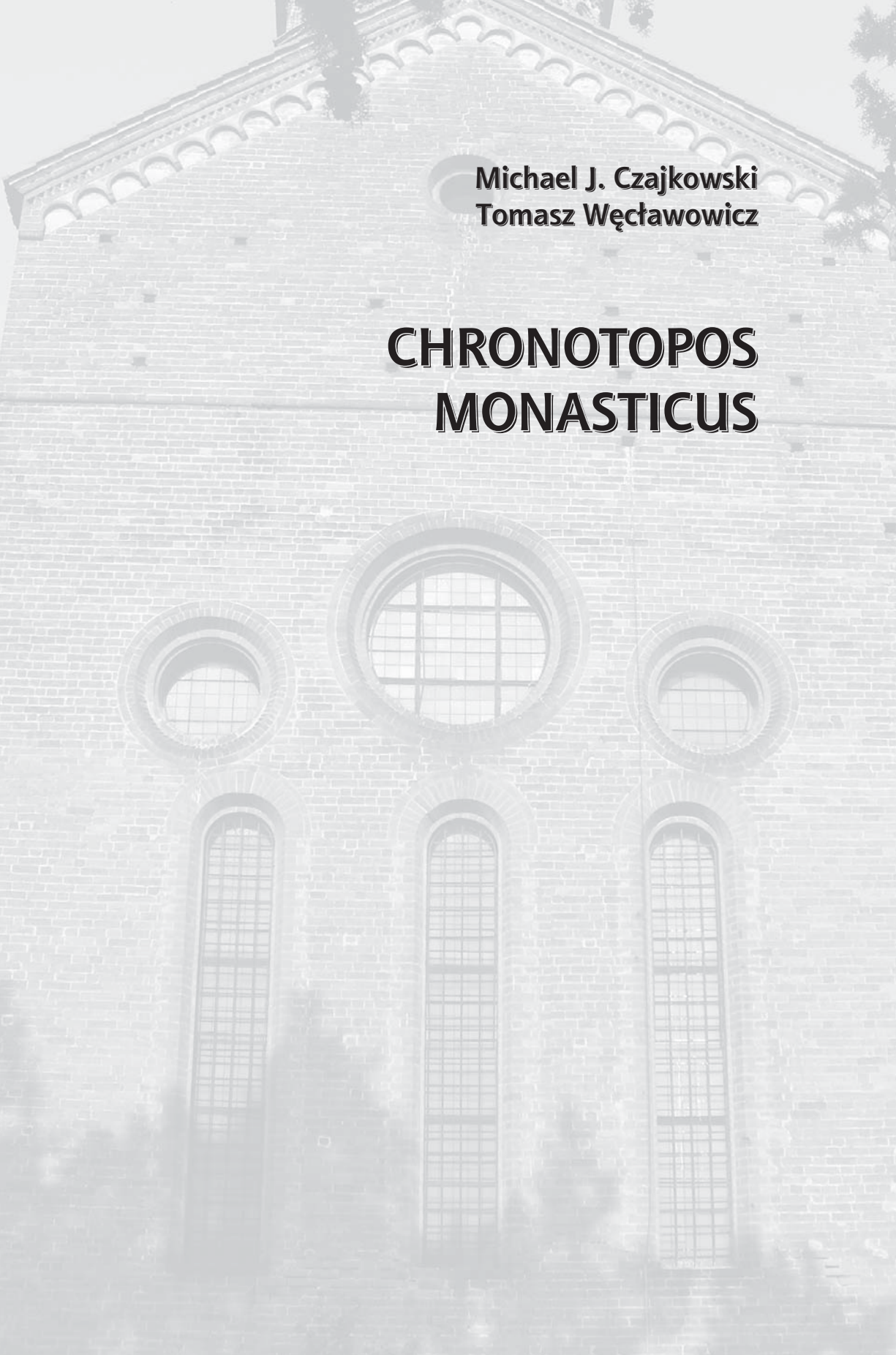
Michael J. Czajkowski
Tomasz Węcławowicz

CHRONOTOPOS MONASTICUS



Michael J. Czajkowski
Tomasz Węcławowicz

CHRONOTOPOS MONASTICUS

The Medieval Clock and the Rhythm of Monastic Life at the Mogiła Abbey near Krakow

Średniowieczny zegar i rytm monastycznego życia w klasztorze w Mogile koło Krakowa

Regula monachorum XVI:
Qualiter divina opera per diem agantur

Ut ait propheta, septies in die laudem dixi tibi. Qui septenarius sacratus numerus a nobis sic implebitur, si matutino, primae, tertiae, sextae, nonae, vesperae conpletoriique tempore nostrae servitutis officia persolvamus, quia de his diurnis horis dixit: Septies in die laudem dixi tibi. Nam de nocturnis vigiliis idem ipse propheta ait: Media nocte surgebam ad confitendum tibi. Ergo his temporibus referamus laudes Creatori nostro super iudicia iustitiae suae, id est matutinis, prima, tertia, sexta, nona, vespera, completorio; sed et nocte surgamus ad confitendum ei.

Acknowledgment

The authors of this book are very grateful to the Abbot of Mogiła Monastery Rev. Father Dr. Marek Piotr Chojnacki OCist. and Rev. Father Mateusz Kawa OCist. for their kind hospitality and access to the clock dial and Monastery. We would like to express also sincere thanks to the Antiquarian Horological Society (UK) for their comments and permission to reproduce various images, to Aleksandra Grochal, who led the team of renovators and also Halina Rojkowska and Elżbieta Wyszyńska, Conservation Officers of the City of Krakow for permission to reproduce their drawings and photos of the clock dial details, and to Jan Jakub Dreścik, Senior Curator at the National Museum in Krakow, Collection Czartoryski Department, specialist of old clocks for consultations in translating some technical terms.

The result of our work would have been less effective without kind and professional help of the Editor Halina Baszak Jaroń and the Editional Board of the AFM Publishing House.

Tomasz Węcławowicz

The Cistercian Abbey of Mogiła and Its Architecture in the 13th and 14th centuries

Introduction

The village of Mogiła was given to the Cistercian order by a powerful and influential patron, the bishop of Cracow, Ivo Odrowąż in 1222 (although the monks had settled there probably three or four years later).[1] Numerous bequests to the abbey appear in sources only from 1228 and this year has been accepted as *terminus post quem* for the commencement of the building campaign. *Terminus ante quem* for the main phase of construction is the consecration of the church in 1266.[2]

The Mogiła abbey church is an imposing building, retaining its original 13th-century form and many transitional Romanesque to Gothic architectural details. It is a basilica having a main nave with two side aisles, and employing a vaulting construction system, which in German is called 'gebundenes system', meaning that two square bays of the aisle correspond to a single square in the high vault. Originally there were probably sexpartite rib vaults in the nave but they have not survived. The presbytery is formed of two rectangular bays, framed on each side by a pair of chapels which open to the

1 R. Grodecki, *Iwo*, [in:] *Polski słownik biograficzny*, X, Kraków 1963–1964.

2 The first study of sources on the history of the church in: *Monografia Opactwa Cystersów we wsi Mogile opracowana... przez Towarzystwo Naukowe Krakowskie*, Kraków 1867, part II.

transept, and has a different spatial feel from the rest of the church, being defined by the progression of uniformly square bays.

Externally it is the composition of the eastern elevations that stands out the most – the triad of windows separated by slender colonettes supporting pilaster strips is typical for early Cistercian churches. All three openings have bar tracery with oculi and there is a large oculus above the central window. Ornamentation is restricted to the striking Lombardian frieze of intersecting arcades topped with a band of brick headers laid diagonally on edge, forming a dog-tooth course. This frieze frames the triangular gables of the presbytery and transept and runs under the cornice of all the east end walls, including the chapels.

Literature Review

The first scholars studying the architecture of the Mogiła monastic complex focused primarily on the chronology and phasing of the construction. Władysław Łuszczkiewicz (1867) attributed the initiative for the foundation and construction of the whole church to the aforementioned Bishop Odrowąż. This supposition should be re-evaluated in the light of the fact that the Bishop died in 1229 and in those days the construction of such a large church could not have taken less than 25 years. The date of the consecration – 1266 – suggests that the church was already functioning although, as we know from written sources, the nave and aisles remained un-vaulted until the 14th century. In this context, it is intriguing that the Papal Bull of 1253 describes the abbey church as old (*quam squalida vetustas obruerant, in statum erigit per fabricam operis sumptuosi...*). We can therefore presume that the building of the church, and probably also the monastic quarters, began rather early and continued gradually, in short phases, till the consecration in 1266.[3]

So far scholars have based their hypotheses mostly on the analysis of written sources. Material sources – architectural details, his-

[3] *Monografia Opactwa Cystersów*, *op. cit.*, part II, pp. 19–21.

toric fabric of the church and conventual buildings – were considered only in passing. The first archaeological survey of the church and abbey buildings was carried out by Prof Ewa Łużyniecka only 20 years ago.[4] Even then, the extent of her investigation was restricted because the buildings are in continuous use, and have been extensively restored. Nevertheless, Łużyniecka was the first to identify the phases of construction that had never before been the object of scholarly attention and she put forward many hypotheses which await verification, as well as questions which could be answered following an additional and more extensive survey of the fabric.

Łużyniecka's work provided important clues to contradict the most important of Łuszczkiewicz's conclusions, which he derived from analysis of the written sources alone, namely that the building of the church began shortly after Odrowąż's foundation and was completed by its dedication in 1266. Łużyniecka has found evidence in the fabric of the nave, above the arcades, which concurs with those written sources testifying to the completion of the nave in the 14th century.

The conservation works carried out in 2012 in the presbytery and transept have made it possible for the present author to investigate their fabric.[5] The analysis of brick bonds and detailing allowed for revision of the knowledge of the building phases, and especially of the provenance of the workshop that built the church.

In the past scholars merely touched on the comparative analysis of architectural detailing to identify the origins of the masons working at Mogiła. Łuszczkiewicz suggested that they came from the region of Silesia and were also linked to Saxony. He based this

4 E. Łużyniecka, *Architektura średniowiecznych klasztorów cysterskich filiacji lubiąskiej*, Wrocław 1995, pp. 51–82, 150–170.

5 The conservation works have been carried out and are still continued by the conservation practice of Aleksandra Grochal and Eugeniusz Grochal and their team 'Renowacja' under the supervision of Prof. Władysław Zalewski. (The conservation documentation is regularly deposited with the Archives of the Cracow City Conservation Services and the Abbey's Archives). The present author had an opportunity to take part in these works as a consultant.

supposition on the fact that Mogiła was a daughter house of Lubiąż (Leubus Abbey) in Silesia, whose mother foundation was in turn Schulpfort in Saxony.[6] It is not possible to support this argument by comparative analysis of the fabric as both churches have been extensively rebuilt. Despite this, in the last hundred years scholars have almost unanimously accepted the Silesian-Saxon link, and some even elaborated on this connection seeking direct inspiration for Mogiła in the works of the masons who built another Silesian cistercian church in Trzebnica.[7]

Only Krystyna Białoskórska doubted this attribution and indicated that the Mogiła workshop may have come from the Lazio region, and specifically from Casamari abbey.[8] Shortly afterwards

---

6 Łuszczkiewicz in: *Monografia Opactwa Cystersów*, *op. cit.*, pp. 60–61.

7 J. Zachwatowicz, *Detale architektoniczne kościoła klasztornego w Mogile*, „Biuletyn Historii Sztuki i Kultury" 1934–1935, III, p. 79; Z. Świechowski, J. Zachwatowicz, *L'architecture cistercienne en Pologne et ses liens avec la France*, „Biuletyn Historii Sztuki" 1958, XX, Vol. 2, pp. 139–173; J. Lepiarczyk, *Sztuka przedromańska i romańska. Architektura*, [in:] *Historia sztuki polskiej*, Vol. I, ed. T. Dobrowolski, Kraków 1962, p. 76; Z. Świechowski, *Wczesne budownictwo ceglane w Polsce*, „Studia z Dziejów Rzemiosła i Przemysłu" 1963, 1, pp. 171–175; *Dzieje budownictwa w Polsce według Oskara Sosnowskiego*, Vol. I: *Do połowy wieku XIII*, eds. Z. Świechowski, J. Zachwatowicz, Warszawa 1964, p. 171; M. Kutzner, *Cysterska architektura na Śląsku w latach 1200–1300*, Toruń 1969, p. 29; J. Zachwatowicz, *Architektura*, [in:] *Sztuka polska przedromańska i romańska*, Vol. I, ed. M. Walicki, Warszawa 1971, pp. 176–178, 182–183; M. Pietrusińska, *Kraków, kościół franciszkanów pw. św. Franciszka*, [in:] *Sztuka polska przedromańska i romańska*, Vol. II: *Katalog i bibliografia zabytków*, ed. M. Walicki, Warszawa 1971, p. 735; Z. Świechowski, *Sztuka romańska w Polsce*, Warszawa 1982, p. 259.

8 The architecture of the Mogiła Abbey church was supposedly a synthesis of the Lombardian school and the model realised at Casamari Abbey. See K. Białoskórska, *Problem relacji polsko-włoskich w XIII wieku – zagadnienie mecenatu biskupa Iwona Odrowąża i małopolskich opactw cysterskich*, „Sprawozdania z Posiedzeń Komisji Oddziału PAN w Krakowie" 1963, VII, pp. 256–257. For the wider historical context of the abbey's foundation and comparative analysis including the churches in Fossanova and San Galgano see: K. Białoskórska, *Polish Cistrercian Architecture and its Contacts with Italy*, „Gesta. Journal of the International Center of Medieval Art"

Teresa Mroczko suggested cautiosly and rather vaguely that "the architect may have come from northern Italy."[9] Once again both authors relied exclusively on historical events linking the provenance of the workshop to the fact that in 1218 Bishop Odrowąż spent a long time in Italy. It was therefore easy for Mroczko to conclude that „a large Cistercian workshop was brought to Poland as a result of his sojourn" Mroczko concluded.[10]

In her comparative analysis Białoskórska initially incorrectly linked Mogiła with basilicas in Casamari, Fossanova and San Galgano. These are built of stone and employ the mature Gothic structural vaulting system, sometimes described as *travée* (French for bay), and in which a single bay of the high vault corresponds to one bay in the aisles. In fact, only Lombardian churches adopt the more conservative system of vault construction with square bays, used also (as we have seen) at Mogiła.[11]

Białoskórska's subsequent study of numerous churches in the North of Italy were more comprehensive and insightful. But only some abbey churches from the group which she analysed merit special attention in our comparative analysis. These include Chiaravalle Milanese, Chiaravalle della Colomba, Cerreto (a daughter abbey of Chiaravalle Milanese), Morimondo, and to a lesser degree Casanova.[12]

1965, 4, p. 17. Białoskórska's thesis as well as that of the Saxon links were summarised in M. Pietrusińska, *op. cit.*, p. 735, and has been entirely accepted only by some Polish scholars (see Dobrowolski, *Sztuka polska*, Kraków 1974, p. 72). Recently Białoskórska has considered these issues again and in much wider context in: K. Białoskórska, *Trzynastowieczna architektura kościoła opackiego w Mogile. Z badań nad pochodzeniem budowniczych*, [in:] *Magistro et amico amici discipuliqve. Lechowi Kalinowskiemu w osiemdziesięciolecie urodzin*, Kraków 2002, pp. 197–234.

9 T. Mroczko, *Polska sztuka przedromańska i romańska*, Warszawa 1978, pp. 186–188.

10 *Ibidem*, p. 188.

11 In her latest article Białoskórska emphasises that the 'double-bay' system is often known in France as 'Lombardian'. K. Białoskórska, *Trzynastowieczna*, *op. cit.*, p. 211.

12 See. *ibidem*, *passim*.

It is key in such an analysis to identify those unique elements characteristic of a specific workshop. In Mogiła these include the following:

- The frieze placed in the gables and made of rather squat, ceramic and round arcades which intersect to create an ornament of multiple pointed arches topped by a band of brick headers laid diagonally on edge, forming a dog-tooth course. This frieze also frames the presbytery and transept gables.
- Vault shafts, which are a cluster of engaged columns and pilasters which survive in the presbytery and in the transept corners; these have bases with corner spurs similar in form to pinecones and bell-block capitals. Similar bases and capitals are found on the external south elevation of the church.
- Clustered nave pillars with bases and capitals similar to those above.
- Uniquely in Polish architecture; low-relief rosettes of varied geometry, placed in the springers of the ribs in the presbytery and in the key stones.[13]

In addition, recent building archaeology surveys and excavations revealed relics of lost features which are also essential in the comparative analysis and require especially careful consideration.[14]

These include:

- The crossing tower. Relieving arches visible in the walls above the transverse ribs of the transept vaults provide evidence that there was once a tower above the crossing. At present these relieving arches are redundant as the tower was dismantled at some unknown date, probably after a fire in the 18th century. The tower

[13] J. Zachwatowicz, *Detale architektoniczne*, *op. cit.*, pp. 74–75 interpreted these as 'apotropeic marks'. Later, these motifs were described as „specific Burgundian ornamentaion adopted by Cistercians in Poland". See: *Dzieje budownictwa*, *op. cit.*, p. 185.

[14] The present author supervised the works in front of the church in 2011–2012 while Emil Zaitz from Archaeological Museum in Cracow carried out the archaeological watching brief. Survey drawings of the remnants were produced by the team lead by Małgorzata Leonowicz, who was the lead consultant managing the project.

was built in brick in Gothic bond[15] above a 13th-century vault with a circular opening in the key that enabled bells to be hoisted. It can therefore be argued that it was planned from the outset. Jan Długosz, a famous 15th-century Polish historiographer, confirmed the existence of the crossing tower writing that King Kasimir the Great began building new vaults "from the tower".[16] Later "the crossing tower" was repaired and in 1505 strengthened with metal anchors, and because its "bells"(!) were "less easy to remove" they survived Swedish looting in 1655.[17] It is therefore likely that it was not a lightweight, timber bell turret with a small Sanctus bell but instead a masonry structure housing several bells, and that it may have been damaged no earlier than the 18th-century fire.[18] So far, in the literature only Jan Zachwatowicz suggested, and in passing, some kind of superstructure over the crossing "associated with Cistercian architecture in the West."[19] Yet, he understood the architecture of Mogiła abbey church as "a function of French and North German buildings."[20]

In fact, crossing towers which appear in 12th-century monumental stone churches in England and Ireland,[21] were less common in France, and more popular in Italy. A good comparative example from Lesser Poland is the Cistercian abbey church at Koprzywnica

15 The Monk bond was described by E. Łużyniecka, *Architektura klasztorów*, *op. cit.*, p. 113, though she did not consider the relieving arches, describing by the present author during independent investigation in 2013.

16 See fn. 9 above.

17 *Monografia Opactwa Cystersów*, *op. cit.*, pp. 61, 125.

18 The monumental transept tower and the ridge turret on the Dormitory roof are visible on the well-known etching of 1657 showing the monastery occupied by the troops of Emperor Maximilian. See Fig I.

19 J. Zachwatowicz, *Detale architektoniczne*, *op. cit.*, pp. 75–76.

20 *Ibidem*, p. 79.

21 S. Harrison, *„I lift up mine eyes". A Re-Evaluation of the Tower in Cistercian Architecture in Britain and Ireland*, [in:] *Perspective for an Architecture of Solitude. Essays on Cistercians, Art and Architecture in Honour of Peter Fergusson*, T.N. Kinder, Turnhout–Citeaux 2004, pp. 125–135; M. Thurlby, *The Crossing of Fountains Abbey Church*, [in:] *Perspective for an Architecture*, *op. cit.*, pp. 137–146.

where relics of a rectangular tower, much more substantial than at Mogiła, survive above the roof line. Relieving arches are visible here as well, but today they only support the weight of a late-Baroque, small bell turret.[22]

- The so-called Paradise, that is an open court (or a vestibule) with arcaded porticos on all, or just one side in front of the church. At Mogiła it was as wide as the church and its depth was equal to the length of one aisle bay. Small relics of its foundations – the two western corners and the south-western fragment of the west wall – were discovered in 2011 during the excavations accompanying the re-surfacing works in front of the church.[23]

In enclosed religious orders, like the Cistercians, the main entrance to the church (as it was not open to the lay congregation and served only the monastic community) was from the cloister. We know at least two Cistercian churches – in Eberbach and Le Thoronet – where large western portals were never executed. However, the Paradise, often several bays deep, originating in the Early Christian atrium and pre-Romanesque narthex, appeared quite often in Romanesque and late Romanesque monastic complexes including those of the Benedictine as well as the Cistercian order. They probably occured most frequently in Italy and yet in Polish literature the Paradise is treated as a "purely Burgundian" element.[24]

At Mogiła, the Paradise formed part of the original design – its foundations were laid at the same time as the laying out of the church plan. It is not important whether it was constructed together with the aisles in the 13th century, or only at the completion of the nave a hundred years later. As early as 1867, Łuszczkiewicz

---

[22] See recently published, though not discussed, archival photographs and survey drawings in which the relieving arches are evident in: E. Łużyniecka, Z. Świechowski, R. Kunkel, *The Architecture of Cistercian Abbeys: Morimond Filiations in Little Poland*, Warszawa 2008, *passim*.

[23] See the archaeological watching brief report by Emil Zaitz in Archives of the Archaeological Museum in Cracow and architectural survey drawings of the 'Leonowicz Architekci' team in the Abbey's archives.

[24] *Dzieje budownictwa*, *op. cit.*, p. 171.

suspected, on the basis of a sculpted relief view of Mogiła from the 1618 epitaph of Bishop Odrowąż in the presbytery of the Cracow Dominican church, and studying archival measured surveys from 1625, that the church had once been longer by '14 ells' (one ell approximates 18 inches). He also thought that its western front proceded the western elevation of the monastic range. He linked the demolition of that alleged western front bay with the rebuilding campaign of 1780.[25] In fact 14 ells would not have been a sufficient measure to form a full bay but adequate for a vestibule which could, by its nature, have been much narrower. In view of this, the Paradise at Mogiła ought to feature largely in any comparative study.

Verifying the observations made by Białoskórska as well as Mroczko's suggestions, it is clear that the most characteristic of the three elements considered above – the arcaded frieze – was so widespread in Lombardy that it should be treated as something of a regional feature present in secular and religious architecture from the turn of the 10th and 11th centuries till the 15th century. It cannot therefore be accepted as the keystone of our comparative analysis. However, research and fieldwork investigation have shown that all those elements appear together (although to a varied degree) only in a narrow group of Cistercian churches built by closely-related workshops between the end of the 12th and beginning of the 13th century in a small area not far from Milan. These include the churches already mentioned above, and identified by Białoskórska, and especially Chiaravalle Milanese Abbey, Chiaravalle della Colomba Abbey and Morimondo Abbey. It is worth expanding this group to include the church at Viboldone Abbey and the Abbey of Santa Maria in Castagnola (a daughter house of Chiaravalle Milanese) further to the south-east near Chiaravalle, once in the March of Ancona (Marca Anconetana).[26] Especially important for

[25] *Monografia Opactwa Cystersów*, *op. cit.*, pp. 58–59.

[26] Amongst many studies see eg.: P. Angelo, M. Cassin, *L'abbazia di Chiaravalle*, Milano 1979; AA., VV., *Chiaravalle. Arte e storia di un'abbazia cistercense*, Milano 1992; M. Incerti, *Il disegno della luce nell'architectura cistercense*, Firenze 1999; A. Cherubini, *Arte medievale nella Vallesina*, Effeci

the study of Mogiła architecture are the two famous, monumental abbey churches called Chiaravalle (the Clear (Bright) Valley). They were founded in the presence of St. Bernard (1090–1153), the most influential figure in the Cistercian order, and named after his first foundation – *Claire vallée* or Clairvaux in France, which was seen as the mother of all Cistercian monasteries. These two buildings provide the best examples of the architectural features which served as models for the workshop working at Mogiła. They are built almost exclusively of brick, in Monks bond, and their structural planning, just like at Mogiła, relies on the Romanesque 'gebundenes' vaulting system, which contrary to the opinion that has prevailed in the Polish literature, was not exclusively a Saxon speciality. In addition, the two churches have a western Paradise vestibule similar in plan to that whose remnants had recently been found at Mogiła.

Almost all of the Italian churches mentioned above have crossing towers which were subject to many alterations in medieval times. They had an important use housing the bells rung to anounce the time of canonical prayers. Today, these bell towers function in the same way in those churches which were never abandoned by the Cistercians, or in those to which their communities returned after the suppression of the monasteries during the Reformation or the Age of Enlightment. The relics of a bell tower discovered in the roof space above the transept crossing vault at Mogiła indicate the existence of a construction inspired by the very same structural formula so popular in Lombardy.

There are also significant similarities in the masonry detailing. The bases with spurs carved as pinecones are a common architectural motif in lower Lombardy and are found in the cloisters of the four Cistercian churches mentioned above – either as ceramic (!) or stone ornamental detail on the bases of the engaged columns adorning the

2001; M.T. Donati, T. Tibiletti, *L'abbazia di Chiaravalle*, Milano 2010, and especially R. Cassanelli, M.G. Balzarini, E. Rurali, *Lombardia gotica*, Milano 2002. It is important to remenber that in many Lombardian churches architectural detailing has been reconstructed when Cistercians returned to their monasteries in the mid-20th century.

walls, or the colonettes of the cloister arcading.[27] A comparison of the profiles of the clustered pillars in the nave at Mogiła, with their counterparts at Chiaravalle Milanese or Chiaravalle di Colomba (and they are significantly close in composition and even dimensions) further confirms the artistic interplay between those sites. Moreover it has been confirmed that those unique, low relief rosettes on the springers of the diagonal ribs at Mogiła, have their models in the ornamentation of vault corbels in Chiaravalle Milanese cloisters.[28]

The Lombardian motifs did not find any resonance in the Cracow area. They were abandoned shortly after having been used at Mogiła, long before the end of the 13th century. They can therefore be seen as the product of a single generation of masons who came here from northern Italy to work on this single site.[29]

Building Phases of the Monastic Complex

The Church: building phases

The church at Mogiła was laid out on a gentle incline, sloping from west to east. It is not known whether the lie of the land was manipulated in any manner, but it is highly likely that in line with the contemporary practice, the lime rubble foundations for the whole of the building were built all at once.[30]

---

27 Taking into account only the original rather than reconstructed architectural details.

28 Several original corbels have survived in the cloister amongst those reconstruced 50 years ago. In addition, rosette-like motifs composed of intertwined circles are visible in the preserved fragments of the original decorated plaster in the Chiaravalle Milanese Abbey, for example in the novices' chapel.

29 The only surviving example in Lesser Poland is the small church in Mieronice, near Jędrzejów, where the frieze of intersecting arcades was used on the presbytery built probably in the second half of the 13th century. However, on the presbytery of the church in Sławkow the pattern is more geometric, similar to that in the Cistercian church in Rudy Wielkie (Raciborskie) in Upper Silesia.

30 So far the first and probably the only investigation of the foundations of medieval churches in Cracow (eg. The Holy Cross and St Mary's) was car-

The building of the brick church can be divided into three main phases.

1. Phase One

This phase should probably be dated to the 1230s. The reconstruction of this earliest phase is based on analysis of the stone colonnettes on the east front. They are inferior in height, disproportionate to the rest of the elevation, and rather crudely extended in brick, which suggests that the originally planned structure was to be lower than the existing choir. Such low choirs occur amongst the already mentioned North Italian churches.[31] Also, the use of rectangular bays in the presbytery, are markedly different to the rest of the church, which employs uniform rhythm of square bays, can be seen as evidence of the initial concept which was abandoned in the early days of construction. The uneven width of the transept chapels – the external ones are perceptibly narrower – also gives food for thought.[32] This hypothetical, earliest building phase of the church could be confirmed by further building archaeology surveys and excavations along the foundations of the east end, all the way to the axis of the transept.

---

ried out 50 years ago by Lesław Grubski. Out of necessity, this investigation was only fragmentary and considered the technology of rubble stone walls laid with mortar in the foundation pits (See: L. Grubski, *Fundamenty średniowiecznych kościołów Krakowa*, Kraków 1964 (diss. in: Krakow Technical University Archive).

31 Eg. in Chiaravalle della Colomba Abbey and in Viboldone Abbey.

32 The first detailed survey of the church's architecture was produced only in 2013 (T. Węcławowicz, *Architektoniczny palimpsest klasztornego zespołu w Mogile. Stan badań i nowe możliwości badawcze*, part I, [in:] *III Forum Architecturae Poloniae Medievalis*, Vol. I, K. Stala, Kraków 2013). Beforehand the only plans available were Łuszczkiewicz's (*Monografia Opactwa Cystersów*, *op. cit.*) and Tomkowicz's (S. Tomkowicz, *Powiat krakowski*, „Teka Grona Konserwatorów Galicji Zachodniej" 1906, II) and the survey of fragments and drawings of details prepared by Ewa Łużyniecka's team (E. Łużyniecka, *Architektura średniowiecznych*, *op. cit.*; E. Łużyniecka, *Architektura klasztorów*, *op. cit.*).

2. Phase Two

The second Romanesque-Gothic phase, which was the most important in the history of the church, lasted probably from 1242 till the consecration in 1266. During that time both the presbytery and crossing were vaulted. In addition, the walls of the transept chapels were either constructed or completed and the transept, two easternmost bays of the nave, the side aisles (with the nave arcading) and perhaps the Paradise, were all built but not vaulted. For medieval people the world and its creations were the symbol of divine grace and presence and thus the architectural treatment of the sacred space of the abbey church carried specific ideological meanings – the vault, like a heavenly baldachin, safeguarded what was the most sacred – the high altar and the relics of St Wenceslas, the holy patron of the church, the Abbot's throne and the monks' choir. The stalls of the lay brothers in the nave, the processional route in the aisles and transept, and the ancillary transept chapels, were of lesser importance and meaning and would have thus been protected for approximately the next hundred years only by provisional roofing.

3. Phase Three

During the third, already Gothic phase, in the middle of the 14th century, the walls of the nave were completed, vaulted, and supported by flying buttresses above the aisles' roofs. This was the first construction of this type in Lesser Poland, and even in the next century it must still have been something of an attraction since Jan Długosz deemed it worthy of mention in the otherwise laconic notes in his annals.[33]

[33] The only other time flying buttresses were built was in St Mary's church in Cracow in the second half of the 14th c. Some Polish scholars of the 20th c. were mistaken claiming that there were flying buttresses hidden under the roofs of the ambulatory and the aisles of Wawel cathedral ca 1330-1340. (see T. Węcławowicz, *Stavali stavitelia z cisterciánskej dielne zo Sedlca katedralu na Waweli po roku 1320?*, [in:] *Počta Václavovi Menclovi. Zbornik studií k otázkam interpretácie stredoeurópskeho umenia*, Bratislava 2000; T. Węcławowicz, *Krakovska katedrala a jeji konstručni system. Cisterciacka nebo katedralni tradice?*, [in:] *Sedlec. Historie, architektura a umelecka tvor-*

Marcin Szyma has provisionally linked the construction of some of the aisle vaults, distinguished by more archaic rib profiles, with Jan Muskata, Bishop of Cracow in 1294–1320 and an enthusiastic patron of the Cistercians as well as the Mogiła Abbey. This is possible although no surviving written sources mention such an initiative. Similarly, because of the lack of written sources, it is not possible to date precisely the evidence of alterations in the structure of the east front windows found by Ewa Łużyniecka. She was correct to connect these only tentatively with the patronage of King Kasimir the Great. The raising of the central window, by inserting several brick courses in Flemish bond below it, could have been connected to the liturgical and functional changes which prompted the relocation of the high altar stone closer to the eastern wall and the installation of a tall triptych.

The Monastic Range

As was customary for Cistercian sites, following the Benedictine tradition, the monastic buildings at Mogiła were designed and constructed in close functional and aesthetic connection with the church. Therefore, the literature review, as well as the account of the church's evolution presented above, are useful in establishing the beginnings of the construction of the monastic range. At Mogiła the church and the monastic range sit side by side in a close grouping – the church to the north and the cloister to the south, the eastern monastic range adjoining the southern transept while the northern range was built parallel to the south aisle and the western range abutts the western section of the south aisle.

In 2006–2008, conservation works were undertaken to restore the murals by Stanisław Samostrzelnik (c. 1490–1541), a famous Polish Renaissance painter, miniaturist, and decorator also known as *Stanisław z Mogiły* as he was a monk there. During the works large parts of the cloister's walls were opened up following the removal

ba sedleckeho klaštera ve středoevropskem kontekstu kolem roku 1300 a 1700, ed. R. Lomičkova, Praha 2008, *passim*).

of the top layers of cementious render which were contributing to the spread of damp and it was thus possible to carry out new architectural investigation of the monastic buildings.[34] The investigation was confined to the newly revealed, extensive sections of the walls and to numerous vault ribs which were also cleared of post-medieval render. At the same time, large sections of medieval brickwork in Monk bond, with well-preserved original mortar, came to light in the monastic interiors. Furthermore, sections of Gothic walls enclosing the mid-14th-century garth (or *viridarium* – a quadrangle space enclosed by the cloister) were identified together with the cloister vault construction system employed towards the end of that century. Remodelling of various dates, sometimes multiple within a single wall section, were also identified. Because the in-depth works included only the walls inside the cloister walks, there was no opportunity to investigate the vertical wall joints in the monastic interiors during that campaign.

Fortunately, new opportunities presented themselves shortly afterwards, during the renovation of the Chapter House and the calefactory (or a warming house, usually the only heated room around the cloister).[35] At this stage, the springers of the first vaults were discovered in the Chapter House together with the original

[34] Conservation works were carried out by the experienced conservation practice of Aleksandra and Eugeniusz Grochal and were supervised by Prof. Władysław Zalewski. The present author carried out the research brief and independent architectural investigation. A report summarising the findings is in the Archives of the City of Cracow Conservation Services and the Abbey archives. Initial conclusions were referred in: T. Węcławowicz, *Rezultaty prac konserwatorskich prowadzonych w krużgankach klasztoru mogilskiego w latach 2006–2007*, part I, „Cistercium Mater Nostra" 2007, I; T. Węcławowicz, *Rezultaty prac*, part II, *op. cit.*; T. Węcławowicz, *Krużganki klasztoru w Mogile. Rezultaty badań architektonicznych z lat 2006 i 2008*, [in:] *Prace konserwatorskie w krakowskich klasztorach*, ed. H. Rojkowska, Kraków 2010 (Krakowska Teka Konserwatorska VIII).

[35] These works were carried out by conservators Katarzyna Magrysiewicz-Dobrzańska and Andrzej Starowicz in 2011–2013. Reports are in the Archives of the City of Cracow Conservation Services and the Abbey archives.

windows and oculus in its east wall. Several phases of rebuilding, dating to the 13th, 15th and 17th centuries, were also recognised in the calefactory.[36]

By and large, the works provided a great deal of new material for the understanding of the history and architectural evolution of the abbey. However, it was the discovery of two mysterious concentric plates in the wall of the cloister outside the Chapter House, which proved to be the most spectacular highlight of this conservation campaign.

The opening and sampling of trial areas in 2006 by the team 'Renowacja' led by Alexandra Grochal, and the discovery of the moulded, stone frame of a small circular 'window' in the centre of the inner plates,[37] demonstrated that the plates were nothing less than the remains of a mechanical clock built during the construction of the monastery. This construction took place in the last quarter of the 13th century and for this reason the Mogiła finds are of special significance – they constitute the oldest known material remains documenting the use of mechanical clocks in Polish monasteries.

It is clear that the 'window' and niche for the clock mechanism were designed and executed as part of the cloister range because they are coursed through with the surrounding sections of the wall and built in the same Flemish bond – used in Lesser Poland only in the 13th century. The clock was beautifully decorated, the outer ring

---

36 Reports in the Archives of the City of Cracow Conservation Services, in the Abbey archives, and in: T. Węcławowicz, *Cocto latere nobilitavit. O ceglanych murach kościołów średniowiecznego Krakowa*, Kraków 2013, pp. 15–91, some brief descriptions also in: T. Węcławowicz, *Architektoniczny palimpsest*, *op. cit.*; T. Węcławowicz, *The Cistercian Abbey in Mogiła: The Latest Research and New Question*, [in:] *Medieval Art, Architecture and Archaeology in Cracow and Lesser Poland*, eds. A. Rożnowska-Sadraei, T. Węcławowicz, London–Leeds 2014, pp. 175–187 (The British Archaeological Association Conference Transaction XXXIII).

37 The blocked stone frame was once mistakenly interpreted as an oculus window of the original, larger Chapter House. See E. Łużyniecka, *Architektura średniowiecznych*, *op. cit.*, pp. 75–78; E. Łużyniecka, *Architektura klasztorów*, *op. cit.*, p. 115.

painted in a variety of colours and patterns, and the stone, circular frame of the 'window' was covered by a metal dial. Green corrosion deposits in the small opening formed for the insertion of the hand shafts show that the mechanism was made of copper or bronze.[38]

In addition, not far from the clock, in the vault of the corner, south-east bay of the cloister, an opening with well-preserved Gothic plaster was uncovered. Possibly, it is through here that a rope hung, connected to the bell sitting in the small ridge turret on the dormitory roof, which called the monks and brothers to their prayer at the canonical hours.

Monastery: building phases

Relying on the evidence discovered during the conservation and archaeological works undertaken in recent years (and summarised above) it is possible to map out the general phasing of the construction of the monastic range at Mogiła abbey.

The plan of the buildings laid around the quadrangular open garth accords with the traditional Benedictine model. It is primarily the sequence and types of brick bonds, and the investigation of the wall construction joints, that allowed us to reconstruct a general chronological building sequence. The east range was built during the first phase, which ought to be dated to the 13th century due to the use of the Flemish bond. This range included the following interiors: the sacristy, treasury, Chapter House, and a small quadrangular Frater (a multi-function common room for lay brothers, sometimes also known as Parlour) concealed behind a narrow passage leading to the garden. The analysis of the brick bond at the juncture of the transept and sacristy walls demonstrates unequivocally that the monastery range was added to the then existing church.

[38] The first and brief information about Mogila Abbey's clock dial see: T. Węcławowicz, *Rezultaty prac*, *op. cit.*, part I, pp. 115–117; M. Czajkowski, *The Clock Dial at Mogiła Abbey and Posssible Associated Clock Mechanisms*, [in:] *Medieval Art, Architecture and Archaeology in Cracow and Lesser Poland*, eds. A. Rożnowska-Sadraei, T. Węcławowicz, London–Leeds 2014, pp. 188–210 [The British Archaelogical Association Conference Transaction XXXIII].

The dormitory was located on the first floor and must have been relatively high as the termination wall of the south transept had no windows.

There are indications that the western wall of the Frater could for some time have been the external wall. It is therefore likely that the south range of the cloister was erected later and if we take into account the sections of the later Flemish bond, appearing amongst the brickwork constructed in the Monk bond, it probably happened in c.1300. The first room built as part of this range was the *calefactorium*, or warming house, which was subsequently rebuilt on numerous occasions but still preserves the chimney breast and the wall arches of the vaults which were probably supported by a central pillar. The spacious refectory was originally not vaulted. Its ceiling could have been resting on the arcaded spine wall built across the range, as was a common practice at the time. The existing vaults are of the late Gothic period and have pseudo-Gothic corbels, added during the restoration campaign of c.1911. The kitchen, which still survives in its original location, the south-west corner of the cloister next to the refectory, has understandably been rebuilt several times.

The latest element in the monastic quadrangle is the western range incorporating the lay brothers' lodgings built in Flemish bond. Simple, almost severe and archaic forms of the pillar and vaults of the so-called crypt, or cellar under this range, and the well preserved original articulation of the western elevation, provided arguments for pushing the dating of these buildings back to the 13th century. Comprehensive analysis of the fabric of the whole range demonstrated that such early dating would have been misguided.

It is also necessary to mention the late-Gothic expansion of the Abbot's house in the south-east part of the monastic complex. Abbot's residences were commonly remodelled and extended in the 15th century, and frequently even constructed anew and away from the old buildings but always remained in the east or south-eastern part of the innermost section of the precinct. During this rebuilding

at Mogiła, the Frater was done away with and the still surviving Abbot's chapel was inserted in its northern section.[39]

* * *

In summary, it has become clear that the comparative suggestions made so far in the Polish literature, and the attempts to identify the artistic links and the provenance of the workshop who built the church, were based more on the scholars' intuition or erudition rather than real material evidence. Based solely on the analysis of historical written sources, such aspects of the abbey church's construction as the structural vault system, the western Paradise vestibule, and the use of materials such as red brick, were erroneously linked specifically to the regions of Silesia, Saxony and Burgundy.

In fact, the study of material evidence indicates that the stonemasons who built Mogiła had worked in Lombardy. The significance of that evidence, obtained thanks to architectural investigation and archaeological excavations, ought to be repeated with particular emphasis because it is this evidence – in combination with extensive comparative analysis – that is key to the fundamental changes in our knowledge and understanding of Mogiła Abbey and the historical context of its foundation. As always, new evidence leads to more questions and opens up new research possibilities. For example, one of the questions that we should seek an answer to is whether it was Bishop Odrowąż who brought a North Italian, probably Lombardian workshop here after 1218 or whether it was the independent initiative of the Cistercians themselves. It can only be hoped that a further study of archival sources will provide clues to this and other secrets that this fascinating site still holds.

Transl. by Agnieszka Roznowska-Sadraei
rev. by Paul Crossley

[39] The volume VI of the annually published „Cistercium Mater Nostra" is devoted to the history and architecture of Cistercian Abbots' Houses. About Mogila see: A. Bojęś-Białasik, J. Czechowicz, *Dom opacki w Mogile. Nowe badania*, „Cistercium Mater Nostra" 2012–2013, VI, pp. 209–220.

Table of figures

I. Adolph Lautensack (1561–1595), Maximilian III, Archduke of Austria military camp at Mogiła Abbey in 1587: The monumental belfry on the church and a little spirelet surmounting a roof over the dormitory in the eastern wing of monastery buildings (etching in the Jagiellonian University Library in Krakow, sign.: I.14707/233).

II. Mogiła Abbey, ground plan ca. 1300, reconstruction. **A.** Prezbiterium, **B.** Choir: Monks' stalls **C.** Lay Brothers' Choir, **D.** Ring keystone with a hole for ropes used during bell ringing, **E.** Galilee, **F.** Entrance to the church from the dormitory, **G.** Entrance to the church from the Lay Brothers' House, **H.** Sacristy, **I.** Treasury (and library?), **J.** Chapter House, **K.** Slype, **L.** Lay Brothers Dayroom (rebuild into Abbot's Chapel in the 14th c.), **M.** Warming House, **N.** Monks' Refectory, **O.** Kitchen, **P.** Lay Brothers' Refectory (?), **R.** Lay Brothers' House, **S, T.** Abbot's House (enlarged in the 15th c.), **U**. *Porta mortuorum*. In addition: on the outer, western wall of the Chapter House an arrow indicates the location of the clock dial and in the south-east corner of the *viridarium* – the well and *lavabo* (after T. Węcławowicz).

III. Mogiła Abbey, the church and the eastern wing of the monastery buildings by the end of the 13th c (wooden roof additions over the nave omitted for clarity). On the outer, western wall of the Chapter House a circle indicates the location of the clock dial (reconstruction T. Węcławowicz).

IV. Mogiła Abbey, church: east front. The lancet windows were reworked in the 14th c (photo T. Węcławowicz).

V. Chiaravalle Milanese Abbey, church: east front of the choir (photo T. Węcławowicz).

VI. Chiaravalle Milanese Abbey, church: north transept and the lower stores of the belfry (photo T. Węcławowicz).

VII. Mogiła Abbey, church: Lombard frieze with cogging over the transept chapel window (photo T. Węcławowicz).

VIII. Chiaravalle Milanese Abbey, church: Lombard frieze with cogging over the transept chapel window (photo T. Wecławowicz).

IX. Mogiła Abbey, church: pier in the north aisle (photo T. Wecławowicz).

X. Chiaravalle Milanese Abbey, church: a half-pier attached to a western wall of the nave, the plinths covered by the new pavement tiles (photo T. Węcławowicz).

XI. Chiaravalle della Colomba Abbey, church: pier in the north aisle, the plinths partly covered by the new pavement tiles (photo T. Węcławowicz).

XII. Chiaravalle Milanese Abbey, church: the Canonical Hours timetable in 2012 (photo T. Węcławowicz).

Michael J. Czajkowski

The Mogiła Abbey Clock Dial, Kraków, Poland and its Relationship to Medieval Clockwork

Introduction

It was important for the Cistercian order to know the time of day in order to know the time when the church services *Prime*, *Tierce*, *Nones*, *Vespers* and *Compline*, should be sung. Consequently some form of time recording in monasteries was encouraged by the Cistercians and other religious houses. Consequently many monasteries had some form of clock in addition to a sundial so time could be indicated in the hours of darkness.

It has been suggested by Professor Tomasz Węcławowicz, that a circular structure constructed within the east wall of the cloister of Mogiła Abbey, Kraków, Poland, is the remains of a large clock dial, about 4 metres in diameter (**Fig. 2**). Węcławowicz suggested that there was a room above the dial where the movement (the clock works) could have been housed. He also concluded that the dial recess and "window" are contemporary with the building of the wall and cloisters and that the style of brickwork bond used, the "Monks bond", confirms that it would be impossible for the structure to be later that the end of the 13th century, after which a different style of brickwork bonding was used. Węcławowicz suggests that this was probably the result of the close links with the Czech and Moravian master masons (between 1291–1306 AD) and soon, after 1320 AD, with master masons from the Kingdom of Hungary.[1]

[1] See T. Węcławowicz, *Małopolska i Ziemie Ruskie Korony*, [in:] *Architektura gotycka w Polsce*, Vol. I, eds. T. Mroczko, M. Arszyński, Warszawa 1995,

This confirms that this part of the cloister was built at the same time as the 13th century church, possibly as early as the 1270s AD and is one of the first brick buildings in Poland. Mogiła Abbey was founded in 1225 AD by Krakow Bishop Iwo Odroważ. He was well educated in Paris, but he also had close contacts in Italy.

The first Mogila monastery perhaps was destroyed by Mongols in 1241. Therefore it can be assumed that the clock dial and cloister, together with the clock, were built after this date but before the end of the 13th century, and it is suggested by Węcławowicz to have been constructed in the 1270s or 1280s AD. It is likely that the ecclesiastical foundation maintained links with monasteries in France and Italy, the latter in particular.

In 2007 architectural investigations were carried out during conservation work on the plaster and paintwork of the cloister where the clock dial is located. It showed that some of the plasterwork beneath the dial was 13th century[2] (**Fig. 4**).

The upper story above the clock dial was totally replaced at the end of the 17th or in the early 18th century, when it is assumed any mechanism that might have existed was removed. Originally, there

pp. 66–67 [edited by Institute of Art of the Polish Academy of Science]. Węcławowicz suggests that there is no doubt, there is absolutely no brick wall in Lesser Poland build in the monk-bond after second decade of the 14th century, or maybe a bit earlier. After 1311 AD in Silesia they used the Monks bond at least until the late twenties and in Ordensland till the forties of the 14th c. but in those areas the political and culture links and influences were different. Other scholars have no doubts about the termination of the use of the Monks bond. W. Krassowski, *Dzieje budownictwa i architektury na ziemiach Polski*, Vol. II, Warszawa 1990, pp. 73–74 [edited by 'Arkady' publishing House]. In it Prof. Krassowski (from Wroclaw) has written "till the end of the 13th c." without specification into Silesia, or Lesser Poland.

