: Mokslo ir enciklopedijų leidykla.

Hjølstrom B., Isaksson S. 2009. Identification of activity area in reconstructed Iron Age by combining element

Fijalek J., Semkowicz Wł. 1948. *Kodeks dyplomatyczny katedry i diecezji wileńskiej*, 1 (1387–1507). Kraków.

Firkovičius R. 1989. *Kulto pastatai ir jų vietos Vilniaus mieste. Istoriniai tyrimai*. Paminklų restauravimo instituto archyvas, f. 5, b. 5033.

Rowell S. C. 2003. *Chartularium Lithuaniae res gestas magni ducis Gedeminne illustratum*. Gedimino laišakai. Vilnius: Vaga.

and lipid analyses of sediments. *Journal of Archaeological Science*, 36, p. 174–183.

Jaloveckas R., Dambrauskaitė T. 1970. Buvusios šv. Jono bažnyčios Vilniuje restauraciniai tyrimai. *Architektūros paminklai*, 1, p. 79–90.

Jenkins D. A. 1989. Trace element geochemistry in archaeological sites. *Environmental Geochemistry and Health*, 11 (2), p. 57–62.

Kitkauskas N. 1991. Vilniaus senovė (Šv. Mikalojaus bažnyčia). *Dienovidis*, 4, p. 5.

Kitkauskas N. 2007. Vilniaus pilys Marijano Moreliovskio (1884–1963) tyrimuose. *Vilniaus istorijos metraštis*, 1, p. 97–116.

Kitkauskas N. 2009. *Lietuvos Didžiosios Kunigaikštystės valdovų rūmai*. Vilnius: Kultūros leidykla.

Kitkauskas N. 2012. *Vilniaus pilys. Istorija, statyba, architektūra*. Vilnius: Mokslo ir enciklopedijų leidybos centras.

Levandauskas V. 1974. Lietuvos aptvarinių pilių mūro technika ir medžiagos. *LTSR architektūros klausimai*, 4, p. 432–447.

Levandauskas V., Mikulionis S. 1975. Trakų pilių sienų medžiagos ir mūrijimo technika. *Architektūros paminklai*, 3, p. 121–135.

Levandauskas V. 1977. Lietuvos renesansinių pastatų mūro medžiagos ir technika. *Architektūros paminklai*, 4, p. 15–25.

Levandauskas V., Jankevičienė J. 1978. Lietuvos gotiškų gyvenamųjų ir visuomeninių pastatų mūro medžiagos ir statybos technika. *LTSR architektūros klausimai*, 5 (3), p. 61–73.

Levandauskas V. 2012. *Lietuvos mūro istorija*. Kaunas: Vytauto Didžiojo universitetas.

Matulis R. 2003. Įrašas byloja: Šv. Mikalojaus bažnyčia galėjo būti pastatyta Vytenio laikais. *Lietuvos aidas*, 44, p. 3.

Merkevičius A. (sud.) 2013. *Metodai Lietuvos archeologijoje. Mokslo ir technologijos praeičiai pažinti*. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla.

Noah R., Noah G. 1992. *Die mittelalterlichen Ziegelmarken in Ostfriesland. Jahrbuch der Gesellschaft für bildende*

Kunst und vaterländische Altertümer zu Emde (Emdener Jahrbuch), Bd. 72, S. 69–79.

Pinkus S. 1958. Vilniaus gotika. *Mokslas ir gyvenimas*, 3, p. 33–35.

Purlys E. 1993. Vilniaus Šv. Mikalojaus bažnyčios 1980 metų natūros tyrimai. *Architektūros paminklai*, 13, p. 29–35.

Rackevičius G. 2000. Vilniaus Aukštutinės pilies stogai XV a. *Iš baltų kultūros istorijos*. [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <<http://www.lietuvospilys.lt/data/a-pilies-stog.htm>> [žiūrėta 2015 m. spalio 10 d.].

Raulinaitis A. 1971. Ką mena įrašai (Šv. Mikalojaus bažnyčia). *Mokslas ir gyvenimas*, 9, p. 35.

Raulinaitis A. 2004. Apie Vilniaus Šv. Mikalojaus bažnyčios ištakas. A. Petkus (sud.) *Vilniaus Šv. Mikalojaus bažnyčia*. Vilnius: Petro ofsetas, p. 327–330.

Reklaitis P. V. 2004. Vilniaus Šv. Mikalojaus bažnyčia ir jos reikšmė miesto istorijoje. A. Petkus (sud.) *Vilniaus Šv. Mikalojaus bažnyčia*. Vilnius: Petro ofsetas, p. 338–359.

Rudkowski T. 1952. Badania nad rozmiarami cegly sredniowiecznego Wroclawia. *Sprawozdania Wrocławskiego Towarzystwa Naukowego*, t. VII, dodatek 5, s. 7–19.

Rümelin H. 1999. Ziegelstempel des Spätmittelalters. *Alt- und Neufunde in Macklenburg. Stier und Greif, Blätter zur Kultur und Landesgeschichte in Macklenburg*, 9, S. 67–73.

Rümelin H. 2003. Ziegelstempel, zur Bedeutungsgespätmittelalterlichen Details der Baustoffproduktion in der Altmark. *Backsteintechnologien im Mittelalter und in der Neuzeit. Studienzur Backsteinarchitektur*, Bd. 4, S. 129–177.

Sadori L., Giraudi C., Petitti P., Ramrath A. 2004. Human impact at Lago di Mezzano (central Italy) during the Bronze Age: a multidisciplinary approach. *Quaternary International*, 113, p. 5–17.

Schmid B. 1918. Litauische Backsteinbauten (Neu-Traken und St. Nikolaus zu Wilna). *Die Denkmalpflege*, Bd. XX, Nr. 8, S. 3–22.

Stančikaitė M., Bliujienė A., Kisielienė D., Mažeika J., Taraškevičius R., Messalc S., Szwarczewski P., Kusiak J., Stakėnienė R. 2012. Population history and palaeoenvironment in the Skomantai archaeological site, West Lithuania: two thousand years. *Quaternary International*, p. 190–204, 308–309.

Striškienė E. 2009. Lietuvos Didžiosios Kunigaikštystės valdovų rūmų grindų danga pagal archeologinių tyrimų duomenis. V. Dolinskas, D. Steponavičienė (sud.) *Lietuvos Didžiosios Kunigaikštystės valdovų rūmai ir jų atkūrimas europinės patirties kontekste*. Vilnius, 2009, p. 73–84.

Stiehl O. 1937. *Der Backstein, Reallexikon zur deutschen Kunstgeschichte*. Stuttgart.

Taraškevičius R., Stančikaitė M., Bliujienė A., Stakėnienė R., Zinkutė R., Kusiak J. 2012. Search for geochemical indicators of pre-urban habitation sites: case study from Skomantai hill-fort and settlement, western Lithuania. *Geochemistry: exploration, environment, analysis* Nr. 12 (4), p. 265–275.

Taraškevičius R., Bliujienė A., Karmaza B., Merkevičius A., Nemickienė R., Rackevičius G., Sarcevičius S., Stakėnienė R., Strazdas D., Širvydaitė S., Vaitkevičius G., Zinkutė R. 2013. Geocheminiai tyrimų metodai archeologijoje – taikymo galimybės. A. Merkevičius (sud.) *Metodai Lietuvos archeologijoje. Mokslas ir technologijos praeičiai pažinti*. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla, p. 249–304.

Tautavičius A. 1960. Vilniaus pilies teritorijos archeologiniai kasinėjimai. *Valstybinės LTSR architektūros paminklų apsaugos inspekcijos metraštis*, 2, p. 3–48.

Tomaszewski Z. 1955. Badania cegly jako metoda pomocnicza przy datowaniu obiektow architektonicznych. *Zeszyty Naukowe politechniki Warszawskiej*, 11. *Budownictwo*, IV, s. 31–52.

Zinkutė R., Taraškevičius R., Želvys T. 2011. Major elements as possible factors of trace element urban pedochemical anomalies. *Central European Journal of Chemistry*, 9 (2), p. 337–347.

Zlat M. 1959. Znaki kamieniarskie jako źródło w świetle badań wrocławskiego ratusza. *Rocznik Sztuki Śląskiej*, 1, s. 69–81.

Žulkus V. 1979. XV–XIX amžių Klaipėdos statybinė keramika. *Architektūros paminklai*, 5, p. 37–42.

Беленицкий В. Д. 1971. Клейма и знаки на кирпичях XII в. Из церкви Дмитрия Солунского в Пскове. *Советская археология*, с. 125–136.

Ёлшин Д. Д. 2013. Новгородская плинфа XI–XIII вв.: возможности типологического изучения. *Новгород и Новгородская земля*, 27, с. 208–213.

Чернов А. В. 2013. Об эволюции формата Новгородских кирпичей XVI в. *Новгород и Новгородская земля*, 27, с. 214–219.

Цауне А. В. 1984. *Жилища Риги XII–XIV в.в.* Рига.

Коноров А. В. 1956. К истории кирпича в России в XI–XX веках. *Труды Института естествознания и техники АН СССР*, 7. Москва, с. 20–150.

Раппопорт П. А. 1976. Метод датирования памятников древнего смоленского зодчества по формату кирпича. *Советская археология*, 2, с. 83–93.

Раппопорт П. А. 1994. *Строительное производство Древней Руси (X–XIII вв.)*. Санкт Петербург.

BRICKS OF ST. NICHOLAS CHURCH: LINK BETWEEN MARKING AND GEOCHEMISTRY

Saulius Sarcevičius, Ričardas Taraškevičius

Summary

The bricks of St. Nicholas Church in Vilnius comprise the study object of this manuscript. The authors present the visual method of brick marks and size analysis and the geochemical method. The aims of this manuscript were the following: a) to reveal the information from marked bricks considering the issues of Church building stages and chronology, b) to present the examples of cluster analysis method application to geochemical data of brick composition demonstrating the methodical possibility to find related bricks in other buildings of Vilnius, c) to discuss the application conditions which could give more successful results of brick geochemical comparison on the basis of which both technological and chronological issues of brick production could be solved.