2 T. Węcławowicz, *Rezultaty konserwatorskich prac prowadzonych w krużgankach mogilskiego klasztoru w latach 2006–2007* [*The results of restoration work carried out in the cloister of the Mogila monastery in 2006–2007*], "Cistercium Mater Nostra" 2007, I, pp. 113–118. Restoration works were leaded by Aleksandra Grochal and her team "Renowacja" under a conservation supervision by Professor Władysław Zalewski.

had been a large dormitory which extended over the Sacristy, Treasury and Chapter House and it is assumed the clock was in a room adjacent to it.[3] The upper floor was again rebuilt in early-modern times after a fire.

In 2011 investigation of the plaster and paintwork of the Chapter House, on the other side to which the clock dial is located, revealed indications of the old ceiling line of the Chapter House. This showed that the 13th century ceiling was originally lower and had pointed arched vaults supported by four columns inside and nine low and narrow bays similar to that at Wąchock Abbey (near Starachowice, between Kraków and Warszawa). A reconstruction (**Fig. 1**) shows the probable outline of the original 13th century ceiling.

The dating suggests that this may be the oldest clock dial remaining in Europe and is of international importance. There is a total lack of records at Mogiła from this date. Consequently archaeological and other material sources are used to interpret a probable history of the Mogiła clock.

Description

The dial (**Fig. 2**) comprises a painted ring (reconstructed) with the inside recessed by about 100 millimetres, with a recess located just below the centre by a circular stone framed 'window' now in-filled with later brick and stone. Traces of paintwork found during cleaning and conservation work have indicated that there were twenty-four divisions on this ring with small divisions on an inner circle approximating to a twenty-four hour chapter ring and this was outlined on areas of reconstructed plaster during conservation (**Fig. 3**).

Areas where original detail was visible were left. The conservators were able to determine areas of original plasterwork (**Fig. 4**). Patches of original paintwork also showed the dial centre had been

[3] *Monografia Opactwa Cystersów we wsi Mogile. Część artystyczna monografii Mogiły* [*Monography of the Cistercian Abbey in Mogila. Part of the history of art*], Kraków 1867. Discussion on building styles.

decorated with chromatic, or polychromatic details, presumably done at various dates (**Fig. 5**). Two circular lines parallel to the inside of the dial appear to exist within the painted area.

There is also evidence for a broad black band which has been reproduced in the reconstructed areas together with a ring of red and white squares on the inner edge of the chapter ring (**Fig. 6**).

The stone circular 'window', in the lower half of the inner dial, is cut into at the top by a circular hole assumed to be for the rod containing the clock hand. It is stained green. The hole is rounded in slightly different positions (**Fig. 7**). It can be speculated that this 'window' may have contained a subsidiary dial showing additional information.

The Sanctus bell tube seen in the corner of the cloister may relate to a bell possibly originally used with a clock and modified later.

Analysis of the Dial Numbering

Enhanced images of the left part of the original chapter ring suggest that there are at least two sets of numeral markings, though there might have been even earlier markings, now removed. Węcławowicz suggested that he could see a 'VI' and an 'I' on either side of a double line in the ten o' clock position, indicating a number 'VIII'. This was verified from enhanced imaging (**Fig. 8**). This suggests that the dial started with 'I' at the bottom, assuming a clockwise rotation which other number indications seem to suggest. There also appear to be additional later lines, including the panel borders, illustrated in the reconstructed areas. These double lines would be unlikely to pass through an existing number and it is likely that the dial was repainted, possibly several times and the present twenty-four panels, each separated by two lines (**Fig. 3**) relate to a later numbering system. These panels are similar to 14th century Italian clock dials (**Fig. 28** and **29**). The Italians counted the beginning of the day from sunset using the old Julian system of the Roman Empire later called, *hora italica* when cities often sounded a single strike on the *Angelus*

bell, and so the clock hand would follow the Sun during the day. The *hora italica* was used in Southern Poland until the end of the 17th century. Prague Town Hall clock, built 1410 AD, see **Fig. 30a** and **30b**. contains both a twenty-four hours dial for 'ancient Czech time', the same as Italian and Polish time, but uses a double twelve clock dial to tell German time used today but then in use only in Northern Europe. [4]

Mogiła Monastery had some connections with Italy,[5] so I propose that the later dial may have been painted by Italian, or Italian influenced craftsmen when the *hora italica* layout became common in Poland in the 14th century.[6]

The earlier dial with "I" at the bottom may reflect a dial design where the bottom half of the dial represents night and the top half day. Twelve o' clock is then midday and the twenty-four hour day starts at midnight. This would be consistent with the ideas of the early church that the day should start at midnight since this was the time that St Paul and Silas (Silvanus) sang in prison (Acts XVI, 25), which may have been used in some parts of Italy, within the Roman Empire.[7] However, there might be a still earlier dial for which no

---

4 The Prague Town Hall Clock indicates 'Ancient Czech' (*hora italica*) time, seen on 14th century Italian clocks (**Fig. 12**) and 'German time'. See E.L. Edwardes, *Weight Driven Chamber Clocks of The Middle Ages and Renaissance: with observations concerning certain Larger Clocks of Medieval Times*, John Sherratt and Son, Altringham 1965, p. 54 and http://en.wikipedia.org/wiki/File: Schema_Orloj_en.png. Examples of the latter include the Wells Cathedral clock, Lund Cathedral clock (Sweden) and St Mary's church Gdańsk, Poland.

5 Bishop Iwo Odrowąż took Dominican friars from Italy to Krakow and founded a monastery for them. About artistic links between Mogiła and Cistercian monasteries in Lombardy see above the chapter by T. Węclawowicz.

6 J. North, *God's Clockmaker: Richard of Wallingford and the Invention of Time*, Hambledon and London 2005, p. 192, reference to Italian craftsmen working in Poland in the 14th century and general adoption of *hora italica* seen on Italian and Bohemian clock dials.

7 *A Brief History of Roman Time*, a web page extract, with a specific reference to the fact that the twenty-four hour day was the Roman *dies civilis* of the calendar compared to the *dies naturalis*, the period from sunrise to sunset

paintwork remains. A part reconstruction of the two dial designs that can be distinguished is shown in **Fig. 9**.

The inner chapter-ring divisions of small red and white blocks, reconstructed on the present dial belong to a still later design, possibly from the late 16th or early 17th century since there use starts to become common on European clocks after this date. Early clock dials do not show such divisions, e.g., the Prague Town Hall clock, c. 1410 AD (**Fig. 30 b**) or the Italian clocks (**Fig. 28 and 29**). Moreover, the number of divisions and colouring do not conform to any known dial design.[8] I believe this is an error in the dial's reconstruction. The reconstruction shows thirteen divisions, the top ones starting with red (two divisions per red block), looking clockwise, but those at the bottom start with a green single block. Measurement of the original paintwork suggests fifteen equal divisions, including the white within the double line. This would mean that each division would equal four minutes, whilst the present thirteen are meaningless and are not of equal width, compare **Fig. 3** and **6**. The conservators confirmed, from the paint analysis, that these divisions postdate the other paintwork. Also continuation of the original numbers appears to be cut short by the black band, see **Fig. 8**. This evidence suggests that this inner chapter ring division is later.

The central hole within the stone frame at the top of the circular window, in the lower half of the inner dial, probably contained the axle (or shaft) for the clock hand. The green staining was analysed as a bronze / copper corrosion deposit, suggesting verdigris from lubrication, with an organic substance.[9] The elongation of the hole

later copied by the Italians and also used by the ancient Greeks, see J. Carcopino, *La vie quotidienne à Rome à l'apogée de l'Empire*, Paris, Hachette 1939, p. 144. In addition, the Umbrian day began at noon (Gellius, III. 2). The word "day" applies to both. "Dies" includes citations from Censorinus, *De Die Nat.* 23; Pliny the Elder, *Naturalis Historia* II. 77, 79; Varro, *De Re Rustica*, I. 28; Macrobius, *Saturnalia*, I. 3.

8 Personal examination of clock dials by the author indicates that these divisions were not used before the beginning of the 17th century and were never shown in the manner portrayed here.

9 Personal communication T. Węcławowicz. Note: Verdigris is formed by weathering of copper, brass or bronze. Acids found in organic lubricants

suggests excessive wear (**Fig. 7**) as the hand shaft seems to have rotated in slightly different positions once the bearing became badly worn. Originally, the stonework was probably continuous beneath the hole but disintegrated and was worn smooth as the main bearing wore away the stone. This suggests that the clock was in use for a considerable period. This 'window' might have contained a Lunar dial which would have been useful for determining the dates of Easter (see **Appendix**), though signs of the zodiac, seen through the window, are another, but less likely possibility.

The paintwork remnants on the recessed inside of the chapter ring (C) and (D) (**Fig. 5**) suggest that the dial centre was decorated possibly with some sort of foliage or figurative design. Węcławowicz has suggested that this might be the work of Father Stanislaw Samostrzelnik (1506–1540 AD) who was influenced by the German artists Hans Kulmbach and Hans Durer, then living in Kraków. (**Fig. 31**) However he believes, the original 13th century dial was undecorated consistent with the strict nature of the order at that time.

Circular lines parallel to the inside of the chapter ring seen on **Fig. 3**, might have been a scale indicating the variation in time of *Prime* and *Vespers* during the seasons, similar to that seen on the Prague clock (**Fig. 30b**). Whether these indications related to the first or subsequent dial designs is uncertain but if this interpretation is correct their use suggests that the artist was keen to show both equal secular and unequal church hours.

The Circular 'Window'

The circular 'window' in the lower part of the dial, now bricked up, can be explained if it was used for a Lunar dial used to help determine the date of Easter. The hole for the shaft for the hand cutting

accelerates the process and would react with limestone producing complex copper salts (minerals oils from crude oil were generally unknown until the 19th century). Ref: D.W.A. Sharp, *Penguin Dictionary of Chemistry*, 2nd edition, Penguin Books, 1990, p. 419.

through the frame is a design weakness but such mistakes are common with early clocks.

Lunar dials are common on 14th century astronomical clocks, e.g. The Padua clock (**Fig. 28** and the St Mark's clock **Fig. 29**) and may have been a feature on some sophisticated monastery water clocks where there was a need to fix the date of Easter. More complicated motion work at Mogiła would seem unlikely. A suggested reconstruction of its possible working is illustrated in (**Fig. 10**). The construction could have shown the Moon's phases over 29 ½ days. Although not exactly correct (it is more correctly 29.53 days) this would have been a reasonable approximation provided an adjustment every 3 months or so was made. The proximity of this window means the Lunar disc must have been driven directly from the hand shaft rotating once in twenty-four hours. Two opposite projections on the shaft carrying the clock hand would have engaged with 59 teeth on the edge of the Lunar disc and would move the Lunar disc along every twelve hours. Since the Lunar disc is only directly engaged with the clock for a short time each day, the Lunar disc could be easily adjusted at other times, from the front.

A possible reconstruction of the earliest dial, based on the above evidence is shown in **Fig. 11**.

Possible Clock Mechanisms used with the Mogiła Dial

All time keeper mechanisms require three things; a power source, e.g., water, spring or weights; a recording device, in this case a dial with a hand, or the striking of a bell; and a means of regulation so they can be kept to time. The first two are easily overcome but it was the development of the latter, the means to allow the power to 'escape' (hence the term 'escapement') at a controlled rate that was the main problem.

The situation is complicated because early records regarding the development of mechanical escapement clocks (those with a mechanical as opposed to a water controlled escapement) are vague,

fragmentary or were written by scholars with little understanding of the mechanism, or they assumed an understanding from the reader that we no longer possess in the modern world. Usually any form of timekeeper or clock was described simply as a '*horologium*'.[10] *Horologia* often contained various forms of mechanical gearing to drive automata and strike bells irrespective of whether they were true mechanical clocks or '*clepsydra*' (water clocks).[11] '*Clepsydra* used a liquid, usually water, or in exceptional cases mercury, to regulate the time keeping. It is recorded that Brother Gerbert, who later became Pope Sylvester II, invented a simple mechanism that rang bells at intervals throughout the day to call his brethren to prayer in 966 AD. This device probably included ropes and gears based on Arabic ideas but no real details are known[12] and it may not have included any actual clockwork.

It is possible that a mechanical iron escapement that would allow a clock to be mechanically regulated, might have been in use by 1309 AD. This is referenced in the Chronicle of Galvano della Fiamma which states that a clock set up in San Estorgio, Milan, was *ferreum fabricator* (made of iron).[13] Though no other details of the escapement are known that would confirm this. Records for possible candidates for various other mechanical devices also exist in Cambrai in 1308 and 1318 AD.[14] A full discussion of the problem and of other automata ringing bells in the late 13th century, has been presented by E.L. Edwardes, but it is probable that although numerous experiments were being conducted, it is unlikely that a mechanical iron escapement clock existed before the late 1290s' AD

---

10 Various references in E.L. Edwardes, *Weight Driven*, *op. cit.*, Ch. 1. See also J. North, *God's Clockmaker*, *op. cit.*, p. 153.

11 Meaning water thief. Gk. κλεψύδρα – '*kleptō*' thief; '*hudōr*' water, *The Concise Oxford Dictonary*, Oxford University Press, 1990.

12 J. North, *God's Clockmaker*, *op. cit.*, p. 232; see also note 2.

13 E.L. Edwardes, *Weight Driven*, *op. cit.*, p. 25, also J. North, *God's Clockmaker*, *op. cit.*, p. 154.

14 E.L. Edwardes, *Weight Driven*, *op. cit.*, p. 25. See also J. North, *God's Clockmaker*, *op. cit.*, p. 160.

and more likely before 1300 AD.[15] The frustration in developing an iron mechanical escapement that could regulate a clock and do away with water, with all the problems of inaccuracies of time keeping and leakages is illustrated in a comment written by Robert the Englishman (*Robertus Anglicus*) in 1271 AD in the '*Tractatus de Sphera Mundi' of Johannes de Sacrobosco*', who discusses the possibility of "*making a mechanical device (an escapement) to drive an astronomical equinoctial circle (that divided the time from sunrise to sunrise in 24 equal parts) and that if it could be made it would be a great improvement on Arabic astrolabes*". Although Robert does describe a mechanical system using weights for power, possibly similar to the mercury escapement in the Alphonso X clock (see Development of Water Clocks in Monasteries, below), it is not certain whether this was something that he actually saw constructed. However, we can be certain that a mechanical iron escapement clock had not been successfully constructed before this account was written.

In the 14th century, records are more common and this probably coincides with European wide development and construction of iron mechanical escapement clocks.[16] Many early mechanical iron escapement clocks did not have dials but struck a bell. The clock in the Castle Tower, Piazza dei Signor, Palazzo del Capitanio, Padua, Italy, built in 1344 AD by Jacopo Dondi (**Fig. 28**) is the earliest public clock dial still in existence in Europe and is typical of many Italian 14th and 15th century AD clock dials.The clock clearly had a mechanical iron escapement (verge and crown-wheel) and this escapement was described by Jacopo Dondin's son Giovanni de Dondi when he used it in his own clock in 1348 AD and described by him in his '*Tractus Astarii*'.[17] Brzeg Town Hall, Poland (Silesia), had a clock of some kind in 1316 AD, which may have had an iron escapement and this was replaced by a clock with an iron escapement

15 E.L. Edwardes, *Weight Driven*, *op. cit.*, Ch. 1.

16 For discussion see E.L. Edwardes, *Weight Driven*, *op. cit.*, Ch. 1.

17 For discussion see E. Bruton, *The History of Clocks and Watches*, Orbis Publishing Ltd., London 1979, pp. 34–35 and E.L. Edwardes, *Weight Driven*, *op. cit.*, pp. 21–23, 54–56.

in 1414 AD. In Wrocław there is a reference to an existing Town Hall clock in 1367 AD.[18] Unreferenced mention is made by Professor North in his book '*God's Clockmaker'* of Italian clockmakers working in Bohemia and Poland in the 14th century AD[19] so it is likely that Italian ideas of clock making were imported into southern Poland.

Foreign clockmakers also applied for protection to practise their craft in Britain suggesting there was movement of craftsmen and ideas across Europe.[20] This information suggests the rapid development of the iron mechanical escapement clock in the 14th century across Europe and into Poland. Unfortunately no original clocks exist from this date.

Consequently in discussing the original Mogiła "*horologium*" that could be used with this dial, a clock other than a true mechanical clock must be considered.

Development of Water Clocks in Monasteries

Development of (Clepsydra)

The Cistercian Order was the industrial innovator of the Christian world prior to the industrial revolution and '*enterprise and entrepreneurial spirit'* have always been a part of the order's identity. They have been described as the '*catalysts for development of a market economy'* in 12th century Europe.[21] Each monastery had its mills, blacksmiths and set of craftsmen. Technological devices would have been common and encouraged.

---

18 http://en.wikipedia.org/wiki/Turret_clock.

19 J. North, *God's Clockmaker*, *op. cit.*, p. 192.

20 Granting a license to 3 Delft (Dutch) clockmakers to practise in England by Edward III 1368 – *Foedera, Litterae et Acta Publica (Edito Secunda, Tomas VI, MDCCXXVII)*; E.L. Edwardes, *Weight Driven*, *op. cit.*, p. 65.

21 R. Baedeker, *Good Works: Monks build multimillion-dollar business and give the money away*, San Francisco Chronicle 2008.

Although expensive and difficult to maintain there is evidence that some monasteries had water clocks. Cassiodorus (*Flavius Magnus Aurelius Cassiodorus* 485–583 AD) advocated in his rulebook for monastic life, that the water clock was a useful alarm for the 'soldiers of Christ'.[22]

The Christian sophist and rhetorician Procopius described in detail, writing prior to 529 AD, a complex public striking clock in his home town of Gaza. It featured an hourly gong and figures moving mechanically day and night.[23] In the *Chronica Jocelini de Brakelonda*, written between 1173–1202 AD at the Monastery of Bury St Edmonds, England, there is the reference to a fire at the main altar; *Juvenes ergo nostri propter aquam currentes, quidam ad puteum, quidam ad horoloium, quidam cucullis suis impetum ignis cum magna difficultate extinxerunt*. 'Our young men therefore ran for water, some to the well, some to the clock, others with great difficulty extinguished the violence of the fire with their cowls'[24] This is strong evidence for a water clock, probably one large enough to have a reasonable sized tank, or flow of water.

The earliest water clocks were often of the "flower pot" design, with a hole at the base. The tapered sides would compensate for reduced pressure as the bowl emptied keeping the pressure of the flow of water, through the hole at the base, constant; the time was read from marks on the inside of the bowl (**Fig. 12**).

Later, it was found that having the water flowing into a tank above the escapement tank could be used to maintain the water level so that the pressure was constant. An overflow near the top of the tank meant that excess water was siphoned off (**Fig. 13**). The water then flowed into the main cylinder and a float in the cylinder would rise as the water flowed in, driving a clock hand.

---

22 Cassiod. Inst. 30.4 f. See E.L. Edwardes, *Weight Driven*, *op. cit.*, p. 9.

23 G. Dohrn-van Rossum, *„Clocks", Brill's New Pauly*, ed. H. Cancik, H. Schneider, 2009, http://www.brill.com/publications/online-resources/new-pauly-online.

24 Camden Society edition of the original text, p. 76.

Fragments of 'Anaphoric Clocks' from the Roman Empire show that some water clocks had gearing for dials or rotating columns showing changes of hour length with the seasons (**Fig. 14**). A dial fragment from Vosges, France, suggests how a dial could be laid out and the time told by a revolving Solar plate offset against a twenty-four hour background with curved lines of different width which would allow for the seasonal changes.[25] This also demonstrates that gear work was in existence and used in clockwork.

Gear work had been known from 700 BC in Babylonia and later in Ancient Egypt.[26] Sophisticated gear work, was clearly understood by the Greeks as illustrated in the workings of the Antikytheria a 1st century BC astronomical calculator. Gear work was developed for clockwork by the Arabs, using water powered devices to regulate time keeping. This development was paralleled in the development of water powered mills and wheels used to lift water for irrigation, in both the Arabic and Christian cultures and similar systems were recorded in China.[27] Fragments of chains which carried pottery buckets to lift water, pottery buckets to transfer the water are known from Roman wells, and a hydraulic example used to lift water are illustrated by *al-Jazari* in his drawing of a *saqiya* dated 1206 AD (**Fig. 15**).

A few illustrations of Clepsydra do exist from the Middle Ages. An interesting example is sketched in a Catalan (southern Spain) manuscript *Constituciones Catholonie de tempora de Regis Petri I ad regum Jacobum II*, preserved in the Archivo de la Corona d'Aragón, Barcelona, Spain. It shows, what is thought to be a carillon, a device playing a tune on bells, activated by a time clepsydra time keeping device. The manuscript dates to between 1280 to 1337 AD but the

---

25 See J. North, *God's Clockmaker*, *op. cit.*, p. 149–151.

26 D.R. Hill, *Engineering*, [in:] *Encyclopedia of the History of Arabic Science*, Vol. 2, ed. Roshdi Rashed, Routledge, London and New York 1996, p. 751–795 [776].

27 J. Needham, *Science and Civilization in China*, Vol. 4: *Physics and Physical Technology*, Part 2: *Mechanical Engineering*, Caves Books Ltd., Taipei 1986, p. 353.

sketch might be a later addition. The sketch of the time controlling side (**Fig. 16**) shows a revolving disc forming the dial controlled by a float sitting on a tank of water. As the water drains through a hole at the bottom the float is lowered revolving the wheel. The basin containing the water has sloping sides with a rounded bottom and this may be an attempt to equalise the change of water level in the basin similar to that used in the Egyptian 'flower pot' water clock in **Fig. 12**.

A reconstruction of this clock by Eduard Farré-Olivé was published in *Antiquarian Horology*.[28] In his reconstruction Farré-Olivé rotated the wheel shafts to compensate for Medieval pre-Renaissance non-perspective drawing. His reconstruction is in **Fig. 17**. In this case the main wheel revolves anticlockwise, a common feature before the adoption of the clock hand was in use.

The small weight wound the opposite way to the descending float may have been used to finely regulate the rotation of the main wheel. Holes in the main wheel would have allowed pegs to have been inserted which would have tripped the lever holding the pre-wound striking system thus allowing the bells to be struck at a pre-set time that would relate to the unequal hours then in use.

The clock in **Fig. 16** sets off a carillon, a sequence of bells which controlled by pins, or spikes, on a wheel, chimed a tune. More usually a clock would have struck a single bell. The manner of this simpler form of striking is recorded in a document now in the *Archivo de la Corona de Aragón* in Barcelona, Spain. The part of the document dealing with the time recording device is missing but the striking part was reconstructed by Maddison, Scott and Kent and illustrated in Antiquarian Horology.[29] They suggest that a rotating shaft with spikes hit the bell. Once activated bell, or bells would be struck continually until the weight hit the floor in the manner of an alarm clock. After striking the clock would have to be re-wound and re-set (**Fig. 18**).

---

[28] E. Farré-Olivé, *A Medieval Catalan Clepsydra and Carillon*, "Antiquarian Horology" 1989, Vol. 18, No. 4, p. 371–380.

[29] F. Maddison, B. Scott, A. Kent, *An Early Medieval Water-Clock*, "Antiquarian Horology" 1962, Vol. 12, No. 3, p. 348–351.

There is also a record that clocks, probably *clepsydra* with mechanical gears, were temporarily installed on the third floor of the unfinished Tower of Pisa in 1198 AD.

Liquid Controlled (Water Wheel) Escapement Clocks

The main problem in constructing a time recorder using weights, or water, to drive the clock was to develop a reliable regulator, a device which would allow the power to "escape" in a controlled fashion. A form of liquid powered water wheel escapement was developed by the Buddhist monk Yi Xing in China in 723 or 5 AD and applied to the workings of a water-powered clock and in 1088 AD. Su Song constructed a water driven, paddle escape wheel to regulate his astronomical clock (**Fig. 19**).[30] In this case the flow of water on the paddle wheel drove the mechanism to match time rather than being a true, water controlled, regulator. This is illustrated in **Fig. 20**. Water would flow into cups suspended on the arms of the paddle escape wheel so they can rock. The arm of the paddle escape wheel is locked by a catch with a small **weight** (**A**). As the water filled the cups, the weight of water causes the lever to be pressed down, which then presses down a second **lever** (**B**). This lever is connected to a lever above by a rod and when this lever is pulled down a small **pallet** (**C**) is lifted up allowing the wheel rotate slightly. Once the paddle arm has moved to the point where it clears the lever (B), lever (B) can resume its normal position, the pallet (C) now drops down and holds the paddle escape wheel from further movement. At the same time, the extended lip of the lowest cup with water is tipped up by **a peg** (**D**) attached to the clock frame, emptying the cup so there is now insufficient weight of water for the next arm to push lever (A) down. Once the top cup is filled there is again sufficient water to push lever (A) down and the process is repeated. This meant that the wheel would revolve with a series of jerks.

Similar water wheel clocks are recorded as being built in Arabic held countries and one at Toledo on the banks of the Tagus in Spain

[30] See J. Needham, *Science and Civilization*, *op. cit.*, pp. 445, 448, 469–471.

was recorded by the occupying Christians in 1085 AD. This suggests that the technology would have been known in the Christian world.[31]

However, these clocks were large and constructed as towers and seasonal changes meant that the water either tended to evaporate or freeze causing a degree of unreliability. Moreover the water temperature causes changes in the density of water which affected the flow and therefore the timekeeping.

A smaller example may be illustrated in a 13th century illuminated moralised Bible MS. 18719 f.92, **see Fig. 21**.

The workings of the clock are controversial, but C.B. Drover in an article in *Antiquarian Horology,* in December 1954, suggested that this is an illustration of a water wheel clock possibly operating in the manner of the Su Song clock (**Fig. 20**).[32] He suggested that as each compartment fills with water the main wheel with the compartments rotates and pegs, on a second wheel behind, strikes the bells.

There are records written by Jewish historians and astronomers, in Toledo, Spain in 1276 AD, on astronomical mechanisms belonging to Alphonso X, in '*Libros del Saber de Astronomia*'. According to Ahmad Yousef al-Hassan, a clock owned by Alphonso X in 1277 AD, had a liquid mercury escapement which he claimed was similar to those described in earlier Arabic sources. He relates:

"The escapement consisted of a large drum made of wood tightly assembled and sealed. The interior of the drum was divided into twelve radiating compartments, each with small holes between the compartments through which mercury flowed. Enough mercury was enclosed to fill just half the compartments. The drum was mounted on the same axle as a large wheel powered by a weight-drive wound around the wheel. Also on the axle was a pinion with

[31] A. Shabbir, *The Role of Muslim Mechanical Engineers in Modern Mechanical Engineering*, Department of Technology project report, University of Faisalabad undated, http://www.irfi.org/general/MicrosoftWord-T_h_e_role_of_Muslim_Mechanical_Engineers_In_Modern_Mechanical_Engineering.pdf.

[32] C.B. Drover, *The 13th Century "King Hezekiah" Water Clock*, "Antiquarian Horology" 1980, Vol. 12, No. 1,p. 160–164.

six teeth that meshed with thirty-six oaken teeth on the rim of an astrolabe dial. The mercury drum and the pinion made a complete revolution in 4 hours and the astrolabe dial made a complete revolution in 24 hours".[33]

The clock was illustrated and is reproduced in **Fig. 22**.

As the driving weight (weight-drive) pulled the drum containing the mercury around, the weight of the mercury being lifted up would resist the rotation until the mercury had flowed down through the holes into the lower chamber. There would have been a delicate balance between the weight of the mercury and the pull of the driving weight but some type of adjustment could have been made by altering the weight of the driving weight. Although there is some discussion as to how this may have worked this is a very clear example of a mechanical clock, weight driven, with a liquid escapement where the time keeping could be regulated. The document also described several clocks owned by King Alphonso who was a keen collector of scientific clocks but none have a mechanical iron escapement confirming that it had not been invented by that time.

A Speculative Model for a Possible Water Clock Used at Mogiła Monastery

There is no evidence of any water clock having been found anywhere in Poland to date, though a wooden constructed water clock, once disused, is unlikely to survive, particularly since the difficulties of making it water proof would assist rot and disintegration. Also, a problem with a water clock in Poland is that today the slow moving water would easily freeze in winter. However, in the 13th century the climate in Lesser Poland was much warmer than today.[34] This

[33] K. Ajram, A. Y. al-Hassan, *Transfer of Islamic Technology to the West*, Part II: *Transmission of Islamic Engineering, History of Science and Technology in Islam*, Cambridge University Press 2002. [UNESCO project:The Different Aspects of Islamic Culture, Vol. IV]

[34] From 950 to 1250 AD is the period known as the Medieval Warm Period when average temperatures were 0.1 to 0.2 °C above the period 1975

and the fact that the clock was installed inside the roof space suggest that freezing may not have been a problem until the beginning of the 14th century when the climate started to deteriorate with the beginning of the Little Ice Age.[35]

Whatever form the clock was at Mogiła we can be certain of a few facts.

- The clock would have had to be reasonably powerful for this sized dial
- The clock hand rotated clockwise with twenty-four divisions and we can assume this corresponded to one day.
- The dial records equal hours indicating that an attempt was made to regulate the clock for equal hours (i.e., the hours were not of different lengths) unless the regulation could be altered accordingly.

Lack of evidence means that it is impossible to know what kind of clock was originally installed at the Mogiła Monastery. Consequently the following ideas are wholly speculative.

It is likely from the previous discussion that the first clock was a water clock and could have been of one of two types. We can speculate that it either was a clepsydra utilising the escape of water through a hole in a basin or water being used to drive a water wheel at a regular rate.

---

to 1990 on average in Europe, and enhanced in Greenland, where colonisation and farming was possible. For further discussion see work by M.E. Mann, R.S. Bradley, M.K. Hughes, *Northern Hemisphere During the Past Millennium; Inferences, Uncertainties and Limitations*, "Geophysical Research Letters" 1999, Vol. 26, No. 6, pp. 759–762, and various other authors.

35 The Little Ice Age was a period of colder temperatures strongly pronounced in North West Europe and Britain from about 1300 to 1800 AD. For further discussion see. M.E. Mann, *Little Ice Age*, Wiley and Sons, 2002. It is also accepted from climate modeling, based on crop records etc that the climate must have been warmer in northern Europe. For example see Northern Hemisphere Temperature During the Past Millenium: Inferences, Uncertainties and Limitations, M.E. Mann, R.S. Bradley, "Geophysical Research Letters" 1999, Vol. 26, No. 6, p. 760, which shows the Little Ice Age beginning in the 14th century.

If a clepsydra was used then a possible model can be produced in combining **Figs 1**7 and **Fig. 18** resulting in **Fig. 23**.

Farré-Olivé suggested that for his reconstruction of the carillon clock (**Fig. 1**7) that assuming a flow rate of 50 mm per second, 43.2 kg of water would pass through the basin in twenty-four hours. A flow rate less than this could result in the water ceasing to flow, particularly at low temperature since the water molecule has a high tensile strength for its size. Assuming a bucket holding 5 litres of water was used to fill the clock basin, this would require 9 trips in twenty-four hours. If this principle was used at Mogiła then is it likely that the basin containing the float and the float itself was larger since the dial hand was so large and therefore more trips would be required.

Alternatively a water wheel controlled clock in the manner of the Su Song clock **Fig. 20**, and the "Hezekiah Clock", **Fig. 21** might have been used. This clock would have required storage tanks above the mechanism. The main problem would have been the carriage of water to the clock since there are no hills around the Monastery that produced springs with a sufficient head of water, to feed directly to a water clock installed on the first floor, where it would have to have been to drive this dial. Moreover the mechanism would require a considerable number of buckets of water per day to operate. Labour to do this would probably not be a problem but perhaps we can speculate on an alternative here using the technology that would have been available.

All Cistercian monasteries were built to standard model in the Middle Ages. A water channel existed under the buildings on the south side of the Cloister from west to east at Mogiła, similar to water channels at other Cistercian Monasteries, and an example is well preserved in the ruins of Kirkstall Abbey, near Leeds, England **Fig. 24a** and **24b**.[36]

[36] This can be clearly identified on the site, see **Fig. 22**. Also see *Medieval Abbeys and Monasteries* TimeRef – Medieval and Middle Ages History Timelines – Episodes of Medieval History in: www.timeref.com.

The water was used for normal functions, cooking, toilets, etc., and a reasonable flow could have been expected to keep the channel clear of waste. It could be speculated that a water wheel might have been employed to hydraulically raise water into an upper storage tank (**B**) (see **Fig. 25a** and **25b**) by a bucket and chain system (**A**) similar to that described by *al-Jazari*. The buckets would only need to lift small quantities of water at a time so only a small amount of power would be needed to drive the paddle wheel. It may be surmised that a reasonable flow of water was available since a *lavabo* fountain probably would have existed in the central part, or in the south-east corner, of the cloister garden (*viridarium, paradisus*) for the washing of hands prior to attending services. Fragment of the stone portal found here, might relate to the entrance to such a *lavabo*.[37] The water carried up by the paddle wheel could then flow through pipes to the main tank (**B**).

From (**B**) the water could drips into the escapement tank (**C**) and the excess could be piped back into the main channel upstream of the bucket and chain system so that water was conserved as much as possible. The water in tank (**C**) would flow into the waterproofed compartments or cups of the driving waterwheel (**a**). Eight compartments or large cups, each slightly offset could produce about 78 kg of thrust using a 2 m diameter waterwheel (**a**). A stout wooden axle (correctly called an arbour) carrying the waterwheel would extend through the frame and finish with a pinion (a small cage with a small series of pins that would interact with the teeth of the next wheel). The great wheel (**c**), would revolve once in twenty-four hours which would require an intermediate wheel (**b**) to alter the gearing between it and the water wheel. The water wheel could probably revolve once in about 45 minutes and consequently wheel (**b**) would need to be an intermediate gear to drive the great wheel (**c**) once in twenty-four hours. This type of gearing is very simple and is clearly demonstrated in Arabic and Greek engineering. The great wheel (**c**) and intermediate wheel (**b**) could have been made out of segments of wrought iron, or wood.

[37] See above note 2.

The clock could probably have been housed in a stout wooden frame, as many early surviving mechanical clocks are. Initial regulation of the clock might have been by varying the rate of water flow onto the waterwheel, but a finer adjustment, although again highly speculative, may have been achieved by adapting the system described by Ahmad Y. al-Hassan, on the clock owned by Alphonso X (**Fig. 22**)[38] and also suggested by the small counterweight on the carillon clock, **Fig. 17**. A wooden drum attached to the water wheel shaft (**c**) could have two ropes wound around it (**f**), one clockwise the other anticlockwise, each of which would be led off to a bucket via a roller set in the top part of the attic. The buckets could contain lead weights and the difference between the weights of the two buckets would help to control the speed of the water wheel and this would be regulated by removing or adding weight (**g**). As the wheel rotated one bucket would be wound up and the other lowered. A drop of eight metres from the top of the attic to the floor would mean that the clock would probably run for about eight hours which would be sufficient time for the appointed guardian to wind the clock, probably by a capstan and ratchet system, or some sort of pulley system, after services and the last thing at night. The weights could have descended within wooden shafts constructed in the passageway adjacent to the Chapter House (g); which would also allow access. To assist clarity in showing the wheel layout, the winding drum has been omitted from (**Fig. 25a**). Possible evidence for some sort of previous structure in the passageway that might relate to weight shafts and / or pipework returning water back to the main channel, might be reflected in slight irregularities seen in the curve of the shape of the ceiling of the passageway (**Fig. 26**).

The water wheel escapement wheel (**a**) would have had to have been semi enclosed with a trough below the wheel to gather the water to be piped down to the semi-subterranean water channel. Using the system for regulation described above could have reduced splash, with less risk of leaks, than the jerky system using a weight

[38] See above note 33.

controlled catch of Su Song's clock alone. However, as already mentioned, this is all highly speculative.

The Italian Dial and the Probable Fitting of an Iron Escapement Mechanical Clock at the Mogiła Monastery

The change in the design of the dial used at the Mogiła Monastery to an Italian style dial, suggested by the outlined panels in **Fig. 3** probably coincide with the fitting of an iron escapement controlled mechanical clock, possibly in the mid-14th century.

It is clear that there was a rapid development of spread of the technology associated with the iron escapement controlled mechanical clocks in the first half of the 14th century. The great advantage over the clepsydra or water clock was that they were more accurate at a time when more notice was being taken of using clock time, i.e., recording hours, in everyday life. Moreover, poor timekeeping, leakage from pipework and water wheel; problems of maintenance after 60 years of use, and problems that might have occurred through a deteriorating climate, e.g., greater incidences of freezing, may have prompted its replacement by a mechanical clock once these became more common and of proven reliability (compared to a water clock) by the mid-14th century.

Although initially expensive, replacing the clock would have been an attractive proposition.

The change of mechanism might also be inferred from paint investigations suggesting other numbers than those seen in **Fig. 8** are present. This is shown in **Fig. 27a** and **27b**.

Several Italian clock dials survive from the 14th century of which the Padua dial is best known and the earliest (see **Fig. 28**). The clock is an astronomical clock like many of the earliest surviving public clocks and was constructed on the facade of Torre dell 'Orologio, Palazzo del Capitanio. Padua, by Jacopo. Dondi, in 1344 AD. Although damaged by a Venetian siege it was alleged to have been faithfully reconstructed in 1423 AD.

Several other dials from Italy also show a similar layout with panels showing twenty-four hours and starting from the modern three o' clock in the afternoon position, equating with sunset (at the equinoxes) assuming the dial faced south, as would have been the case with sundials placed in similar positions. This was the start of the Italian day (*hora italica*) and was the system used in much of central and southern Europe in the Middle Ages and was also marked in many places with the sounding of the Angelus Bell.

In the Middle Ages the definition of when the day started was not universal. Traditionally many ancient cultures, like the Babylonians started the day at dawn. The Greeks started the day from sunset in the belief that since seeds needed to be planted in the earth to germinate, there is a period of darkness that preceded the growth above the ground; i.e., during daylight. In the Jewish tradition the day started when the first three stars were visible in the night sky.[39] It was usual to divide the daylight into ten or twelve hours and the night into two or more hours, though twelve hours of night eventually became common. Consequently the hour length changed with the seasons. The division of daylight divided into twelve hours from dawn to dusk is referred to in both the Old and New Testaments, e.g., John IX, 4. Julius Caesar reformed the calendar in 46 BC. Again, starting at sunset he divided the day and night into twenty-four equal hours. The Christian church adopted the beginning of the day at midnight allegedly because this was the time that St Paul and Silas sang in prison.[40]

The astronomical clock in St Mark's Square, Venice, installed by Gian Paulo and Gian Carlo Rainieri, between 1496 and 1499 AD is another well-known example showing the day starting at sunset

[39] See: Censorinus, *De die natali liber*, Leipzig 1983, p. 57.

[40] Acts of the Apostles 16: 25. also, Acts 3: 1 "Now Peter and John went up into the temple at the ninth hour of prayer". Acts 10: 9 "And on the next day, whilst they were going on their journey and drawing nigh to the city, Peter went up to the higher parts of the house to pray, about the sixth hour". See also J. North, *God's Clockmaker*, *op. cit.*, p. 147; see also W. B. Barcley, *The Gospel of John*, [Daily Study Bible 1975, repr 2001], Vol. 2, p. 98.

like the Padua clock **Fig. 29**. There are some 15th century Italian dials that depart from this model a good example is the clock dial on the counter façade inside Florence Cathedral. Constructed in 1443 AD or before, it shows a dial from "1" to "24" with the "1" at the bottom**.** The Florence Cathedral clock begins the day at sunset and so is consistent with the *hora italica*. A similar clock dial is shown in Botticeli's fresco of St Augustine painted in 1480 AD. for the Humiliati brethren of the Church of the Ognissanti in Florence, Italy. The clock hands on both clocks revolve in an anti-clockwise direction and contain a star burst in the dial centre, forming the hand. It is assumed by the author that these anticlockwise examples represent a 15th century popular variation. However, they do show that the method of dial layout was not standardized in the Middle Ages. Since these anticlockwise dials do not seem to fit in with any detail found on the Mogiła clock dial whereas the Padua and other astronomical clock dials discussed are a far closer match to that seen at Mogiła, anticlockwise clocks are not discussed any further in this paper.

A helpful variation in understanding these dials is the dial of the *Orloj* The Town Hall clock in Prague (Czech Republic), built in 1410 AD. It contains a twenty-four hour clock dial for "ancient Czech time" (Bohemian time), the same as Italian and Polish time, which is automatically adjusted to show the start of the day at sunset irrespective of the season (see **Fig. 30a** and **30b**). It also has a double twelve hour clock dial to tell German (modern) time, starting at midnight, which was then already in use in Northern Europe and Britain.

The Mogiła dial also shows evidence of polychrome decoration in the central panel and lines which may be some kind of seasonal scale, see **Fig. 3**. Although the earlier 13th century dial would have been undecorated, by the 16th century decoration was evident at Mogiła, represented by the work of Father Stanisław Samostrzelnik (**Fig. 31**) and it is possible that an Italian designed dial had some kind of decoration, which might have represented the natural landscape of the Earth to contrast with the 'window' showing the night

sky. A reconstruction of this possible dial is shown in **Fig. 32**, but it should be noted that the polychrome decoration was probably much less elaborate than that illustrated. The decoration has been used purely to indicate the concept of a decorated dial.

Notes on the Iron Escapement Mechanical Clock that might have been installed at the Mogiła Monastery

The iron escapement mechanical clock mechanism (the movement) of the astronomical clock of the Torre dell'Orologio, Padua, was briefly described by Jacopo Dondin's son Giovanni de Dondi in 1348 AD in his '*Tractus Astarii*' and is illustrated in a copy of his description made a few years later (**Fig. 33**). Dondi also clearly described the working of his astronomical clock that he made in 1348–1364 AD for the Pavia Library, Lombardy, Italy. His clock showed astronomical information displayed on seven separate dials. This manuscript shows the first recorded illustration of the verge and foliot escapement that was the basic model for the true mechanical escapement used for the next three hundred years.

The escape wheel on a horizontal arbour, the 'verge' with its saw-toothed teeth, pushes against the angled pallets of the vertical verge staff sending it back and forth. The speed of this oscillation is controlled by a horizontal wheel with crown-type teeth in Dondi's manuscript but was normally controlled by a 'foliot' bar, see **Fig. 34** below. Adjustment was made by moving the weights inwards to speed up the oscillations or outwards to slow it down. This was considerably more accurate than any liquid type escapement without the problems associated with using water. It also meant that the whole clock could be made much smaller.

Other forms of iron mechanical regulators for clocks were also being developed at this time. One form was developed, or invented, by Richard of Wallingford for his astronomical clock at St Albans, England. Richard of Wallingford (died 1336 AD), designed his clock whilst he was Abbot of St Albans near London, and described

it in his *Tractatus Horologii Astronomici* in 1327 AD. The clock was completed about twenty years after his death, by William of Walsham. Although the clock no longer exists, having been destroyed in the 16th century, Richard's 14th century notes survive in the Bodleian Library in Oxford, England, and were translated and published in 1976 AD by Professor John North.[41] Although the description is rather vague in places, it is clear that Richard designed a very sophisticated astronomical mechanical clock. Whether it was actually totally completed as Richard imagined is unknown but Richard was a mathematician and astronomer, before becoming a bishop, and was clearly familiar with Arabic astronomical water clocks, astrolabes, and planetariums with sophisticated gear work. Several working models have been constructed of his clock, showing how it might have worked, Although the models differ in the interpretation, they contain similar inventive details many very different to Dondi's clock. This is particularly the case of the mechanical escapement (**Fig. 35**).

Richard had travelled in France and some of his ideas used in the striking side of his clock are similar to those of Leonardo da Vinci suggesting there may have been some exchange of ideas with Italy.[42] What is also clear is that Richard of Wallingford's clock sounded one strike of a bell at each equal hour, common with scientific practice at the time rather than having the simple alarm system described above or the Canonical hours used for church services.

Striking the Hours

The earliest evidence for the striking system used in iron escapement mechanical clocks is that they were alarm clocks in that they struck a bell repeatedly at times that could be set manually as discussed for

41 See J. North, *Richard of Wallingford: An Edition of his Writings with Introductions, English Translations and Commentaries*, Vols. 3, Oxford 1976, and J. North, *God's Clockmaker*, *op. cit.*

42 J. North, *God's Clockmaker*, *op. cit.*, p. 189.

the water clock at Mogiła Monastery. These early iron escapement mechanical clocks may have been a simple single strike or the activation of continual striking until a separate weight powering the strike ran down. Such a system is evident on the first true mechanical clocks, known to have been used in monasteries, the Monastic Alarm (**Fig. 36**) which appears to date from the 14th century. These were small and the alarm was triggered by a peg that was set into a hole into the rotating dial as previously discussed. Once activated by the peg pushing against a lever which would release the striking mechanism, the hammer would repeatedly strike the bell, which would alert the monk on duty to strike a larger bell to warn others of the beginning of that particular service.

Canonical Hours

The earliest iron escapement mechanically regulated striking clocks (as opposed to the alarm type just discussed) struck a bell according to the Canonical hours, which varied according to seasonal changes of the day. The Canonical hours were the unequal hours used by the church to indicate the time of church services. They matched the natural cycle understood by an agricultural population since they were calculated to show day break and the onset of evening. This system continued in ecclesiastical clocks until possibly the end of the 15th century in some places.[43]

The church was particularly interested in recording times of church services, traditionally set at the "third", "sixth" and "ninth" hour equating with our 9.00 am, noon and 3.00 pm hours during the time of the spring and autumn equinox. These were *Tierce*, *Sext* and *Nones*. By the 6th century AD three more were added, apparently to tie in with ancient Jewish hours of prayer as mentioned in *Psalm cxix* 164. The hour of the night, from 9.00 pm to 3.00 am. *Nocturnae*, was also divided into three but the offices were usually

[43] E.L. Edwardes, *Weight Driven*, *op. cit.*, p. 52.

combined into one *Laudes Matutinae*, which was sung at the first indication of dawn.

However, by the 13th century the usual system, sounded on a bell, was:[44]

- *Prime* (sunrise) 3 strokes on a bell;
- *Tierce* (mid-morning) 2 strokes;
- *Sext* (mid-day) 1 stroke;
- *Nones* (mid-afternoon) 2 strokes;
- *Vespers* (sunset) 3 strokes (end of the fourth quarter of the day *Duodecimo*);
- *Compline* (nightfall) 4 strokes (about an hour after sunset).

The Canonical hour count-wheel, a wheel with notches used to regulate the number of strikes at the hour, as used on an iron escapement mechanical clock was first described in 1309 AD at San Eustorgio, Milan, Italy, and also at the Chapel of the Blessed Virgin (now San Gottardo, Milan) in 1335 AD.[45] An excerpt from '*Novella CXXXII'* by Franco Sacchetti, 1335–1400 AD, states '*a tre ore di notte*', 'three hours of the night' suggesting, according to E.L. Edwardes that there were 3 hours of silence before *Vespers*, sounded by three strokes of the bell; suggesting the Canonicals hour striking were in use at that time.[46] There is some evidence that *Matins* may also have been sounded in some ecclesiastical institutions, since clocks are recorded in the Aumbry, as illustrated in a tarsia in the church of St John the Evangelist in Parma, Italy and in another tarsia in the Victoria and Albert Museum, London.

Striking the Canonical hours would be in common use on the European continent and in Britain and were used on the Old St Paul's clock (possibly a *clepsydra*), London, in the late 1290s AD.

Captain Antonio Simoni, of Bologna, Italy, reconstructed the

---

44 *Ibidem*, p. 41.

45 *Gualvanet de la Flamma, Ordinis Praedicatorum. Orbus de Rebus Gestis ab Azone, Luchino St. Johanne Visecomittbus, ab Anno MCCCXXVIII,* etc., Cols. 1011 / 12 (Capella Beatae Virginis).

46 St Pauls records relating to *Bartholomo Orologiario,* see E.L. Edwardes, *Weight Driven*, *op. cit.*, p. 43–44.

Canonical hour system in his paper *The Evolution of Striking in Early Clocks*, published in *La Clessidre'*, Anno 1XI, I, 1955. **Fig. 37** is a copy of his sketch reproduced by E.L. Edwardes.[47] It shows how the twenty-four unequal hours would have to be adjusted to fit in with the Canonical hours, assuming the new day starts with sunset. The weights on the foliot bar (**Fig. 34**) could also be adjusted so that the clock could show longer daylight hours in summer by moving the weights outwards and thus slowing the escapement. Conversely for shorter daylight hours in winter, the weights would be moved inwards to make the clock go faster.

The difference in the summer and winter daylight hours is also indicated on the inner face of the Prague Town Hall clock, in the part of the dial showing 'Old Czech Time' as used in Italy (the *hora italica*) and in Lesser Poland (Małopolska)[48] (see **Fig. 30b**).

The iron escapement mechanical clock at Mogiła Monastery would have probably struck the Canonical hours. The great wheel from the water clock would probably have been retained together with the lunar dial. Either the new mechanical escapement clock would have had its escapement speeded up or slowed down, as already described, or pegs would have been inserted into different holes in the great wheel (c), which revolved once every twenty-four hours. The position for midday would be a fixed peg and the clock could be calibrated for mid-day with a sundial, but the position of the pegs for *Prime*, *Tierce*, *Nones*, *Vespers* and *Compline*, would need to be moved according to the season, possibly every two to three weeks. There would probably be no peg holes for the darkest part of the night, though some records suggest midnight was sounded

47 E.L. Edwardes, *Weight Driven*, *op. cit.*, p. 40.

48 The Prague Town Hall Clock indicates 'Ancient Czech' (*hora italica*) time, seen on 14th century Italian clocks (**Fig. 28a** and **b**) and 'German time' used today and then in Northern Europe. See E.L. Edwardes, *Weight Driven*, *op. cit.*, p. 54 for discussion and http://en.wikipedia.org/wiki/File:Schema_Orloj_en.png. Examples of the latter include the Wells Cathedral clock, Lund Cathedral clock (Sweden) and St Mary's church Gdańsk, Poland. Also J. North, *God's Clockmaker*, *op. cit.* and *Hour* http://en.wikipedia.org/wiki/Hour.

in some places. The approximate differences, in times, using today's equal hours are given in **Table 1**.

Table 1. Canonical hours and approximate modern timing for Southern Poland in the 12th Century[49]

	Equinox	**Midwinter**	**Midsummer**
Matins	4.50 a.m.	6.00 a.m.	2.10 a.m.
Prime	5.50 a.m.	7.40 a.m.	3.20 a.m.
Terce	8.10 a.m.	9.20 a.m.	6.50 a.m.
Sext	12.00 p.m.	12.00 p.m.	12.00 p.m.
None	2.10 p.m.	1.20 p.m.	2.50 p.m.
Vespers	4.50 p.m.	2.50 p.m.	6.50 p.m.
(Sunset)	(5.50 p.m.)	(3.30 p.m.)	(8.10 p.m.)
Compline	7–8.00 p.m.	5–6.00 p.m.	9.10 p.m.

Striking the Canonical hour sequences would have been controlled using a count wheel which would revolve once a day (**Fig. 38**). The distances to the notches correspond to the number of strikes on the bell. The method of how it would be deployed is illustrated in **Fig. 39**.

In **Fig. 39**, the wheels of the striking system, which is driven by a falling weight (not shown on **Fig. 39**), are prevented from revolving by the hook at the end of the lever **S1** holding against a pin in the wheel **W2**. The great wheel (**c**) revolves and the peg set to activate the strike lifts the lever (**d**) in the same way as for the alarm system. This pulls down the lever **S1** and the hooked end is lifted up releasing the wheel **W2** which starts to revolve. This causes the pinion with the fly, **W3**, to revolve anti-clockwise but cannot re-

[49] Adapted from A. Farrell, Court Will Begin at Half-Way Terce, *Keeping Time in High Medieval Europe. September 2004,* http://www.troynovant.com/Farrell-A/Essays/Medieval-Timekeeping.html

volve far because a spur on **W3** is now held by the lever **S2**, which is attached to the same axle as **S1,** has lifted up from its rest position to engage it. This occurs a few minutes before the clock strikes. At the same time lever **S3**, also attached to the same axle as **S1** has lifted out of the slot in the count wheel **W4** and this has also revolved anticlockwise slightly, so if the lever was to drop, it would hit the edge of the count wheel rather than the slot. When at the hour the peg in the great wheel (**c**) has cleared the lever (**d**), the lever **S1** drops down, freeing the spur on the fly arbour completely, allowing it and all the other wheels to rotate, but the lever **S1** cannot drop down completely because the lever **S3** cannot enter the slot in the count wheel. This means that the hook at the end of the lever **S1** cannot drop down sufficiently to catch the pin on the wheel **W2** and the clock starts to strike as the wheel **W1** revolves. It will stop striking when the count wheel **W4** has rotated sufficiently for the next slot in the count wheel to come into line with the lever **S3**. Therefore, since the count wheel is geared to the rest of the clock the gearing is such that it is the space between the slots in the count wheel which controls the number of strikes of the bell. The fly, a revolving fan, acts as a governor regulating the speed at which the clock strikes, otherwise the striking speeds up and there would be a risk of damage to the gears, count wheel and bell.

No clock movement striking Canonical hours or showing a conversion from Canonical to sounding equal hours has survived. The earliest record of a clock striking equal hours, i.e., striking with a bell sounding a cumulative number of strikes at each hour as found today is referenced to a German clock in 1330 AD and equal hour striking did not reach England until 1370 AD.[50] It is clear that the

[50] E.L. Edwardes, *Weight Driven*, *op. cit.*, pp. 3, 10 and 18. There is a reference to a clock striking equal regular hours being produced in Augsburg, Germany, in 1330 AD. There is a record of a clock built in 1335 AD in the Chapel of the Blessed Virgin (now San Gottardo, Milan), (*Gualvanet de la Flamma, Ordinis Praedicatorum. Orbus de Rebus Gestis ab Azone, Luchino St. Johanne Visecomittbus, ab Anno MCCCXXVIII, etc., Cols. 1011 / 12 (Capella Beatae Virginis)* which it is suggested that each of the twenty-four hours were sounded in the Italian manner called '*La Campana di San Piet-*

two striking systems operated side by side in different parts of Europe, until striking equal hours became the norm. Moreover, the system for striking equal hours was also not standardised. Although it is clear that by 1377 AD the double 12 striking system used today had superseded the canonical system in most of Europe, Italy and a few other areas used a 1–24 striking system where each hour was sounded by a cumulative number of strikes up to twenty-four.[51] This made the count wheel complicated and the number of strikes in a day meant the clock needed much more regular winding than in a clock with a double twelve striking system. Possibly that and the increased friction and wear on the count wheel, resulting in the clock inadvertently jumping to the next strike, and trying to count and distinguish the difference whether 22, 23, or 24 was sounded by the public, were reasons why it was eventually abandoned.

The earliest surviving mechanical clock mechanism in the world is in Salisbury Cathedral, in England where it is now seen as a working exhibit on the church floor (**Fig. 40**). It was constructed about 1386 AD, and seems to have replaced some form of earlier clock in existence in 1306 AD. Examples of any mechanical European clocks from the14th century are extremely rare and most have all been altered to benefit from improved time keeping technology. Many, originally thought to be early, are now considered to be later, e.g., the Dover Castle clock.[52]

In the Salisbury clock there are two sets (trains) of wheels, end to end, each wound by a spoked wheel, but more usually a capstan system was used (**Fig. 41**). The train of wheels on the left is for the striking mechanism and that of the right for the time keeping which also contains a mechanical iron verge and foliot escapement.

---

ro' and there are Italian references to *olteramontane* or *francese* to describe the double 1–12 hour system of northern Europe which had developed in the 14th century and started the day at midnight.

51 E.L. Edwardes, *Weight Driven*, *op. cit.*, p. 52.

52 C.F.C. Benson, *English Church Clocks 1280–1850*, The Watch and Clock Book Society, London 1971, p. 59.

On the Salisbury example the rope is led upwards to a pulley (not seen) to increase the space for the weights to drop, similar to the idea suggested for the clock at Mogiła Monastery.

On the going train (timekeeping side) of the Salisbury Clock, the main wheel (the wheel next to the winding barrel) contains a hundred teeth driving a ten leaf (a form of tooth) pinion on the verge wheel arbour. The verge escape wheel has Forty-five teeth. This allows the foliot bar to swing back and forth with a period of eight seconds, but can be adjusted by the two weights as illustrated in **Fig. 34**.

On the Salisbury clock striking side, the great wheel (the large wheel next to the winding barrel) has sixty-four teeth driving an eight leaf pinion on the second arbour (middle axle above the great wheel arbour) which has a wheel with an attached hoop which engages with the lift work that holds the striking side ready when the clock is about to strike. The count wheel has sixty-four teeth internally, which are driven by an eight leaf pinion on the end of the great wheel arbour extension. The great wheel also contains eight striking pins on the flange which activate the hammer levers. In **Fig. 42** the count wheel, with its notches that control the striking from 1 to 12, is clearly visible at the end of the striking train. Consequently in this case the count wheel must revolve twice in one twenty four hour day.

Although heavily restored and rebuilt, the movement shows many features common to all known early clock movements, suggesting that by this date clock construction had become standardised. For example the Italian architect Filippo Brunellschi (1377–1446 AD) also experimented with clock construction and an example of a clock movement, attributed to him, is stored in the *Palazzo dei Vicari de Scarperia* near Florence.[53] In the 19th century the verge and

[53] Filippo Brunellschi (1377–1446 AD) experimented with clock construction and an example of a clock movement, attributed to him, although converted to pin-wheel escapement, is stored in the *Pallazzo des Vicari de Scarperia* in Florence. Brunellschi's clock is illustrated in: R. Corazzi, *The Dome of Santa Maria del Fiore: History and Research*, [in:] *Florence and*

foliot escapement appears to have been converted to a pin-wheel escapement which is more accurate but the clock shows a layout of the wheel trains similar to the Salisbury clock. Another early surviving example is the clock in Rouen, France, built in 1389 AD though its dial is much later. It is still working but the escapement was converted to a pendulum regulator escapement in 1775 AD.

Evidence for Near Contemporary Mechanical Clocks in Lesser Poland

Evidence for mechanical clocks with iron escapements in the Mogiła area, possibly imported from Italy or made locally under the auspices of Italian craftsmen are mentioned in written records in Kraków from the 14th century.[54] The oldest one was situated in the North Tower of St. Mary's church and is thought to have been installed in the middle of the 14th century. Another one was situated in the Town Hall tower probably at the end of the 14th century, and there was a third clock in the Kazimierz parish church of Corpus Christi situated at the North wall of the presbytery and mentioned at the very end of the 14th century, and described in documents written in the 17th century. The Presbytery was consecrated in 1401 AD.[55] Consequently the Monastery would have been well aware of the latest developments in clock making.

Although none of the early Kraków clocks survive, the Salisbury clock is a reasonable model to use for reasons discussed above.

Cracow: Twin Cities in Europe – Common Cultural Heritage, eds. J. Jasieńko, A. Kadłuczka, E. Mandelli, Universitas, Kraków 2010, p. 179.

54 J. North, *God's Clockmaker*, *op. cit.*, p. 192.

55 For clocks at St. Mary's church and the Town Hall Kraków see bibliography in: W. Komorowski, A. Sudacka, *Rynek Główny w Krakowie* [*The Town Square in Kraków*], Wrocław–Warszawa–Kraków 2008, pp. 231, 253, 359, 361. For the Corpus Christi church clock: S. Swiszczowski, *Miasto Kazimierz pod Krakowem* [*The Town of Kazimerz near Kraków*], Kraków 1980, p. 128 ff.

The dimensions of Salisbury clock frame are; height 1.24 metres; width 1.29 metres; depth 1.83 metres.

This would occupy a considerably smaller space than that occupied by the Mogiła water clock, even excluding the chain and bucket system.

The escapement would have probably been of the verge and foliot type (**Fig. 34**) rather than a double pinwheel and foliot used by Richard of Wallingford (**Fig. 35**). The verge and foliot rapidly became the norm in Europe, but as already mentioned, most surviving clocks have been converted to more accurate escapement systems at a later date so we can't always be certain of all the variations of the mechanical escapement in use in very early iron escapement mechanical clocks.

The main wheel, with the winding drum, in the Salisbury clock rotated every hour. Assuming the mechanical movement installed at Mogiła was similar, the great wheel (**c**) of the Mogiła water clock would be retained but the second intermediate wheel (**b**) would need to be replaced with a wheel with a different number of teeth. Like the Salisbury clock, the Mogiła mechanical clock would probably have been wound up using a spoked wheel or a capstan system (**Fig. 41**) and the weights could have been led to the side via pulleys and dropped into the weight shafts as before.

Removal of the Clock

The excessive wear and possible damage to the stone work, which has already been noted in **Fig 7** suggests that the clock was in service for a considerable length of time.

In the late 17th or early 18th century The Chapter House was remodelled, and the roof reconstructed to its present ceiling height, see **Fig. 1**. The ceiling extension would have necessitated the removal of the clock which by this time was probably worn out and possibly no longer working. There would have been little interest in restoring it since other domestic sized clocks, which were more accurate, were

readily available. The opening for the lunar dial was bricked up, the hole for the hand plastered over and the wall containing the dial was white-washed so only the two circular depressions remained and eventually their purpose was forgotten.

Conclusion

Historical records show that not all clocks had dials but dials associated with water clocks were known from Roman times. Many early true mechanical clocks only sounded a bell. The rarity of surviving clock dials before the 14th century suggests that the Mogiła dial is an exceptional discovery.

The Mogiła dial probably contained twenty-four divisions dated between 1270 to 1300 AD and may have been constructed to operate with a large water clock installed on the upper floor. It is possible that the earliest clock may have struck an alarm bell at the Canonical hour adjusted by the movement of pegs to account for changes in day length on a wheel revolving once in twenty-four hours. In the 14th century this was probably replaced by a true mechanical movement due to the *clepsydra's* unreliability and susceptibility to freezing up during winter in the cooler climate of the 14th century. It is probable that the new mechanical clock used Canonical striking. The earliest dial started with 'I' at the bottom and might represent a true local style. It was later repainted in the Italian manner, with 'I' on the right-hand side (at the modern 3.00 pm position) in the 14th century probably when a mechanical iron escapement was installed. A scale on the inner recess may have visually indicated the seasonal changes of the *Prime* and *Vesper*s services but the evidence is scanty. The small divisions on the inner edge of the chapter ring are added later. At some time the dial was decorated within the chapter ring and the stone circular window may have shown the night sky with the Moon's phases. The clock dial was in use for a considerable period and the removal of the clock mechanism might reflect its deterioration, or alternatively that maintenance techniques were lost.

The decision to remodel the Chapter House in the late 17th or18th century resulted in all traces of the clock being removed and subsequently forgotten.

Appendix

Determining the date of Easter – abridged from Holger Oertel.[56]

Determining Easter was a considerable problem for the early church. Easter is the most important festival and was the first marked festival of the early church. It was known from references in the bible that Jesus was crucified about the time of the Jewish Passover, on the 15th day of the spring month *Nisan*. Since the Jewish months started at the new moon the 15th day of the month would be just after the full moon. Since it is often difficult to determine exactly which day is full moon, within a day or two and whilst some churches held that Easter should be on a Sunday and others exactly on the date of the full moon, there was always some controversy as to which day should be used. The problem was eventually resolved in AD 325 at the Council of Nicæa when it was declared that Easter Sunday would be the first Sunday after the full moon on or after the vernal equinox. In order to predict the actual Sunday it was important to understand the lunar cycle.

Determining the date of the vernal equinox required good astronomical calculations. The church at Alexandria eventually came up with a method of determining Easter and the results were passed to Rome for general distribution but it is clear that even after the 6th century there were still differences in the calculations and results so that not all churches followed the same date.

Although the mathematics are complicated a good approximation for a perpetual calendar in the old Julian calendar was by using the *Golden Number* and the *Dominical Letter*. A new moon appears on the same date in the year every 19 years and these cycles

[56] Oertel, Holger, *Calculation of Easter* (2000–2008), web page http://www.ortelius.de/kalender/east_en.php

had been calculated by the Babylonians. In 332 AD a new moon coincided with the beginning of the *Golden Number* cycle 19 on the 24 December, the start of the Christian ecclesiastical year, and was a starting reference point for the calendar, although corrections need to be made since the lunar cycle is not exactly 28 ½ days. The full moon falls on the 14th day of each month. Since the Easter limits had been determined as being between the 22 March (the first possible Sunday *after* an equinox on the 21st March) and the latest being 25th April, any full moon within the 19 year cycle (Julian Calendar) could be calculated. The next problem was determining the date upon which the Sunday following the full moon after the vernal equinox (21 to 23 March) would fall.

Table of the *Golden Numbers* of the 19 year cycle, from Holger Oertel[57]

Golden Number / Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
January	23	12	$^{1}_{31}$	20	9	28	17	6	25	14	3	22	11	30	19	8	27	16	5
February	21	10	-	18	7	26	15	4	23	12	2	20	9	28	17	6	25	14	3
March	23	12	$^{1}_{31}$	20	9	28	17	**6**	25	14	3	22	11	30	19	8	27	16	**5**
April	21	10	29	18	7	26	15	5	23	12	2	20	9	28	17	6	25	14	4
May	21	10	29	18	7	26	15	4	23	12	$^{1}_{31}$	20	9	28	17	6	25	14	3
June	19	8	27	16	5	24	13	3	21	10	29	18	7	26	15	4	23	12	2
July	19	8	27	16	5	24	13	2	21	10	29	18	7	26	15	4	23	12	$^{1}_{31}$
August	17	6	25	14	3	22	11	$^{1}_{30}$	19	8	27	16	5	24	13	**2**	21	10	29
September	16	5	24	13	**2**	21	10	29	18	7	26	15	4	23	12	1	20	9	28
October	15	4	23	12	$^{2}_{31}$	20	9	28	17	6	25	14	3	22	11	$^{1}_{30}$	19	8	27
November	14	3	22	11	30	19	8	27	16	5	24	13	**2**	21	10	29	18	7	25
December	13	**2**	21	10	29	18	7	26	15	**4**	23	12	$^{2}_{31}$	20	9	28	17	6	24

[57] *Ibidem*.

Dominical Letter against *Golden Number* giving a perpetual Julian calendar to calculate Easter, leap years excluded, from Holger Oertel[58]

Golden Number	Dominical Letter						
	A	B	C	D	E	F	G
1	9 A	10 A	11 A	12 A	6 A	7 A	8 A
2	26 M	27 M	28 M	29 M	30 M	31 M	1 A
3	16 A	17 A	18 A	19 A	20 A	14 A	15 A
4	9 A	3 A	4 A	5 A	6 A	7 A	8 A
5	26 M	27 M	28 M	29 M	23 M	24 M	25 M
6	16 A	17 A	11 A	12 A	13 A	14 A	15 A
7	2 A	3 A	4 A	5 A	6 A	31 M	1 A
8	23 A	24 A	25 A	19 A	20 A	21 A	22 A
9	9 A	10 A	11 A	12 A	13 A	14 A	8 A
10	2 A	3 A	28 M	29 M	30 M	31 M	1 A
11	16 A	17 A	18 A	19 A	20 A	21 A	22 A
12	9 A	10 A	11 A	5 A	6 A	7 A	8 A
13	26 M	27 M	28 M	29 M	30 M	31 M	25 M
14	16 A	17 A	18 A	19 A	13 A	14 A	15 A
15	2 A	3 A	4 A	5 A	6 A	7 A	8 A
16	26 M	27 M	28 M	22 M	23 M	24 M	25 M
17	16 A	10 A	11 A	12 A	13 A	14 A	15 A
18	2 A	3 A	4 A	5 A	30 M	31 M	1 A
19	23 A	24 A	18 A	19 A	20 A	21 A	22 A

The Sunday was determined used the Dominical Letter. Each day of the year was marked with a letter from A to G, the *Dominical Letters*. A was the 1st January and G the 7th January and the cycle of 7 letters were then repeated. If the Monday (B) was a Sunday, then each Sunday in that year would have the letter B. For a leap year the Dominical Letter was changed after 29th February to one letter back, for Sunday being a B in January it now becomes an A after 29th

58 *Ibidem*.

February. Tables could then be drawn for any year with the *Dominical Letter* against the *Golden Number* of that year to determine the date at which Easter would occur.

Several other mathematical methods were also used to calculate Easter After the introduction of the Gregorian Calendar in 1582 additional calculations were required.

Table of figures

Fig. 1. Showing possible reconstruction of the original vaulted ceiling based on evidence supplied by Professor Węcławowicz. Black, present configuration as seen from the Chapter House side. Red possible reconstruction or original vaulted ceiling. Blue position of clock dial.

Fig. 2. Clock dial in the cloisters of Mogiła Abbey after restoration, photographed in 2011 (photo M.J. Czajkowski).

Fig. 3. The clock dial with reconstructed outlines and areas of original paintwork (photo H. Rojkowska).

Fig. 4. Dates of patches of plasterwork identified by the conservators in 2011 (courtesy of Aleksandra Grochal and her team 'Renowacja').

Fig. 5. Enhanced photograph of original decoration inside the chapter ring and indications of divisions and rings on the chapter ring and on the inside of the chapter ring. A an inner edge of chapter ring and dial recess; B curved lines parallel to chapter ring; C fragments of foliage decoration (original photograph by E. Wyszynska taken during conservation).

Fig. 6. Close up of reconstructed divisions within the inner edge of the chapter ring and existing polychrome upon which it is based.

Fig. 7. Close up of the hole for the hand shaft showing traces of green staining (verdigris) and excessive wear (photographed during conservation in 2006, T. Węcławowicz).

Fig. 8. Evidence for numbering on the left hand part of the dial (enhanced from photograph taken by H. Rojkowska).

Fig. 9. Reconstruction of the two dial designs that can be determined on the Mogiła clock dial. The second, outer line would have

been added when the Italian version was painted to enhance the border of the panels for the hours. This may explain why the outer line cuts into the existing arch.

Fig. 10. The hand shaft (B) revolving every 24 hours carries 2 paddles which engage in the teeth of the lunar disc (A), once every 12 hours. A weak spring (C) holds the disc in place when the paddles are not engaged. The spiral pattern on the disc means that a reasonable representation of the phases of the Moon is shown through the lunar aperture.

Fig. 11. Reconstruction of the 13th century dial at Mogiła Monastery. M.J. Czajkowski and T. Węcławowicz, Superimposed on a photograph by H. Rojkowska. The foliage decoration in the arches above is a later, 16th century addition. The 13th c. walls would have been white.

Fig. 12. Egyptian 'flowerpot' style water clock. A hole near the base allows the water to escape (Wikipedia).

Fig. 13. Illustration of Roman 'Anaphoric' water clock with the water pressure in the escapement tank (cone) kept constant by use of an overflow (adapted from Duane Bradley, *Time for You*, J.B. Lippincott Company, 1960, Philadelphia).

Fig. 14. Illustrations of the workings of a Greeko-Roman water clock, *clepsydra* with unequal hours alleged to have been invented by Ctesibius. The figure descends as the tank is emptied and the water drips into the segments in the drum forcing it to revolve, rotating the column showing the unequal hours for day and night throughout the seasons. This type of timekeeper was in use until late medieval times.

Fig. 15. Example of gearing rotating through 90 degrees illustrated by *al-Jazari* in his drawing of a *saqiya* a water lifting device using buckets on a chain, dated 1206 AD.

Fig. 16. Sketch of a carillon clock illustrated in a medieval manuscript in the *Archivo de la Corona d'Aragon* in Barcelona (courtesy of the Antiquarian Horological Society).

Fig. 17. Farré-Olivé. Reconstruction of the movement of the Barcelona carillon clock (courtesy of the Antiquarian Horological Society).

Fig. 18. Striking side of the clock described in the MS Ripol 225 by Maddison, Scott and Kemp in Antiquarian Horology. The description

is in a collection of scientific manuscripts translated from the Arabic, the original thought to be 11th century. To strike the bells, a rotating shaft (c) with spikes on the end (b), rotates and strikes the bells (n) (courtesy of the Antiquarian Horological Society).

Fig. 19. Su Song's water driven astronomical clock tower constructed in 1088 AD. Water dripping into buckets on the large paddlewheel drove the mechanism which rotated the astronomical globe at the top of the clock.

Fig. 20. The mechanism of the Su Song water driven paddle wheel clock. For working see text.

Fig. 21. Illustration from a 13th century moralised Bible showing a water clock in connection with the legend of King Hezekiah (courtesy of the Antiquarian Horological Society).

Fig. 22. Illustration of the mercury clock from the *Libros del Saber* owned by King Alphonso X described in 1276 AD (courtesy of the Antiquarian Horological Society).

Fig. 23. Possible reconstruction of the Mogiła clock using the draining basin method found in a clepsydra. The wheel (b) rotates once in 24 hours and the shaft carries on through the wall and is connected to the hand. The rate of rotation is controlled by the float which descends as the water drains from the basin (a). The small weight (f), might have been used to regulate to the speed of rotation. Again, pegs located into holes on the edge of the main wheel (**b**) would have lifted the lever (**c**) tripped the striking of the bells by releasing the striking side winding handle (d) at a pre determined time.

Fig. 24a. Remains of the semi-subterranean water channel at Kirkstall Abbey, Leeds England (photo M.J. Czajkowski)

Fig. 24b. The semi-subterranean water channel at Kirkstall Abbey, Leeds, England where it passes under the wall of the former refectory (photo M.J. Czajkowski).

Fig. 25a. Water Wheel diagram a. Showing a possible reconstruction of the water wheel driven clock at Mogiła. (A) bucket and chain lift; (B) reservoir tank; (C) escapement tank; (D) and (E) outflow back to main water channel. (a) water wheel driving the clock; (b) intermediate (second) wheel; (c) great wheel behind the dial; (g) weight in

weight shaft used for controlling the speed of the waterwheel (a). For details see text. Suggested original first floor and vaulted ceiling in red.

Fig 25b. Side view of waterwheel clock (a), (b), (c), as discussed in **Fig. 25a**, above (d) and (e) lift to strike system; (f) ropes leading up into the attic for the weight regulating system (g) in **Fig. 25a**. See text for details.

Fig. 26. The curve of the ceiling is not smooth and kinks (arrowed) may suggest that some structure including weight shafts was formerly located here.

Fig. 27a. Remains of original paintwork which gave clues to the dial reconstruction (enhanced detail from the photograph by H. Rojkowska. See **Fig. 2**).

Fig. 27b. Possible number remains within panels indicated by green arrows that may exist within **Fig. 27a** (enhanced detail from the photograph by H. Rojkowska).

Fig. 28. Astronomical clock face on facade of Torre dell'Orologio, Palazzo del Capitanio. Padua, by Jacopo Dondi, 1344.

Fig. 29. Astronomical clock is St Mark's Square, Venice, installed by Gian Paulo and Gian Carlo Rainieri, between 1496 and 1499 AD.

Fig 30a. The *Orloj*, the Town Hall astronomical in Prague, Czech Republic, installed 1410 AD.

Fig. 30b. Close up of the Prague Orloj. The outer ring with the Arabic numerals shows 'Ancient Bohemian' and medieval Lesser Polish time and the inner Roman numerals German (modern) time.

Fig. 31. Wall painting at Mogiła cloister, 16th century (photo T. Weclawowicz).

Fig. 32. Possible reconstruction of the Italian dial used at Mogiła Monastery. The interior painting is purely an indication of a decorated dial centre. There is insufficient detail to suggest what this decoration was and it might have been much simpler and more stylised. The scales within the decorated dial plate are shown as black lines only.

Fig. 33. Diagram of a mechanical verge and foliot escapement from '*Tractus Astarii*', written 1348–1364 in which Giovananni Dondi described his astronomical clock (from E. Bruton, *The History of Clocks*, *op. cit.*).

Fig. 34. Illustration of the workings of a verge and foliot mechanical escapement commonly used in turret (tower) clocks from the 14th to the 17th century. The foliot bar and verge staff are oscillated back and forth by the teeth of the crown wheel pushing at two paddles on the verge staff set at 90° to each other. The weights were used to regulate the speed of the oscillations. Moving the weights outwards slowed the clock down (due to E. Bruton, *The History of Clocks*, *op. cit.*).

Fig. 35. The double pinwheel and verge used by Richard of Wallingford. The foliot oscillates like the verge foliot but is caught and moved by alternating pins on the pinwheels.

Fig. 36. Monastic Alarm Clock c. 1450 AD. The peg is inserted into one of the holes that operate a trip for the alarm powered by the narrower of the two winding barrels. Private collection (Ref. E.L. Edwardes, *Weight Driven*, *op. cit.*, plate 3). N.B. Baillie in Britain's 'Old Clocks and Watches', 8th ed., suggests this might be 14th century.

Fig. 37. Interpretation of Canonical hours system illustrating changes through the seasons drawn by Simoni A., *La Clessidre'*, Anno 1XI, I, 1955.

Fig. 38. Count wheel for Canonical hours. The numbers correlate with the number of strikes on the bell (Ref. E.L. Edwardes, *Weight Driven*, *op. cit.*, p. 40).

Fig. 39. Scheme showing a possible controlled striking eight times on a bell that could be set off at each Canonical hour by a waterwheel controlled clock. For details see text.

Fig. 40. The Salisbury clock movement, 1386 AD. The escapement has been reconstructed as it would have been originally after alterations in the 16th century and again in the 17th century when a pendulum was fitted.

Fig. 41. Diagram of capstan winding (E. Bruton, *The History of Clocks and Watches*, 1979).

Fig. 42. Part of the Salisbury clock showing the notches on the 1 to 12 hour count wheel which controls the number of strikes per hour.

Tomasz Węcławowicz

Epilogue. Where the bell's toll can be heard, Satan has no entry[1]

To the people of the Middle Ages the resounding toll of a bell coming from a tall church tower, calling the faithful to mid-day prayer or mass, must have seemed like a divine voice guaranteeing the safe rhythm of day-to-day existence; it was a link between God and his faithful. The voices of bells were an integral part of every person's microcosm, and the reach of their sound marked the perimeter of safety and sanctity, for bells had special status and in recognition of this they were sanctified as blessed, given names and thus personified.[2] This is why bells, their tone and quality of sound, as well as their physical shape and presence, were an important element of local identity.

Bells tolled at specific times, marking the hours which people were striving to record and measure with increasing precision. In the days when only sundials were used, the length of the hour varied. For instance in summer it was longer during the day and shorter at night while in winter it was the other way around. The uniform measuring of the time rhythm was only achieved by the introduction of hydraulic and later mechanical, so-called escapement gear clocks, where weighted ropes or chains moved cogged wheels and

---

1 Old Polish proverb.

2 This practice was known from the Carolingian times, but was only established in 968 when Pope John XIII blessed and gave a name to the new bell in the Lateran basilica.

gears. The invention of the first mechanical time-keeping device has been attributed to Gerbert of Aurillac (c. 935–1003), a Benedictine monk from Aquitaine and later Pope Sylvester II. A prolific scholar, he became familiar with the achievements of Arab science having stayed in Catalonia between 967 and 970, and endorsed the study of arithmetic, mathematics, astronomy and mechanics.[3] In Poland he is known as the teacher and councillor of Emperor Otto III. Because he canonised St Adalbert (Wojciech), the first holy patron of Poland, and established the first metropolitan archbishopric in Gniezno, he is credited with creating the ideological foundations for the sovereignty of the polish kingdom. The attribution of the first mechanical clock to Gerbert raises serious doubts, mostly because no remains of such a device have been discovered. It is more probable, as Michael J. Czajkowski noted above, that Gerbert's was a simple bell-ringing device calling his monks to prayer. True mechanical clocks became common only in the last quarter of the 13th century.[4]

However, by the second half of the first millennium the Benedictine monasteries must have found a way to measure time with some precision as this was essential to establish canonical hours – the eight services or offices composed of psalms, the scriptures and prayer – which governed the rhythm of monastic life. The practice of regular prayer at precisely specified intervals derives from the Judaic tradition and was maintained by early Christian communities in the first centuries AD. The Rule of St Benedict (written in

[3] N.M. Brown, *The Abacus and the Cross: The Story of the Pope Who Brought the Light of Science to the Dark Ages*, New York 2010; E.R. Truitt, *Celestial Divination and Arabic Science in Twelfth-Century England: The History of Gerbert of Aurillac's Talking Head*, "Journal of the History of Ideas" 2012, 73/2, pp. 201–222.

[4] L. White Jr., *Medieval Technology and Social Change*, Oxford 1966, pp. 119–127; D. Landes, *Revolution in Time: Clocks and the Making of the Modern World* (rev. and enlarged edition), Harvard University Press, Cambridge 2000, pp. 18f; C.M. Cipolla, *Clocks and Culture 1300 to 1700*, New York–Scranton 2004, p. 31 (reprint of the 1st edition of 1977); C.M. Cipolla: *Gezählte Zeit. Wie die mechanische Uhr das Leben veränderte*, Berlin 1999.

c.525) provides the oldest, complete description of canonical hours, and this formula survived largely unchanged, preserving for example Roman numerals. According to the rule, the day began at dawn and canonical hours were also counted from dawn. However, in the Middle Ages the cycle of offices in a monastery started with Matins at around midnight (or shortly after), Lauds around 3 in the morning, Prime at 6am, Terce at 8am or 9am, Sext around mid-day, None at c.3pm, Vespers at 6pm and Compline at c.9pm.[5]

Because of the shortage of written sources from the early Middle Ages it is not possible to establish when such a timetable of canonical hours became widespread outside monastic communities. Fragmentary records suggest that it happened no later than the beginning of the 12th century. One such record comes from *Gesta Principum Polonorum* (Deeds of the Princes of the Poles) composed in c. 1115 by the earliest chronicler of Polish history, known as Gallus Anonymus, probably a French monk who settled in Cracow in the early 12th century. Gallus wrote that the battle between Duke Wladislas Herman and the pagan tribe of Pomeranians took place at the third hour of the day (*hora quasi diei tertia*).[6] A century and a half later, the *Annals of the Cracow Chapter* noted that the earthquake of 1257 (1256) occurred at the time of the canonical Prime.[7]

And so to ensure that the canonical hours could be observed with as little variation as possible, not only mechanical time keeping devices but also bells announcing to all the moment of gathering, became necessary. These became an indispensable feature of newly

---

5 A.A. Häussling, *Tagzeitenliturgie*, [in:] *Lexikon für Theologie und Kirche*, ed. W. Kasper, 3rd ed. Vol. 9. Herder, Freiburg im Breisgau 2000, pp. 1232–1241; A.A. Häußling, *Tagzeitenliturgie in Geschichte und Gegenwart. Historische und theologische Studie*, ed. M. Klöckener, Aschendorff Verlag, Münster 2012 ("Liturgiewissenschaftliche Quellen und Forschungen", Vol. 100).

6 *Galli Anonymi Cronica et gesta ducum sive principum Polonorum*, [in:] *Monumenta Poloniae Historica. Series nova*, Vol. II, Kraków 1952, p. 66.

7 *Monumenta Poloniae Historica. Series nova*, Vol. V, Warszawa 1978, p. 870. The two sources above are quoted in: B. Geremek, *Człowiek i czas. Jedność kultury średniowiecznej*, [in:] *Kultura Polski średniowiecznej X–XII w.*, ed. J. Dowiat, Warszawa 1985, p. 447.

founded monasteries – in Poland they were first used by the Benedictine order in the 11th century and later by Premonstratensians and Cistercians. Contemporary sources testify that many bells were in use in the first half of the 11th century. For example, the chronicler Cosmas of Prague recorded that the Bohemian Duke Bretyslas, when triumphantly returning to his capital following the raids on cities such as Poznan, Gniezno, Giecz and many others:... *on more than one hundred carts carried great bells and all Polish treasure*.[8] Archaeological excavations concur with the written sources as the oldest discovered fragments of bells in Poland are dated to the turn of the 10th and 11th centuries.[9] Such early dating is not surprising since every day life in medieval society used sound and oral communication rather than the written word. The quality and tone of each sound conveyed separate meanings which were easily distinguished and understood. The clock bells tolled differently when calling for canonical hours or when it was time to recite *Angelus Domini* (a prayer commemorating Incarnation) which in the early days was said twice daily, in the morning and evening and later, from the 15th century onwards, also at mid-day.[10]

Monastic bells measured the time of day-to-day activities and created the same rhythm for a monastery and its surrounding villages. A bell calling to prayer also marked the time for work in the fields; it governed the life of a monk studying in a cloister exactly in the same way as that of a poor labourer toiling the land. Their work was so closely intertwined that in 1220–1230, at the time of the Mogiła Abbey's foundation, a Parisian scholar, John of Garland, created a remarkable, though ficticious etymology for the word *campana*, Latin for a bell. He wrote that: *Artifices illi sunt qui fund-*

[8] *The Chronicle of the Czechs by Cosmas of Prague* (translated with an introduction and notes by Lisa Wolverton), The Catholic University of America Press, Washington 2009, pp. 109–181.

[9] Now in the collection of the 'Museum of the First Piasts in Lednica' near Gniezno (Greater Poland).

[10] A.J. Gurevich, *Categories of Medieval Culture*, trans. by G.L. Campbell, Routledge & Kegan Paul, London 1985; see also M.M. Bakhtin, *Rabelais and His World*, trans. H. Iswolsky, Cambridge 1968.

unt campanas de here sonoro, per quas in ecclesiis hore diei denunciantur, motu batillorum et cordarum atractarum. Campane dicuntur a rusticis, qui habitant in campo, qui nesciunt iudicare horas nisi per campanas (There are skilled craftsmen who cast bells [campanas] of sonorous bronze which proclaim from churches the hours of the day by movement of bell clappers and the attached ropes. The bell makes the hour known to the serfs who live in the fields [in campo] and do not know how to tell time except by the sound of bells [*campanas*]).[11]

The village time belonged to the Church. But the monks and villeins shared a symbolic understanding of the earthly cycle of existence – one that balanced on the junction of circular and linear time. It stood between the sacred and the profane, in an idiosyncratic synthesis of the static and the changing. The seasonal fieldwork, as well as the daily offices and the celebrations of the liturgical year in the monastery, unfolded as a sequence of cyclical re-occurrences. These had a single-minded focus – the eternal life. The eschatological horizon was present in the thoughts and spiritual actions of the monks shut within the walls of a monastery in the same way as the peasants working in the countryside.[12]

The code of canonical hours interplayed with the spatial code of monastic architecture which perpetuated an order of interlocking and distinct elements – rooms with specific functions arranged around the *viridarium* in line with the Benedictine standard monastery plan. Together they appeared as the indispensible elements of the rhetoric of the liturgical spectacle, played out in the temporal and spatial schemata of monastic architecture.[13]

---

[11] Quoted after J. Le Goff, *La civilisation de l'Occident médiéval*, Paris 1964 and *The Dictionarius of John de Garlande and the Author's Commentary. Translated into English and Annotated by Barbara Blatt Rubin*, Lawrence 1981, pp. 26–27.

[12] A. Gurevich, *Medieval Popular Culture: Problems of Belief and Perception*, transl. by J.M. Bak, P.A. Hollingsworth, Cambridge 1990.

[13] See among others the essays by M. Carruthers, P. Binski, P. Crossley, [in:] *Rhetoric Beyond the Words*, ed. M. Carruthers, Cambridge 2010; and on monastic architecture in: A. Gajewski, *Le Relecq, ancienne église abbatiale. Entre rhétorique cistercienne et tradition locale*, "Congrès Archéologique de

The *chronotopos* from our title refers to relations between time and space. The term was introduced in the 1930s by Michail Bachtin, a Russian linguist, philosopher, literary critic and teacher of semiotics. Its purpose was to define "the intrinsic connectedness of temporal and spatial relationships that are artistically expressed in literature". Subsequently it has also been used outside literary studies to describe various relations between space and time.[14] A mediaeval monastery is an excellent example of *chronotopos* – the interplay of time and place, where rhythmically metered canonical hours played an important role in the functions of the sacred space and its „experience of" by the monks. This is an enclave of the sacrum, living in its own time in its own rhythm. The sound of the bell signaling the time of canonical hours, "shaped up" the surrounding area, i.e. monastic granges and nearby villages, everywhere where it was heard. A bit later the bells of the parochial and mendicant churches were used for time keeping also within the walls of medieval cities. However, here time had a different quality. With the isolation from nature and the development of urban culture and commerce, life no longer flowed so closely in tune with the sun and the moon, and became free of the constraints of the seasons and capricious elements. Time was systematically secularised.[15] New professions emerged,

France. Finistère" 2007, CLXVII, pp. 177–184; also T. Węcławowicz, *Cistercian Architecture and Rhethoric. A Preliminary Study*, "Cistercium Mater Nostra" 2011, V, pp. 25–34.

14 M. Holquist, *Dialogism: Bakhtin and His World* (rev. ed.), London 2002. About the perspectives and implications of the use of the term 'chronotopos' see: P. Smethurst, *The postmodern chronotype: reading space and time in contemporary fiction*, Amsterdam 2000; N. Bemong et al., *Bakhtin's Theory of the Literary Chronotope: Reflections, Applications, Perspectives*, Gent 2010; also some papers from a recent international conference in Poland: http://historiaimedia.org/2011/04/11/chronotop-bycia-czlowiek-wobec-fenomenu-czasoprzestrzeni.

15 J. Le Goff, *Au Moyen Âge : temps de l'Église et temps du marchand*, "Annales. Économies, Sociétés, Civilisations" 1960, 15/3, pp. 417–433; the same in: *Le temps du travail dans la "crise" du XIVe siècle: du temps médiéval au temps moderne*, „Le Moyen âge : bulletin mensuel d'histoire et de philologie" 1963, 69, pp. 597–613 or the English edition: *Time, Work, & Culture in the Middle Ages*, transl. A. Goldhammer, Chicago–London 1980.

and with growing specialisation, flourishing trade and varying business hours, there was a greater need for rigorous time keeping and recording.

Mechanical clocks and clock bells appeared in town hall towers at the very beginning of the 14th century. Their tolling had deep meaning for urban space and its dwellers. Dante Alighieri, in his *Divine Comedy* described „a calm, temperant and virtuous" Florence, *"...within the ancient ring of walls, / from which she still receives her tierce and nones, / sober and modest still, abode in peace." (Fiorenza, dentro della cerchia antica, / onde'ella toglie ancora e terza e nona, / si stava in pace, sobria e pudlica*).[16] The contemporary clocks must have indeed held deep fascination, as on a different page in his *Comedy* the poet once again employed the metaphor of an escapement clock: *„E come cerchi in tempra d'oriuol / si giran si, che il primo, a chi pon mente, / quieto pare, e l'ultimo che voli."* (*„And ev'n as wheels within the works of clocks / so turn, for one who heeds them, that the first / seems quiet, while the last appears to fly; / even so, since at a different speed they whirled..."*).[17]

By the 15th century mechanical clocks found their way onto the town hall towers of all of the larger Polish cities, such as Gdańsk, Cracow, Gniezno and Lviv. We know from the surviving written sources that the 14th-century Wroclaw town hall clock dial, which had 24 divisions, displayed not only the hours of the day but also the phases of the moon.[18] Even today, a 16th-century clock strikes

---

16 *The Divine Comedy of Dante Alighieri. The Italian Text with a Translation in English Blank Verse and a Commentary by Courtney Langdon*, Vol. 3: *Paradiso*, Cambridge 1921, p. 176.

17 *Ibidem*, p. 276.

18 The dial was changed in 1580, but the1386 clock bell survives and is decorated with an inscription: *A Dom M CCC LX VIII En ego cmpana raro pronuncio vana nocte dieque moraque per me provotatur et hora†* [*Anno Domini 1368. Look, this is I, a bell who seldom tolls in vain. Night and day I proclaim the time and the hour*] see R. Stein, *Der Große Ring zu Breslau*, Wrocław 1935, pp. 108–186; see also M. Zlat, *Das Rathaus zu Wroclaw*, Wrocław–Warszawa–Krakow 1977; J.J. Trzynadlowski, *Stary Ratusz we Wrocławiu*, Wrocław 2012.

the hours on the bugle-call tower of St Mary's church in Cracow Old Town Square. Its clapper is operated by electricity but it was once connected to the mighty mechanism of a double-dial clock.[19] The author of a 17th-century chronicle of Regular Canons in the Cracow district of Kazimierz described 'an ancient', possibly 15th- or 16th-century clock on the northern wall of the presbytery of the Corpus Christi church. Its mechanism also powered a small bell-ringing figure appearing inside the church.[20] A great attraction of Prague Old Town Hall tower is an early 15th-century astronomical clock (improved in the 16th and 17th centuries) which functions to this day. It is composed of two concentric plates, mounted one above the other. The top plate incorporates a 24-hour clock and an astronomical dial showing the position of the Sun and the Moon as well as the Zodiac signs and below there, sits a calendar plate (a 19th-century reproduction) with medallions representing the labours of the months.[21]

The clock whose remnants have recently been found on the wall of the cloister outside the Chapter House at Mogiła Abbey, might have been constructed in the 1260s, or at the latest at the end of the 13th century. Its remains provide the oldest material evidence for the use of mechanical clocks in Polish monasteries, and, as established by Michael Czajkowski, one of the oldest known in Europe.

---

19 J. Dreścik, *Zegar wielki na wieży wyższej Kościoła Mariackiego, jego dzieje i znaczenie*, „Rocznik Krakowski" 1990–2000, LXV–LXVI, pp. 39–63; W. Komorowski, A. Sudacka, *Rynek Główny w Krakowie*, Wrocław–Warszawa–Kraków 2008, pp. 231, 253, 359, 361.

20 For the Corpus Christi church clock see: S. Świszczowski, *Miasto Kazimierz pod Krakowem*, Kraków 1980, p. 128ff. Also K. Łatak CRL, *Ksiądz Stefan Ranatowicz (1617–1694). Barokowy kronikarz i pisarz klasztorny*, Kraków 2010, p. 254.

21 See among others Z. Horský, E. Procházka, *Pražský orloj*, "Acta historiae rerum naturalium necnon technicarum" 1964, IX, pp. 83–146; Z. Horský, *Pražský orloj*, Praha 1988; A. Šolcová, *Mistr Jan Šindel – pravděpodobný tvůrce matematického modelu pražského orloje*, "Pokroky matematiky, fyziky a astronomie" 2009, 54/4, pp. 307–317; J. Malina, *The Prague Horloge – A Guide to the History and Esoteric Concept of the Astronomical Clock in Prague*. Praha 2005 [Series: *Esoteric Prague*].

From the outset, the clock must have been planned and designed as a feature of the cloister as the recess of its subsidiary dial was constructed as an integral part of the wall. A small opening discovered nearby must have held a rope for the bell that called the monks and lay brothers to their nightly offices. The bell itself was hung in a turret, which is shown on the ridge of the cloister's east range in a late 16th-century etching. In accordance with the standard Cistercian monastic plan, the upper floor of this range would have housed the dormitory, where the monks slept and from where they would descend, summoned by the bell, via the stairs directly into the south transept of the church to pray in the choir.