The studies of old brick walls have a long tradition in Lithuania. The pioneer of such studies was Marijanas Moreliovskis who formulated the main research areas and issues for future generations during pre-war period. The scholar noted the changes of brick size and tie up methods during ages. The proportional-chronological regularities of the old bricks were used by many later scholars as well, almost exclusively by the architects. Using this method, the architects have determined the chronological boundaries of St. Nicholas Church: from the second half of the 14th century to the 15th century. Meanwhile, the positions of other researchers on this issue are very different. Some historians attribute the building of Church to the Grand Dukes' Vytenis and Gediminas period, i.e., the junction of the 13th and 14th centuries. They were especially pleased by the date obtained during archaeomagnetic studies of bricks: 1297–1310. However, according to the major part of historians, the foundation of brick Church took place in the period between 1382 and 1413, they relate it to Hanul, vice-regent of Vilnius, merchant of Riga and follower of Jogaila.

Solving St. Nicholas Church dating issue, the authors paid attention to the methodical problems of fixing the specificity of the former brickyard production. Both visual and geochemical methods were applied by the authors in search of the similarities or differences of brick production technology.

Using the visual method, the attention was paid to the Church wall bricks with marks on their sides (these marks were pressed into bricks before their burning). Total number of marked bricks found was 11. They were marked using round dies with different ornamentation that can be divided into four types. Most of them were found in the southern facade of the Church (Fig. 1). Comparing the marked brick line-up and the changes of brick size in the southern and in

the western façade (Figs. 2–4), the authors draw two conclusions. The first one is that the southern and the western walls of the church were built at the same primary time. At least two different marks (Fig. 1, types 1 and 2) were used during this building stage. Basing on analogous marked bricks from St. Ann-Barbara Church with two different signs pressed into the same brick, the authors are inclined to suppose that the bricks of St. Nicholas church marked by stamps of types 1 and 2 were also produced in the same brickyard. The second conclusion is that the frontage of western façade of the Church was built or rebuilt later (probably in the 16th century). The marked bricks of type 3 are found there (Fig. 1). Basing on analogous marked bricks from Vilnius, the authors express their opinion that the brickyard, which produced these bricks, could supply its production also to other buildings of that time: Cathedral and St. Virgin Mary (Franciscan) Church (Figs. 6, 7). The authors express their opinion that the tradition of marking the bricks came to Vilnius from the west. According to analogous marked bricks from the towns of the north-eastern Germany (Fig. 5) it is concluded that St. Nicholas Church could be built not earlier than in the 7th decade of the 14th century. So, the position of Hanul times Church becomes more reasonable.

The second method selected by the authors for determination of technological properties of bricks is geochemical. One of the multivariate statistical methods, i.e., the hierarchical cluster analysis is applied to the quantitative data of chemical element contents in bricks. The groups of samples are distinguished during this analysis according to similarity of chemical element contents. This method was used aiming to find out whether the bricks of St. Nicholas Church are similar in chemical composition and whether they are similar or different in comparison with bricks from other Vilnius buildings of the 14th–16th centuries. Five bricks from St. Nicholas Church were compared with 52 bricks of other buildings in Vilnius, dated back from 1326 to 1526. They are as follow: Franciscan Church of the St. Virgin Mary, early Cathedral and the Lower Castle (Table). The result of cluster analysis is that three bricks of St. Nicholas Church early stage have very similar chemical composition. This composition is most of all similar to the brick samples taken from the Franciscans Church and from the northern gate tower of Lower Castle (Figs. 8–10). However, the authors emphasise that the conclusions based on geochemical results are more or less only preliminary and informing about methodological possibilities. In future, aiming to obtain more precise interpretation of brick origin and technological processes according to geochemical research data,

it would be useful to ensure the following conditions: a) to take more than one sub-sample from the same brick (avoiding the effect of accidental sample selection), b) to take samples from the inner part of the brick (avoiding anthropogenic geochemical load), c) to use multivariate analysis method (not less than 20 chemical elements) with determination of total content of each chemical element (Taraškevičius *et al.*, 2013, p. 15), d) to compile geochemical database of exactly dated bricks (when a, b and c conditions are fulfilled), e) to select the set of chemical elements for multivariate analysis basing on various geochemical features (not only variability of sample composition); f) to verify and adjust the results of cluster analysis with the help of other multivariate statistical methods; g) to accumulate geochemical data on the

deposits of potential raw material (clay). The fulfilment of the last condition can be most of all complicated. Hence, the search for these deposits and their specialised archaeological and geochemical investigations become the crucial objects of future research. Without such data, there exists the sore point of selection of chemical elements for cluster analysis. Taking into account that until now there is a large set of unknown variables, the possibility to reveal useful regularities in presented illustrations with cluster diagrams stimulates the hope that both the described and the other potential complexes of geochemical methods can be successfully used to obtain the knowledge about technological processes of the past.

Translated by *Rimantė Zinkutė*

Įteikta 2015 m. spalio mėn.