The abbey church was not accessible to the lay congregation and was divided into hierarchical zones, each with a specific function. The highest in this hierarchy was the presbytery with the high altar and the transept chapels, then came the monks' choir in the eastern part of the nave and the stalls of the lay brothers in the west. The aisles were used for processions. Cistercian Abbeys provided for two communities living together – those of the monks who usually came from the upper classes, were educated and had taken holy orders, and of the lay-brothers (or *conversi*) who came from the labouring and uneducated classes. All Cistercians were obliged to do some manual labour but the lay brothers worked much harder, undertaking the light industrial chores within the precinct but predominantly working on the monastic granges and returning to the abbey on Sunday and feast days. All the men at a monastery lived according to the motto o*ra et labora*, but those whose main duty was to pray (*orantes*) were separated from those who laboured hard (*laborantes*) by architectural means, not only inside the church but also within the innermost part of the monastery, the cloister. The Chapter House was the most imporant space here, and after the church the most important space in the monastery. The Abbot's throne stood by the east wall opposite the entrance. In front of it the pulpit held a copy of a book which was a symbol of the abbots' authority – the *Carta Caritatis*, a Cistercian constitution written by Stephen Harding (d. 1134), one of the most influential men of the order. Every day, after

Prime, the monks gathered in the Chapter House where a chapter of the Rule of St Benedict, assigned to that particular day, was read. The lay brothers could not access the Chapter House but, standing outside and looking in through the cloister windows, listened to the reading.[22] Engrossed in the holy text they would have felt the movement of the clock which connected the monks and the brothers ordering their daily routine with specific time for prayer and labour.

The Mogiła clock was dismantled probably in the 18th century, perhaps after the 1743 fire in the church, which also damaged some of the monastic buildings. A new vault inserted in the Chapter House obscured the slot in the south-west corner which gave access to the clock weights. The material used to block the circular 'window', which had held the subsidiary dial with a mechanism behind, preserves some dating evidence for the sad end of the clock – salvaged medieval bricks, a section of a vaulting rib and one flat, so-called Saxon brick, typically used in the mid-18th century. Indeed, it is no wonder that the clock was discarded, especially if it was blighted in the conflagration. A cumbersome, heavy mechanism demanding constant attention, frequent adjustments and winding, must have seemed like a truly archaic machine with little purpose. It could not compete with much more precise pendulum clocks and small spring devices which had been in use already for almost a hundred years.

Redundant and unloved in the 18th century, the discovery of the existence of the medieval mechanical clock at Mogiła is a sensation not only for modern horologists and clock enthusiasts. For art historians, archaeologists and students of medieval architecture it opens up research opportunities that can lead to a better understanding not only of the architectural history and evolution of this magnificent abbey but also of the life and development of the Cistercian order in general. Italian influences detectable in the form and style of

[22] For Cistercian monasteries in Bohemia and Poland see the account of the written sources in: *Poznać cystersów. Studia i dokumenty*, ed. P. Chojnacki et al., Kraków 2011, passim, and interpretations in: K. Charvatova, *Dejiny cisteriackeho radu v Cechach 1142–1420*, t. 1–3, Praha 1998–2012.

the clock show that the Abbey maintained active artistic and intellectual links with that region, and this supports the hypothesis that the church was built by a Lombardian workshop. Furthermore, the early date of the clock shows that Cistercians kept abreast of technological advances. Recent research has revealed that even the earliest Cistercian monasteries enjoyed sophisticated waterworks and hydraulic systems. With the discovery of the Mogiła clock it now becomes even more clear that even though the artistic energy of the Cistercians, and their love of decoration may have been stifled by St Bernard's ascetism it was channelled into intellectual and mechanical pursuits. The Mogiła clock is yet another important piece in the fascinating puzzle that is the life of the Cistercian order.

Transl. by Agnieszka Roznowska-Sadraei
rev. by Paul Crossley

Notes about Authors

Michael J. Czajkowski, FRAS, ICON(ACR), BAFRA. The son of a Polish architect and airman Edmund Czajkowski, born in Lincoln, England. Geologist and a specialist on conservation of furniture, clocks and barometers. He lectured at Lincoln College of Art (now Lincoln University) and part time for Nottingham University, lecturing on geology and art history (specialising in furniture and clocks), and presently at the Open University. He also runs the renovation company 'Edmund Czajkowski & Son Ltd' and courses for local educational providers on geology and art history. He has published several scientific and popular articles on science and art history. He is an accredited conservator with the Institute of Conservation (ICON ACR) and on the Museums Conservation Register. He is also a member of the British Antique Furniture Restorer's Association, of the British Archaeological Society, of the Lincoln Astronomical Society and in 2013 was elected as a Fellow of the Royal Astronomical Society.

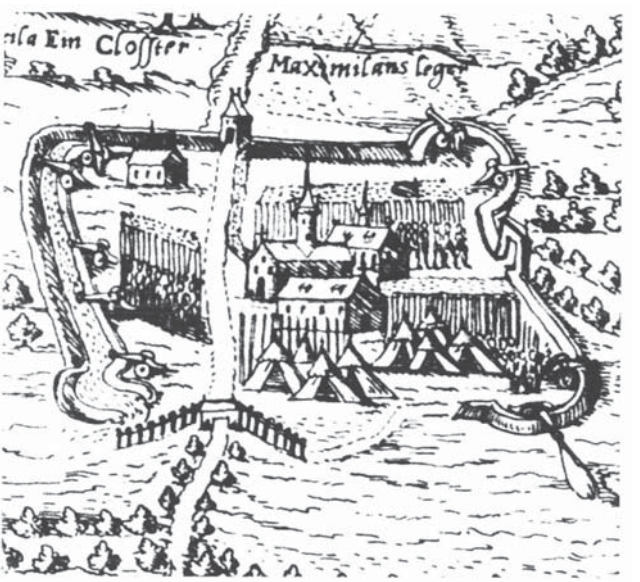
Tomasz Węcławowicz, architect and art historian, an expert in the history of art and architecture, especially of the Middle Ages. His research combines the methodologies of art history and cultural anthropology. Professor at the Andrzej Frycz Modrzewski Krakow University, and co-worker at the Centre for Comparative Studies of Civilisations at the Jagiellonian University in Krakow. He is a member of the History of Art Committee at the Polish Academy of Arts and Sciences and of the Division of the History of Architecture and

Conservation of the Committee on the Architecture and Urban Planning of the Polish Academy of Science. He is also a supervisor of the Division of Sacral Art at the Polish Theological Society and a member of the Praesidium of the Committee for the Restoration of the Krakow Historic Monuments and built heritage consultant to the Polish Minister of Culture and National Heritage. His professional membership also include the British Archaeological Association.

Tomasz Węcławowicz

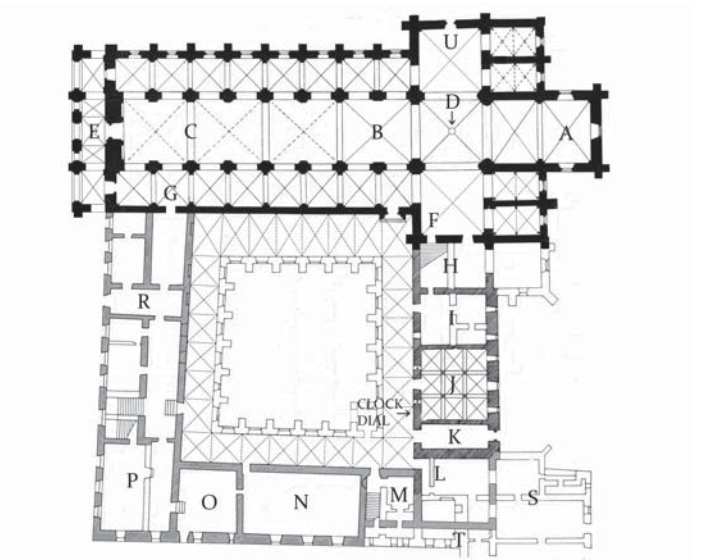
The Cistercian Abbey of Mogiła and Its Architecture in the 13th and 14th centuries

Klasztorny zespół oo. Cystersów w Mogile w wiekach XIII i XIV



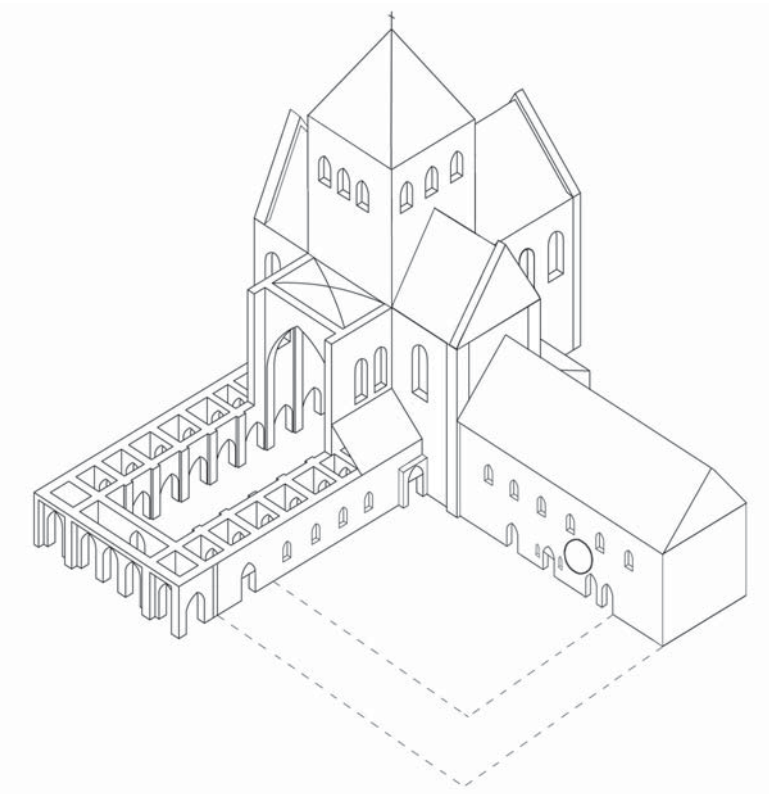
I. Adolph Lautensack (1561–1595), Maximilian III, Archduke of Austria military camp at Mogiła Abbey in 1587: The monumental belfry on the church and a little spirelet surmounting a roof over the dormitory in the eastern wing of monastery buildings.

I. Adolph Lautensack (1561–1595), obóz arcyksięcia Maksymiliana w klasztorze w Mogile w r. 1587. Pomimo schematycznej interpretacji architektury widoczna jest wieża na skrzyżowaniu naw oraz sygnaturka nad dormitorium we wschodnim skrzydle klasztoru.



II. Mogiła Abbey, ground plan ca. 1300, reconstruction. **A.** Prezbiterium, **B.** Choir: Monks' stalls **C.** Lay Brothers' Choir, **D.** Ring keystone with a hole for ropes used during bell ringing, **E.** Galilee, **F.** Entrance to the church from the dormitory, **G.** Entrance to the church from the Lay Brothers' House, **H.** Sacristy, **I.** Treasury (and library?), **J.** Chapter House, **K.** Slype, **L.** Lay Brothers Dayroom (rebuild into Abbot's Chapel in the 14th c.), **M.** Warming House, **N.** Monks' Refectory, **O.** Kitchen, **P.** Lay Brothers' Refectory (?), **R.** Lay Brothers' House, **S, T.** Abbot's House (enlarged in the 15th c.), **U**. *Porta mortuorum*. In addition: on the outer, western wall of the Chapter House an arrow indicates the location of the clock dial and in the south-east corner of the *viridarium* – the well and *lavabo*.

II. Mogiła, plan przyziemia kościoła i klasztoru. Zaciemnione mury pokazują hipotetyczny stan na rok 1300. **A.** Prezbiterium, **B.** Stalle Ojców, **C.** Miejsce Konwersów, **D.** Klucz pierścieniowy w sklepieniu przęsła transeptowego, przez który przechodziły sznury do dzwonów na wieży, **E.** Rajski przedsionek, **F.** Wejście do kościoła schodami z dormitorium na piętrze, **G.** Wejście do kościoła z Domu Konwersów, **H.** Zakrystia, **I.** Skarbiec (i biblioteka?), **J.** Kapitularz, **K.** Przejście do ogrodów, **L.** Fraternia (przebudowana w XIV w. na kaplicę opacką), **M.** *Calefactorium*, **N.** Refektarz Ojców, **O.** Kuchnia, **P.** Refektarz Konwersów (?), **R.** Dom Konwersów, **S, T.** Dom Opata (rozbudowany w XV w.), **U.** *Porta mortuorum*. Ponadto na zewnętrznej, zachodniej ścianie kapitularza zaznaczono lokalizację tarczy zegara (clock dial), a w narożu południowo-wschodnim wirydarza – studnię.



III. Mogiła Abbey, the church and the eastern wing of the monastery buildings by the end of the 13th c (wooden roof additions over the nave omitted for clarity). On the outer, western wall of the Chapter House a circle indicates the location of the clock dial.

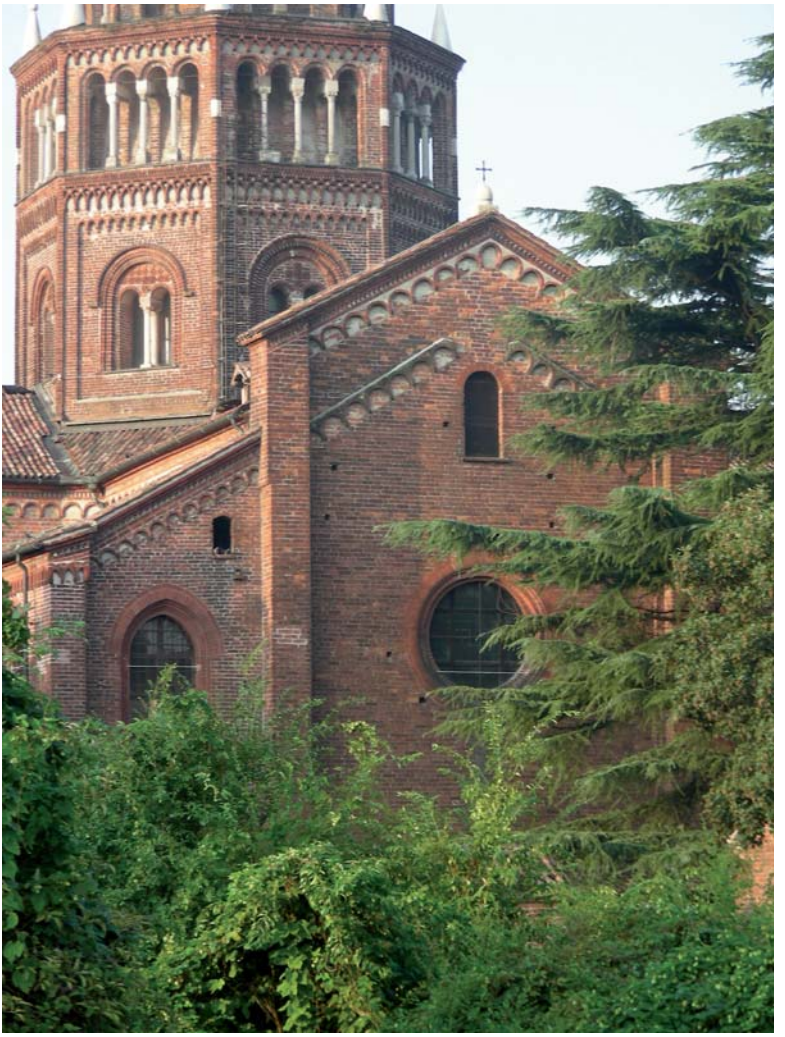
III. Mogiła, kościół i wschodnie skrzydło klasztoru u schyłku wieku XIII. Na ścianie kapitularza zaznaczona kolista tarcza zegara. Dla czytelności rysunku pominięto ówczesne drewniane zadaszenie naw, nadbudowanych i sklepionych w wieku XIV.

IV. Mogiła Abbey, church: east front. The lancet windows were reworked in the 14th c.

IV. Mogiła, widok kościoła klasztornego od wschodu. Trzy okna w ścianie prezbiterium przebudowane na ostrołukowe w wieku XIV.

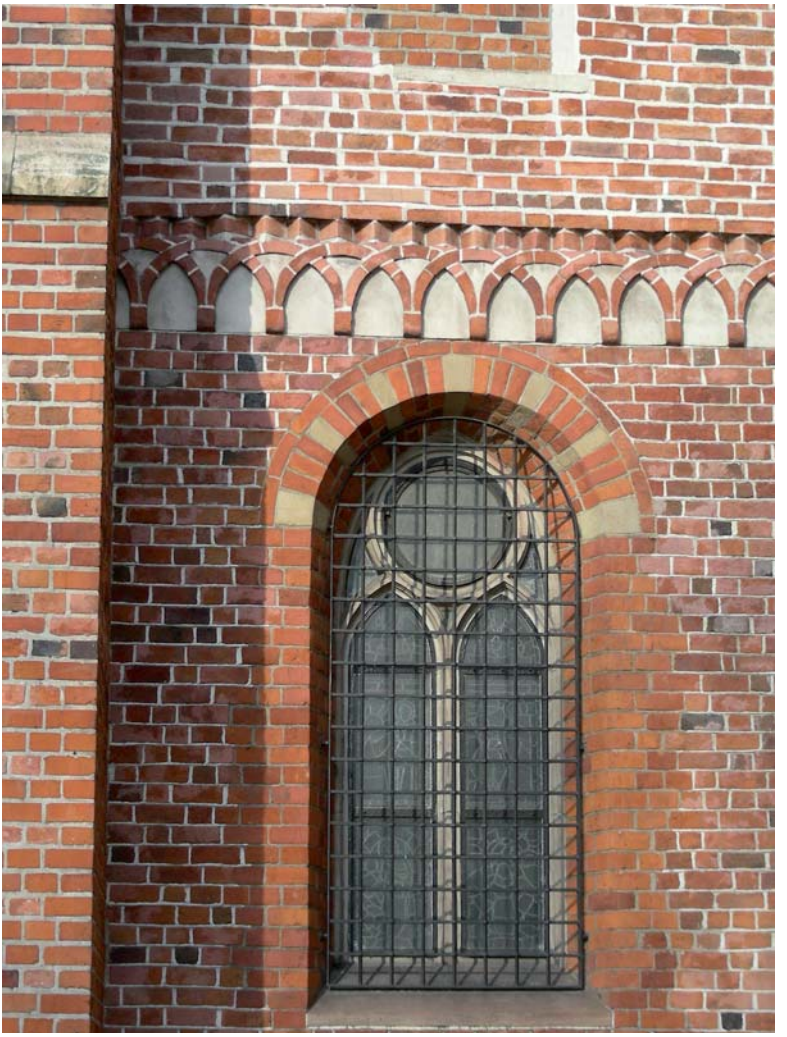
V. Chiaravalle Milanese Abbey, church: east front of the choir.

V. Chiaravalle Milanese, kościół klasztorny, wschodnia ściana prezbiterium.



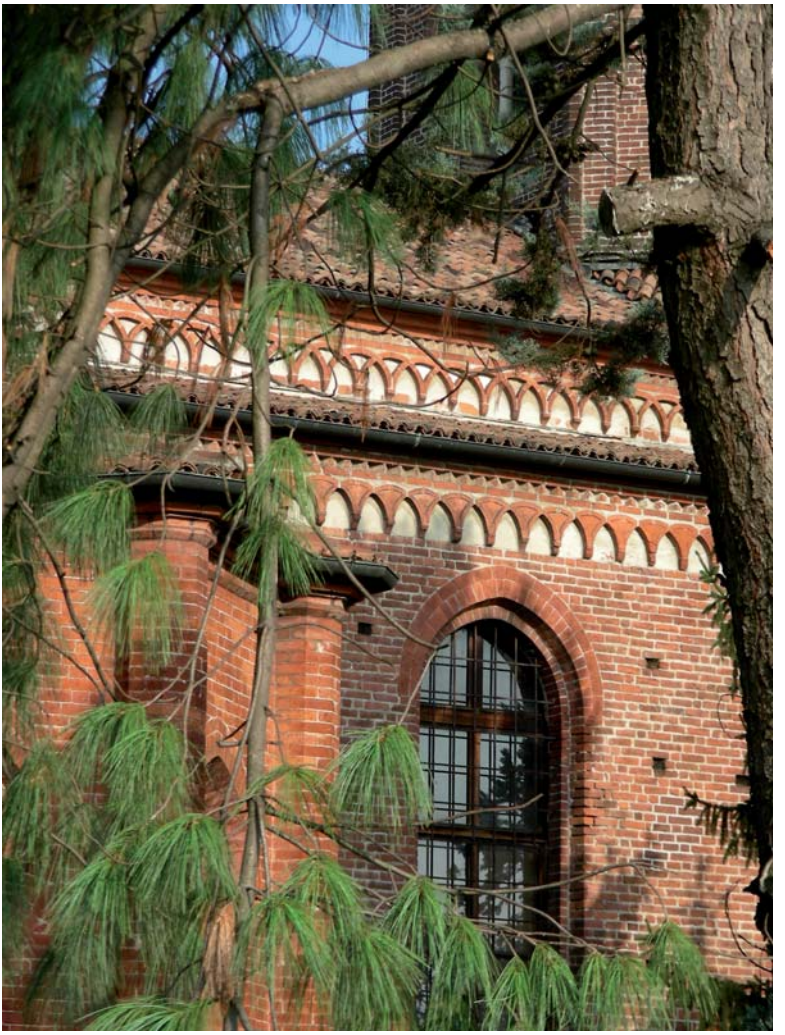
VI. Chiaravalle Milanese Abbey, church: north transept and the lower stores of the belfry.

VI. Chiaravalle Milanese, kościół klasztorny, północna ściana transeptu i dolne kondygnacje wieży na skrzyżowaniu.



VII. Mogiła Abbey, church: Lombard frieze with cogging over the transept chapel window.

VII. Mogiła, kościół klasztorny, fryz arkadkowy ponad oknem kaplicy transeptowej.



VIII. Chiaravalle Milanese Abbey, church: Lombard frieze with cogging over the transept chapel window.

VIII. Chiaravalle Milanese, kościół klasztorny, fryz arkadkowy ponad oknem kaplicy transeptowej.

IX. Mogiła Abbey, church: pier in the north aisle.

IX. Mogiła, kościół klasztorny, baza filara w nawie północnej.

X. Chiaravalle Milanese Abbey, church: a half-pier attached to a western wall of the nave, the plinths covered by the new pavement tiles.

X. Chiaravalle Milanese, kościół klasztorny, baza półfilara przy ścianie zachodniej.

XI. Chiaravalle della Colomba Abbey, church: pier in the north aisle, the plinths partly covered by the new pavement tiles.

XI. Chiaravalle della Colomba, kościół klasztorny, baza filara w nawie północnej.

Monastero S. Maria di Chiaravalle – Milano

ORARI DELLA COMUNITÀ

GIORNI FERIALI		DOMENICA
4.00	Levata	4.00
4.20	Vigilie	4.20
6.00	Lodi Mattutine Capitolo Colazione Lectio Divina	6.00
8.00	Ora Terza	9.15
	S. Messa	9.30
	Lavoro	
12.15	Ora Sesta Pranzo Riposo	12.15
14.45	Ora Nona Lavoro	14.45 Vacatio Dei
17.30	Lectio Divina	17.30
18.30	Vespri Cena	Benedizione Eucaristica Ricreazione
20.00	Lettura di Compieta	
2015	Compieta	20.30

XII. Chiaravalle Milanese Abbey, church: the Canonical Hours timetable in 2012.

XII. Chiaravalle Milanese, kościół klasztorny. Wykaz modlitw w godzinach kanonicznych w roku 2012.

Michael J. Czajkowski

The Mogiła Abbey Clock Dial, Kraków, Poland and its Relationship to Medieval Clockwork

Tarcza zegarowa w klasztorze Cystersów w Mogile na tle średniowiecznego rzemiosła zegarmistrzowskiego

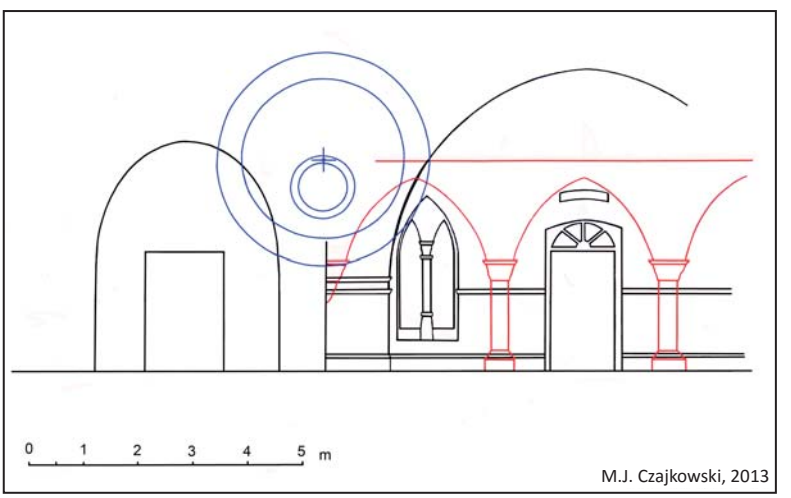


Fig. 1. Showing possible reconstruction of the original vaulted ceiling based on evidence supplied by Professor Węcławowicz. Black, present configuration as seen from the Chapter House side. Red possible reconstruction or original vaulted ceiling. Blue position of clock dial.

Rys. 1. Rekonstrukcja pierwotnego sklepienia kapitularza w oparciu o badania T. Węcławowicza z zespołem. Kolor czarny przedstawia stan obecny (widok od strony kapitularza). Kolor czerwony pokazuje możliwą rekonstrukcję sklepienia ostrołukowego. Kolorem niebieskim zaznaczono lokalizację tarczy zegarowej.

Fig. 2. Clock dial in the cloisters of Mogiła Abbey after restoration, photographed in 2011.

Rys. 2. Tarcza zegarowa w krużgankach Opactwa w Mogile po renowacji, fotografia z 2011 roku.

Fig. 3. The clock dial with reconstructed outlines and areas of original paintwork.

Rys. 3. Tarcza zegarowa ze zrekonstruowanym obrysem oraz fragmentami oryginalnej farby.

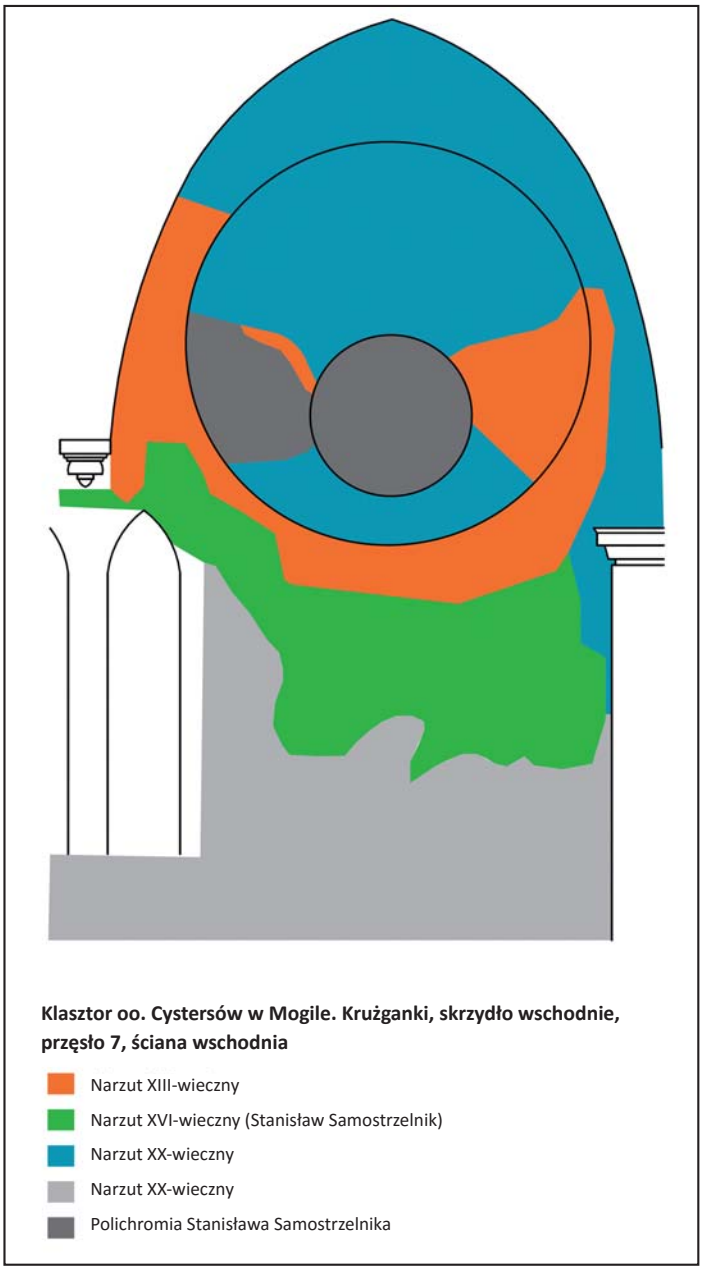


Fig. 4. Dates of patches of plasterwork identified by the conservators in 2011.

Rys. 4. Warstwy zapraw tynkowych i ich datowanie w miejscu dawnej tarczy zegarowej.

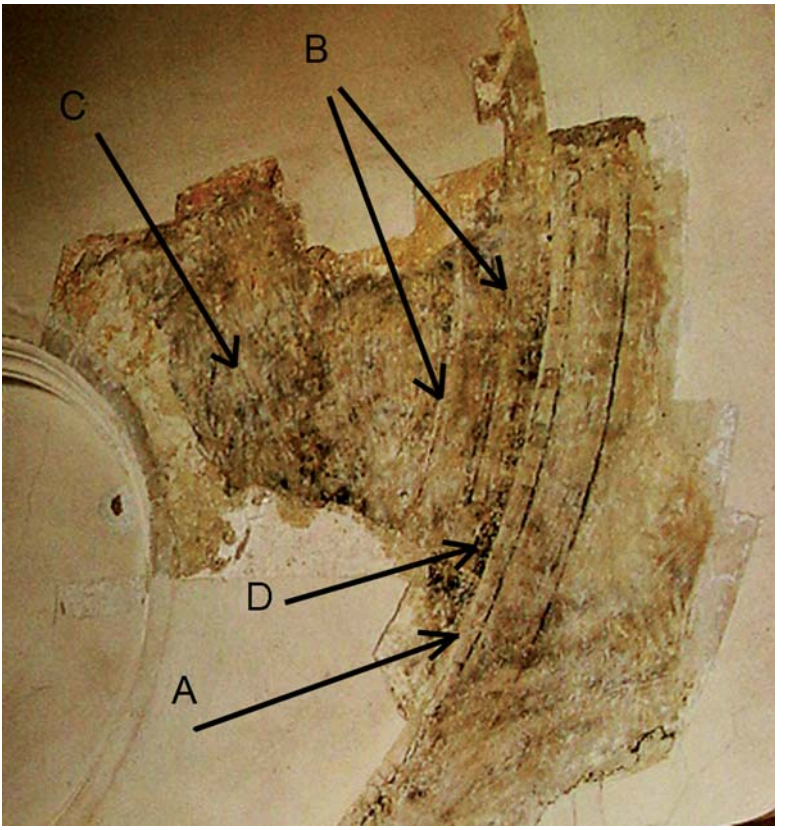


Fig. 5. Enhanced photograph of original decoration inside the chapter ring and indications of divisions and rings on the chapter ring and on the inside of the chapter ring. A an inner edge of chapter ring and dial recess; B curved lines parallel to chapter ring; C fragments of foliage decoration.

Rys. 5. Powiększone zdjęcie oryginalnej dekoracji wewnątrz pierścienia tarczy zegara oraz wskazane miejsca podziałów i okręgów na obwodzie tarczy, jak i wewnątrz niego. A wskazuje wewnętrzną krawędź pierścienia oraz zagłębienie tarczy zegara; B zaokrąglone linie równoległe do pierścienia; C fragment dekoracji roślinnej.

Fig. 6. Close up of reconstructed divisions within the inner edge of the chapter ring and existing polychrome upon which it is based.

Rys. 6. Zbliżenie odtworzonej podziałki w obrębie wewnętrznej krawędzi pierścienia tarczy zegarowej oraz zachowana dekoracja malarska, na której pierścień został namalowany.

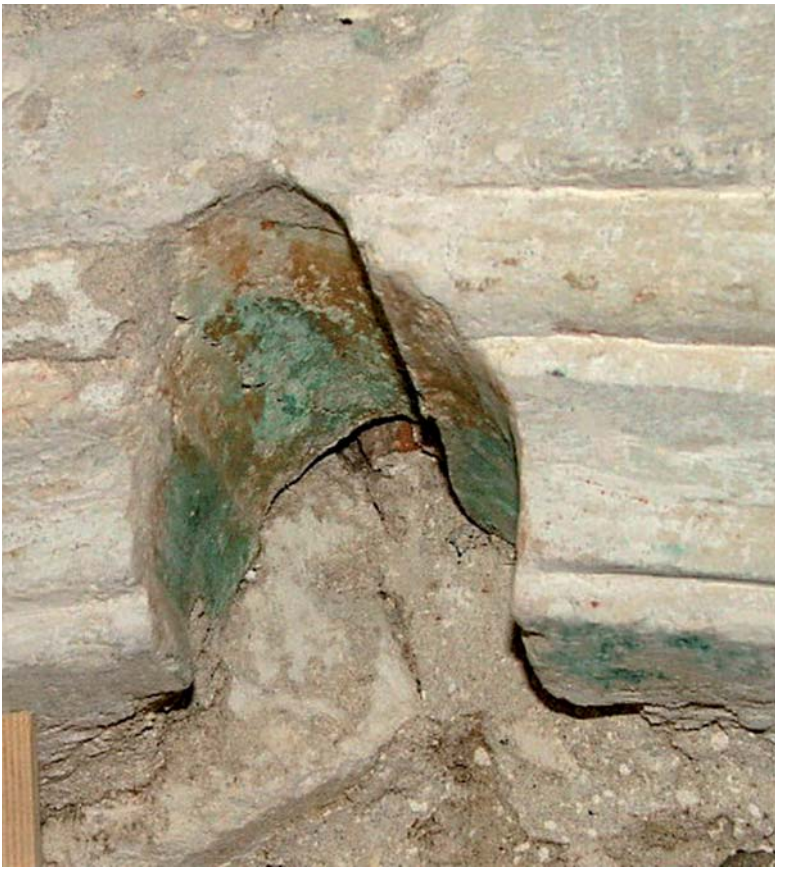


Fig. 7. Close up of the hole for the hand shaft showing traces of green staining (verdigris) and excessive wear.

Rys. 7. Zbliżenie otworu na trzpień do zamontowania wskazówki ze śladami zielonego zabarwienia (grynszpan) oraz zużycia.

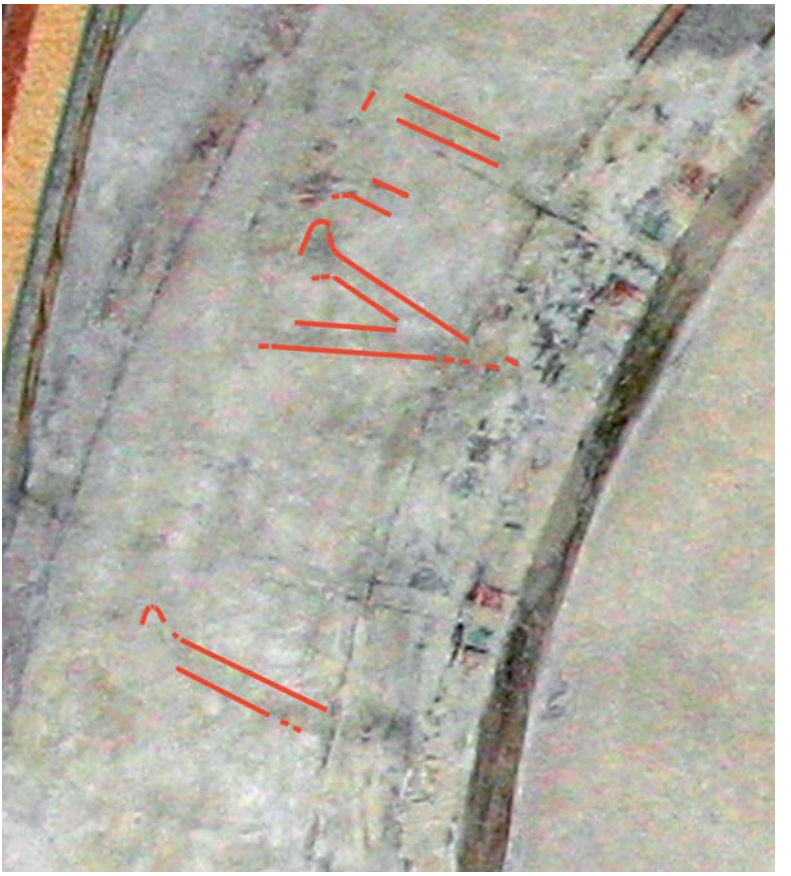


Fig. 8. Evidence for numbering on the left hand part of the dial.
Rys. 8. Ślady numeracji po lewej stronie tarczy.

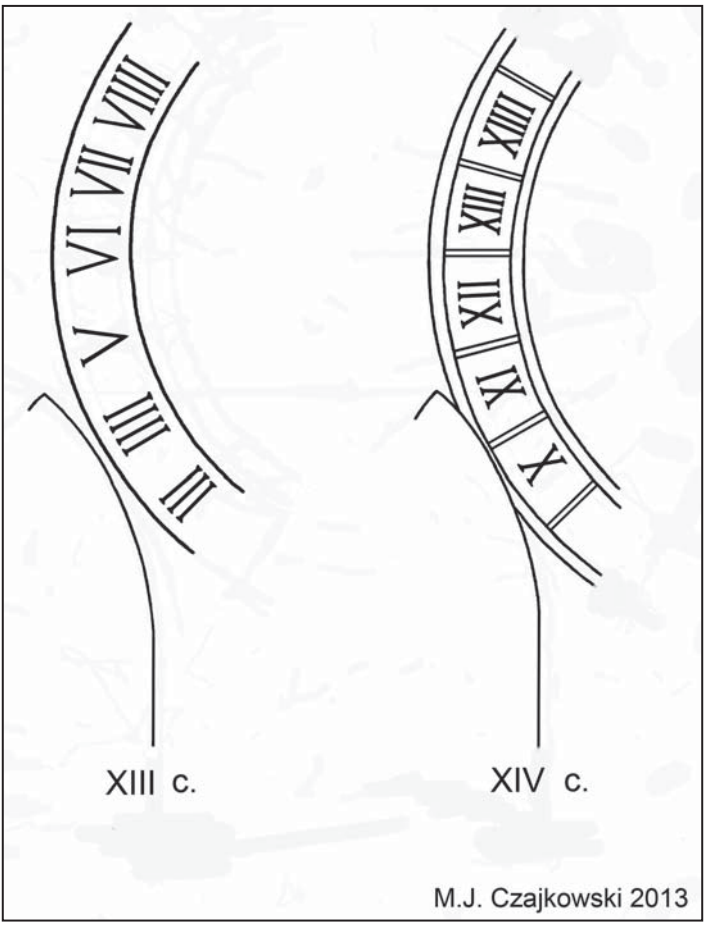


Fig. 9. Reconstruction of the two dial designs that can be determined on the Mogiła clock dial. The second, outer line would have been added when the Italian version was painted to enhance the border of the panels for the hours. This may explain why the outer line cuts into the existing arch.

Rys. 9. Odtworzenie dwóch modeli pierścienia, które mogą być wyznaczone na tarczy zegarowej w Mogile. Druga, zewnętrzna linia mogła być dodana, kiedy malowano włoską wersję w celu uwydatnienia obramienia podziałki godzinowej. To może tłumaczyć, dlaczego zewnętrzna linia wcina się w istniejący łuk arkady okienka do kapitularza.

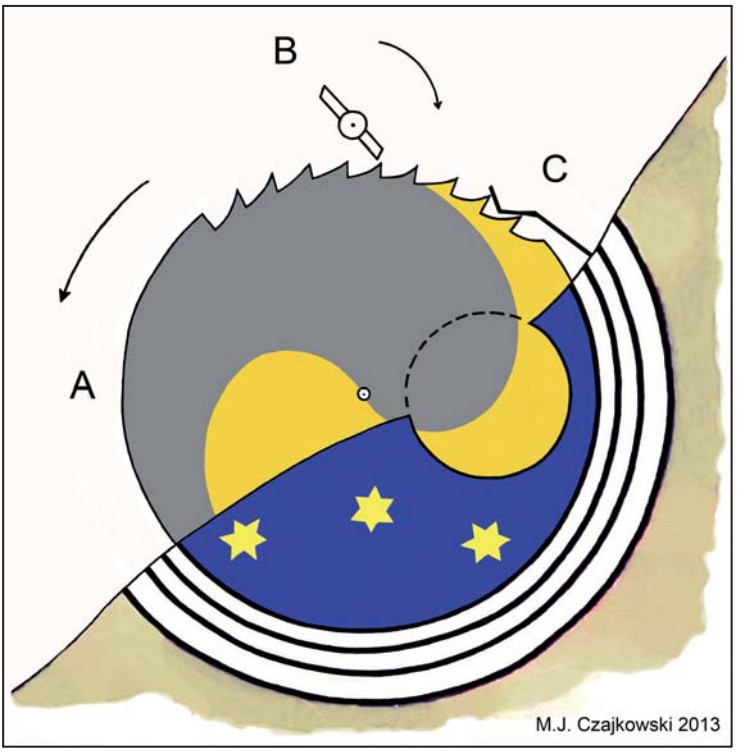


Fig. 10. The hand shaft (B) revolving every 24 hours carries 2 paddles which engage in the teeth of the lunar disc (A), once every12 hours. A weak spring (C) holds the disc in place when the paddles are not engaged. The spiral pattern on the disc means that a reasonable representation of the phases of the Moon is shown through the lunar aperture.

Rys. 10. Trzpień na wskazówkę (B) obracający się co dwadzieścia cztery godziny z dwiema łopatkami, które zahaczają o zęby dysku księżycowego (A) raz na dwanaście godzin. Luźna sprężyna (C) utrzymuje dysk na miejscu, kiedy łopatki nie stykają się ze wskazówką. Spiralny wzór na dysku oznacza, że aktualna faza księżyca uwidoczniona jest w księżycowej aperturze.

Fig. 11. Reconstruction of the 13th century dial at Mogiła Monastery. M.J. Czajkowski and T. Węcławowicz, Superimposed on a photograph by H. Rojkowska. The foliage decoration in the arches above is a later, 16th century addition. The 13th c. walls would have been white.

Rys. 11. Rekonstrukcja XIII-wiecznej tarczy zegarowej w klasztorze w Mogile. Projekt M. Czajkowskiego i T. Węcławowicza nałożony na fotografię H. Rojkowskiej. Dekoracja roślinna sklepienia ostrołukowego pochodzi z XVI wieku. Pierwotnie ściany były koloru białego.

Fig. 12. Egyptian 'flowerpot' style water clock. A hole near the base allows the water to escape.

Rys. 12. Zegar wodny stylizowany na egipską „donicę". Otwór przy podstawie umożliwia odpływ wody.

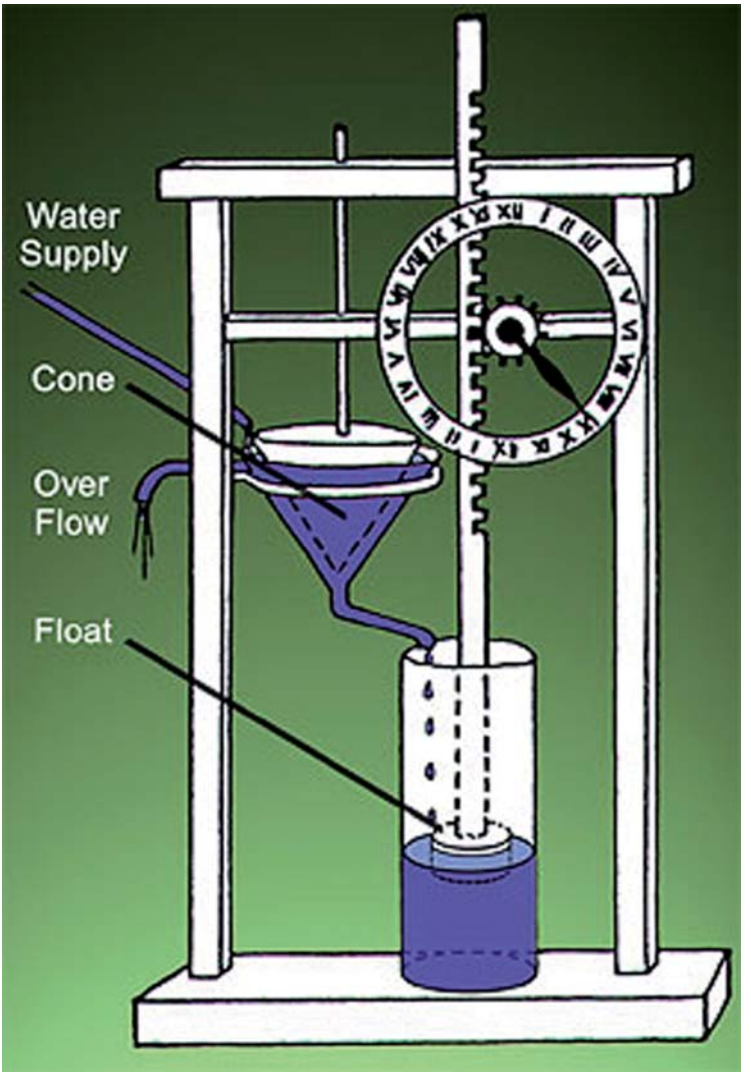


Fig. 13. Illustration of Roman 'Anaphoric' water clock with the water pressure in the escapement tank (cone) kept constant by use of an overflow.

Rys. 13. Przykład rzymskiego zegara anaforycznego, w którym ciśnienie wody w zbiorniku wychwytowym (stożek) jest utrzymywane na stałym poziomie za pomocą otworu przelewowego.

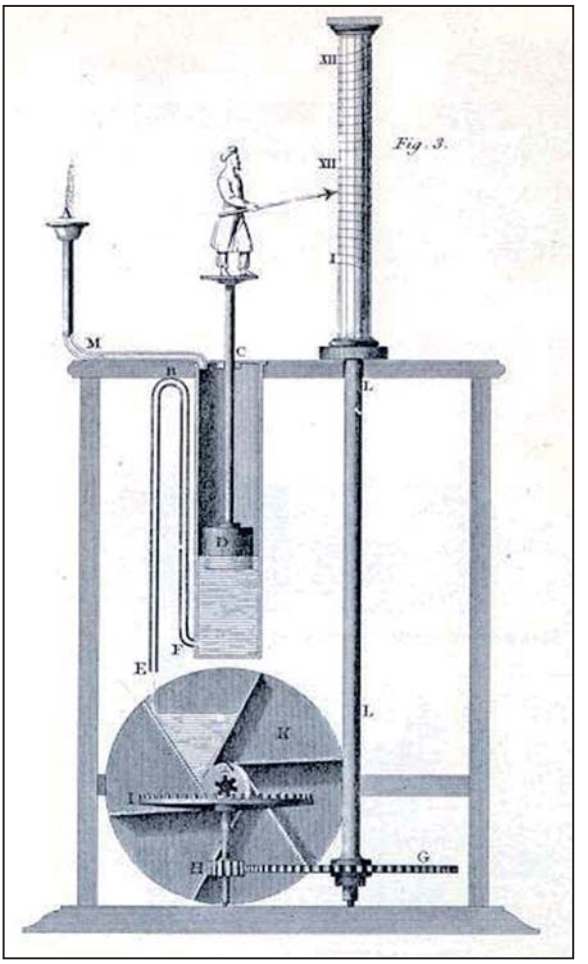


Fig. 14. Illustrations of the workings of a Greeko-Roman water clock, *clepsydra* with unequal hours alleged to have been invented by Ctesibius. The figure descends as the tank is emptied and the water drips into the segments in the drum forcing it to revolve, rotating the column showing the unequal hours for day and night throughout the seasons. This type of timekeeper was in use until late medieval times.

Rys. 14. Ilustracje mechanizmu grecko-rzymskiego zegara wodnego – klepsydry z nierównymi godzinami, której wynalezienie przypisuje się Ktesibiosowi. Figurka obniża się wraz z opróżnianiem się zbiornika, a woda kapie do segmentów bębna, zmuszając go do obrotu i wprawiając w ruch rotacyjny kolumnę pokazującą nierówne godziny dnia i nocy w różnych porach roku. Ten typ czasomierza był w użyciu do późnego średniowiecza.

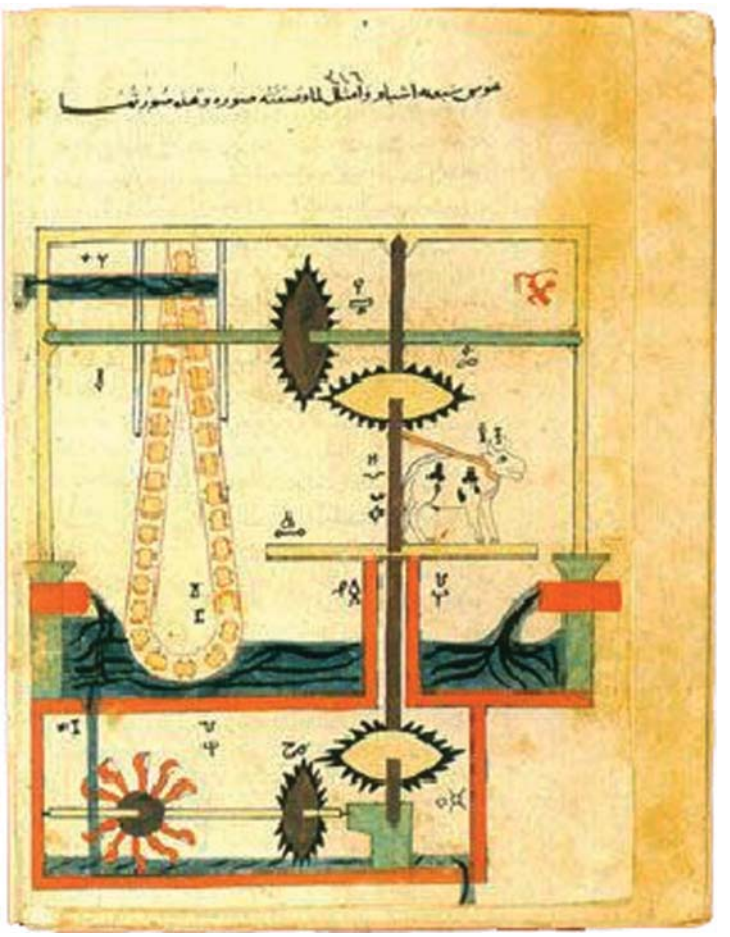


Fig. 15. Example of gearing rotating through 90 degrees illustrated by *al-Jazari* in his drawing of a *saqiya* a water lifting device using buckets on a chain, dated 1206 AD.

Rys. 15. Przykład obracających się kół zębatych położonych względem siebie pod kątem 90 stopni zilustrowanych przez Al-Jazarego na rysunku z 1206 roku, przedstawiającym urządzenie do czerpania wody wykorzystujące naczynia na łańcuchach.

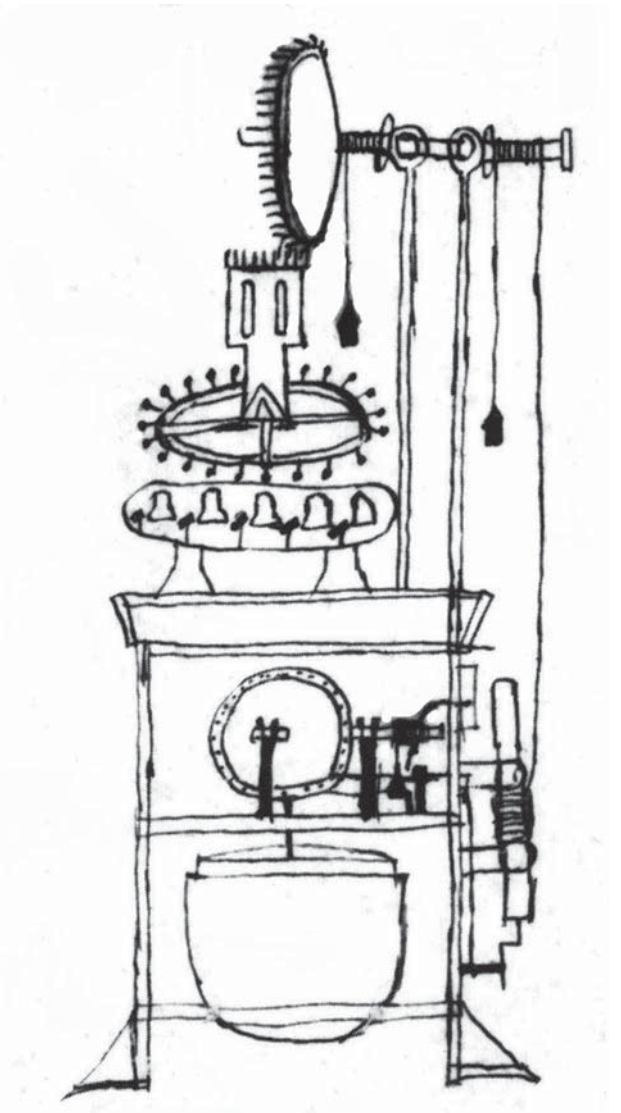


Fig. 16. Sketch of a carillon clock illustrated in a medieval manuscript in the *Archivo de la Corona d'Aragon* in Barcelona.

Rys. 16. Szkic przedstawiający zegar karylion ze średniowiecznego rękopisu w Archivo de la Corona d'Aragón w Barcelonie.

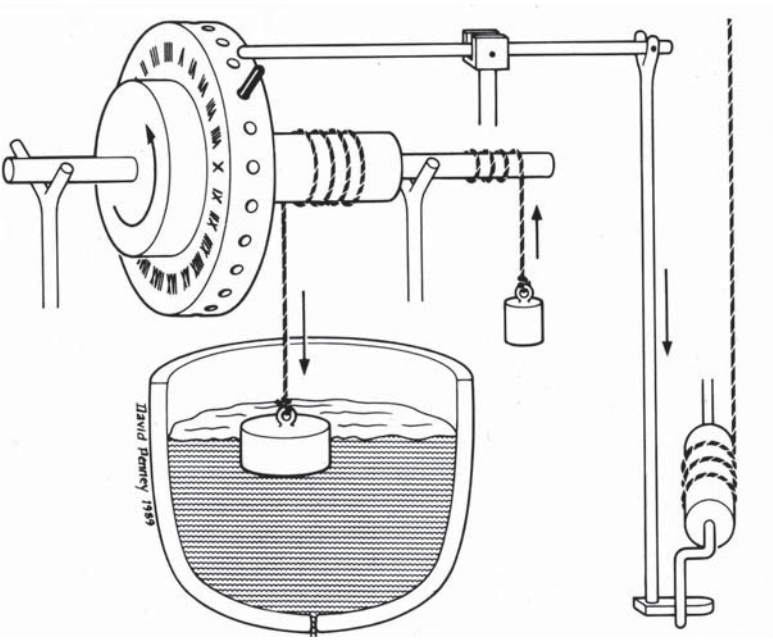


Fig. 17. Farré-Olivé. Reconstruction of the movement of the Barcelona carillon clock.

Rys. 17. Farré-Olivé. Rekonstrukcja mechanizmu karyliona z Barcelony.

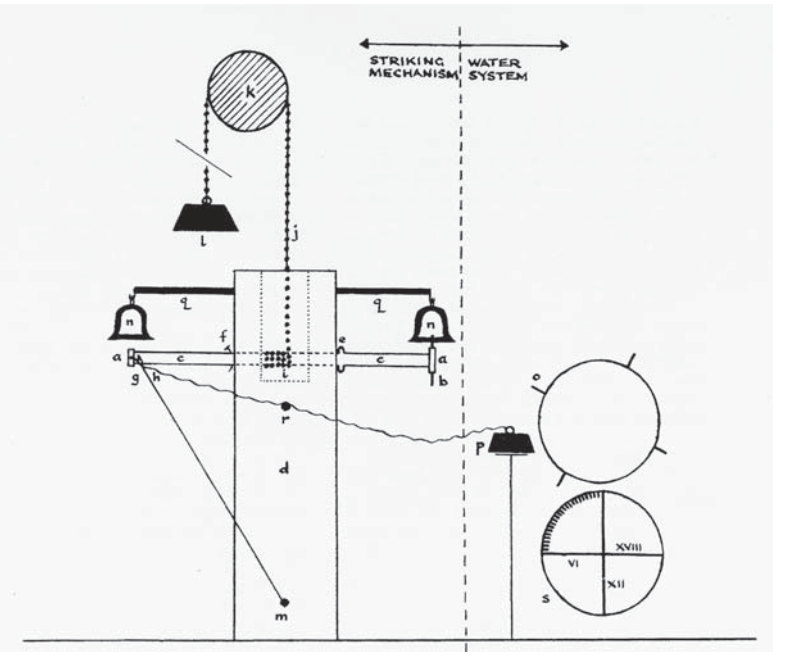


Fig. 18. Striking side of the clock described in the MS Ripol 225 by Maddison, Scott and Kemp in Antiquarian Horology. The description is in a collection of scientific manuscripts translated from the Arabic, the original thought to be 11th century. To strike the bells, a rotating shaft (c) with spikes on the end (b), rotates and strikes the bells (n).

Rys. 18. Mechanizm bicia zegara opisany w Ms Ripoll 225 przez F. Maddisona, B. Scotta i A. Kenta w *Antiquarian Horology*. Opis zawarty jest w zbiorze naukowych rękopisów przetłumaczonych z języka arabskiego, pochodzących najprawdopodobniej z XI wieku: aby uderzyć w dzwony, wał (c) z kolcami na końcach (b), obraca się i kolcami uderza w dzwony (n).

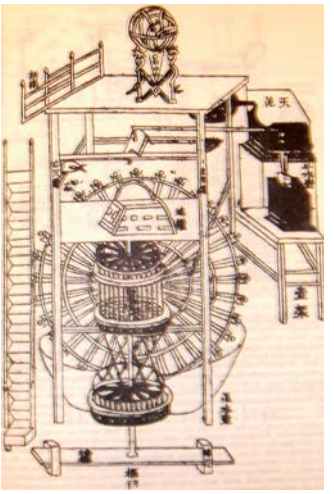


Fig. 19. Su Song's water driven astronomical clock tower constructed in 1088 AD. Water dripping into buckets on the large paddlewheel drove the mechanism which rotated the astronomical globe at the top of the clock.

Rys. 19. Astronomiczny zegar Su Songa z napędem wodnym skonstruowany w 1088 roku. Woda spływająca do naczyń umieszczonych na dużym kole łopatkowym napędzała mechanizm, który obracał astronomiczny glob na szczycie zegara.

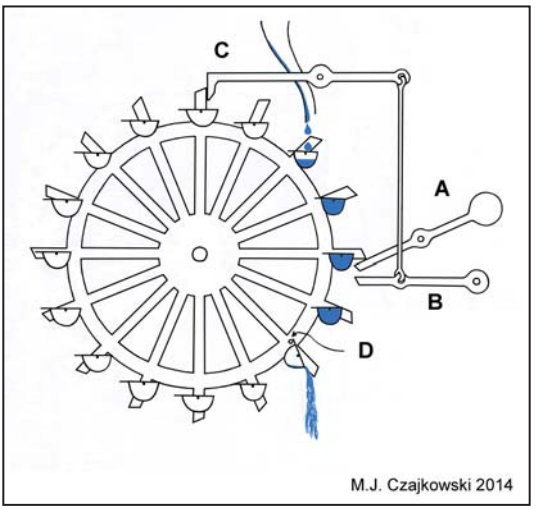


Fig. 20. The mechanism of the Su Song water driven paddle wheel clock. For working see text.

Rys. 20. Mechanizm zegara napędzanego wodą z kołem łopatkowym autorstwa Su Songa. Sposób działania opisany w tekście.

Fig. 21. Illustration from a 13th century moralised Bible showing a water clock in connection with the legend of King Hezekiah.

Rys. 21. Ilustracja pochodząca z XIII-wiecznej iluminowanej Biblii moralizatorskiej przedstawiająca zegar wodny, odnosząca się do legendy o królu Ezechiaszu.

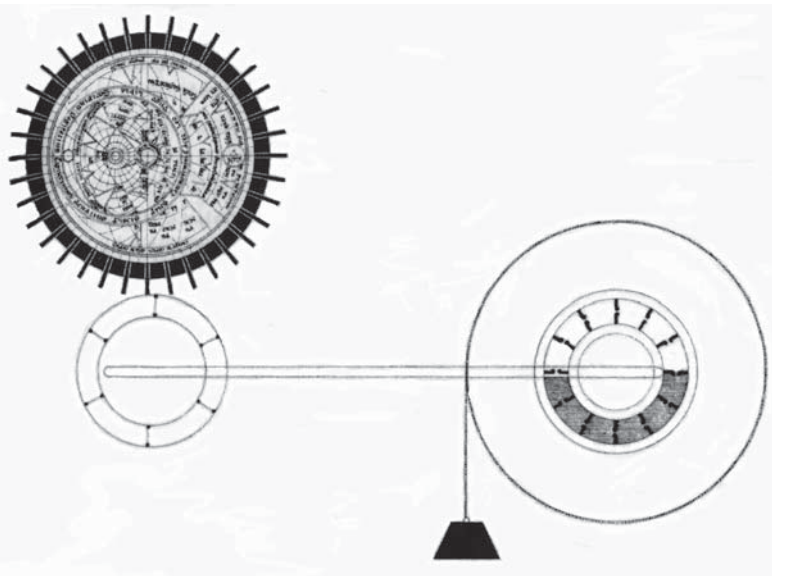


Fig. 22. Illustration of the mercury clock from the *Libros del Saber* owned by King Alphonso X described in 1276 AD.

Rys. 22. Ilustracja zegara rtęciowego z *Libros del Saber de Astronomia* będącego własnością króla Alfonsa X, opisanego w 1276 roku.

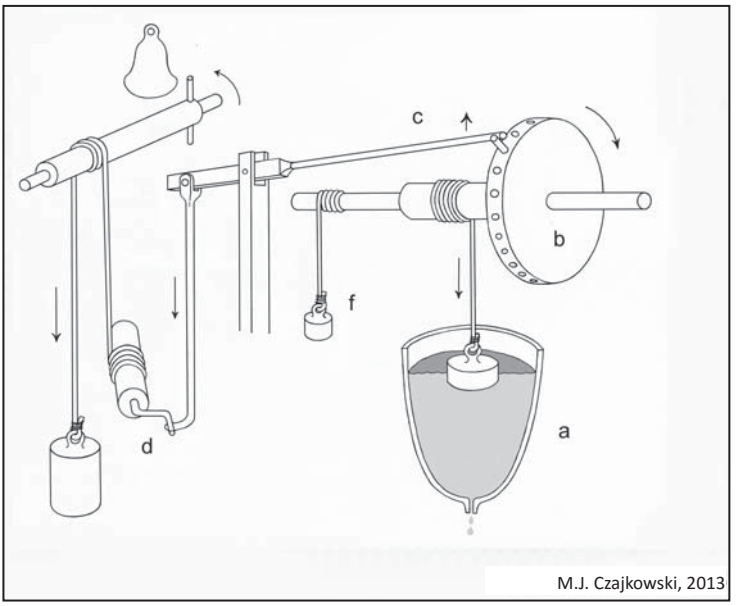


Fig. 23. Possible reconstruction of the Mogiła clock using the draining basin method found in a clepsydra. The wheel (b) rotates once in 24 hours and the shaft carries on through the wall and is connected to the hand. The rate of rotation is controlled by the float which descends as the water drains from the basin (a). The small weight (f), might have been used to regulate to the speed of rotation. Again, pegs located into holes on the edge of the main wheel (b) would have lifted the lever **(c)** tripped the striking of the bells by releasing the striking side winding handle (d) at a pre determined time.

Rys. 23. Hipotetyczna rekonstrukcja zegara z Mogiły wykorzystującego metodę odsączania cieczy z naczynia jak w klepsydrze. Koło (b) obraca się raz na dwadzieścia cztery godziny, podobnie jak trzpień, który przechodzi przez ścianę i utrzymuje wskazówkę. Tempo rotacji jest sterowane przez pływak, który obniża się wraz z ubytkiem wody z naczynia (a). Mały ciężarek (f) mógł być wykorzystywany do regulacji tempa rotacji. Kołki zamocowane w otworach na krawędzi głównego koła (b) unosiłyby dźwignię (c) i wprawiały w ruch dzwonki przez zwolnienie korby nakręcającej część zegara odpowiedzialną za dzwonienie o wcześniej ustawionym czasie.

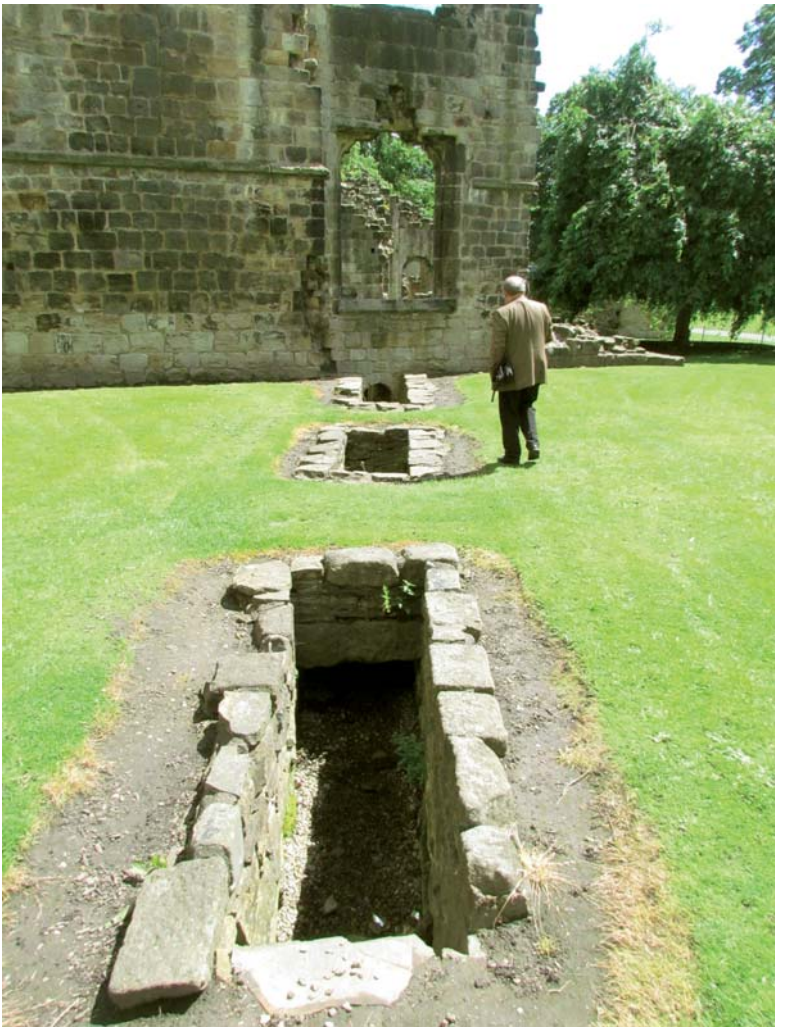


Fig. 24a. Remains of the semi-subterranean water channel at Kirkstall Abbey, Leeds England.

Rys. 24a. Pozostałości częściowo podziemnego kanału w Opactwie Kirkstall koło w Leeds w Anglii.

Fig. 24b. The semi-subterranean water channel at Kirkstall Abbey, Leeds, England where it passes under the wall of the former refectory.

Rys. 24b. Częściowo podziemny kanał w Opactwie Kirkstall koło Leeds w Anglii przechodzący pod ścianą dawnego refektarza.

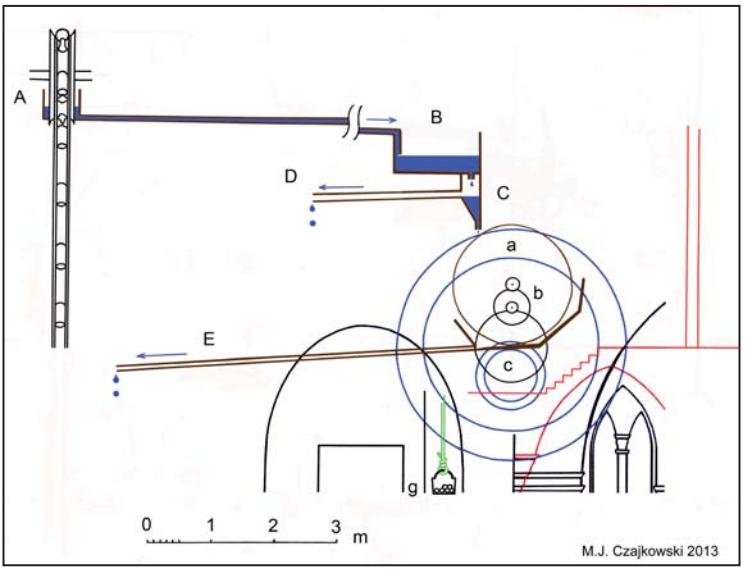


Fig. 25a. Water Wheel diagram a. Showing a possible reconstruction of the water wheel driven clock at Mogiła. (A) bucket and chain lift; (B) reservoir tank; (C) escapement tank; (D) and (E) outflow back to main water channel. (a) water wheel driving the clock; (b) intermediate (second) wheel; (c) great wheel behind the dial; (g) weight in weight shaft used for controlling the speed of the waterwheel (a). For details see text. Suggested original first floor and vaulted ceiling in red.

Rys. 25a. Rysunek przedstawiający hipotetyczną rekonstrukcję zegara w Mogile z kołem wodnym: (A) wiadro i wyciągnik łańcuchowy, (B) zbiornik na wodę, (C) zbiornik pełniący funkcję wychwytu, (D) i (E) odprowadzają nadmiar wody z powrotem do głównego kanału; (a) koło wodne będące napędem zegara, (b) drugie koło zębate (pośrednie), (c) duże koło za tarczą zegarową, (g) ciężarek w szybie, którego rolą była kontrola prędkości koła wodnego (a). Szczegółowy opis w tekście. Zarys pierwotnego pierwszego piętra oraz ostrołukowego sklepienia w kolorze czerwonym.

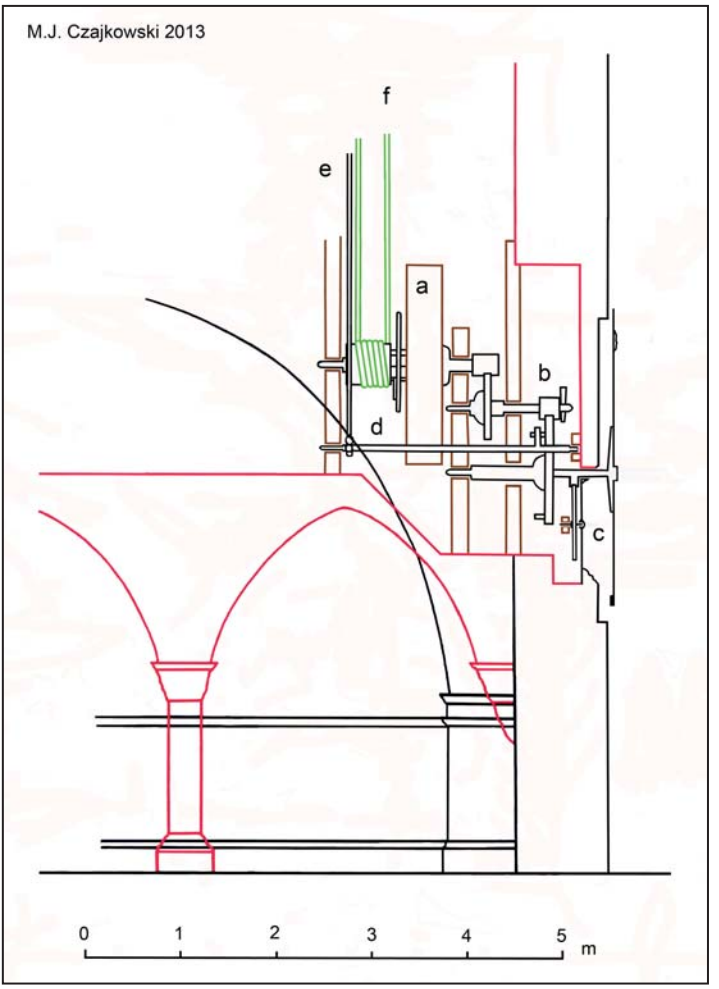


Fig. 25b. Side view of waterwheel clock (a), (b), (c), as discussed in **Fig. 25a**, above (d) and (e) lift to strike system; (f) ropes leading up into the attic for the weight regulating system (g) in **Fig. 25a**. See text for details.

Rys. 25b. Widok boczny na zegar z kołem wodnym: (a), (b) i (c) jak na **rys. 25a**, powyżej (d) i (e) wyciągnik do mechanizmu bicia, (f) sznury prowadzące na strych do układu regulacji ciężarków, (g) na **rys. 25a**. Szczegółowy opis w tekście.

Fig. 26. The curve of the ceiling is not smooth and kinks (arrowed) may suggest that some structure including weight shafts was formerly located here.

Rys. 26. Przejście do ogrodów klasztornych. Wyokrąglenie sklepienia nie jest równe, a załamania mogą wskazywać na istnienie w tym miejscu jakiejś struktury, np. szybów na ciężarki.

Fig. 27a. Remains of original paintwork which gave clues to the dial reconstruction.

Rys. 27a. Pozostałości oryginalnego rysunku, na postawie których możliwa była rekonstrukcja tarczy.

Fig. 27b. Possible number remains within panels indicated by green arrows that may exist within **Fig. 27a**.

Rys. 27b. Hipotetyczna cyfra w panelu wskazana zielonymi strzałkami, która może istnieć w obrębie **rys. 27a**.

Fig. 28. Astronomical clock face on facade of Torre dell'Orologio, Palazzo del Capitanio. Padua, by Jacopo Dondi, 1344.

Rys. 28. Zegar astronomiczny na fasadzie Torre dell'Orologio, Palazzo del Capitanio, Padwa. Autor: Jacopo Dondi, 1344 rok.

Fig. 29. Astronomical clock is St Mark's Square, Venice, installed by Gian Paulo and Gian Carlo Rainieri, between 1496 and 1499 AD.

Rys. 29. Zegar astronomiczny na placu św. Marka w Wenecji zainstalowany przez Giana Paula i Giana Carla Rainieriego między 1496 i 1499 rokiem.

Fig. 30a. The *Orloj*, the Town Hall astronomical in Prague, Czech Republic, installed 1410 AD.

Rys. 30a. *Orloj* – zegar astronomiczny z 1410 roku na praskim ratuszu, Czechy.

Fig. 30b. Close up of the Prague Orloj. The outer ring with the Arabic numerals shows 'Ancient Bohemian' and medieval Lesser Polish time and the inner Roman numerals German (modern) time.

Rys. 30b. Zbliżenie praskiego Orloja. Zewnętrzny pierścień z cyframi arabskimi pokazuje dawny czeski i średniowieczny małopolski czas, a cyfry rzymskie pokazują niemiecki czas.

Fig. 31. Wall painting at Mogiła cloister, 16th century.
Rys. 31. Dekoracja malarska w krużgankach klasztoru w Mogile, XVI wiek.

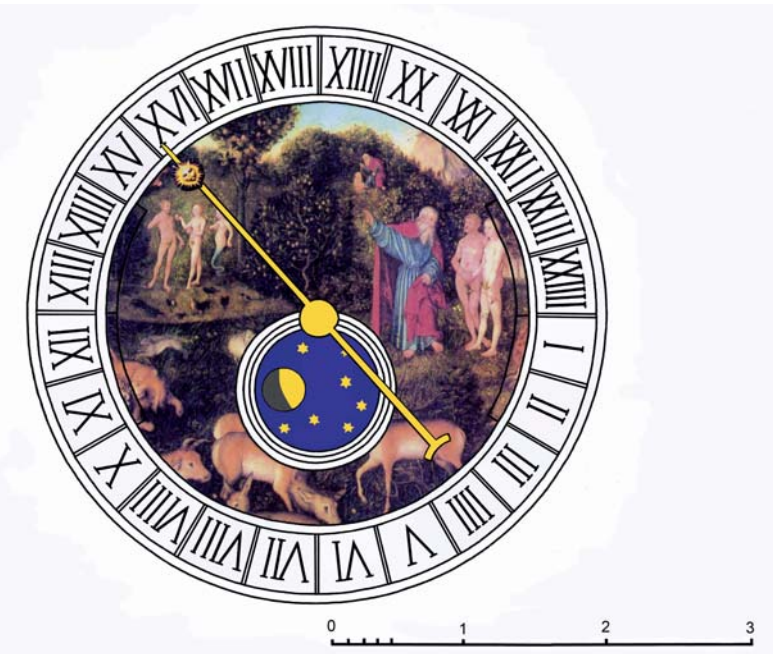


Fig. 32. Possible reconstruction of the Italian dial used at Mogiła Monastery. The interior painting is purely an indication of a decorated dial centre. There is insufficient detail to suggest what this decoration was and it might have been much simpler and more stylised. The scales within the decorated dial plate are shown as black lines only.

Rys. 32. Hipotetyczna rekonstrukcja włoskiej tarczy istniejącej w klasztorze w Mogile. Wewnętrzna dekoracja malarska jest jedynie wskazówką sugerującą, że centralna część tarczy była zdobiona. Istniejące ślady nie są wystarczające, aby stwierdzić, jaka dekoracja pokrywała tarczę. Mogła być znacznie prostsza lub bardziej stylizowana. Podziałka w obrębie dekorowanej płaszczyzny tarczy jest przedstawiona tylko jako czarne linie.

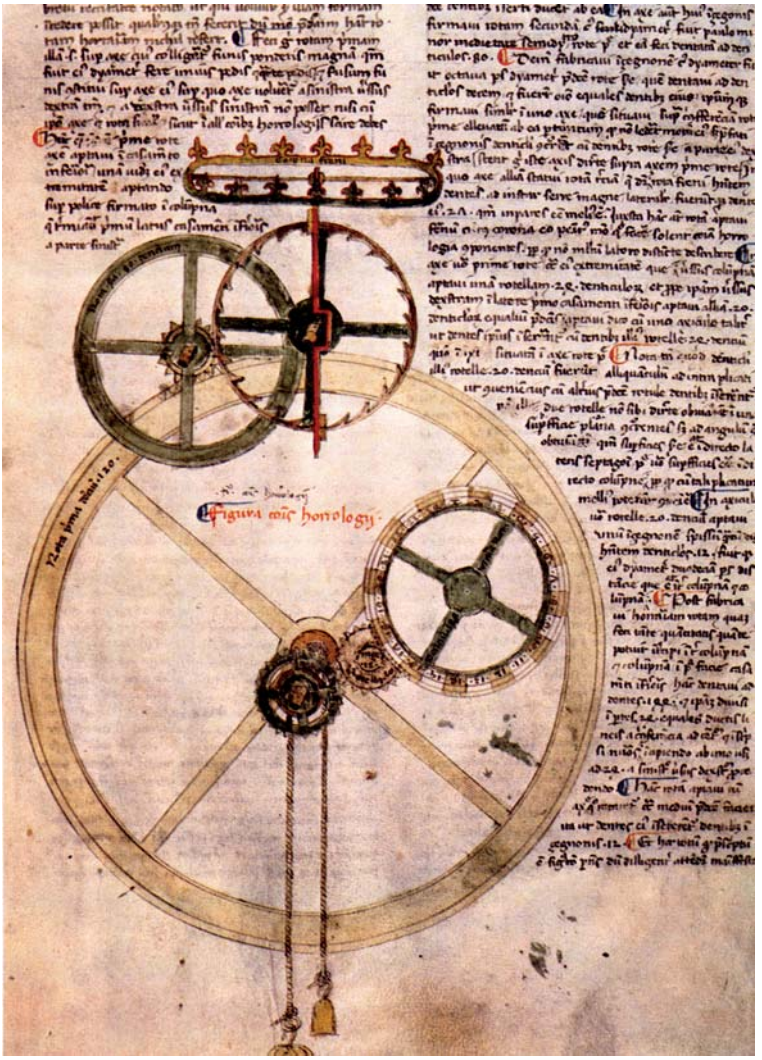


Fig. 33. Diagram of a mechanical verge and foliot escapement from '*Tractus Astarii*', written 1348–1364 in which Giovananni Dondi described his astronomical clock.

Rys. 33. Rysunek przedstawiający wychwyt wrzecionowy z kolebnikiem z *Tractus Astarii* pisanego w latach 1348–1364, w którym Giovanni Dondi opisuje swój zegar astronomiczny.

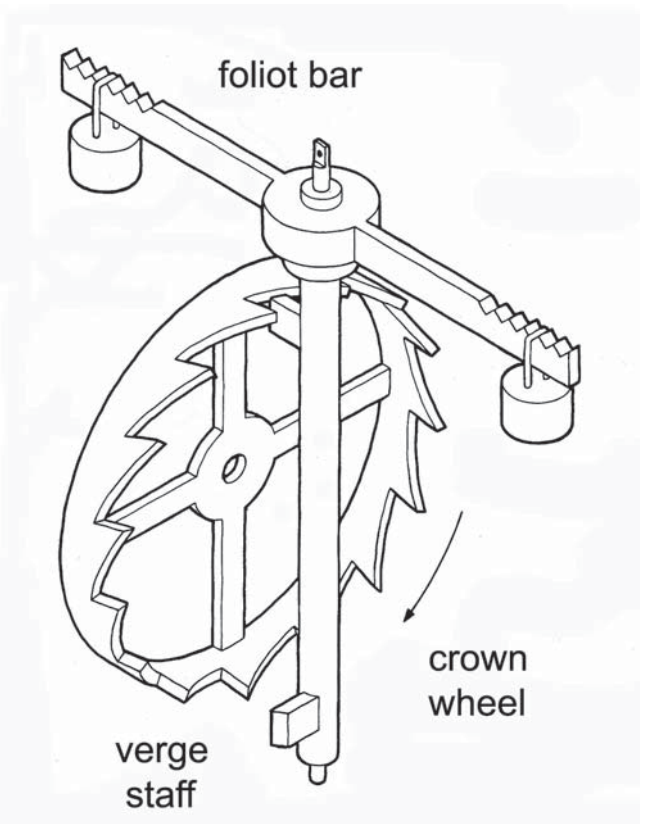


Fig. 34. Illustration of the workings of a verge and foliot mechanical escapement commonly used in turret (tower) clocks from the 14th to the 17th century. The foliot bar and verge staff are oscillated back and forth by the teeth of the crown wheel pushing at two paddles on the verge staff set at 90° to each other. The weights were used to regulate the speed of the oscillations. Moving the weights outwards slowed the clock down.

Rys. 34. Zasada działania mechanicznego wychwytu wrzecionowego z kolebnikiem, powszechnie używanego w zegarach wieżowych od XIV do XVII wieku. Kolebnik oraz pionowa oś poruszane są w tył i przód przez zęby „koła koronowego" naciskającego na dwie palety pionowej osi ustawione względem siebie pod kątem 90 stopni. Do regulacji tempa oscylacji używano ciężarków. Przesuwanie ciężarków ku zewnętrznej stronie spowalniało chód zegara.

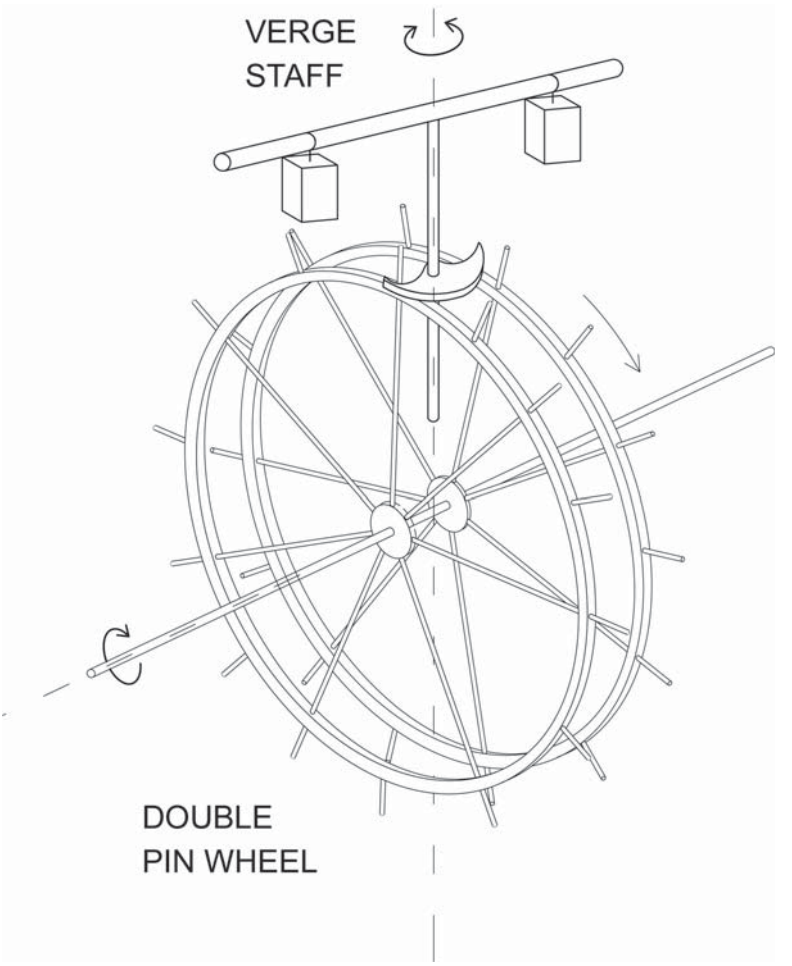


Fig. 35. The double pinwheel and verge used by Richard of Wallingford. The foliot oscillates like the verge foliot but is caught and moved by alternating pins on the pinwheels.

Rys. 35. Podwójne koło wychwytowe kołkowe z wrzecionem zastosowane przez Ryszarda z Wallingford. Kolebnik wychyla się jak w wychwycie wrzecionowym, ale jest zahaczany i poruszany przez naprzemienne kołki kół kołkowych.

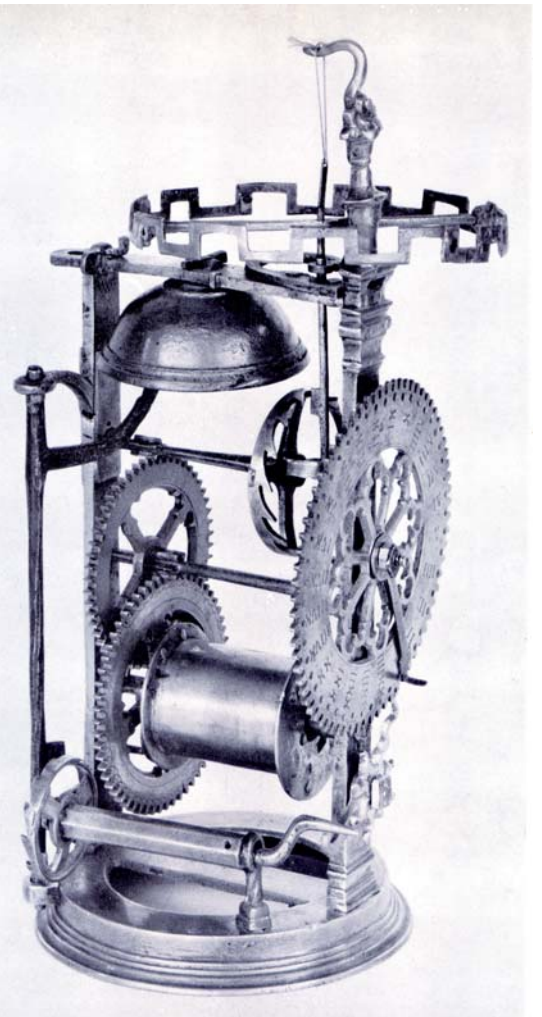


Fig. 36. Monastic Alarm Clock c.1450 AD. The peg is inserted into one of the holes that operate a trip for the alarm powered by the narrower of the two winding barrels.

Rys. 36. Klasztorny budzik, około 1450 r. Kołek umieszczony w jednym z otworów przesuwa się, aby aktywować alarm zasilany przez węższy z dwóch bębnów.

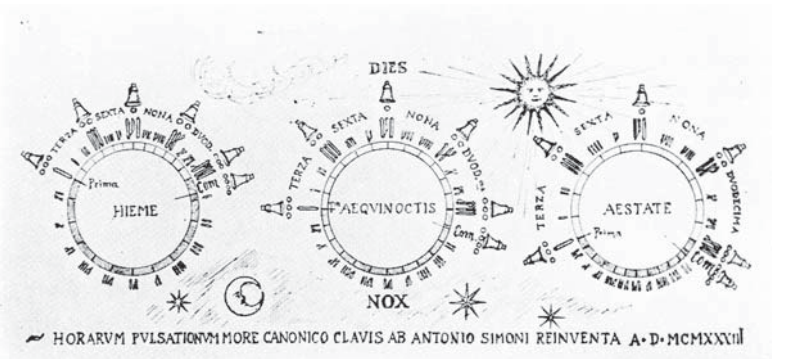


Fig. 37. Interpretation of Canonical hours system illustrating changes through the seasons.

Rys. 37. Interpretatcja systemu godzin kanonicznych przedstawiająca zmiany w zależności od pory roku.

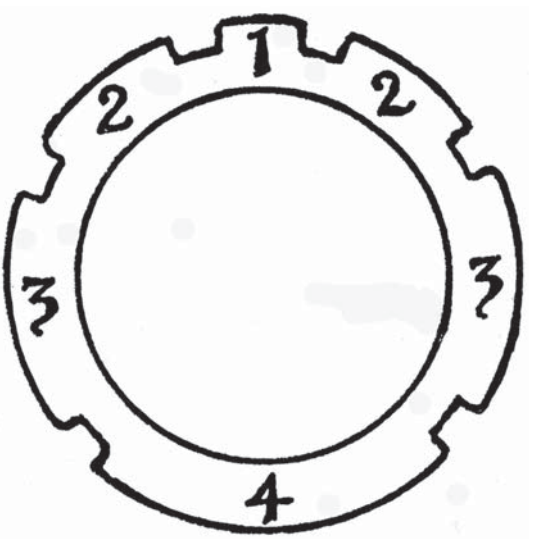


Fig. 38. Count wheel for Canonical hours. The numbers correlate with the number of strikes on the bell.

Rys. 38. Koło zapadowe dla wybijania godzin kanonicznych. Cyfry odpowiadają liczbie uderzeń zegara.

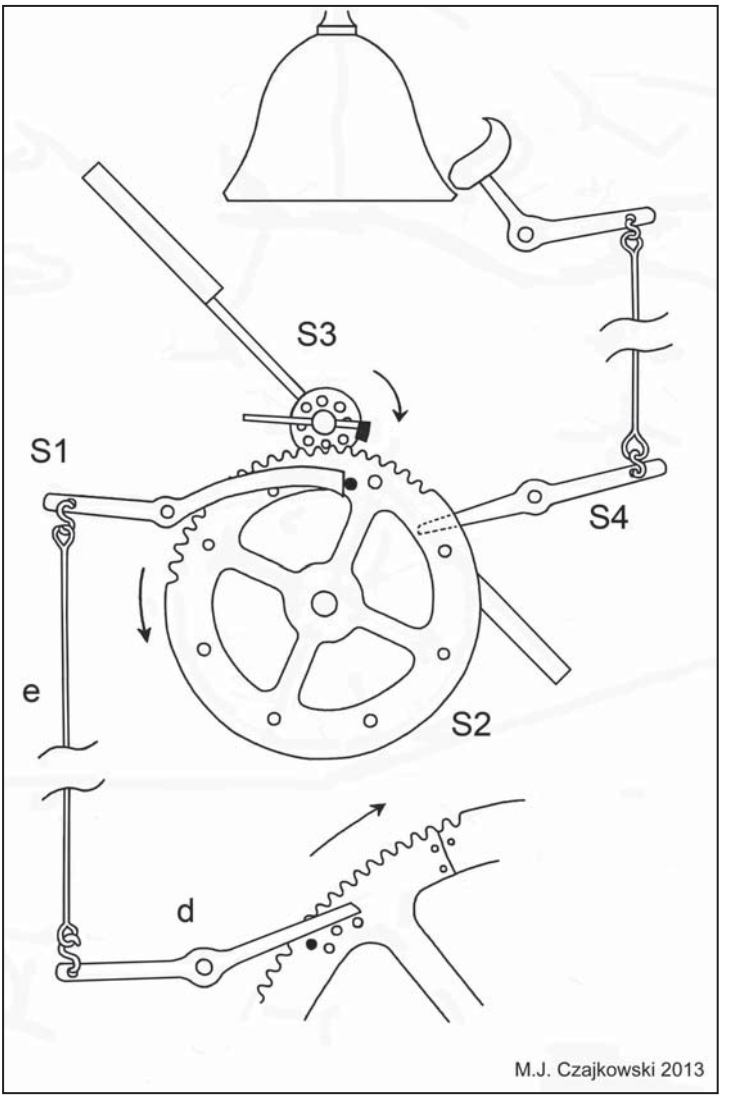


Fig. 39. Scheme showing a possible controlled striking eight times on a bell that could be set off at each Canonical hour by a waterwheel controlled clock. For details see text.

Rys. 39. Schemat mechanizmu pokazujący hipotetyczne ośmiokrotne uderzanie w dzwon, które mogło być uruchamiane o każdej tzw. godzinie kanonicznej przez zegar z kołem wodnym. Szczegółowy opis w tekście.

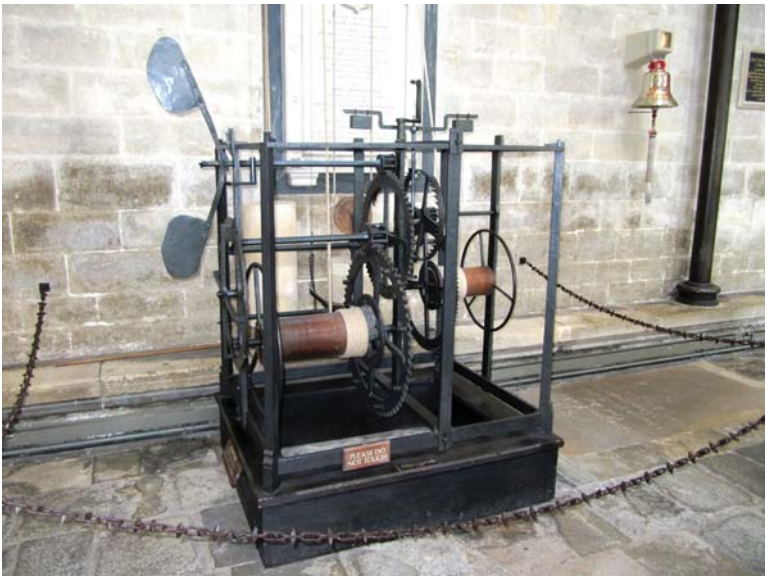


Fig. 40. The Salisbury clock movement, 1386 AD. The escapement has been reconstructed as it would have been originally after alterations in the 16th century and again in the 17th century when a pendulum was fitted.

Rys. 40. Mechanizm zegara w Salisbury, 1386 rok. Wychwyt został zrekonstruowany z uwzględnieniem zmian w XVI i XVII wieku, kiedy zainstalowano wahadło.

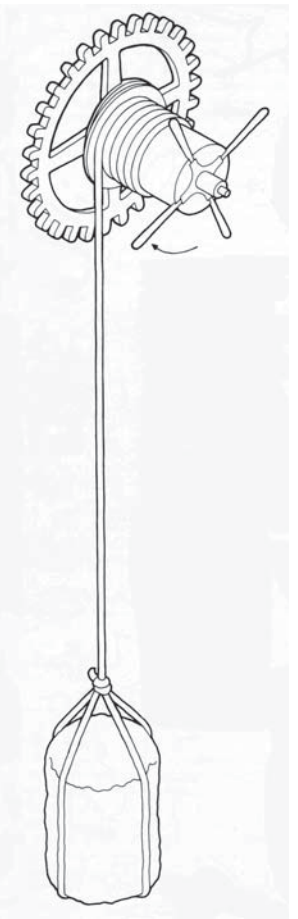


Fig. 41. Diagram of capstan winding.
Rys. 41. Rysunek przedstawiający nawinięcie na kabestan.

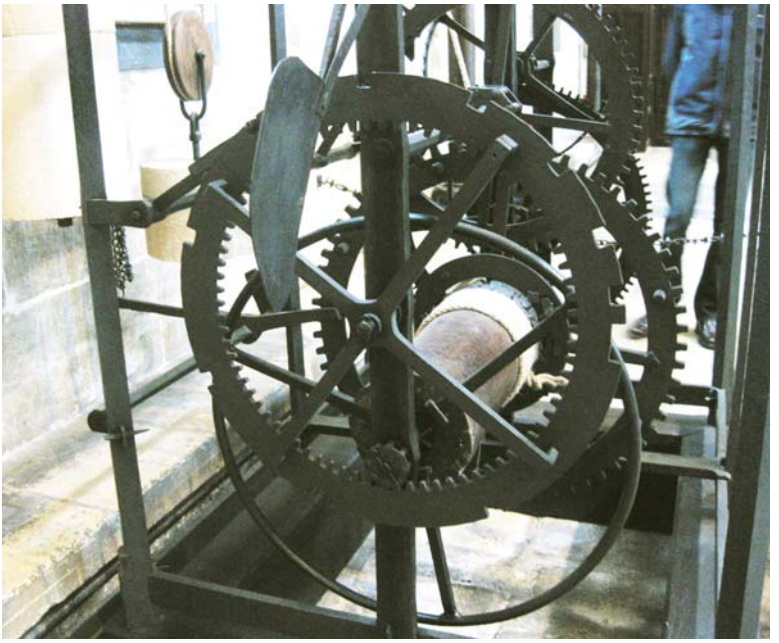


Fig. 42. Part of the Salisbury clock showing the notches on the 1 to 12 hour count wheel which controls the number of strikes per hour.

Rys. 42. Część zegara w Salisbury z widocznymi wycięciami służącymi do wybijania godzin od 1 do 12 na kole zapadowym, które reguluje liczbę uderzeń na godzinę.

Podziękowania

Autorzy książki serdecznie dziękują Ojcu Opatowi mogilskiego klasztoru Drowi Markowi Piotrowi Chojnackiemu OCist. oraz Ojcu Mateuszowi Kawie OCist. za szczerą gościnność oraz ułatwienie dostępu do tarczy zegara i do pomieszczeń klasztornych. Chcielibyśmy wyrazić również podziękowania dla angielskiego Antiquarian Horological Society za pomocne komentarze i umożliwienie reprodukcji wielu ilustracji, a także dla pań Aleksandry Grochal, prowadzącej zespół konserwatorów, oraz Haliny Rojkowskiej i Elżbiety Wyszyńskiej, inspektorów z Biura Miejskiego Konserwatora Zabytków w Krakowie za udostępnienie do reprodukcji rysunków i fotografii detali tarczy zegara, a dla pana Jana Jakuba Dreścika, starszego kustosza w Muzeum Narodowym w Krakowie, Zbiory Czartoryskich, rzeczoznawcy ds. zabytkowych zegarów, za konsultacje przy tłumaczeniu terminów technicznych.

Efekty naszej pracy byłyby bez wątpienia skromniejsze bez miłej i profesjonalnej pomocy Pani Redaktor Haliny Baszak Jaroń i całego zespołu redakcyjnego Oficyny Wydawniczej Krakowskiej Akademii im. Andrzeja Frycza Modrzewskiego.

Tomasz Węcławowicz

Klasztorny zespół oo. Cystersów w Mogile w wiekach XIII i XIV

Wprowadzenie

Wieś Mogiłę nadał mnichom cysterskim możny protektor, krakowski biskup Iwo z Końskich, z rodu Odrowążów, w roku 1222[1] (chociaż zapewne przybyli oni tam trzy lub cztery lata później). Od roku 1228 pojawiają się źródłach liczne nadania na rzecz klasztoru i ten rok właśnie przyjmuje się zwykle jako *terminus post qvem* dla rozpoczęcia prac budowlanych. *Terminus ante qvem* dla zasadniczego etapu budowy to moment konsekracji w roku 1266[2]. Ważnymi wydarzeniami w dziejach Małopolski były najazdy tatarskie. Daty 1241 i 1259 traktowane są hipotetycznie jako znaczące cezury dla wszelkich inwestycji. Źródła pisane nie referują jednak, czy i w jakim stopniu ówcześnie wznoszone kościoły i klasztory zostały zniszczone. Zachowane do dziś w pełnej wysokości mury niewielkich, wolnostojących kościołów romańskich w Krakowie, np. św. Wojciecha i św. Janów, które przetrwały napad bez większych uszkodzeń, dowodzą, że etapowanie budowli w oparciu o daty najazdów jest wątpliwe.

---

1 R. Grodecki, *Iwo*, [w:] *Polski słownik biograficzny*, X, Kraków 1963–1964.

2 Opracowanie źródeł do dziejów kościoła w: *Monografia Opactwa Cystersów we wsi Mogile opracowana... przez Towarzystwo Naukowe Krakowskie*, Kraków 1867, cz. II (dalej *Monografia* 1867).

Kalendarium początków cysterskiego zespołu klasztornego w Mogile jest poniekąd zbieżne z kalendarium zespołu dominikańskiego w nieodległym Krakowie. Łączy je biskupi patronat, a trzynastowieczna metryka budowy jest dokumentowana przede wszystkim źródłami materialnymi – murami o wątku wendyjskim. Niedawne badania ceramiki budowlanej prowadzone przez dra Wojciecha Głowę wykazały jednak całkowitą niezależność technologiczną i nawet odmienność tworzywa w tak specjalistycznych detalach jak trzynastowieczna ceramika posadzkowa pozyskana w trakcie prac wykopaliskowych w kościołach Cystersów i Dominikanów[3]. Zatem trzynastowieczny warsztat muratorski klasztornego zespołu w Mogile jawi się jako samodzielna *fabrica ecclesiae* i wymaga nowego spojrzenia badawczego[4].

Kościół cysterski w Mogile jest okazałą budowlą, niemal tak rozległą w planie jak wspomniany dominikański, chociaż znacznie niższą, gdyż zachował pierwotną, trzynastowieczną bryłę i wiele romańsko-gotyckich detali architektonicznych. Jest to bazylika trójnawowa o przęsłach rekonstruowanych w systemie wiązanym jako cztery podwójne, być może w głównej nawie nakrytych sklepieniami sześciodzielnymi, dziś niezachowanymi. Prezbiterium o dwu przęsłach prostokątnych, ujęte po bokach parami kaplic transeptowych, odróżnia się od rytmu ściśle kwadratowych przęseł transeptu i korpusu.

---

3 W. Głowa, *Pavimentum latere stratum. Typy i wzory średniowiecznej ceramiki posadzkowej w Krakowie*, Kraków–Warszawa 2012 (mps w Instytucie Archeologii i Etnologii PAN w Warszawie).

4 Badania cegieł gotyckich pozyskiwanych we Wrocławiu w trakcie powojennej odbudowy wykazały, iż wnioskowanie wyłącznie z ich wymiarów dla ustalenia datowania budowli może prowadzić do błędnych wyników (por. Z. Tomaszewski, *Badania cegły jako metoda pomocnicza przy datowaniu obiektów architektonicznych*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Wrocławskiej" 1955, 11 [Budownictwo nr 4]). W badaniach architektonicznych gotyckich budowli Krakowa prowadzonych w ostatnich dziesięcioleciach dostrzeżono jednak ogólną prawidłowość przemian wielkości od wieku XIII do końca XV.

Artykulacja ścian jest bardziej jednolita. Tworzą ją pilastry z półkolumnami, podpierające gurty. Attyckie bazy półkolumn ozdobione są żabkami o owalnych kształtach. Na niektórych, zwłaszcza przy filarach międzynawowych, zachował się rytowany ornament geometryczno-roślinny. Kapitele prezentują dwa typy, odmienne stylowo, a najpewniej też warsztatowo i chronologicznie. W prezbiterium, kaplicach, wschodnich narożach transeptu są płaskorzeźbione ornamentem roślinnym, a w pozostałych partiach są gładkie – redukcyjne, kielichowo-blokowe.

Wśród elewacji zewnętrznych zwraca uwagę kompozycja elewacji wschodniej – trójosiowa, z triadą okien rozdzielonych smukłymi kolumienkami i lizenami. Okno środkowe zwieńczone jest okulusem. W elewacjach zewnętrznych najbardziej charakterystycznym motywem jest ukształtowany z cegieł fryz z przenikających się półkolistych arkadek, górą zwieńczony warstwą główek układanych tzw. rębem skośnym. Taki fryz obramia trójkątne szczyty prezbiterium i transeptu i przebiega pod gzymsem wszystkich ścian we wschodniej części, łącznie z kaplicami.

W dwóch zespołach klasztornych Krakowa – oo. Franciszkanów i pp. Norbertanek – można zauważyć motywy dekoracji ceramicznej tożsame z mogilskimi. Fryz z przenikających się półkolistych arkadek obiega trójkątny szczyt aneksu przy prezbiterium kościoła franciszkanów, a w klasztorze norbertanek krótki odcinek takiego fryzu zachował się na wielokrotnie przebudowanej elewacji północnej. Natomiast dekoracyjne detale ceramiczne dominikańskiego prezbiterium, pomimo podobnego zarysu fryzu przenikających się arkadek są odmienne. Zarówno ich szczegóły z lilijkami i perełkowaniem, jak i technika plakiet ceramicznych wstawianych w lico, wskazują na proweniencję wzoru i warsztatu odrębną od dekoracji znanych z Mogiły. Przy tym dominikańskie motywy nie powtarzają się w innych budowlach Krakowa, lecz w innych, odległych kościołach tego zakonu, w Poznaniu, Wrocławiu i Głogowie.

Swoista popularność motywów mogilskiego warsztatu w Krakowie zasługuje na szerszą analizę. Tożsamość arkadkowych fryzów skłoniła swego czasu niektórych badaczy do postawienia hipotez

o bliskich relacjach krakowskiego kościoła franciszkanów z cysterskim w Mogile nie tylko pod względem warsztatu, ale nawet architektonicznego typu[5]. Jednakże owe proste podobieństwa kryją w sobie znacznie bardziej złożone powiązania i zależności od odległych topograficznie wzorów warsztatowych.

Stan badań

Obszerna i najpełniejsza merytorycznie do dziś monografia, jednego z najstarszych przecież kościołów Krakowa, została wydana przed blisko stu pięćdziesięciu laty![6] Trzydzieści lat później, w samym końcu wieku XIX Władysław Łuszczkiewicz ponownie, a wkrótce i Stanisław Tomkowicz, zwięźle omówili kościół i klasztor[7].

Uwaga pierwszych badaczy architektury mogilskiego zespołu skupiała się przede wszystkim na precyzowaniu czasu budowy. Władysław Łuszczkiewicz (1867) przypisywał inicjatywę fundacji i budowę całego kościoła wspomnianemu krakowskiemu ordynariuszowi diecezjalnemu Iwonowi. Teza ta nie jest trafna, ponieważ biskup zmarł w roku 1229, a ówcześnie czas budowy kościoła tej wielkości musiał wynosić co najmniej ćwierć wieku. Data konsekracji – 1266 – sugeruje, że w tymże roku kościół musiał już pełnić swoją funkcję, chociaż, jak wiadomo, do wieku XIV nie posiadał sklepień w nawach. W tym kontekście zastanawiająca jest jednak uwaga w bulli papieskiej z roku 1253, określająca klasztorny kościół jako dawny (*quam squalida vetustas obruerant, in statum erigit per fabricam ope-*

[5] P. Pencakowski, *Średniowieczna architektura kościoła OO. Franciszkanów w Krakowie*, „Rocznik Krakowski" 1990, LVI; S. Pasiciel, *Kościół franciszkański w Krakowie w XIII wieku*, „Rocznik Krakowski" 2002, LXVIII.

[6] *Monografia* 1867. Dla niniejszych rozważań istotny jest tam przede wszystkim obszerny rozdział Władysława Łuszczkiewicza pt. *Część artystyczna monografii Mogiły*.

[7] W. Łuszczkiewicz, *Wieś Mogiła przy Krakowie, jej klasztor cysterski, kościółek farny i kopiec Wandy*, Kraków 1899 (Biblioteka Krakowska 10); S. Tomkowicz, *Powiat krakowski*, „Teka Grona Konserwatorów Galicji Zachodniej" 1906, II, s. 1–318, 365–367 (o klasztorze w Mogile por. s. 140–153).

ris sumptuosi...). Można zatem przypuszczać, że budowę rozpoczęto względnie wcześnie i kontynuowano ją małymi etapami do konsekracji w roku 1266[8].

Głównymi przesłankami do stawiania hipotez były zatem źródła pisane. Źródła materialne – detale architektoniczne, mury świątyni i zabudowań klasztornych – wykorzystywano w niewielkim stopniu. Tekst w *Katalogu zabytków sztuki w Polsce*, opracowany (po kolejnym półwieczu) dla Instytutu Sztuki Akademii Nauk przez Józefa Lepiarczyka, zadziwia błędami historycznymi i rozpoznania stylowego[9]. Zwraca uwagę pominięcie opisanej już przecież przez Długosza czternastowiecznej fazy budowy kościoła[10] i w konsekwencji błędne datowanie sklepień naw bocznych i niektórych płaskorzeźbionych zworników.

Dopiero dwadzieścia lat temu prof. Ewa Łużyniecka przeprowadziła pierwsze rozpoznanie badawcze murów kościoła i klasztoru w Mogile[11]. Prace nie były łatwe, jak w każdym zresztą obiekcie czynnym i odnowionym. Odkrywki badawcze były z konieczności ograniczone. Ta pierwsza próba odczytania mogilskiego palimpsestu zasługuje na uwagę, mimo że niektóre z jej rezultatów były

---

8 *Monografia* 1867, cz. II, s. 19–21.

9 J. Lepiarczyk, *Mogiła*, [w:] *Katalog zabytków sztuki w Polsce*, t. I: *Województwo krakowskie*, z. 6: *Powiat krakowski*, Warszawa 1951, s. 14–20.

10 Tłumaczenie *Roczników Długosza* ukazało się niemal 90 lat przed opracowaniem tekstu *Katalogu zabytków*: *Jana Długosza kanonika krakowskiego dziejów polskich ksiąg dwanaście*, t. III, ks. IX, Kraków 1868, s. 227: 1350 KAZIMIERZ KRÓL DOKOŃCZA BUDOWY KLASZTORU W MOGILE, POCZĘTEJ PRZEZ IWONA BISKUPA KRAKOWSKIEGO – „Tegoż roku Kazimierz król Polski, osobliwszą wiedziony pobożnością, i wielce nad tem bolejący, że klasztor zakonu Cystersów w Mogile pod Krakowem, od swego założyciela Iwona z Końskich biskupa krakowskiego poczęty, nie był dotychmiast wykończony, z wspaniałą i królewską hojnością wyprowadził mury rzeczonego klasztoru od strony południowej i z wierzchu je pokrył. Kościół także przyozdobił sklepieniem, poczynając od wieży kościelnej ze wschodu aż do końca ku zachodowi, i dał na niem poprzeczne łuki od północy i od południa".

11 E. Łużyniecka, *Architektura średniowiecznych klasztorów cysterskich filiacji lubiąskiej*, Wrocław 1995, s. 51–82, 150–170.

kontestowane, przede wszystkim przez Marcina Szymę[12]. Niemniej jednak Łużyniecka, jako pierwsza zwróciła uwagę na fazy budowy kościoła nigdy przedtem nieanalizowane, postawiła wiele tez, które będą w przyszłości prowokowały do ich weryfikacji, a także kilka nowych pytań, na które odpowiedzieć będzie można w następnych pracach badawczych.

Najważniejsza konkluzja ze źródłoznawczych rozważań Łuszczkiewicza, że budowę kościoła rozpoczęto krótko po fundacji, została zgodnie przyjęta zarówno przez Ewę Łużyniecką, jak i przez Marcina Szymę. Łużyniecka odnalazła jednak cezurę w nadarkadowej ścianie nawy głównej i uznała, iż w wieku XIII ukończono tylko trzy przęsła naw bocznych i półtora głównej, a pozostałe uzupełniono w wieku XIV[13]. Dodatkowym ważkim argumentem była dla niej zmiana wysokości cokołu południowej ściany kościoła, widoczna od strony krużganków[14]. Natomiast Szyma słusznie podkreślił, że nawy boczne do swych zachodnich krańców wzniesiono w wieku XIII, a uzupełnienia z połowy wieku XIV dotyczą tylko niektórych ich sklepień oraz murów nadarkadowych w zachodnich przęsłach nawy głównej[15]. Dlatego też później, w kolejnej publikacji Łużyniecka wprowadziła dodatkową fazę pośrednią, sugerując, iż nawy boczne przedłużono w tych samych romańsko-gotyckich formach około roku 1300 i przesklepiono je[16]. Zapewne kierowała się przy tym spo-

---

12 M. Szyma, *Architektura kościoła cystersów w Mogile w XIII i XIV wieku. Fazy budowy i ich datowanie,* „Wiadomości Konserwatorskie Województwa Krakowskiego" 1997, 7, s. 141–162. Por. także: R. Kaczmarek, J. Strzelczyk, A. Wyrwa, *Monasticon cistreciense Poloniae*, t. II, Poznań 1999, s. 107–109; M. Bober, *Architektura przedromańska i romańska w Krakowie. Badania i interpretacje*, Rzeszów 2008, s. 152–159.

13 E. Łużyniecka, *Architektura średniowiecznych*, *op. cit.*, m.in. s. 76–77.

14 *Ibidem*, s. 54. Autorka omyłkowo podała, iż wschodni odcinek cokołu jest wyższy, a zachodni niższy. W rzeczywistości jest odwrotnie.

15 M. Szyma, *op. cit.*, s. 152–153.

16 E. Łużyniecka, *Architektura klasztorów cysterskich, filie lubiąskie i inne cenobia śląskie*, Wrocław 2002, s. 112. Natomiast Świechowski datuje przęsła zachodnie naw bocznych na ostatnią tercję wieku XIII (Z. Świechowski, *Katalog architektury romańskiej w Polsce*, Warszawa 2009, s. 307 i 309).

strzeżeniem Marcina Szymy, który bardziej archaiczne profile żeber, widoczne tylko w nawie południowej, powiązał z hipotetyczną fundacją biskupa Jana Muskaty, protektora zakonu i benefaktora klasztoru, pochowanego zresztą w prezbiterium mogilskiego kościoła w roku 1320[17]. Badania autora z roku 2008 wykazały, że ów cokół to jedynie estetyzująca ciosowa okładzina muru fundamentowego z łamanego kamienia, natomiast wątek ceglany na całej długości ściany nawy bocznej jest jednorodny[18]. Okładzina „cokołu" wykonana jest z popielatego, drobnoziarnistego piaskowca, podobnego do użytego w rekonstrukcji wielu detali architektonicznych w krużgankach w roku 1911. Różnice w wysokości osłoniętych płytami piaskowca partii fundamentowego muru z łamanego kamienia mają zapewne swą przyczynę w pierwotnym ukształtowaniu terenu. Kościół klasztorny jest bowiem wzniesiony na stoku opadającym łagodnie z zachodu na wschód. Ów pierwotny układ terenu jest do dziś czytelny w budynkach klasztornych. Przyziemie skrzydła wschodniego jest na poziomie o około metr niższym niż przyziemie skrzydła zachodniego, a posadzka refektarza w skrzydle południowym jest na poziomie pośrednim. Natomiast wewnątrz kościoła różnice poziomów otoczenia wyrównano dość wcześnie. Cokoły filarów międzynawowych wzajemnie różnią się nieco wysokością, ale ich imposty są na jednym poziomie. Podział naw bocznych na dwie fazy nie ma żadnego uzasadnienia w źródłach materialnych ani w pisanych.

Prowadzone od roku 2012 prace konserwatorskie w prezbiterium i w transepcie przy polichromii Stanisława Samostrzelnika umożliwiły autorowi dostęp do ścian i dokonanie obserwacji badawczych[19]. Rozpoznanie wątków ceglanych i analiza detali kamie-

17 M. Szyma, *op. cit.*, s. 153.

18 T. Węcławowicz, *Rezultaty prac konserwatorskich prowadzonych w krużgankach klasztoru mogilskiego w latach 2006–2008*, część II, „Cistercium Mater Nostra" 2009, III, s. 51–56, 61–62.

19 Prace konserwatorskie były i są nadal prowadzone przez firmę konserwatorską Alicji i Eugeniusza Grochalów pod kierunkiem prof. Władysława Zalewskiego. (Dokumentacja jest sukcesywnie przekazywana do Archiwum Miejskiego Konserwatora Zabytków i Archiwum Klasztornego). Autor miał możliwość uczestniczyć w tych pracach jako konsultant.

niarki pozwoliły na skorygowanie stanu wiedzy o fazach budowy, a zwłaszcza o proweniencji muratorów wznoszących klasztorny kościół w Mogile.

Analizy porównawcze w celu wskazania genezy detalu i proweniencji warsztatu zostały w istocie ledwie zasugerowane przez dotychczasowych badaczy. Łuszczkiewicz domyślał się proweniencji śląskiej i w dalszej perspektywie – saskiej, opierając się na przesłankach czysto historycznych, czyli lubiąskiej filiacji klasztoru mogilskiego i lubiąskiego klasztoru z saskiej Schulpforty[20]. Problemem był brak źródeł materialnych i tym samym materiału porównawczego, albowiem zarówno kościół w Lubiążu, jak i w Schulpforcie prezentują późniejsze fazy budowy, a wtedy jeszcze nie przeprowadzono tam badań architektoniczno-wykopaliskowych. Pomimo tego ślad śląsko-saski, nawet ze wskazaniem bezpośredniej inspiracji warsztatowej z klasztornego kościoła w Trzebnicy, został zaaprobowany przez późniejszych badaczy[21]. Od przeszło stu lat *communis opinio* badaczy skłania się zatem do sugestii o saskich i śląskich wzorach dla mogilskiego kościoła, kierując się lubiąską filiacją tegoż klasztoru. Bezpośrednim wzorem, czy też ogniwem pośrednim, miałby być kościół klasztorny cysterek w Trzebnicy. Owa przeszło stuletnia

[20] Łuszczkiewicz w: *Monografia* 1867, s. 60–61.

[21] J. Zachwatowicz, *Detale architektoniczne kościoła klasztornego w Mogile*, „Biuletyn Historii Sztuki i Kultury" 1934–1935, III, s. 79; Z. Świechowski, J. Zachwatowicz, *L'architecture cistercienne en Pologne et ses liens avec la France*, „Biuletyn Historii Sztuki" 1958, XX, z. 2, s. 139–173; J. Lepiarczyk, *Sztuka przedromańska i romańska. Architektura*, [w:] *Historia sztuki polskiej*, red. T. Dobrowolski, t. I, Kraków 1962, s. 76; Z. Świechowski, *Wczesne budownictwo ceglane w Polsce*, „Studia z Dziejów Rzemiosła i Przemysłu" 1961, 1, s. 171–175; *Dzieje budownictwa w Polsce według Oskara Sosnowskiego*, t. I: *Do połowy wieku XIII*, red. Z. Świechowski, J. Zachwatowicz, Warszawa 1964, s. 171; M. Kutzner, *Cysterska architektura na Śląsku w latach 1200–1300*, Toruń 1969, s. 29; J. Zachwatowicz, *Architektura*, [w:] *Sztuka polska przedromańska i romańska*, red. M. Walicki, t. I, Warszawa 1971, s. 176–178, 182–183; M. Pietrusińska, *Kraków, kościół franciszkanów pw. św. Franciszka*, [w:] *Sztuka polska przedromańska i romańska*, t. II: *Katalog i bibliografia zabytków*, red. M. Walicki, Warszawa 1971, s. 735; Z. Świechowski, *Sztuka romańska w Polsce*, Warszawa 1982, s. 259.

historiograficzna tradycja wzbudziła jednak swego czasu uzasadnione wątpliwości Ewy Łużynieckiej. Dostrzegając zróżnicowanie detali we wczesnym okresie budowy kościoła w Mogile i tym samym rozbieżności w potencjalnym materiale porównawczym, kompromisowo wyróżniła dwie, orientacyjne fazy. Wcześniej, „do połowy wieku XIII inspiracją była prawdopodobnie architektura współczesnych opactw małopolskich, później zaś śląska świątynia Cysterek w Trzebnicy"[22].

Wątpliwości owe były zasadne. Jednakże teza o zależności Mogiły od pozostałych cysterskich kościołów małopolskich, których wzorem według znanej koncepcji Krystyny Białoskórskiej miałyby być kościoły Lacjum[23], jak i podtrzymane przekonanie o wpływach śląskich o proweniencji saskiej, a konkretnie kościoła w Trzebnicy, nie wyczerpują podstawowych porównań z cechami warsztatu mogilskiego. Podział realizacji na dwie umowne fazy nie jest trafnym kompromisem.

Odmienną koncepcję porównawczą przyjęła Krystyna Białoskórska i wskazała na możliwość sprowadzenia do Mogiły zakonnego warsztatu również z Lacjum, z klasztoru w Casamari[24]. Wkrótce

[22] E. Łużyniecka, *Architektura średniowiecznych*, *op. cit.*, s. 154. Teza ta została powtórzona przez Roberta Kunkla w podręczniku: *Dzieje architektury polskiej*, Kraków, b.r. (Wyd. Kluszczyński), s. 46.

[23] K. Białoskórska, *Problem relacji polsko-włoskich w XIII wieku – zagadnienie mecenatu biskupa Iwona Odrowąża i małopolskich opactw cysterskich*, „Sprawozdania z Posiedzeń Komisji Oddziału PAN w Krakowie" 1963, VII; eadem, *Polish Cistrercian Architecture and its Contacts with Italy*, „Gesta. Journal of the International Center of Medieval Art" 1965, 4.

[24] Kościół mogilski miałby być syntezą budownictwa lombardzkiego i modelu realizowanego w Casamari. Por. K. Białoskórska, *Problem relacji*, *op. cit.*, s. 256–257. Szerszy kontekst historyczny fundacji klasztoru w Mogile i poszerzenie porównań o kościoły w Fossanova i San Galgano w: K. Białoskórska, *Polish Cistrercian*, *op. cit.*, s. 17. Tezę Białoskórskiej na równi z tezą „saską" referuje Pietrusińska, *op. cit.*, s. 735, a bezalternatywnie przyjmuje ją Dobrowolski, *Sztuka polska*, Kraków 1974, s. 72. Później Białoskórska ponownie i znacznie szerzej opracowała tę problematykę w: K. Białoskórska, *Trzynastowieczna architektura kościoła opackiego w Mogile. Z badań nad pochodzeniem budowniczych*, [w:] *Magistro et amico amici discipuliqve. Lechowi Kalinowskiemu w osiemdziesięciolecie urodzin*, Kraków 2002, s. 197–234.

Teresa Mroczko ostrożnie i lakonicznie skorygowała ten pomysł sugerując „być może północnowłoskie pochodzenie architekta”[25]. Obie autorki opierały się także na przesłankach historycznych, albowiem w roku 1218 krakowski biskup Iwo Odrowąż i zarazem fundator mogilskiego klasztoru długo przebywał we Włoszech. Było zatem „dość prawdopodobne, że sprowadzenie dużej cysterskiej ekipy budowlanej do Polski wiązało się z [tym] pobytem”[26].

Pierwsze przykłady porównawcze podane przez Białoskórską nie były właściwe. W przeciwieństwie do Mogiły, bazyliki w Casamari, Fossanova i San Galgano są zbudowane z kamienia, a w ich przęsłach nawowych zastosowano tak zwane gotyckie przęsła przechodzące (*travée*). Tylko lombardzkie kościoły zachowują bardziej tradycyjny, romański system przęseł, zwany wiązanym, wykorzystany też w Mogile[27].

Kolejne, bardziej obszerne obserwacje poczynione przez Białoskórską, z prezentacją wielu kościołów północnowłoskich, były trafniejsze, a analizy bardziej wnikliwe. Zaskakujące jest, że nie zostały one zauważone przez innych badaczy. Jednakże nie każdy z przywołanych przez Białoskórską kościołów zasługuje w rozważaniach porównawczych na uwagę. Najważniejsze z nich są kościoły w Chiaravalle Milanese, Chiaravalle della Colomba, Cerreto (filia Chiaravalle Milanese), Morimondo, a w mniejszym stopniu Casanova[28]. Samo tworzywo ceglane jest tu jednak zawodną przesłanką porównawczą. Istotnie rozpowszechniło się w Lombardii już w okresie przedromańskim przy modyfikacji płaskiej cegły rzymskiej w cegłę prostopadłościenną, zwaną często właśnie

[25] T. Mroczko, *Polska sztuka przedromańska i romańska*, Warszawa 1978, s. 186–188.

[26] *Ibidem*, s. 188.

[27] W swym ostatnim artykule Białoskórska przypomina, iż system przęseł zwanych po polsku z niemieckiego „wiązanym” jest we Francji nazywany także „lombardzkim”; K. Białoskórska, *Trzynastowieczna architektura*, *op. cit.*, s. 211–212.

[28] Por. *ibidem*, *passim*.

lombardzką. W latach budowy kościoła w Mogile, czyli uwzględniając wszelkie kontrowersje datowania, generalnie w drugiej i trzeciej ćwierci wieku XIII, ceramika budowlana w Europie Środkowej stawała się coraz bardziej znana, a wpływy warsztatowe pojawiały się z wielu kierunków.

Zatem wątek ceglany nie daje jednak podstaw do utwierdzenia proweniencji śląskiej czy lombardzkiej. Rozstrzygające będzie dopiero wskazanie wyjątkowych cech, właściwych dla konkretnej realizacji warsztatowej. Takimi w Mogile są na pewno:

- fryz w zwieńczeniu ceglanych ścian złożony z ceramicznych półkolistych arkadek, które przenikając się, tworzą ornament zwielokrotnionych ostrych łuków, a wyżej uzupełniony jest on warstwą cegieł układanych „rębem skośnym". Fryz ten obramia także trójkątne szczyty ścian prezbiterium i transeptu;
- służki sklepień, będące złożonymi formami półkolumn i pilastrów zachowane w prezbiterium i narożach transeptu, o bazach z żabkami w kształcie zbliżonym do szyszek pinii i kapitelach „kielichowo-blokowych"[29]. Podobne bazy i kapitele mają kolumienki przy elewacji wschodniej kościoła;
- filary międzynawowe o analogicznej wiązkowej strukturze z podobnymi bazami i kapitelami;
- unikatowe w naszej architekturze płaskorzeźbione rozety o zróżnicowanej geometrii, umieszczone w nasadach żeber sklepiennych w prezbiterium i na zwornikach[30].

Ponadto niedawne badania architektoniczne i wykopaliskowe wykazały relikty nieistniejących już dziś elementów architektury

[29] Określenie J. Rozpędowskiego m.in. w: J. Rozpędowski, *Opactwo pań cysterek w Trzebnicy*, [w:] *Historia i kultura cystersów w dawnej Polsce i ich europejskie związki*, red. J. Strzelczyk, Poznań 1987, wydaje się najbardziej trafne dla określenia tej redukcyjnej formy.

[30] J. Zachwatowicz, *Detale architektoniczne*, *op. cit.*, s. 74–75, interpretował je jako „znaki odpędzające złe duchy" (*sic!*). Później motywy te nazwano „specyficznie burgundzkim rysem podjętym przez cystersów w Polsce". Por. *Dzieje budownictwa w Polsce*, *op. cit.*, s. 185.

mogilskiego kościoła, które również są decydujące dla badań porównawczych i dlatego wymagają szerszego komentarza[31]. Są to:

- wieża na skrzyżowaniu naw. O jej dawniejszym istnieniu upewniają łuki odciążające, widoczne w murach wzniesionych nad żebrami jarzmowymi przęseł transeptu. Obecnie niczego już nie odciążają, gdyż nadbudowana na nich wieża została rozebrana w nieznanym czasie, najpewniej po pożarze w wieku XVIII. Wzniesiona została w wątku gotyckim[32] ponad trzynastowiecznym sklepieniem z otworem w kluczu, zatem była tam przewidziana od początku. Jan Długosz potwierdził tę lokalizację na skrzyżowaniu naw, pisząc, iż właśnie „od wieży" król Kazimierz rozpoczął budowę nowych sklepień w nawie[33]. Później „wieżę pośrodku kościoła" reperowano i wzmacniano metalowymi kotwami w roku 1505, a „dzwony"(!) wiszące na niej „dzwony" (!) były „mniej łatwe do zdjęcia", dlatego ostały się szwedzkim rabunkom w roku 1655[34]. Można zatem domyślać się, iż nie była to drewniana wieżyczka z jednym małym dzwonem sygnaturkowym, lecz murowana konstrukcja z kilkoma dzwonami, oraz że mogła ulec zniszczeniu dopiero w czasie wielkiego pożaru w wieku XVIII[35]. W dotychczasowych opracowaniach tylko Jan Zachwatowicz lakonicznie sugerował nadbudowę przęsła skrzyżo-

[31] W latach 2011–2012 w trakcie prac na placu przed kościołem autor prowadził nadzory badawcze, natomiast nadzór archeologiczny – mgr Emil Zaitz z Muzeum Archeologicznego w Krakowie. Rysunki dokumentacyjne reliktów wykonał zespół mgr inż. arch. Małgorzaty Leonowicz, która prowadziła nadzory projektowe.

[32] Wątek gotycki nadbudowy opisała E. Łużyniecka, *Architektura klasztorów*, *op. cit.*, s. 113, nie odnosząc się jednak wtedy do reliktów łuków odciążających, które zostały rozpoznane i opisane później w: T. Węcławowicz, *Cocto latere nobilitavit. O ceglanych murach kościołów średniowiecznego Krakowa*, Kraków 2013, s. 55, il. I.11b.

[33] Por. wyżej przyp. 9.

[34] *Monografia* 1867, s. 61, 125.

[35] Monumentalna wieża pośrodku kościoła oraz sygnaturka nad dormitorium są widoczne na znanej akwaforcie z roku 1657 przedstawiającej klasztor zajęty przez wojska cesarza Maksymiliana. Por. il. I.

wania „nawiązującą do budownictwa cystersów na Zachodzie”[36]. Jednakże architekturę kościoła w Mogile rozumiał jako „wypadkową francuskich i północnoniemieckich budowli”[37].

Istotnie wieże na skrzyżowaniu naw pojawiają się w kościołach cysterskich, zwłaszcza w wieku XII w monumentalnych kamiennych kościołach Anglii i Irlandii[38], we Francji znacznie rzadziej, a częściej w Italii. Dobrym i nieodległym przykładem porównawczym są podobne, lecz bardziej okazałe niż w Mogile, bo wychodzące ponad połaci dachowe relikty czworobocznej wieży w kościele klasztornym w Koprzywnicy. Tam również widoczne są łuki odciążające, które dziś przenoszą tylko ciężar późnobarokowej drewnianej sygnaturki[39].

- tzw. rajski przedsionek, czyli arkadowy portyk przed elewacją zachodnią, swą szerokością był równy trzem nawom, a jego głębokość w osi kościoła odpowiadała dokładnie długości przęsła naw bocznych. Nikłe relikty fundamentów – oba naroża i południowy fragment muru zachodniego – zostały odnalezione w trakcie prac przy nawierzchni placu przed kościołem w roku 2011[40].

W istocie w kościołach klauzurowych zakonów mniszych główne wejście do świątyni prowadziło z krużganków. Znane są co najmniej dwa cysterskie – w Eberbach i w Le Thoronet – gdzie nigdy nie zrealizowano okazałych portali zachodnich. Jednakże rajskie

36 J. Zachwatowicz, *Detale architektoniczne*, *op. cit.*, s. 75–76.

37 *Ibidem*, s. 79.

38 S. Harrison, *„I lift up mine eyes”. A Re-Evaluation of the Tower in Cistercian Architecture in Britain and Ireland,* [w:] *Perspective for an Architecture of Solitude. Essays on Cistercians, Art and Architecture in Honour of Peter Fergusson*, red. T.N. Kinder, Turnhout-Citeaux 2004, s. 125–135; M. Thurlby, *The Crossing of Fountains Abbey Church*, [w:] *Perspective for an Architecture of Solitude*, *op. cit.*, s. 137–146.

39 Por. opublikowane, choć nieskomentowane fotografie archiwalne i rysunki dokumentacyjne z czytelnymi łukami odciążającymi w: E. Łużyniecka, Z. Świechowski, R. Kunkel, *Architektura opactw cysterskich. Małopolskie filie Morimond*, Warszawa 2008, *passim*.

40 Por. dokumentację nadzorów archeologicznych Emila Zaitza w Archiwum Muzeum Archeologicznego w Krakowie i architektoniczne rysunki dokumentacyjne zespołu „Leonowicz Architekci” w Archiwum Klasztornym.

przedsionki, często wieloprzęsłowe, wywodzące się jeszcze z tradycji starochrześcijańskich atriów i przedromańskich narteksów, pojawiają się względnie często w romańskich i późnoromańskich zespołach klasztornych zarówno benedyktyńskich, jak i cysterskich, może najczęściej w Italii. W polskiej literaturze rajski przedsionek jest jednak traktowany jako motyw „czysto burgundzki"[41].

Fundamenty pod przedsionek założono razem z wytyczaniem całego kościoła. Nie jest istotne, czy zrealizowano go wraz z nawami bocznymi już w wieku XIII, czy dopiero wraz z nawą główną w wieku XIV. Władysław Łuszczkiewicz na podstawie płaskorzeźbionego widoku Mogiły na epitafium biskupa Iwona z roku 1618 w prezbiterium u krakowskich dominikanów oraz na podstawie archiwalnych pomiarów z roku 1625 przypuszczał, że nawy mogły być dłuższe o 14 łokci i występować przed skrzydło zachodnie klasztoru. Likwidację owego, jak uważał, zachodniego przęsła łączył z przebudową z roku 1780[42]. W istocie 14 łokci to wielkość zbyt mała na pełne przęsło nawowe, natomiast właściwa dla płytszego przedsionka. Zatem w rozważaniach porównawczych rajski przedsionek mogilskiego kościoła musi być brany pod uwagę.

Weryfikując porównawcze spostrzeżenia Krystyny Białoskórskiej i sugestie Teresy Mroczko, łatwo stwierdzić, iż najbardziej czytelna z wymienionych wyżej cech – fryzy z przenikających się arkadek – jest rozpowszechniona w Lombardii niemal jako cecha regionalna, a także poza Lombardią w kierunku południowo-wschodnim, nawet w dawnej Marchii Ankońskiej. Pojawia się od wieku X (m.in. na absydach kaplic kościoła San Lorenzo w Mediolanie) do przełomu wieków XIV i XV, zarówno na budynkach sakralnych, jak i świeckich (m.in. na fasadach kościołów w Lodi, na ścianach zamku Viscontich w Abbiategrasso) – nie jest zatem porównawczo decydująca. Natomiast kwerenda zabytkoznawcza wykazała, że wszystkie wymienione wyżej indywidualne cechy pojawiają się łącznie, choć w rozmaitym stopniu, tylko w niewielkiej grupie

[41] *Dzieje budownictwa w Polsce*, *op. cit.*, s. 171.

[42] *Monografia* 1867, s. 58–59.

wzajemnie bliskich warsztatowo kościołów cysterskich, wznoszonych od schyłku wieku XII do początku wieku XIII w ograniczonym rejonie, niezbyt odległym od Mediolanu. Są to wspomniane wyżej wskazane przez Białoskórską kościoły, przede wszystkim Chiaravalle Milanese, Chiaravalle della Colomba, Morimondo. Tę grupę warto jeszcze poszerzyć o kościoły w Viboldone i nieco dalej na południowy wschód położony klasztor Santa Maria in Castagnola (filia Chiaravalle Milanese) koło miejscowości Chiaravalle w dawnej Marchii Ankońskiej[43]. Zwłaszcza oba sławne, monumentalne kościoły klasztorne o nazwie tożsamej z Clairvaux, gdyż były zakładane w obecności św. Bernarda, są znakomitymi przykładami wzorów warsztatowych wykorzystanych w Mogile. Wzniesione są niemal wyłącznie z cegły, w wątku wendyjskim, a ich modele przestrzenne również stanowią dobre wzory dla mogilskiego kościoła. Są to bowiem bazyliki o systemie wiązanym – wbrew utrwalonym w naszej literaturze poglądom niebędącym tylko specjalnością saską. Ich nawy poprzedzone są tzw. rajskim przedsionkiem, a jak było wyżej powiedziane, niedawne badania archeologiczne na placu przed kościołem w Mogile odsłoniły relikty fundamentów takiego samego założenia.

Niemal wszystkie wymienione kościoły mają wieże ponad skrzyżowaniem naw. Każda ma dziś nieco odmienny kształt wynikający z kolejnych, lecz jeszcze średniowiecznych faz budowy. Ich funkcja była istotna – tam znajdowały się dzwony uruchamiane w czasie modlitw kanonicznych. Tak też i dzisiaj funkcjonują te dzwonnice, gdzie Cystersi przetrwali. Relikty dzwonnicy na mogilskim strychu

[43] Spośród wielu opracowań por.: P. Angelo, M. Cassin, *L'abbazia di Chiaravalle*, Milano 1979; AA.,VV., *Chiaravalle. Arte e storia di un'abbazia cistercense*, Milano 1992; M. Incerti, *Il disegno della luce nell'architectura cistercense*, Firenze 1999; A. Cherubini, *Arte medievale nella Vallesina*, Effeci 2001; M.T. Donati, T. Tibiletti, *L'abbazia di Chiaravalle*, Milano 2010, a zwłaszcza R. Cassanelli, M.G. Balzarini, E. Rurali, *Lombardia gotica*, Milano 2002. Jednakże należy pamiętać, iż w wielu kościołach Lombardii detale architektoniczne zostały zrekonstruowane, kiedy Cystersi powrócili tam w połowie wieku XX.

w przęśle transeptowym są czytelnym odwzorowaniem tego częstego w Lombardii rozwiązania.

Znaczące są również podobieństwa detalu kamieniarki. Bazy z żabkami w kształcie szyszek pinii są częstym motywem w architekturze dolnej Lombardii i widoczne są także w wersji ceramicznej(!) lub kamiennej w bazach półkolumn przyściennych i kolumienek arkad krużganka we wspomnianych czterech cysterskich kościołach[44]. Przeprowadzone porównanie wiązki profilowań filara z półkolumnami z Mogiły, zbliżonej układem i nawet wymiarami do podpór z Chiaravalle Milanese czy Chiaravalle di Colomba, jednoznacznie potwierdza zależności warsztatowe. Ponadto owe unikatowe płaskorzeźbione rozety, widoczne na nasadach mogilskich żeber, mają jak się okazało swoje wzory w tożsamej ornamentyce wsporników sklepiennych w krużgankach klasztornych w Chiaravalle Milanese[45].

Jak się zatem okazało, porównawcze sugestie wysuwane w dotychczasowych publikacjach o zespole klasztornym w Mogile opierały się bardziej na intuicji lub na zabytkoznawczej erudycji badaczy niż na realnych źródłach materialnych i w rezultacie okazały się zawodne. Teza Łuszczkiewicza, który w ślad za lubiąską filiacją mogilskiego konwentu domyślał się również śląsko-saskiej proweniencji architektonicznej, utrwaliła się na półtora stulecia. Kolejne propozycje, bo przecież nie analizy porównawcze, zbyt rygorystycznie optowały za kierunkami bądź zachodnim, bądź południowym i nie uwzględniały uniwersalizmu zakonnej architektury[46], jej swoistych, obiegowych „wypowiedzi retorycznych"[47]. Architektoniczne moty-

[44] Uwzględniając wyłącznie detale pierwotne, nie rekonstruowane.

[45] W rekonstruowanych pół wieku temu sklepieniach tych krużganków zachowało się kilka wsporników oryginalnych, a ponadto rozetowe motywy skomponowane z przenikających się okręgów widoczne są na zachowanych fragmentach pierwotnej natynkowej dekoracji malarskiej w klasztorze Chiaravalle Milanese, m.in. w kaplicy nowicjatu.

[46] Na uniwersalizm architektury zakonnej zwracał swego czasu uwagę co najmniej dwukrotnie Jan Zachwatowicz (J. Zachwatowicz, *Detale architektoniczne*, *op. cit.*, s. 79; idem, *Architektura*, *op. cit.*, s. 182–183).

[47] O cysterskiej retoryce architektonicznej por. ostatnio m.in. A. Gajewski, *Le Relecq, ancienne église abbatialle. Entre rhétorique cistercienne et tradition*

wy, m.in. tworzywo ceglane, system wiązany, zachodni przedsionek, traktowane były błędnie jako wyraźnie regionalne: śląskie, saskie, burgundzkie lub włoskie.

Jednakże fryzy arkadkowe charakterystyczne dla odległej Lombardii pojawiają się co najmniej dwukrotnie na Śląsku w kolegiacie Najśw. Panny Marii w Głogowie[48] i przede wszystkim w kościele Cysterek w Trzebnicy[49]. Dwa kolejne, niewielkie kościoły Najśw. Marii Panny w Środzie Śląskiej oraz Św. Idziego na wrocławskim Ostrowie Tumskim nie były nigdy przywoływane w tym kontekście; ten ostatni być może ze względu na duże zniszczenia wojenne i daleko idącą rekonstrukcję[50]. Należy zatem rozpatrzyć, jaka jest ich relacja z mniej odległym klasztornym kościołem w Mogile. Podnoszone stale w dawniejszej literaturze podobieństwa Mogiły do Trzebnicy dopiero niedawno omówiła krytycznie Krystyna Białoskórska. Jednym z argumentów owego podobieństwa miałyby być sześciodzielne sklepienia nawy głównej, ale sklepień nawy nie zrealizowano w Mogile w wieku XIII, lecz dopiero z fundacji Kazimierza Wielkiego[51].

W istocie zatem, poza obiegowym w Lombardii motywem fryzu z ceglanych ostrołukowych arkadek oraz kapitelami „kielichowo-

locale, "Congrès Archéologique de France. Finistère" 2007 (2009), 167, s. 177–182; T. Węcławowicz, *Cistercian Architecture and Rhetoric. A Preliminary Study*, "Cistercium Mater Nostra" 2011, V, s. 25–35.

48 *Głogów średniowieczny do końca XIII wieku. Osadnictwo, architektura*, red. T. Kozaczewski, H. Kozaczewska-Golasz, Głogów 2006; Z. Świechowski, *Katalog architektury*, *op. cit.*, s. 80–84 – tamże starsza literatura.

49 Po barokizacji kościoła pierwotny odcinek fryzu zachował się dobrze pod gzymsem prezbiterium, na strychu nad kaplicą św. Jadwigi. Por. J. Rozpędowski, *op. cit.*, s. 276. Por. też E. Łużyniecka, *Architektura klasztorów*, *op. cit.*, s. 89–107, 195–277; Z. Świechowski, *Katalog architektury*, *op. cit.*, s. 530–548 – tamże starsza literatura.

50 Z. Świechowski, *Katalog architektury*, *op. cit.*, s. 633–637.

51 K. Białoskórska błędnie twierdzi, iż w Mogile nie ma charakterystycznej dla systemu wiązanego alternacji filarów międzynawowych – naprzemiennie „silnych" i „słabych". Istotnie, od strony nawy głównej filary są ujednolicone barokowymi pilastrami, lecz od strony naw bocznych, gdzie pierwotna artykulacja detalu dobrze się zachowała, owa alternacja jest czytelna i konsekwentna. Por. K. Białoskórska, *Trzynastowieczna architektura*, *op. cit.*, s. 208.

-blokowymi" niektórych pilastrów, brak jest wspólnych cech warsztatowych uzasadniających tezy o obecności warsztatu trzebnickiego w Krakowie. Należy także zwrócić uwagę, iż nawet zestawione przez Białoskórską względne podobieństwo ostrołukowych arkadowań jarzmowych w nawach bocznych w Trzebnicy i w Mogile jest koincydentalne[52]. Dzieli je przecież niemal sto lat.

Klasztorny zespół w Trzebnicy ulegał w ciągu dziejów wielu przemianom. Przedstawiona ostatnio przez Ewę Łużyniecką rekonstrukcja tamtejszego kościoła, łącząca w sobie dawniejsze sugestie Rozpędowskiego, Zinklera i jej własne, wykazuje nietypowy, może nawet eklektyczny charakter wielu rozwiązań – zarówno nawy, jak i elewacji. Trudno byłoby w istocie znaleźć model np. dla rekonstruowanej elewacji zachodniej z tak stromymi półszczytami[53]. W istocie bowiem lombardzkie motywy dekoracyjne pojawiały się w wraz tworzywem ceglanym, gdyż na przełomie wieków XII i XIII lombardzkie warsztaty rozpowszechniały ceglane tworzywo poza Alpami. W krajach północnoniemieckich dobrze znane są monumentalne ceglane kościoły o bryłach odwołujących się jeszcze do tradycji ottońskiej, z westwerkami lub z parami wież zachodnich, ale ozdobione lombardzkimi fryzami z przenikających się arkadek. W dawnej Marchii są to między innymi katedra w Havelbergu oraz klasztorne świątynie – Norbertanów w Jerichow i Cystersów w Lehnin[54]. Z tym kręgiem należy wiązać Głogów, a zwłaszcza Trzebnicę o półkolistych absydach. Natomiast mogilski kościół, odmiennie niż trzebnicki znakomicie wpisuje się i to w całości w typ założe-

52 *Ibidem*, il. 3 i 4.

53 E. Łużyniecka, *Architektura klasztorów*, *op. cit.*, s. 343.

54 Por. m.in. E. Badstubner, *Klosterbaukunst und Landesherrenschaft. Zur Interpretation der Baugestalt markischer Klosterkirchen*, [w:] *Architektur des Mittelaters. Funktion und Gestalt*, red. F. Möbius, E. Schubert, Weimar 1984, s. 189–195, 204–209; P. Ramm, *Die Klosterkirche Jerichow. Geschichtliche und kunstgeschichtliche Aspekte*, [w:] *Architektur des Mittelaters*, *op. cit.*; S. Warnatsch, *Geschichte des Kloster Lehnin 1180–1542*, Berlin 2000 (Studien zur Geschichte, Kunst und Kultur der Zisterzienser, t. 12/1); H.D. Heimann, K. Neitmann, W. Schich, *Brandenburgisches Klosterbuch*, Berlin 2007, s. 764–803.

nia cysterskiego zrealizowanego w Lombardii kilkakrotnie już na początku wieku XIII. Zatem owe popularne motywy – przede wszystkim fryzy z ostrołukowymi arkadkami – mogły pojawić się na Śląsku całkowicie niezależnie i tylko równolegle z odległą przecież realizacją w Mogile. Ponadto, na Śląsku spotyka się także nieco podobne fryzy arkadkowe, lecz odmienne w swej strukturze, w kościołach: pocysterskim w Rudach Wielkich i kolegiackim w Kałkowie, które można rozumieć jako prowincjonalne parafrazy utrwalonego motywu[55].

Podsumowując, należy zwrócić uwagę, iż zarówno w Głogowie, jak i w Trzebnicy przemiany stylowe form wczesnogotyckich są znacznie bardziej zaawansowane niż w Mogile. Otwory okienne są tam już ostrołukowe, podczas gdy w Mogile jeszcze zamknięte półkoliście we wszystkich partiach, które uważa się za zrealizowane przed konsekracją w roku 1266. Kapitele półkolumn z roślinnym ornamentem zachowane w kolegiacie w Głogowie zdecydowanie bardziej skłaniają się do klasycznego gotyku niż do późnego romanizmu, jak owe surowe, kielichowo-blokowe kapitele z Trzebnicy i Mogiły. Słowem, język warsztatu muratorskiego w Mogile jest jeszcze w pełni romanizujący i tym samym nie mógł być inspirowany przez bardziej zaawansowane stylowo wzory śląskie.

Ponadto, wspomniane lokalne śląskie parafrazy lombardzkich fryzów dowodzą utrwalenia warsztatowej tradycji, która zapewne trafiła na Śląsk może nieco wcześniej niż do Mogiły, lecz odmienną drogą. W Krakowie motywów lombardzkich bowiem nie przetwarzano. Zacytowano je w Mogile i, jak było powiedziane, powielono w małych fragmentach u Franciszkanów i u Norbertanek, a wkrótce potem, jeszcze na długo przed końcem wieku XIII, zaniechano. Można je zatem uważać za dzieło jednego, przybyłego z Lombardii, pokolenia warsztatowego[56].

---

55 M.in. Z. Świechowski, *Sztuka romańska*, *op. cit.*, il. 109 i 110.

56 Jedynym zachowanym w Małopolsce przykładem jest niewielki kościółek w Mieronicach koło Jędrzejowa, gdzie fryz z przenikających się arkadek zacytowano na murach prezbiterium najpewniej w drugiej połowie wieku XIII. Natomiast na prezbiterium kościoła w Sławkowie powtórzono mo-

Fazy budowy zespołu klasztornego

Kościół: cechy warsztatowe

Kościół mogilski wzniesiony jest z cegły w wątku wendyjskim, w technice *opus emplectum*[57]. Jedynie czternastowieczne uzupełnienia nadarkadowych murów nawy głównej są w wątku gotyckim. Gotyckie są również sklepienia ramion transeptu, naw bocznych i takie były niezachowane sklepienia nawy głównej. Ważnymi architektonicznymi elementami fazy gotyckiej były wzmiankowane przez Długosza owe „łuki poprzeczne"[58], czyli tzw. wiszące łuki przyporowe sklepień nawy głównej usytuowane ponad dachami naw bocznych. Zostały rozebrane w nieznanym czasie, ale ich relikty są do dziś widoczne na strychu po stronie południowej[59].

Zaproponowany przez Łużyniecką i utrwalony już w literaturze podział trzynastowiecznych partii kościoła na kolejne fazy budowy jest nadto hipotetyczny. Opierał się na dostrzeżonych odmiennościach w detalu architektonicznym, przede wszystkim kamieniarki, oraz na wyrywkowo w istocie stwierdzonych różnicach w wielkości cegieł. Po nowych, wspomnianych wyżej rozpoznaniach badawczych wskazane cezury nie są jednoznaczne, a także nie można określić chronologii ich etapowania. Nie da się też ich uzasadnić nowymi źródłami materialnymi pozyskanymi w trakcie ostatnich badań, gdy czytelna okazała się sekwencja etapów w układzie horyzontalnym. Trwałą zasługą Łużynieckiej jest zwrócenie uwagi na nadbudowę gotycką muru nadarkadowego w nawie głównej i przebudowę triady okiennej w elewacji wschodniej.

Wbrew dotychczasowym orientacyjnym spostrzeżeniom, że część wschodnia z transeptem wzniesiona jest z cegły mniejszej (8x12–12,5x24–24,5 cm), a korpus nawowy – z większej (9,5x12–

tyw bardziej zgeometryzowany, znany z cysterskiego kościoła w Rudach Wielkich (Raciborskich).

57 Technika stwierdzona jednoznacznie w trakcie nadzorów autora w roku 2013. Por wyżej przyp. 18.

58 Por wyżej przyp. 9.

59 Por. wyżej przyp. 32.

–12,5x27–28)[60], zróżnicowanie ceramiki jest bardziej skomplikowane. Wielkość cegły zmienia się w sekwencjach horyzontalnych, a przy tym, ze względu na specyfikę *opus emplectum*, na obu licach tego samego muru zmiana wielkości nie przebiega na tej samej wysokości. W dolnych partiach wschodniej części kościoła, do wysokości około 3,5 metra od posadzki kościoła stosowano cegłę mniejszą (przeciętnie 8,5x12x24). Co ciekawe, w widocznym od krużganka licu zachodnim południowego ramienia transeptu warstwy niższej cegły kończą się o co najmniej metr niżej[61]. Wyżej, aż do wysokości około 7,5 metra cegła zmienia wymiar na większy (9x12x24–25), natomiast jeszcze wyżej ponownie pojawia się cegła mniejsza, lecz nieco bardziej zróżnicowana (8–8,5x12–12,5x20,24,28), a pod samym sklepieniem jest miejscami układana w wątku gotyckim. Na każdym opisanym wyżej etapie budowy, przy każdym wymiarze cegieł stosowano sporadycznie cegły zendrówki. Jest to pierwszy znany w Małopolsce przykład stosowania zendrówek w wieku XIII w murze wendyjskim.

W tym samym wątku, z owej mniejszej cegły (8,5x12x23,5–25). wzniesiona jest także cała południowa nawa boczna[62]. Uzupełnienia w wątku gotyckim w jej dwu zachodnich przęsłach, czternastowieczna nadbudowa muru nadarkadowego nawy głównej i tzw. wiszące łuki przyporowe są już z cegły większej i zróżnicowanej (ok. 9–9,5x11,5–13x23–25–28).

Warto też zwrócić uwagę na konstrukcję sklepień. Artykulacja ścian pilastrami i półkolumnami ma swą kontynuację powyżej kapiteli. Ceglane arkady przyścienne sklepień w istocie powinny być nazwane „nadścienne", gdyż jak wykazały nadzory badawcze z lat 2012–2013, wzniesione zostały w pierwszej kolejności, a lica ceglanych ścian „wpasowano" pod ich krzywizny. Wysklepki układano

[60] Z. Świechowski, *Katalog architektury*, *op. cit.*, s. 307.

[61] Por. niżej przy opisie wątków w ścianach klasztoru, albowiem rozpoznanie badawcze tej ściany przeprowadzono od strony krużganków.

[62] *Ibidem*. Ściana nawy północnej jest obustronnie pokryta tynkiem. Ze względu na sąsiedztwo Sanktuarium Krzyża Świętego rozpoznanie badawcze nie jest obecnie możliwe, ani nie jest planowane.

z cegły właściwej dla etapów budowy, ale u nasady układano ją główkowo, a wyżej, bliżej zworników – wozówkowo.

Rozległe prace konserwatorskie prowadzone przy polichromii ścian umożliwiły po raz pierwszy w badaniach średniowiecznej architektury Krakowa tak wnikliwe rozpoznanie muratorskiej specyfiki najdawniejszych w Małopolsce technik ceglanych, przede wszystkim ceglanej wersji *opus emplectum*.

Detale kamieniarki są zróżnicowane. Ich wzajemne zestawienie nie pozwala na wydzielenie określonych etapów budowy, ale dokumentuje jedynie wielość wzorów. Niektóre z nich są obiegowe, a niektóre unikatowe, pozwalające na bardziej precyzyjne kwerendy porównawcze.

Na zewnątrz, przy elewacji wschodniej zachowały się dwie kolumienki ustawione przy ścianie na profilowanym cokole. Rozdzielają trzy osie okienne, lecz w połowie wysokości ściany kończą się i są nadbudowane lizenami ceglanymi. Bazy tych kolumienek mają bardzo płaskie torusy z żabkami w kształcie szyszek pinii i ten właśnie motyw jest kluczowy do identyfikacji lombardzkich wzorów warsztatowych dla wczesnej fazy budowy kościoła w Mogile. Kolejne detale kamieniarki z wnętrza prezbiterium i naw, interesujące i rzadkie w naszej części Europy, są jednak mniej istotne porównawczo. Zarówno roślinne kapitele z południowych kaplic bliźnich, jak i kielichowo-blokowe kapitele pozostałych podpór przyściennych i międzynawowych są formami obiegowymi dla wieku trzynastego. Sugerowanie chronologii ich zróżnicowania prowadziłoby do błędnego wniosku, iż kościół zaczęto wznosić od kaplic bliźnich i południowo-wschodniego naroża nawy poprzecznej. Natomiast owalne żabki przy bazach półkolumn i ćwierćkolumn we wspomnianych podporach, powielane aż do przęsła zachodniego naw, uzupełniają lombardzki kontekst relacji porównawczych, albowiem tam właśnie są motywem obiegowym.

Kościół: fazy budowy

Czy można zatem w oparciu o cechy warsztatowe i wyróżnione detale jednoznacznie określić, kto budował mogilski kościół klasztorny i jakie były fazy jego budowy? Jest rzeczą historyków przeprowadzenie

źródłoznawczej kwerendy, aby rozstrzygnąć, czy to istotnie biskup Iwo sprowadził lombardzki warsztat muratorski do Mogiły po roku 1218, czy też była to samodzielna inicjatywa zakonna. Przegląd źródeł materialnych i porównawcza analiza wzorów warsztatowych sugeruje, iż mógł to być warsztat czytelny w ostatniej fazie budowy przywołanych założeń klasztornych, który mniej więcej w tym czasie kończył prace w Chiaravalle Milanese i Viboldone.

Kościół wytyczono na łagodnym stoku, opadającym z zachodu na wschód. Nie wiadomo, w jakim zakresie zniwelowano teren, ale zgodnie z powszechną zasadą fundamenty z łamanego kamienia wapiennego założono najpewniej pod cały kościół[63]. Może dlatego różnice w wysokości korony murów fundamentu ściany południowej widoczne są dziś w północnym ramieniu krużganka.

Podsumowując powyższe obserwacje stratygraficzne ceglanych wątków ścian i różnic w detalach architektonicznych, budowę monumentalnego, ceglanego kościoła w Mogile można podzielić na trzy zasadnicze fazy.

Przesłanką do rekonstrukcji najwcześniejszej fazy są owe kamienne kolumienki elewacji wschodniej. Ich nikła wysokość względem całej obecnej ściany i prowizoryczna nadbudowa cegłami mogą sugerować, że początkowo zaplanowano wznieść niski chór z triadą okien od wschodu. Wśród przywołanych przykładów takie niskie chóry są również spotykane[64]. Także prostokątne przęsła prezbiterium, odróżniające się w planie od pozostałych partii kościoła o rytmicznych kwadratowych podziałach, mogą być śladem tej domniemanej pierwotnej koncepcji, z której zrezygnowano już w trakcie budowy. Ponadto zastanawiają nierówne szerokości bliźnich kaplic

[63] Pierwsze i prawdopodobnie jedyne jak dotychczas badania fundamentów średniowiecznych kościołów Krakowa (m.in. św. Krzyża i Mariackiego) przeprowadził przeszło pół wieku temu Lesław Grubski. Badania były z konieczności wycinkowe i dotyczyły technologii murów z kamienia łamanego układanych na zaprawie w fundamentowych wykopach (por. L. Grubski, *Fundamenty średniowiecznych kościołów Krakowa*, Kraków 1964 (mps w Archiwum Politechniki Krakowskiej).

[64] Np. w Chiaravalle della Colomba i w Viboldone.

transeptowych: zewnętrzne są bowiem wyraźnie węższe[65]. Domniemany najwcześniejszy etap budowy mogilskiego kościoła mógłby zostać udokumentowany w przyszłości jedynie architektoniczno-wykopaliskowymi badaniami przy murach fundamentowych całej części wschodniej, aż do osi transeptu.

W drugiej, w istocie zasadniczej dla obecnej świątyni, fazie romańsko-gotyckiej, do konsekracji w roku 1266 wzniesiono (lub dokończono) i sklepiono przęsła prezbiterium i przęsło skrzyżowania z wieżą. Wzniesiono także (lub dokończono), ale bez sklepień, dwie pary kaplic bliźnich, przęsła ramion transeptu, ściany dwu przęseł nawy głównej, obie nawy boczne (z filarami międzynawowymi) w całej długości, aż do elewacji zachodniej i być może rajski przedsionek. W ówczesnym, symbolicznym rozumieniu przestrzeni klasztornego kościoła wyróżnienie trzech wschodnich przęseł miało sens ideowy. Baldachimem sklepienia osłonięto bowiem główny ołtarz z relikwiami Św. Patrona, opacki tron i chór ojców. Stalle braci w głównej nawie i droga procesyjnego obejścia w nawach bocznych i transepcie oraz pomocnicze kaplice bliźnie miały znaczenie mniejsze i pozostały prowizorycznie zadaszone przez blisko sto lat.

W trzeciej fazie, już gotyckiej, w połowie wieku czternastego uzupełniono mury nawy głównej i sklepiono ją, wspierając po bokach łukami przyporowymi nad nawami bocznymi. Była to pierwsza tego typu konstrukcja w Małopolsce, która jeszcze w następnym stuleciu zwróciła uwagę Jana Długosza, skoro uznał za właściwe ją wymienić w lakonicznych przecież notatkach rocznikarskich[66].

---

[65] Pierwsza szczegółowa inwentaryzacja architektury kościoła została wykonana dopiero w roku 2013 (T. Węcławowicz, *Architektoniczny palimpsest klasztornego zespołu w Mogile. Stan badań i nowe możliwości badawcze*, część I, [w:] *III Forum Architecturae Poloniae Medievalis*, red. K. Stala, t. I, Kraków 2013; T. Węcławowicz, *Cocto latere nobilitavit, op. cit.,* s. 57–73). Poprzednio dostępne były jedynie plany Łuszczkiewicza (*Monografia* 1867) i Tomkowicza (S. Tomkowicz, *op. cit.*) lub inwentaryzacje fragmentów i rysunki detali opracowane przez zespół Ewy Łużynieckiej (E. Łużyniecka, *Architektura średniowiecznych*, *op. cit.*; eadem, *Architektura klasztorów*, *op. cit.*).

[66] Po raz drugi i ostatni w Małopolsce tzw. wiszące łuki przyporowe wzniesiono przy nawie głównej krakowskiego kościoła Mariackiego w ostatniej ter-

Jak było wyżej przypomniane, Marcin Szyma hipotetycznie łączył niektóre sklepienia naw bocznych, o bardziej archaicznych profilach żeber, z inicjatywą biskupa Jana Muskaty, znanego protektora zakonu i mogilskiego klasztoru. Jest to prawdopodobne, ale źródła pisane o takiej fundacji milczą. Podobnie, dostrzeżone przez Ewę Łużyniecką przemiany okien w ścianie wschodniej nie sposób z braku źródeł precyzyjnie datować i autorka słusznie związała je orientacyjnie z fazą kazimierzowską. Podwyższenie okna środkowego, podbudowanego dołem wątkiem gotyckim, wiązało się może z przemianami liturgicznymi i funkcjonalnymi: przesunięciem mensy ołtarzowej do ściany i ustawieniem na niej tryptyku.

Klasztor: cechy warsztatowe

Powyższy przegląd stanu badań o dziejach budowy kościoła jest pomocny w ustaleniu początku budowy klasztoru, gdyż bezpośrednio do południowego ramiona transeptu przylegają pomieszczenia skrzydła wschodniego, a do zachodnich przęseł nawy południowej przylega skrzydło zachodnie.

Poza ogólnikowymi uwagami dawniejszych autorów szczegółowe przedstawienie faz budowy pomieszczeń wokół wirydarza zaproponowała Ewa Łużyniecka[67]. Pierwsze trzy fazy dotyczą wieku XIII. W pierwszej miano wznieść pomieszczenia skrzydła wschodniego, bez narożnego (fraternia), ale za to z jednym w trakcie południowym[68]. W drugiej fazie zabudowania uzupełniono o budynek kon-

cji w. XIV. Dawniejsza koncepcja Łuszczkiewicza o łukach przyporowych ukrytych pod dachami obejścia i naw bocznych w wawelskiej katedrze nie jest aktualna (por. T. Węcławowicz, *Stavali stavitelia z cisterciánskej dielne zo Sedlca katedralu na Waweli po roku 1320?*, [w:] *Počta Vaclavovi Menclovi. Zbornik studii k otazkam interpretacie stredoeuropskeho umenia*, Bratislava 2000; idem, *Krakovska katedrala a jeji konstručni system. Cisterciacka nebo katedralni tradice?*, [w:] *Sedlec. Historie, architektura a umelecka tvorba sedleckeho klaštera ve středoevropskem kontekstu kolem roku 1300 a 1700*, red. R. Lomičkova, Praha 2008, *passim*).

67 E. Łużyniecka, *Architektura średniowiecznych*, *op. cit.*, s. 73–83; eadem, *Architektura klasztorów*, *op. cit.*, s. 111.

68 *Ibidem*. Jest to późniejsze *calefactorium*, które autorka w tej fazie rozpoznała jako kuchnię.

wersów w skrzydle zachodnim. W fazie trzeciej – pod sam koniec wieku XIII – miano tylko przebudować wschodnie pomieszczenia, zakładając między innymi sklepienie kapitularza na dwu filarach (niezachowane od wieku XVII). Faza czwarta z wieku XIV, równoczesna z uzupełnieniem kościelnych naw, to sklepienie jednofilarowe w owej „kuchni" (czyli w istocie *calefactorium*) i dobudowa aneksu przy południowej ścianie budynku konwersów. Wtedy też miano przesklepić północne ramię krużganka. Faza piąta i szósta mieści się w wieku XV. Wtedy to miano wznieść obszerny refektarz w skrzydle południowym i przesklepić wszystkie krużganki, z wyjątkiem narożа południowo-zachodniego, gdzie zresztą nie było jeszcze budynków zamykających czworobok zabudowy. W fazie siódmej – nazwanej już „renesansową", datowanej przez autorkę na wiek XVI – uzupełniono narożе południowo-zachodnie, dobudowując nową kuchnię, przesklepioną na jednym filarze (wtedy dawna kuchnia miała stać się *calefactorium*), oraz przesklepiono pobliskie brakujące dwa przęsła krużganka.

Referowane wyżej szczegółowe rozwarstwienie murów klasztoru Ewa Łużyniecka oparła o wyrywkowe z konieczności badania murów strychowych i o oględziny odsłoniętych wątków w licu murów krużganka widocznych od wirydarza. Brak dostępu w trakcie badań do lica murów w samym krużganku (i większości innych pomieszczeń przyziemia) każe jej ustalenia traktować z dużą ostrożnością, z czego sama zdawała sobie sprawę, zastrzegając, że proponowany przez nią podział na etapy wznoszenia budowli ma charakter często umowny. Wątpliwości budzi jednak nie tylko etapowanie, ale i datowanie wyróżnionych faz. Zwracają uwagę istotne sprzeczności, np. podtrzymanie dawnej tezy Łuszczkiewicza o przeniesieniu portalu zachodniego kościoła do krużganków. Portal ów ma formę późnoromańską, właściwą dla połowy wieku XIII, natomiast zachodnią ścianę kościoła autorka datuje przecież na połowę wieku XIV. Trudno też wytłumaczyć kilkudziesięcioletnią cezurę czasową między budową kapitularza (faza I) a jego sklepieniem (faza III).

W latach 2006–2008 prace konserwatorskie prowadzone przy odkrywaniu polichromii Stanisława Samostrzelnika na sklepieniach

krużganka stworzyły możliwość nowych badań architektonicznych murów klasztornych[69]. Odsłonięto duże partie lica ścian krużganków, albowiem ze względu na zawilgocenie skuwano nowsze tynki o spoiwie cementowym. Badania architektoniczne były zasadniczo ograniczone do owych odsłoniętych z tynków, rozległych zresztą fragmentów oraz w wielu miejscach do odsłoniętych z nowożytnych tynków żeber sklepiennych. W pomieszczeniach klasztornych rozpoznano duże partie pierwotnych, wendyjskich wątków z dobrze zachowanym spoinowaniem. Rozpoznano też partie gotyckich murów wokół wirydarza z połowy wieku XIV i sposób zakładania sklepień krużganka pod koniec tegoż stulecia. Wyróżniono także partie przemurowane wtórnie, niekiedy wielokrotnie. Ponieważ badania objęły tylko lico murów od strony krużganka, nie było wtedy możliwości przebadania tzw. węzłów ścian w pomieszczeniach klasztoru. Spektakularnym wydarzeniem było odkrycie reliktów mechanicznego zegara umieszczonego w ścianie kapitularza.

Nowe możliwości badawcze pojawiły się w kolejnych latach, w trakcie prac renowacyjnych w kapitularzu i w *calefactorium*[70]. W kapitularzu udokumentowano nasady pierwotnych sklepień, a w ścianie wschodniej – pierwotne okna i okulus, natomiast

[69] Prace konserwatorskie były prowadzone przez doświadczoną firmę konserwatorską „Renowacja" Aleksandry i Eugeniusza Grochalów, pod kierunkiem prof. Władysława Zalewskiego. Autor prowadził nadzór badawczy i samodzielne badania architektoniczne. Dokumentacja w Archiwum Miejskiego Konserwatora Zabytków i w Archiwum Klasztornym. Wstępne wyniki były sukcesywnie referowane w: T. Węcławowicz, *Rezultaty prac konserwatorskich prowadzonych w krużgankach klasztoru mogilskiego w latach 2006–2007*, cz. I, „Cistercium Mater Nostra" 2007, I; idem, *Rezultaty prac*, cz. II, *op. cit.*; idem, *Krużganki klasztoru w Mogile. Rezultaty badań architektonicznych z lat 2006 i 2008*, [w:] *Prace konserwatorskie w krakowskich klasztorach*, red. H. Rojkowska, Kraków 2010 (Krakowska Teka Konserwatorska VIII).

[70] Prace te z ramienia firmy „Renowacja" prowadzili konserwatorzy Katarzyna Magrysiewicz-Dobrzańska i Andrzej Starowicz w latach 2011–2013. Dokumentacja w Archiwum Miejskiego Konserwatora Zabytków i w Archiwum Klasztornym.

w *calefactorium* rozpoznano kilka etapów przebudowy z wieków XIII, XV i XVII[71].

Rezultaty powyższych badań, w istocie pierwszych prowadzonych na tak szeroką skalę, okazały się niezwykle istotne dla stanu wiedzy o dziejach klasztoru i kościoła, podważając wiele utrwalonych w literaturze „pewników" chronologicznych i stratygraficznych. Okazało się bowiem, iż:

- Ściany transeptu i południowej nawy bocznej są ściśle przewiązane, wielkość cegły i spoinowanie nie wykazują żadnej cezury, toteż błędne było dotychczas rozróżnianie transeptu i naw bocznych jako odrębnych faz budowy, sugerowane zapewne odmiennością sklepień we wnętrzu kościoła[72]. W istocie ściany transeptu do wysokości przeszło 2,30 m i nawy południowej bocznej są wzniesione w wątku wendyjskim z cegły jednej wielkości (8,5x12–12,5x25–26).
- Także wbrew podobnym, utrwalonym hipotezom[73], ściana magistralna nawy bocznej widoczna w północnym ramieniu krużganka jest jednolita niemal na całej długości. Jak było już powiedziane, trzynastowieczny wątek wendyjski (cegła: 8,5x12x23,5–25) nie wykazuje żadnej cezury w miejscu wspomnianej wyżej zmiany wysokości cokołu. Jedynie w górnej części dwóch ostatnich, tj. zachodnich przęseł, od wysokości ok. 1,7 m, pojawia się wątek gotycki (cegła: 8,7–9x11,5–13x23–25) oddzielony od dolnej partii wendyjskiej płytkami ceramicznymi grubości 3,5 cm, o boku długości 21–22 cm. Można przypuszczać, że w taki sposób zakryto i wyrównano wnętrze trzynastowieczne-

[71] Dokumentacja z badań i nadzorów badawczych w Archiwum Miejskiego Konserwatora Zabytków i w Archiwum Klasztornym. T. Węcławowicz, *Cocto latere nobilitavit,. op. cit.*; T. Węcławowicz, *Architektoniczny palimpsest*, *op. cit.*

[72] E. Łużyniecka, *Architektura średniowiecznych*, *op. cit.*, il. 29, eadem, *Architektura klasztorów*, *op. cit.*, s. 111–112.

[73] E. Łużyniecka, *Architektura średniowiecznych*, *op. cit.*, s. 73–81, il. 44–46, plansza 29, eadem, *Architektura klasztorów*, *op. cit.*, s. 112; Z. Świechowski, *Katalog architektury*, *op. cit.*, s. 307 i 309.

go muru *opus emplectum* pod nadbudowę w nowym, gotyckim wątku i w technice *incertum*, a prace te mogły być związane z zakładaniem sklepień w nawie w połowie wieku XIV.

- Podobnie błędny okazuje się pogląd, utrwalony od wieku XIX w literaturze, jakoby obecny portal z krużganków do kościoła, usytuowany we wschodnim przęśle nawy bocznej, miał być przeniesiony z elewacji zachodniej w wieku XVIII. Nie tak dawno przywołała go jeszcze Ewa Łużyniecka[74]. Ostatnie badania wykazały, że wątek ścian kościoła w tym miejscu i wątek obramiającego portal ryzalitu, czyli tzw. domku portalowego, są jednorodne (cegła ok. 8,5x11,5–12x22,5–23,5) i brak tam śladów nowożytnych ingerencji murarskich. Ponad portalem korona muru ryzalitu urywa się i to zapewne było jednym z powodów do postawienia tezy o wtórnym jego wmurowaniu w tym miejscu. Należy przypuszczać, że owo nieregularne obramienie jest pozostałością po szczycie owego domku, rozebranym przy zakładaniu gotyckich sklepień krużganka pod koniec wieku XIV.
- Lico ściany zachodniej pomieszczeń skrzydła wschodniego jest wzniesione do wysokości ok. 2,3 m z cegły o wys. 8,5 cm, układanej w wątku wendyjskim jako kontynuacja muru przypory południowej naroża transeptu. Wyżej cegła przypory jest nieco wyższa (o 0,5 cm), toteż pozostawiono tam strzępia tzw. zazębiające, w które (niewiele później) wpasowano owe niższe cegły, o wielkości podobnej jak w nawie południowej (8–8,5x12,5–13, 25x27), jednakowe na całej długości tego skrzydła klasztornego[75]. Jedynie odcinek wzdłuż kapitularza jest wzniesiony z cegły

[74] E. Łużyniecka, *Architektura średniowiecznych*, *op. cit.*, s. 80, tamże odwołanie do Łuszczkiewicza w: *Monografia* 1867.

[75] Łużyniecka uważała budowę tej części klasztoru za wcześniejsza od transeptu, a ponadto – ścianę południową transeptu za przynależną do klasztoru (por. E. Łużyniecka, *Architektura średniowiecznych*, *op. cit.*, s. 73, il. 44). Z kolei M. Szyma, *op. cit.*, s. 145, w oparciu o źródła pisane sugerował, że w pierwszej fazie wznoszono jednocześnie kościół i wschodnie skrzydło klasztoru. Przebadany i opisany wyżej wątek muru jednoznacznie wskazuje, że w tym miejscu dowiązano ściany klasztoru do wzniesionej już wcześniej przypory transeptu.

ciemniejszej, lecz o tym samych wymiarach i w tym samym wątku, jak w innych partiach. Kapitularz, przewidziany od początku jako pomieszczenie sklepione, był zatem wznoszony w całości z ceramiki twardszej i ciemnej, tzw. wiśniówki, w odróżnieniu od innych krytych stropami pomieszczeń klasztornych, gdzie zastosowano jasną, słabszą kopciałkę[76].

- Kapitularz miał plan zbliżony do kwadratu i zgodnie ze schematami takich rozwiązań przestrzennych – jak np. w Jędrzejowie czy Wąchocku – był najpewniej pierwotnie sklepiony dziewięcioma przęsłami krzyżowymi, na gurtach wspartych na czterech filarach. Ewa Łużyniecka rekonstruuje wnętrze kapitularza o sześciu prostokątnych polach sklepiennych oparte tylko na dwu filarach, przywołując za Łuszczkiewiczem przekaz z roku 1670 wzmiankujący „na dwóch filarach kapitułę"[77]. Nie wiadomo jednak, czy pierwotne trzynastowieczne sklepienia dotrwały do wieku XVII. Dwufilarowy schemat o wydłużonych prostokątnych przęsłach kojarzy się bardziej ze stylistyką późnogotycką niż z trzynastowieczną. Takich właśnie sklepień w stylu „ostrołukowym" domyślał się w dwufilarowym kapitularzu Łuszczkiewicz[78].
- We wschodnim ramieniu krużganka, na prawo od wejścia do kapitularza widoczne są w ścianie dwie koliste płyciny. Wykonane w roku 2006 przez zespół Alicji Grochal odkrywki konserwatorskie na obecność polichromii oraz odsłonięcie w całości ciosowego obramienia otaczającego rzekome okno[79] wykazały, iż obie koliste płyciny są reliktami zegara mechanicznego umieszczonego tutaj już w trakcie budowy klasztoru. Jest to najstarszy

---

76 Sondażowe odkrywki na ścianach kapitularza wykonywane w roku 2012, wykazały obecność podobnej cegły wiśniówki o tożsamych wymiarach.

77 E. Łużyniecka, *Architektura średniowiecznych*, *op. cit.*, s. 79; *Monografia* 1867, s. 68.

78 Łuszczkiewicz w: *Monografia* 1867, *ibidem*.

79 Zamurowane obramienie ciosowe było dawniej błędnie interpretowane jako okulus do pierwotnego, większego kapitularza, por. E. Łużyniecka, *Architektura średniowiecznych*, *op. cit.*, s. 75–78; eadem, *Architektura klasztorów*, *op. cit.*, s. 115.

zachowany przekaz materialny dokumentujący używanie zegarów mechanicznych w klasztorach na ziemiach polskich. Zegar w krużganku klasztoru w Mogile na ścianie kapitularza pochodził z ostatniej ćwierci wieku XIII. Mechanizm wstawiony był we wnękę przewidzianą już w trakcie budowy tego skrzydła klasztornego, albowiem wątek ściany i płyciny jest jednorodny. Polichromia pokrywała tarczę zewnętrzną, ciosowy pierścień obramiający mechanizm i zapewne też niezachowaną tarczę wewnętrzną. Zielone ślady w otworach na trzpienie obracające wskazówki świadczą, iż mechanizm był wykonany z mosiądzu lub brązu[80].

- W pobliżu zegara, w sklepieniu narożnego, południowo-wschodniego przęsła krużganków odsłonięto otwór z zachowanym tynkiem gotyckim. Zapewne tamtędy przechodził sznur do dzwonu umieszczonego w wieżyczce ponad dormitorium, wzywającego ojców i braci na modlitwy Liturgii Godzin.
- W narożu południowo-wschodnim zabudowań klasztornych znajdowała się (jak w niemal każdym klasztorze cysterskim) fraternia, oddzielona od kapitularza przejściem do ogrodu. Do niej od zachodu przylegało *calefactorium*. W trakcie badań w roku 2013 odsłonięto tam zachodnią ścianę fraterni, licowaną wątkiem mieszanym – wendyjskim i gotyckim (cegła: 8,5–9x12x25–26) – a w niej dwa okna szczelinowe w głęboko rozglifionych, ostrołukowych ościeżach, analogiczne jak okna w zachodniej elewacji klasztoru. W ościeżach zachowały się fragmenty średniowiecznej wyprawy tynkowej grubości ok. 3 mm. Konstrukcja tej ściany jest w typie *opus emplectum*[81]. *Calefactorium* mogło zatem zostać

[80] Pierwsze skrótowe z konieczności informacje o mogilskim zegarze por. T. Węcławowicz, *Rezultaty prac*, cz. I, *op. cit.*, s. 115–117; M. Czajkowski, *The Clock Dial at Mogiła Abbey and Posssible Associated Clock Mechanisms*, [w:] *Medieval Art, Architecture and Archaeology in Cracow and Lesser Poland*, red. A. Rożnowska-Sadraei, T. Węcławowicz, London–Leeds 2014, s. 188–210 (The British Archaelogical Association Conference Transaction XXXIII).

[81] T. Węcławowicz, *Architektoniczny palimpsest*, *op. cit.*

wtórnie wbudowane pomiędzy narożną fraternię a refektarz, będący zasadniczą częścią skrzydła południowego.

- Refektarz jest wzniesiony z cegły – w ścianie zachodniej w wątku wendyjskim, w innych – w mieszanym, jednakże ze znaczącą przewagą wątku wendyjskiego, a konstrukcja muru jest w typie *opus emplectum*. Lico widoczne od *calefactorium* jest z układane z cegły wysokiej (10x13x27–28)[82], a we wnętrzu w odsłoniętych partiach wątku z niższej i krótszej (8–9x12x25–26). Jak się zatem w toku badań okazało, technika *opus emplectum* o licach wzajemnie niezwiązanych umożliwia użycie cegieł różnej wielkości po obu stronach muru.
- W zachodnim skrzydle klasztoru tzw. dom konwersów datowany jest zwykle na wczesną fazę budowy klasztoru[83], tak jak skrzydło wschodnie. Jednakże w licu odsłoniętej ściany zachodniej przy jednorodnej kompozycji elewacji z rytmem niewielkich szczelinowych okien, umieszczonych w głęboko rozglifionych, tynkowanych ościeżach (podobnych jak we fraterni, lecz smuklejszych), widoczny jest wątek wendyjski i gotycki, z przewagą tego ostatniego. Natomiast od strony krużganka lica są wyłącznie wątku gotyckim, najpewniej już czternastowiecznym. Rozwiązanie faz budowy tego skrzydła klasztoru wymaga dalszych badań.
- Mury krużganka od strony wirydarza są wzniesione z cegły w wątku gotyckim tzw. polskim. Układ wątku i jednakowa wielkość cegieł (9–9,5x12,5–13x27–29) wskazują, iż wszystkie ramiona krużganka wzniesiono jednocześnie, około połowy wieku XIV. Odkrywki przy wspornikach sklepień i na styku ścian i wysklepków, dokonane w wielu przęsłach, pokazały, iż w pierwszym etapie wzniesiono tylko ściany z łukami przyściennymi przewidzianymi na późniejsze osadzenie sklepień.

W pierwszej kolejności sklepiono zachodnie ramię krużganka. Świadczy o tym profilowanie żeber w w kształcie tzw. migdału, które są powszechne w Krakowie i Małopolsce w połowie wieku XIV.

---

82 *Ibidem*.

83 E. Łużyniecka, *Architektura średniowiecznych*, *op. cit.*, s. 73; eadem, *Architektura klasztorów*, *op. cit.*, s. 119.

W ramionach północnym, południowym i wschodnim stosowano już żebra wyłącznie ceglane o profilu tzw. pryzmatycznym, charakterystycznym dla trzeciej tercji wieku XIV; zatem te partie sklepiono później, bliżej końca stulecia[84].

- W południowym ramieniu krużganka, w ścianie wirydarza, przy narożu wschodnim odsłonięto niewielki ciosowy, profilowany portal o formach już czternastowiecznych, prowadzący najpewniej do studni w wirydarzu. Zlokalizowany jest naprzeciw refektarza – tak jak w większości cysterskich założeń klasztornych.
- W mogilskim klasztorze brak jest elementów kamieniarki przydatnych do porównawczej analizy pozwalającej określić cechy stylowe i wzory warsztatowe wczesnego etapu fundacji. Jedyna oryginalna kolumienka biforialnego przezrocza kapitularza została nieco przekształcona, zapewne w czasach nowożytnych, w trakcie zakładania przeszklonych ramiaków. Dla zachowania symetrii skopiowano ten destrukt w drugim biforium w roku 1911.

Najbardziej okazałe, i względnie dobrze zachowane, lecz jakby odrębne i samodzielne kamieniarskie dzieło – to perspektywiczny portal prowadzący z krużganka do południowej nawy bocznej. Jest trudny do porównawczego zaszeregowania. Schemat przestrzenny jest zasadniczo typowy, z naprzemiennymi cylindrycznymi i czworobocznymi profilowaniami lekko ostrołukowej archiwolty i kolumienkowych ościeży. Kielichowo-blokowe kapitele kolumienek również powielają obiegowe dla połowy wieku XIII formy. Unikatowy jest motyw zdwojonych tzw. żabek (szponów) przy bazach kolumienek. Motyw ten nie został jeszcze określony porównawczo, ale nie jest znany na Śląsku, w Czechach, ani tym bardziej w Małopolsce[85].

---

[84] E. Łużyniecka, *Architektura średniowiecznych*, *op. cit.*, s. 81, rys. 46, plansza 29, domyślała się, iż północne ramię krużganka zostało sklepione najwcześniej, m.in. dlatego, że wsporniki żeber osadzone są tam na innej wysokości niż w innych ścianach, i wiązała tę akcję ze wzmianką źródłową z roku 1393. Taka argumentacja nie jest trafna. Północne ramię krużganka jest znacznie szersze od pozostałych dlatego, że aby zachować jednolitą wysokość i krzywiznę sklepień, wsporniki osadzono tam niżej.

[85] Por. *ibidem* oraz V. Mencl, *Vyvoj středovekeho portalu v českych zemich*, „Zpravy Pamatkove Peče" 1960, XX; J. Kuthan, *Česka architektura v dobe*

Portal obudowany jest wysokim, choć niezachowanym w całości tzw. domkiem. Ponad archiwoltami arkady był on ozdobiony fryzem (?) ceglanym, którego fragment z trójkątną płyciną jest widoczny po stronie prawej. Takie obramienie zasadniczo odróżnia portal mogilski np. od śląskich, zwieńczonych zwykle szczytem trójkątnym[86]. Prosto zamknięte obramienia spotyka się generalnie w krajach południowoniemieckich i w Italii, ale brak górnej partii w mogilskim domku portalowym i wielość rozwiązań w potencjalnych przykładach porównawczych powstrzymują przed stawianiem konkretnych hipotez.

Klasztor: fazy budowy

Zatem zweryfikowane po ostatnich badaniach ogólne fazy budowy klasztoru można przedstawić następująco. Cały układ budowli skupionych wokół czworobocznego wirydarza powiela tradycyjny schemat benedyktyński. Sekwencja wątków ceglanych i rozwarstwienie połączeń w przebadanych węzłach ścian pozwalają na wskazanie orientacyjnej sekwencji chronologicznej. W pierwszej fazie wzniesiono w wątku wendyjskim wschodnie skrzydło, przylegające do południowego ramienia transeptu: zakrystię, skarbiec, kapitularz, i oddzieloną wąskim, korytarzowym przejściem do ogrodu, czworoboczną fraternię. Na piętrze mieściło się dormitorium, dość wysokie, skoro w ścianie południowej transeptu nie było okna. Jak wskazują wspomniane wyżej dwa zachowane okna szczelinowe w rozglifionych ościeżach, zachodnia ściana fraterni mogła przez pewien czas być ścianą zewnętrzną.

Skrzydło południowe wzniesiono niewiele później, jeżeli za podstawę chronologii przyjąć pojawiające się w wątku wendyjskim odcinki wątku gotyckiego. Pierwszym pomieszczeniem jest tu *calefactorium*, wielokrotnie później przebudowywane, ale z zachowanym

poslednich Přemyslovcu, Vimperk 1994; idem, *Gloria sancti ordinis cisterciensis*, Praha 2005 (Sbornik Katolicke teologicke fakulty Univerzity Karlovy. Dejiny umeni – historie III), *passim*.

[86] T. Kozaczewski, H. Kozaczewska-Golasz, *Portale trzynastowiecznej architektury na Śląsku*, Wrocław 2009, *passim*.

do dziś kominem urządzenia grzewczego i łukami przyściennymi sklepień, wspartych zapewne na jednym filarze środkowym. Obszerny refektarz był początkowo niesklepiony. Strop mógł być oparty na arkadowej ścianie przebiegającej w połowie traktu, tak jak to bywa często w zachowanych dużych a niesklepionych pomieszczeniach klasztornych. Obecne sklepienie jest późnogotyckie z pseudogotyckimi wspornikami dodanymi w czasie ostatniej konserwacji. W narożu południowo-zachodnim znajdowała się kuchnia. Jest tam do dziś i co zrozumiałe była wielokrotnie przebudowywana.

Najpóźniejszym elementem czworoboku klasztornego jest skrzydło zachodnie mieszczące dom konwersów. Proste, surowe, wręcz archaiczne formy filarów i sklepień tzw. krypty, czyli piwnicy pod tym skrzydłem, oraz dobrze zachowana pierwotna artykulacja elewacji zachodniej były sugestywnymi argumentami do intuicyjnego przesuwania datowania tego budynku wstecz, w głąb wieku XIII. Przy analizie całego zespołu wczesne datowanie okazało się nietrafne.

Należy też wspomnieć o późnogotyckiej rozbudowie domu opackiego w południowo-wschodnim narożu klasztornego zespołu. W wieku XV była to powszechna praktyka, choć nierzadko dom opacki wznoszono odrębnie, *de novo*, ale także po stronie wschodniej lub południowo-wschodniej. W Mogile, w trakcie owej przebudowy, zlikwidowano fraternię, wydzielając w jej północnej połowie istniejącą do dziś kaplicę opacką[87].

[87] Zagadnieniom historycznym i architektonicznym dotyczącym domów opackich w cysterskich klasztorach jest poświęcony VI numer rocznika „Cistercium Mater Nostra". Por. A. Bojęś-Białasik, J. Czechowicz, *Dom opacki w Mogile. Nowe badania*, „Cistercium Mater Nostra" 2012–2013, VI, s. 209–220.

Spis ilustracji

I. Adolph Lautensack (1561–1595), obóz arcyksięcia Maksymiliana w klasztorze w Mogile w r. 1587. Pomimo schematycznej interpretacji architektury widoczna jest wieża na skrzyżowaniu naw oraz sygnaturka nad dormitorium we wschodnim skrzydle klasztoru (akwaforta w Sekcji Zbiorów Graficznych i Kartograficznych Biblioteki Jagiellońskiej, sygn.: I.14707, teka 233).

II. Mogiła, plan przyziemia kościoła i klasztoru. Zaciemnione mury pokazują hipotetyczny stan na rok 1300. **A.** Prezbiterium, **B.** Stalle Ojców, **C.** Miejsce Konwersów, **D.** Klucz pierścieniowy w sklepieniu przęsła transeptowego, przez który przechodziły sznury do dzwonów na wieży, **E.** Rajski przedsionek, **F.** Wejście do kościoła schodami z dormitorium na piętrze, **G.** Wejście do kościoła z Domu Konwersów, **H.** Zakrystia, **I.** Skarbiec (i biblioteka?), **J.** Kapitularz, **K.** Przejście do ogrodów, **L.** Fraternia (przebudowana w XIV w. na kaplicę opacką), **M.** *Calefactorium*, **N.** Refektarz Ojców, **O.** Kuchnia, **P.** Refektarz Konwersów (?), **R.** Dom Konwersów, **S, T.** Dom Opata (rozbudowany w XV w.), **U.** *Porta mortuorum*. Ponadto na zewnętrznej, zachodniej ścianie kapitularza zaznaczono lokalizację tarczy zegara (*clock dial*), a w narożu południowo-wschodnim wirydarza – studnię (oprac. T. Węcławowicz).

III. Mogiła, kościół i wschodnie skrzydło klasztoru u schyłku wieku XIII. Na ścianie kapitularza zaznaczona kolista tarcza zegara. Dla czytelności rysunku pominięto ówczesne drewniane zadaszenie naw, nadbudowanych i sklepionych w wieku XIV (rekonstrukcja T. Węcławowicz).

IV. Mogiła, widok kościoła klasztornego od wschodu. Trzy okna w ścianie prezbiterium przebudowane na ostrołukowe w wieku XIV (fot. T. Węcławowicz).

V. Chiaravalle Milanese, kościół klasztorny, wschodnia ściana prezbiterium (fot. T. Węcławowicz).

VI. Chiaravalle Milanese, kościół klasztorny, północna ściana transeptu i dolne kondygnacje wieży na skrzyżowaniu (fot. T. Węcławowicz).

VII. Mogiła, kościół klasztorny, fryz arkadkowy ponad oknem kaplicy transeptowej (fot. T. Węcławowicz).

VIII. Chiaravalle Milanese, kościół klasztorny, fryz arkadkowy ponad oknem kaplicy transeptowej (fot. T. Węcławowicz).

IX. Mogiła, kościół klasztorny, baza filara w nawie północnej (fot. T. Węcławowicz).

X. Chiaravalle Milanese, kościół klasztorny, baza półfilara przy ścianie zachodniej (fot. T. Węcławowicz).

XI. Chiaravalle della Colomba, kościół klasztorny, baza filara w nawie północnej (fot. T. Węcławowicz).

XII. Chiaravalle Milanese, kościół klasztorny. Wykaz modlitw w godzinach kanonicznych w roku 2012 (fot. T. Węcławowicz).

Michael J. Czajkowski

Tarcza zegarowa w klasztorze Cystersów w Mogile na tle średniowiecznego rzemiosła zegarmistrzowskiego

Wprowadzenie

Odmierzanie czasu było niezwykle ważne dla mnichów z zakonu Cystersów. Musieli oni bowiem wiedzieć, kiedy odmawiać modlitwy w godzinach kanonicznych: jutrznię, prymę, tercję, sekstę, nonę, nieszpory (*vesperae*) i kompletę (*completorium*). Z tego właśnie powodu Benedyktyni, Cystersi, jak i inni bracia zakonni byli propagatorami idei odmierzania czasu na terenie klasztorów. Rzeczywiście, wiele z nich oprócz zegara słonecznego posiadało jakieś inne urządzenie, które umożliwiało odmierzanie czasu również w ciemności.

Profesor Tomasz Węcławowicz uważa, że okrągła struktura na ścianie kapitularza we wschodnim ramieniu krużganków Opactwa Cystersów w Mogile (Kraków, Polska) to pozostałość olbrzymiej tarczy zegarowej o średnicy niemal czterech metrów (**rys. 2**). Powyżej tarczy najpewniej znajdowało się pomieszczenie, w którym mógł być umieszczony mechanizm zegara. Węcławowicz ustalił również, że zagłębienie tarczy zegarowej oraz kamienny pierścień (wcześniej określany jako „okno") pochodzą z tego samego okresu co ściana i krużganki, a zastosowany wątek ceglany, tzw. wendyjski, jest potwierdzeniem, że struktura nie mogła pochodzić z okresu późniejszego niż koniec XIII wieku, ponieważ później stosowano konse-

kwentnie inne wątki ceglane, co zapewne było wynikiem bliskich kontaktów z czeskimi i morawskimi mistrzami murarskimi (w latach 1291–1306), a następnie (po r. 1320) z mistrzami murarskimi z Królestwa Węgier[1].

Powyższe informacje potwierdzają, że ta część klasztoru powstała w tym samym czasie co XIII-wieczny kościół, prawdopodobnie już w latach siedemdziesiątych XIII wieku, i jest jedną z pierwszych budowli z cegły w Polsce. Opactwo w Mogile zostało założone w Krakowie w 1225 roku przez biskupa Iwona Odrowąża. Odrowąż zdobył staranne wykształcenie w Paryżu, ale miał również kontakty we Włoszech.

Pierwsze budowle klasztorne w Mogile być może zostały zniszczone przez Mongołów w 1241 roku. Można zatem przypuszczać, że tarcza zegarowa, krużganki, jak i mechanizm zegarowy powstały później, lecz jeszcze przed końcem XIII wieku. Węcławowicz sugeruje, że budowa przypadła na lata siedemdziesiąte lub osiemdziesiąte XIII wieku**.** Zakon prawdopodobnie utrzymywał więzi z klasztorami we Francji i we Włoszech, szczególnie z tymi ostatnimi.

W 2007 roku podczas prowadzonych przez Aleksandrę Grochal z zespołem prac konserwatorskich, których zakres obejmował tynki oraz dekorację malarską wschodniej części krużganków, gdzie znajduje się tarcza zegarowa, przeprowadzono badania konserwa-

[1] T. Węcławowicz, *Małopolska i Ziemie Ruskie Korony*, [w:] *Architektura gotycka w Polsce*, t. 1, red. T. Mroczko, M. Arszynski, Wyd. Instytut Sztuki Polskiej Akademii Nauk, Warszawa 1995, s. 66–67. Według Węcławowicza nie ma żadnych wątpliwości, że po drugiej dekadzie XIV wieku nie powstała w Małopolsce żadna ceglana ściana z zastosowaniem wątku wendyjskiego. Wendyjski wątek ceglany był stosowany na Śląsku aż do późnych lat dwudziestych, a w Państwie Zakonu Krzyżackiego – aż do lat czterdziestych XIV wieku, ale w tych rejonach międzynarodowe powiązania polityczne i kulturowe były ówcześnie odmienne niż w Krakowie. Inni badacze również nie mają wątpliwości co do zaprzestania stosowania wątku wendyjskiego. W. Krassowski, *Dzieje budownictwa i architektury na ziemiach Polski*, t. 2, Warszawa 1990, s. 73–74, pisze o stosowaniu wątku wendyjskiego „do końca XIII wieku" bez precyzowania jak było na Śląsku czy w Małopolsce.

torskie. Wykazały one, że część tynku pod tarczą zegarową pochodzi z XIII wieku[2] (**rys. 4**).

Pierwotnie pomieszczenie, które zajmowało przestrzeń nad zakrystią, skarbcem i kapitularzem, pełniło funkcję dormitorium[3] i wolno przypuszczać, że mechanizm zegara znajdował się w sąsiednim pomieszczeniu. Pod koniec XVII lub na początku XVIII wieku górne piętro znajdujące się powyżej tarczy zegara zostało po pożarze przeznaczone do zupełnie innych celów i to najprawdopodobniej wtedy usunięto mechanizm zegarowy, który mógł się tam znajdować. Ponadto, pomieszczenia te zostały ponownie przebudowane w czasach współczesnych.

W 2011 roku badania stratygraficzne tynku i dekoracji malarskiej kapitularza prowadzone po przeciwnej stronie muru, w którym znajduje się tarcza zegara, odsłoniły ślady linii sklepienia kapitularza, co dowodzi, że XIII-wieczne sklepienie znajdowało się niżej. Było to sklepienie ostrołukowe o dziewięciu niskich i wąskich przęsłach wsparte na czterech kolumnach od wewnątrz, podobne do zachowanego do dziś w Opactwie Cystersów w Wąchocku. Rekonstrukcja (**rys. 1**) przedstawia zarys hipotetycznego oryginalnego XIII-wiecznego sklepienia.

Na podstawie datowania można przypuszczać, że zachowane w Mogile relikty mogą być pozostałościami najstarszej spośród zachowanych w Europie tarczy zegarowej, co jest faktem o międzynarodowym znaczeniu. Niestety, nie zachowały się w klasztorze żadne źródła pisane z tego okresu, a zatem jedynie odsłonięte w trakcie konserwatorskich badań konserwatorskich ślady materialne mogą być wykorzystywane do odtworzenia historii tamtejszego zegara.

---

2 T. Węcławowicz, *Rezultaty konserwatorskich prac prowadzonych w krużgankach mogilskiego klasztoru w latach 2006–2007*, „Cistercium Mater Nostra" 2007, I, s. 113–118. Prace przy polichromiach były prowadzone przez Aleksandrę Grochal i jej zespół „Renowacja", pod nadzorem konserwatorskim prof. Władysława Zalewskiego. Dokumentacja konserwatorska i badawcza jest dostępna w Archiwum Konserwatora Miejskiego w Krakowie.

3 *Monografia Opactwa Cystersów we wsi Mogile. Część artystyczna monografii Mogiły*, Kraków 1867, passim.

Opis

Na tarczy (**rys. 2**) widoczny jest namalowany pierścień (rekonstrukcja) z wnętrzem cofniętym od lica o około sto milimetrów, z kamiennym obramieniem (obecnie wypełnionym cegłą i kamieniem z późniejszego okresu). Ślady farby odnalezione podczas oczyszczania i prac konserwatorskich pozwoliły stwierdzić, że pierścień był podzielony na 24 pola, a na mniejszym wewnętrznym okręgu były wydzielone mniejsze pola, mniej więcej odpowiadające dwudziestoczterogodzinnej podziałce pierścienia, co podczas prac konserwatorskich zostało zaznaczone w miejscach ze zrekonstruowanym tynkiem (**rys. 3**).

Pozostawiono miejsca, w których widoczne są pozostałości oryginalnej dekoracji malarskiej. Na podstawie tych reliktów ustalono, że zaprawy tynkowe w środkowej część tarczy zegarowej były zdobione w różnych okresach wielokolorową polichromią (**rys. 4**). W obrębie pomalowanej części można dopatrzyć się dwóch zaokrąglonych linii równoległych do wnętrza tarczy zegara (**rys. 5**).

Istnieją również dowody na istnienie szerokiej opaski, która została odtworzona w odnowionej części wraz z pasem białych i czerwonych kwadratów na wewnętrznej krawędzi pierścienia (**rys. 6**).

Kamienne okrągłe „okno" w dolnej części wewnętrznej tarczy zawiera wycięty okrągły otwór, który wedle założeń miał zawierać trzpień wraz ze wskazówką zegara. Otwór jest zabarwiony na zielono i nierówno wyokrąglony (**rys. 7**). Można przypuszczać, że obramowane kamiennym pierścieniem „okno" zawierało drugą tarczę pokazującą dodatkowe informacje.

Zachowany w narożu krużganków niewielki otwór w sklepieniu mógł być przeznaczony na sznur do sygnaturki nad dormitorium, ale z czasem, po przebudowach klasztoru przestał być używany.

Analiza numeracji tarczy zegarowej

Znacznie powiększone fotografie lewej części oryginalnego pierścienia tarczy zegarowej pozwalają stwierdzić, że zachowały co najmniej dwie malarskie warstwy z numerycznymi znacznikami, a ewentual-

ne wcześniejsze mogły być usunięte. Według Węcławowicza można dopatrzyć się „VI" oraz „I" po każdej stronie podwójnej linii w pozycji godziny dziesiątej, co wskazuje na cyfrę „VIII". Te przypuszczenia zostały potwierdzone dzięki zaawansowanym technikom fotograficznym (**rys. 8**). Można zatem stwierdzić, że numerację tarczy rozpoczynał znacznik „I" umieszczony w dolnej części, a za nim kolejne znaczniki i taki układ sugeruje rotację w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara. Widoczne są również inne linie pochodzące z późniejszego okresu, w tym obramienie z panelami, które zostały uwidocznione w zrekonstruowanych fragmentach. Jest mało prawdopodobne, że te podwójne linie przechodziły przez cyfrę wskazującą godzinę, natomiast jest niemal pewne, że zegar był przemalowywany prawdopodobnie kilka razy i obecne dwadzieścia cztery pola, z których każde jest oddzielone dwiema liniami (**rys. 3**) odnoszą się do późniejszego systemu numerycznego. Pola te przypominają tarcze XIV-wiecznych włoskich tarcz zegarowych (**rys. 28 i 29**). Włosi liczyli początek nowego dnia od zachodu słońca, zgodnie ze starym juliańskim systemem Imperium Rzymskiego nazwanym w czasach późniejszych *hora italica* („włoska godzina"). W miastach rozlegało się wtedy pojedyncze uderzenie dzwonu na Anioł Pański. W ciągu dnia wskazówka zegara podążała za słońcem. *Hora italica* obowiązywała w południowej Polsce do końca XVII wieku[4]. Zegar ratuszowy w Pradze z 1410 roku (por. **rys. 30**) zawiera dwudziestoczterogodzinną tarczę pokazującą „stary czas czeski", taki sam jak włoski i polski, ale posiada również podwójną dwunastogodzinną tarczę pozwalającą odczytać czas według systemu niemieckiego używanego powszechnie dzisiaj, a wówczas stosowanego tylko w północnej Europie.

[4] Czeski zegar ratuszowy wskazuje „stary czas czeski" (*hora italica*), podobnie jak XIV-wieczne włoskie zegary (**rys. 12**), i „czas niemiecki". Por. E.L. Edwardes, *Weight Driven Chamber Clocks of the Middle Ages and Renaissance*, Altringham 1976, s. 54, http://en.wikipedia.org/wiki/File:Schema_Orloj_en.png. Przykładami zegarów wskazujących „czas niemiecki" jest zegar w katedrze w Wells, w katedrze w Lund w Szwecji oraz zegar kościoła NMP w Gdańsku.

Klasztor w Mogile miał powiązania z Italią[5], zatem uważam, że tarcza zegarowa mogła być namalowana przez Włocha lub rzemieślników będących pod wpływem włoskich mistrzów, kiedy w XIV wieku system *hora italica* stał się powszechny w Polsce[6].

Wcześniejsza tarcza ze znacznikiem „I" w dolnej części może być odzwierciedleniem takiego typu tarczy, w którym dolna część reprezentuje noc, a górna dzień. Godzina dwunasta oznacza wtedy południe, a dwudziestoczterogodzinna doba rozpoczyna się o północy. Byłoby to spójne z myślą wczesnego Kościoła, zgodnie z którą dzień powinien rozpoczynać się o północy, ponieważ właśnie o tej godzinie św. Paweł i Sylas (Sylwan) śpiewali w więzieniu hymny ku czci Boga (Dz 16, 25) i w związku z tym w wielu częściach Italii na terenie Imperium Rzymskiego ten system odmierzania czasu mógł być stosowany[7]. Jednak można zakładać istnienie jeszcze wcześniejszej tarczy zegarowej, której żadne ślady nie zachowały się. **Rys. 9** ilustruje częściowe odtworzenie dwóch modeli pierścienia, które mogą być wyodrębnione na tarczy.

Wewnętrzna podziałka w obrębie pierścienia, którą stanowią małe czerwone i białe pola odtworzone na obecnie istniejącej tar-

---

5 Biskup Iwo Odrowąż sprowadził także z Italii do Krakowa zakon Dominikanów i założył ich klasztor przy kościele św. Trójcy. O związkach warsztatowych architektury mogilskiego kościoła z cysterskimi kościołami Lombardii por. wyżej, rozdział T. Węcławowicza, *Klasztorny zespół oo. Cystersów w Mogile w wiekach XIII i XIV*.

6 J. North, *God's Clockmaker: Richard of Wallingford and the Invention of Time*, Cambridge University Press, 2005, s. 192: odniesienie do włoskich rzemieślników pracujących w Polsce w XIV wieku oraz do powszechnego stosowania *hora italica,* co jest widoczne na włoskich i czeskich tarczach zegarowych.

7 *A Brief History of Roman Time*, fragment strony internetowej z odniesieniem do faktu, iż dwudziestoczterogodzinna doba była rzymskim *dies civilis* urzędowym w przeciwieństwie do *dies naturalis*, czyli okresu od wschodu do zachodu słońca, co zostało przyjęte przez Włochów, a również stosowane przez starożytnych Greków, patrz J. Carcopino, *La vie quotidienne à Rome à l'apogée de l'Empire*, Paris, Hachette 1939, s. 144. Ponadto, umbryjski dzień rozpoczynał się w południe (Gellius, III. 2). Słowo „dzień" odnosi się do tych dwóch przypadków. „Dies" pojawia się w cytatach z Cenzorinusa, *De Die Nat.* 23; Pliniusza Starszego, *Naturalis Historia* II. 77, 79; Varro, *De Re Rustica*, I. 28; Macrobiusa, *Saturnalia*, I. 3.

czy, są pozostałością wcześniejszego modelu, najprawdopodobniej z końca XVI wieku lub początku XVII wieku, ponieważ stosowanie takiej podziałki stało się powszechne dopiero od tego czasu. Tarcze zegarowe pochodzące z wcześniejszego okresu nie mają takich podziałek, np. praski zegar ratuszowy z ok. 1410 roku (**rys. 30b**) czy włoskie zegary (**rys. 28 i 29**). Co więcej, liczba wyodrębnionych pól oraz schemat kolorystyczny nie nawiązują do żadnego znanego projektu tarczy zegarowej[8]. Jestem przekonany, że jest to błąd w rekonstrukcji tarczy. Odtworzona tarcza zawiera trzynaście pól, te w górnej części rozpoczyna czerwony bloczek (jeden czerwony bloczek zawiera dwa pola podziałki), idąc w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara, a te w dolnej części zaczynają się pojedynczym zielonym bloczkiem. Analiza oryginalnego rysunku wskazuje na istnienie piętnastu pół o takich samych wymiarach, a podziałka zawiera również biały obszar pomiędzy podwójną linią. To oznaczałoby, że każde pole podziałki odpowiada czterem minutom, podczas gdy obecnych trzynaście pól nie znaczy nic, a ponadto są różnej szerokości (por. **rys. 3 i 6**). Na podstawie analizy farby konserwatorzy potwierdzili, że ta podziałka datowana jest na okres późniejszy niż pozostałe namalowane elementy. Co więcej, czarna opaska jakby zachodzi na oryginalne cyfry (patrz **rys. 8**), co dowodzi, że wewnętrzny podział pierścienia pochodzi z późniejszego okresu.

Centralnie umieszczony otwór w obrębie górnej części kamiennego obramienia okrągłego „okna" zlokalizowanego w dolnej części wewnętrznej tarczy zegarowej najprawdopodobniej zawierał trzpień obracający wskazówkę zegara. Zielone zabarwienie po analizie okazało się korozyjnym osadem miedzi lub brązu, a grynszpanowy nalot jest wynikiem nawilżenia elementu substancją organiczną[9]. Wy-

[8] Oględziny tarcz zegarowych przez autora pozwalają stwierdzić, że takie podziałki nie były stosowane przed początkiem XVII wieku i nigdy nie były przedstawione w takiej formie jak tutaj.

[9] Grynszpan tworzy się przez korozję miedzi, mosiądzu i brązu. Kwasy znajdujące się w tłuszczach i innych substancjach nawilżających przyspieszają ten proces i, reagując z wapieniem, tworzą złożone sole miedzi. Oleje mineralne otrzymywane z ropy naftowej były nieznane aż do XIX wieku. Por. np. D.W.A. Sharp, *Penguin Dictionary of Chemistry*, Penguin Books, wyd. II, 1990, s. 419.

dłużenie otworu wskazuje na intensywne używanie (**rys. 7**), a także na fakt, że trzpień na wskazówkę zegara musiał obracać się pod różnym kątem, gdy łożysko było już mocno wyrobione. Pierwotnie kamienne wykończenie wypełniało całą przestrzeń poniżej otworu, ale rozpadło się i było szlifowane przez łożysko, które wcinało się w kamień. To dowodzi, że zegar był w użyciu przez długi okres. „Okno" mogło zawierać tarczę zegara księżycowego, która mogła być użyteczna przy wyznaczaniu dat Wielkanocy (por. tabele w: **Appendix**, w angielskojęzycznej części niniejszej książki). Inną, choć mniej prawdopodobną hipotezą jest umieszczenie tam znaków zodiaku.

Pozostałości farby na powierzchni zagłębienia wewnątrz pierścienia tarczy zegarowej (C) i (D) (**rys. 5**) sugerują, że środkowa część była ozdobiona motywami roślinnymi lub figuratywnymi. Według Węcławowicza, wspomniana dekoracja, podobnie jak polichromia na sklepieniu, mogła być dziełem Stanisława Samostrzelnika (1506–1540), mnicha z mogilskiego klasztoru, który tworzył pod wpływem niemieckich artystów Hansa Kulmbacha i Hansa Dürera, mieszkających wówczas w Krakowie (**rys. 31**). Jest on także przekonany, że oryginalna XIII-wieczna tarcza zegarowa najpewniej nie była zdobiona, co byłoby zgodne z surową regułą zakonu w tamtym czasie.

Zaokrąglone linie równoległe do wnętrza pierścienia widoczne na **rys. 3** mogły być skalą podobną do tej widocznej na zegarze praskim (**rys. 30b**), wskazującą zróżnicowanie godzin odprawiania Jutrzni i Nieszporów w zależności od pory roku. Nie ma pewności co do funkcji elementów pierwszej lub kolejnych tarczy, ale jeśli ta interpretacja jest poprawna, ich użycie sugeruje, że artysta chciał pokazać zarówno równe godziny świeckie, jak i nierówne godziny kanoniczne.

Okrągłe „okno"

Istnieją przypuszczenia, że owe okrągłe „okno" (czyli kamienny pierścień w dolnej części tarczy zegarowej, obecnie wypełniony cegłą)

mieściło dysk księżycowy, przydatny do wyznaczania daty Wielkanocy. Otwór na trzpień, na którym osadzona była wskazówka zegara, zachodzący na kamienne obramienie, to słaba strona projektu, ale takie błędy były częste w przypadku wczesnych zegarów.

Dyski księżycowe występują powszechnie w XIV-wiecznych zegarach astronomicznych, czego przykładem może być zegar z Padwy (**rys. 28**) i wenecki zegar św. Marka (**rys. 29**). Dyski te mogły być też elementem wyszukanych zegarów wodnych w klasztorach, gdzie istniała potrzeba ustalenia daty Wielkanocy. Jest raczej mało prawdopodobne, że w Mogile znajdował się skomplikowany mechanizm. Rekonstrukcja prawdopodobnego sposobu działania jest przedstawiona na **rys. 10**. Zegar mógł pokazywać fazy księżyca obejmujące 29,5 dnia. Nie było to całkiem poprawne przybliżenie, gdyż w rzeczywistości cykl faz księżyca trwa 29,53 dni. Jeśli jednak dokonywano poprawek ustawienia zegara co około trzy miesiące, to taka mała nieścisłość nie stanowiła problemu. Bliskość tego okna do trzpienia obracającego wskazówkę tarczy zegarowej oznacza, że dysk księżycowy musiał być wprawiany w ruch raz na dwadzieścia cztery godziny bezpośrednio przez obracający się trzpień. Dwie naprzeciwległe łopatki w trzpieniu, na którym osadzona była wskazówka zegara, zahaczały o 59 zębów na krawędzi dysku księżycowego, popychając go co dwanaście godzin. Jako że każdego dnia dysk księżycowy sprzęga się z zegarem jedynie na krótką chwilę, jego ustawienie mogło być łatwo korygowane w innym momencie, z przodu.

Oparta na powyższej analizie prawdopodobna rekonstrukcja najwcześniejszej tarczy jest przedstawiona na **rys. 11**.

Hipotetyczne mechanizmy zegarowe zastosowane z tarczą w Mogile

Wszystkie mechanizmy odmierzające czas potrzebują trzech elementów: źródła napędu (np. woda, sprężyna lub ciężarki), urządzenia wskazującego czas – w tym wypadku tarcza ze wskazówką lub dzwonek – oraz regulatora, którego funkcją było zagwarantowanie

dokładnego pomiaru czasu. Zapewnienie pierwszych dwóch elementów nie przysparzało problemów, ale wynalezienie trzeciego, tzn. mechanizmu, który „wychwyca" energię (stąd nazwa wychwyt) w kontrolowany sposób, było prawdziwym wyzwaniem.

Sytuacja jest skomplikowana, ponieważ wczesne zapiski dotyczące rozwoju zegarów mechanicznych z mechanizmem wychwytowym (w przeciwieństwie do zegarów z napędem wodnym) są skąpe, fragmentaryczne lub napisane przez uczonych niezbyt dobrze rozumiejących ten mechanizm, a być może zakładających znajomość zagadnienia u czytelnika, której my we współczesnym świecie oczywiście już nie mamy (w odniesieniu do zegarów wodnych). Jakiekolwiek urządzenie odmierzające czas lub zegar było najczęściej zwane *horologium*[10]. *Horologia* często zawierały różne formy mechanicznych przekładni, których rolą było zasilanie urządzenia i uruchamianie bicia dzwonów, bez względu na to, czy były to prawdziwe zegary mechaniczne, czy klepsydry (zegary wodne)[11]. Aby regulować odmierzanie czasu, klepsydra wykorzystywała ciecz, najczęściej wodę, a w wyjątkowych przypadkach rtęć. Według zachowanych zapisków to brat Gerbert, późniejszy papież Sylwester II, w 966 roku wynalazł prosty mechanizm, który w określonych odstępach czasowych w ciągu dnia uruchamiał bicie dzwonów, aby zwołać mnichów na modlitwę. Urządzenie to wykorzystywało sznury i koła zębate skonstruowane w oparciu o arabską myśl techniczną. Niestety nie są znane żadne szczegóły[12]. Być może urządzenie to wcale nie zawierało żadnego mechanizmu zegarowego.

Żelazny wychwyt mechaniczny, który umożliwiał mechaniczną regulację zegara, mógł być w użyciu przed 1309 rokiem. Kronikarz Galvano Fiamma odnotowuje, że zegar skonstruowany w mediolańskiej bazylice św. Eustorgiusza był *ferreum fabricator* (zrobiony

[10] Różne odniesienia w: E.L. Edwardes, *Weight Driven Chamber Clocks of the Middle Ages and Renaissance*, John Sherratt and Son, Altrincham 1965. R. 1. Patrz również J. North, *God's Clockmaker*, *op. cit.*, s. 153.

[11] Oznacza: złodziej wody, grec. κλεψύδρα – '*kleptō*' złodziej; '*hudōr*' woda, *The Concise Oxford Dictionary*, Oxford University Press 1990.

[12] J. North, *God's Clockmaker*, *op. cit.*, s. 232; por. też wyżej przyp. 2.

z żelaza)[13]. Nie są jednak znane żadne inne dane dotyczące wychwytu, na podstawie których można by tę informację potwierdzić. Zachowały się również lakoniczne wzmianki świadczące o istnieniu innych mechanicznych zegarów w Cambrai w 1308 i 1318 roku[14]. E.L. Edwardes dokładnie omawia zagadnienie, jak i prezentuje inne urządzenia uruchamiające bicie dzwonów pod koniec XIII wieku. Mimo że przeprowadzano wówczas wiele eksperymentów, istnienie zegara z żelaznym wychwytem mechanicznym przed ostatnią dekadą XIII wieku, a w zasadzie przed samym jego końcem, jest raczej nieprawdopodobne[15]. Frustracja związana z próbami wynalezienia żelaznego wychwytu mechanicznego, który regulowałby pracę zegara i pozwolił zrezygnować z wody i związanymi z jej użyciem brakiem precyzji odmierzania czasu czy przeciekaniem, widoczna jest w komentarzu Roberta Anglika (*Robertus Anglicus*) z 1271 roku na temat *Tractatus de Sphera Mundi* Johannesa de Sacrobosco, który rozważa możliwość „skonstruowania mechanicznego urządzenia (wychwytu), który dzieliłby czas od wschodu słońca do wschodu słońca na 24 równe części" i konstatuje, że „wynalezienie tego byłoby dużym usprawnieniem w stosunku do arabskich astrolabiów". Chociaż Robert Anglik opisuje mechanizm, który jest napędzany ciężarkami w sposób podobny do działania wychwytu rtęciowego w zegarze Alfonsa X (patrz poniżej: Rozwój zegarów wodnych w klasztorach), nie ma pewności co do tego, czy faktycznie widział takie urządzenie. Można natomiast mieć pewność, że konstrukcja zegara z żelaznym wychwytem mechanicznym nie została pomyślnie ukończona przed powstaniem tego zapisu.

W XIV wieku zapiski dotyczące zegarów z żelaznym wychwytem mechanicznym stają się coraz bardziej powszechne, co jest ściśle związane z wynalezieniem i udoskonalaniem takich zegarów[16].

[13] E.L. Edwardes, *Weight Driven Chamber Clocks*, *op. cit.*, s. 25; również J. North, *Gods Clockmaker*, *op. cit.*, s. 154.

[14] E.L. Edwardes, *Weight Driven Chamber Clocks*, *op. cit.*, s. 25. Patrz również J. North, *God's Clockmaker*, *op. cit.*, s. 160.

[15] E.L. Edwardes, *Weight Driven Chamber Clocks*, *op. cit.*, rozdział 1.

[16] Omówienie w: E.L. Edwardes, *Weight Driven Chamber Clocks*, *op. cit.*, rozdział 1.

Wiele wczesnych zegarów z żelaznym wychwytem mechanicznym nie miało tarczy, lecz wybijało dźwięk. Najwcześniejszą i nadal istniejącą tarczą zegarową jest tarcza zegara na wieży Palazzo del Capitanio, przy Piazza dei Signori w Padwie we Włoszech z 1344 roku. Konstruktorem zegara był Jacopo Dondi (**rys. 28**), a tarcza zawiera cechy typowe dla włoskich tarcz zegarowych z XIV i XV wieku. Zegar ewidentnie był wyposażony w żelazny wychwyt mechaniczny (wrzecionowy), który został opisany przez Giovanniego Dondiego (syna Jacopa Dondiego), kiedy ten wykorzystał go w swoim zegarze w 1348 roku (i później opisał w swoim *Tractus Astarii*)[17]. W 1316 roku istniał również zegar w ratuszu polskiego miasta Brzeg na Śląsku, który mógł być wyposażony w żelazny wychwyt. W 1414 roku zegar ten został zastąpiony innym, w którym już z całą pewnością znajdował się taki mechanizm. Istnieje również odniesienie do zegara ratuszowego we Wrocławiu istniejącego w 1367[18]. Profesor North w swojej książce *God's Clockmaker* przedstawia nieudokumentowane informacje o włoskich zegarmistrzach pracujących w Czechach i Polsce w XIV wieku[19], więc wydaje się prawdopodobne, że włoskie wzorce w rzemiośle zegarmistrzowskim zostały importowane na tereny południowej Polski.

Cudzoziemscy zegarmistrzowie ubiegali się o ochronę w Brytanii, mając nadzieję, że będą mogli uprawiać tam swoje rzemiosło, co sugeruje, że w ówczesnej Europie miał miejsce znaczący przepływ rzemieślników oraz koncepcji[20]. To pokazuje również, że XIV wiek był okresem gwałtownego rozwoju zegarów z żelaznym wychwytem mechanicznym w Europie, a więc także i w Polsce. Niestety, żadne zegary z tamtego okresu nie zachowały się.

---

17 Omówienie w E. Bruton, *The History of Clocks and Watches*, Orbis Publishing Ltd., London 1979, s. 34–35 oraz E. Edwardes, *Weight Driven Chamber Clocks*, *op. cit.*, s. 21–23, 54–56.

18 Por. http://en.wikipedia.org/wiki/Turret_clock.

19 J. North, *God's Clockmaker*, *op. cit.*, s. 192.

20 Przyznanie licencji trzem holenderskim zegarmistrzom z Delft w Anglii przez Edwarda III w 1368 – *Foedera, Litterae et Acta Publica (Edito Secunda, Tomas VI, MDCCXXVII)*, wg E.L. Edwardes, *Weight Driven Chamber Clocks*, *op. cit.*, s. 65.

W związku z powyższym, omawiając kwestię pierwotnego *horologium*, które mogło być używane z odtworzoną tarczą w Mogile, należy rozważać inny rodzaj zegara niż prawdziwy zegar mechaniczny.

Rozwój zegarów wodnych w klasztorach

Rozwój zegara wodnego – klepsydry

Na długo przed rozpoczęciem rewolucji przemysłowej cystersi byli propagatorami przemysłowych innowacji w chrześcijańskim świecie, a „przedsiębiorczość oraz duch przedsiębiorczości" zawsze stanowiły o tożsamości zakonu. Cystersi nazywani byli „katalizatorami rozwoju gospodarki rynkowej" w XII-wiecznej Europie[21]. Każdy klasztor posiadał młyny, na ich terenach działali kowale i inni rzemieślnicy. Urządzenia techniczne były powszechne, a nowe przyjmowane z entuzjazmem.

Istnieją dowody na to, że w posiadaniu niektórych zakonów były zegary wodne, mimo iż urządzenia te były drogie i trudne w utrzymaniu. Kasjodor (*Flavius Magnus Aurelius Cassiodorus*, 485–583), fundator benedyktyńskiego klasztoru w Vivarium, przekonywał w swoim zbiorze zasad życia monastycznego, że zegar wodny jest użytecznym alarmem dla „żołnierzy Chrystusa"[22].

Chrześcijański filozof i retor Prokop z Gazy przed 529 rokiem szczegółowo opisał skomplikowany czasomierz w jego rodzinnym mieście. Oprócz wybijania cogodzinnego gongu, zegar wyposażony był w figurki, które poruszały się dzień i noc wprawiane w ruch mechanicznie[23]. W *Chronica Jocelini de Brakelonda*, pisanej w latach 1173–1202 w klasztorze w Bury St Edmunds w Anglii, jest wzmianka o pożarze głównego ołtarza: *Juvenes ergo nostri propter aquam currentes, quidam ad puteum, quidam as horologium, quidam*

---

21 R. Baedeker, *Good Works: Monks Build Multimillion-Dollar Business and Give the Money Away*, San Francisco Chronicle, 2008.

22 Cassiod. Inst. 30.4 f. Zob. E.L. Edwardes, *Weight Driven Chamber Clocks*, *op. cit.*, s. 9.

23 G. Dohrn-van Rossum, *"Clocks", Brill's New Pauly. Encyclopaedia of the Ancient World*, red. H. Cancik, H. Schneider, Leiden 2009.

cucullis suis impetum ignis cum magna difficultate extinxerunt. „Nasi młodzi mężczyźni pobiegli więc po wodę, część z nich do studni, część do zegara, a inni z dużym trudem zdławili buchający ogień swoimi szatami [habitami?]"[24]. To mocny dowód na istnienie zegara wodnego, prawdopodobnie dużego, którego rozmiar uzasadniał istnienie zbiornika znacznych rozmiarów lub silnego przepływu wody.

Najwcześniejsze zegary wodne przypominały wyglądem donicę z otworem u podstawy. Zwężające się boki rekompensowały zmniejszenie ciśnienia przy opróżnianiu naczynia utrzymując ciśnienie przepływu wody na stałym poziomie. Czas był odczytywany ze znaków umieszczonych wewnątrz naczynia (**rys. 12**).

W późniejszym czasie odkryto, że wlewanie wody do zbiornika znajdującego się nad zbiornikiem wychwytowym może służyć utrzymaniu takiego poziomu wody, aby ciśnienie było stałe. Otwór przelewowy przy krawędzi zbiornika powodował, ze nadmiar wody był odprowadzany (**rys. 13**). Woda następnie wyciekała do głównego cylindra, a pływak w nim umieszczony podnosił się wraz z podnoszeniem się poziomu wody i w ten sposób stanowił napęd dla wskazówki zegara.

Fragmenty zegarów anaforycznych z Imperium Rzymskiego pokazują, że niektóre zegary wodne miały przekładnie kół zębatych dla tarcz lub obrotowych kolumn pokazujących zmiany długości godziny w zależności od pory roku (**rys. 14**). Fragment tarczy z Vosges we Francji przedstawia kompozycję tarczy zegarowej i czas wskazywany przez obracającą się tarczę słoneczną, umieszczoną na tle dwudziestoczterogodzinnej siatki nierównych linii dzielących ją na pola różnej szerokości uwzględniające różnice związane ze zmiennością pór roku[25]. Wspomniane części zegarów pokazują, że istniały już przekładnie kół zębatych i były stosowane w mechanizmie zegarowym.

Przekładanie kół zębatych były znane od 700 r. p.n.e. w Babilonii, a później w starożytnym Egipcie[26]. Zasada działania bardziej

[24] Oryginalny tekst wydany przez Camden Society, s. 76.

[25] Por. J. North, *God's Clockmaker*, *op. cit.*, s. 149–151.

[26] D.R. Hill (Engineering), w: R. Rashed, *Encyclopedia of the History of Arabic Science*, t. 2, Routledge, London–New York 1996, s. 751–795 [776].

zaawansowanych przekładni była z całą pewnością znana Grekom, czego potwierdzeniem jest mechanizm z Antikithiry, czyli astronomiczny kalkulator z I wieku p.n.e. Przekładnie wynalezione przez Arabów wykorzystywano w mechanizmach urządzeń do pomiaru czasu wykorzystujących wodę jako napęd. Wynalazek ten był równie istotny jak wynalezienie młynów i kół wodnych wykorzystywanych do czerpania wody do irygacji pól, zarówno w kulturach arabskich, jak i chrześcijańskich, a także w Chinach, bo według zapisków podobne systemy istniały również tam[27]. Fragmenty łańcuchów, które unosiły ceramiczne naczynia do czerpania i przenoszenia wody, są znane z rzymskich studni. Przykład hydraulicznego urządzenia używanego do czerpania wody *saqiya* jest przedstawiony na rysunku z 1206 roku sporządzonym przez Al-Jazarego (**rys. 15**).

Zachowało się kilka średniowiecznych ilustracji klepsydry. Ciekawym przykładem jest szkic w katalońskim rękopisie *Constitutiones Catholonie de tempore de regis Petri I ad regum Jacobum II*, zachowanym w Archivo de la Corona d'Aragón w Barcelonie. Przedstawia on instrument identyfikowany jako karylion, będący urządzeniem wygrywającym melodię na dzwonkach uruchamianym przez klepsydrę. Rękopis pochodzi z okresu między 1280–1337 rokiem, ale szkic mógł być dodany później. Rysunek strony urządzenia zawierającej elementy wskazujące czas (**rys. 16**) pokazuje obracający się dysk tworzący tarczę wprawianą w ruch przez pływak unoszący się w naczyniu z wodą. Wraz z wyciekaniem wody przez otwór w dnie, pływak obniża się, obracając koło. Ścianki zbiornika z wodą mają nachylone boki, a dno jest zaokrąglone. Taki kształt mógł ułatwiać wyrównanie ciśnienia zmieniającego się poziomu wody w zbiorniku, podobnie jak w przypadku egipskiego zegara wodnego stylizowanego na donicę (**rys. 12**).

Rekonstrukcja tego zegara autorstwa Eduarda Farré-Olivé'a została opublikowana w *Antiquarian Horology*[28]. Farré-Olivé zaznacza

[27] J. Needham, *Science and Civilization in China*, t. 4: *Physics and Physical Technology*, cz. 2: *Mechanical Engineering*, Caves Books Ltd, Taipei 1986, s. 353.

[28] E. Farré-Olivé, *A Medieval Catalan Clepsydra and Carillon*, "Antiquarian Horology" 1989, Vol. 18, No. 4, s. 371–380.

rotacyjny ruch trzpieni kół, aby zrekompensować średniowieczny, przedrenesansowy, nieperspektywiczny sposób rysowania (por. **rys. 17**). Główne koło obraca się tutaj w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara, co do momentu wejścia do użycia wskazówki zegara było bardzo częste.

Mały ciężarek nawinięty w przeciwną stronę w stosunku do obniżającego się pływaka mógł być używany w celu dokładnej regulacji obrotów głównego koła. Otwory w głównym kole mogły umożliwiać umieszczenie kołków, które popychałyby dźwignię z wcześniej nakręconym mechanizmem bicia, sprawiając, że dzwonki były uderzane o wcześniej nastawionym czasie, czyli o nierównych godzinach, jakie wówczas obowiązywały.

Zegar na **rys. 16** uruchamiał karylion, zespół dzwonów, które wprawiane w ruch przez kołki lub kolce na kole wygrywały melodię. Najczęściej jednak zegar wybijał pojedynczy dźwięk. Ta łatwiejsza forma dzwonienia jest utrwalona w dokumencie aktualnie przechowywanym w Archivo de la Corona d'Aragó w Barcelonie, w Hiszpanii. Fragment dokumentu poświęcony urządzeniu odmierzającemu czas nie zachował się, ale część – mechanizm bicia – został odtworzony i zilustrowany w *Antiquarian Horology* przez F. Maddisona, B. Scotta i A. Kenta[29], którzy uważają, że obracający się wał z kolcami uderzał w dzwon. Dzwon lub dzwonki wprawione w ruch dzwoniły, aż do momentu kiedy ciężarek uderzył w podłogę, podobnie jak w przypadku budzika. Następnie zegar musiał być ponownie nakręcony i nastawiony (**rys. 18**).

Istnieje również zapis, że zegary, najprawdopodobniej klepsydry z mechanicznymi przekładniami, były czasowo zainstalowane na trzecim piętrze nieukończonej wieży w Pizie w 1198 roku.

Zegary z napędem wodnym i wychwytem

Głównym problemem konstruowania czasomierza, w którym zastosowano ciężarki lub wodę jako źródło napędu, było wynalezienie

[29] F. Maddison, B. Scott, A. Kent, *An Early Medieval Water-Clock*, "Antiquarian Horology" 1962, Vol. 12, No. 3, s. 348–351.

niezawodnego regulatora chodu, czyli urządzenia, które pozwalałoby wychwycić energię w kontrolowany sposób. Pewien rodzaj wodnego koła wychwytowego został po raz pierwszy skonstruowany w Chinach w 723 lub 725 roku przez buddyjskiego mnicha Yi Xinga i został zastosowany w mechanizmie zegara wodnego, a w 1088 roku Su Song skonstruował koło łopatkowe napędzane przez wodę, które miało regulować działanie jego astronomicznego zegara (**rys. 19**)[30]. W tym przypadku woda płynąca na koło łopatkowe napędzała mechanizm tak, aby pasował do czasu, a nie był prawdziwym napędzanym przez wodę regulatorem. Zasada działania jest przedstawiona na **rys. 20**. Woda wpływała do naczyń zawieszonych na ramionach wychwytu w formie koła wodnego, dzięki czemu zaczynały się kołysać. Ramię koła było unieruchomione przez blokadę za pomocą małego **ciężarka** (**A**). Naczynia napełniały się wodą i jej ciężar sprawiał, że jedno z ramion koła naciskało na dźwignię, która z kolei naciskała na drugą dźwignię (**B**). Dźwignia ta połączona była z dźwignią znajdującą się powyżej za pomocą pręta i w momencie kiedy obniżała się pod wpływem nacisku, mała **paleta** (**C**) podnosiła się, pozwalając na nieznaczny obrót koła. Kiedy ramię koła znalazło się w pozycji powodującej zwolnienie dźwigni (B), powracała ona do swojego normalnego położenia, a paleta (C) opadała, uniemożliwiając dalszy ruch wychwytowego koła łopatkowego. Jednocześnie szeroki brzeg najniższego naczynia z wodą był przechylany przez **kołek** (**D**) przymocowany do ramy zegara, co powodowało opróżnienie naczynia, które wówczas nie było już wystarczająco ciężkie, aby umożliwić obniżenie dźwigni (A) przez następne ramię koła. W momencie kiedy najwyżej znajdujące się naczynie wypełniło się wodą, jego ciężar powodował przesunięcie dźwigni (A) w dół i cały proces powtarzał się. W wyniku takiego sposobu działania obrót koła charakteryzował się serią szarpnięć.

Według wielu zapisów, podobne zegary wodne były konstruowane w krajach znajdujących się pod panowaniem Arabów, natomiast

[30] Por. J. Needham, *Science and Civilization in China*, *op. cit.*, s. 445, 448, 469–471.

istnienie takiego zegara w Toledo nad rzeką Tag w Hiszpanii odnotowali w 1085 roku rycerze króla Kastylii Alfonsa VI, którzy odbili miasto z rak Maurów, co potwierdza, że technologia budowy takich urządzeń została poznana w świecie chrześcijańskim[31].

Zegary wodne były bardzo duże i konstruowano je w postaci wież. Zmiany pogody związane z przemiennością pór roku oznaczały, że woda parowała lub zamarzała, co rzutowało na pracę zegara. Co więcej, zmiany temperatury wody powodują zmiany jej gęstości, co z kolei wpływa na przepływ wody, a w konsekwencji na pomiar czasu.

Przykład mniejszego zegara przedstawia ilustracja w XIII-wiecznej iluminowanej Biblii moralizatorskiej MS 18719f.92 (por. **rys. 21**).

Mechanizm zegara z ilustracji budzi pewne wątpliwości, jednak C.B. Drover w artykule zamieszczonym w czasopiśmie *Antiquarian Horology* (grudzień 1954) zasugerował, że jest to ilustracja zegara wodnego działającego jak zegar Su Songa (**rys. 20**)[32]. Według niego, wraz z napełnieniem zbiorników wodą, główne koło wraz z przegrodami obraca się, a kołki zamocowane na drugim kole znajdującym się za kołem głównym uderzają w dzwonki.

Istnieją zapiski autorstwa żydowskich historyków i astronomów pochodzące z 1276 roku z Toledo w Hiszpanii na temat urządzeń astronomicznych należących do Alfonsa X Mądrego, zawarte w *Libros del Saber de Astronomia*. Ahmad Yousef al-Hassan pisze, że zegar będący w posiadaniu Alfonsa X w 1277 roku miał wychwyt rtęciowy, który według niego był podobny do tych opisywanych w arabskich źródłach pochodzących z wcześniejszego okresu. W relacji czytamy:

„Wychwyt składał się z obszernego bębna zrobionego ze ściśle ułożonych i zespolonych deszczułek. Wnętrze bębna było podzielone na dwanaście przegród rozchodzących się promieniście, a w nich znajdowały się małe otwory, przez które przepływała rtęć. W bębnie

[31] A. Shabbir, *The Role of Muslim Mechanical Engineers in Modern Mechanical Engineering*, Department of Technology (raport z projektu), University of Faisalabad (bez daty).

[32] C.B. Drover, *The 13th Century "King Hezekiah" Water Clock*, "Antiquarian Horology" 1980, Vol. 12, No. 1, s. 160–164.

zapieczętowano tyle rtęci, żeby przegrody były wypełnione w połowie. Bęben był umieszczony na tej samej osi co duże koło zasilane napędem ciężarkowym nawiniętym na koło. Na osi umieszczono również mniejsze koło zębate z sześcioma zębami, które zazębiały się z trzydziestoma sześcioma dębowymi zębami na otoku tarczy astrolabium. Bęben z rtęcią oraz mniejsze koło zębate wykonywały pełny obrót w cztery godziny, a tarcza astrolabium wykonywała pełny obrót w dwadzieścia cztery godziny"[33]. Zegar był udokumentowany rysunkowo i jest odtworzony na **rys. 22**.

Kiedy ciężarek napędowy (napęd ciężarkowy) wprawiał w rotację bęben zawierający rtęć, ciężar podnoszonej rtęci uniemożliwiał obrót, dopóki rtęć nie wypłynęła przez otwory do przegrody znajdującej się poniżej. Równowaga między ciężarem rtęci oraz ciągiem ciężarka napędowego mogła być zaburzona, ale wówczas była możliwość wprowadzenia korekty poprzez zmianę wagi ciężarka napędowego. Mimo że są pewne rozbieżności co do zasady działania takiego zegara, jest to bezsprzecznie przykład zegara mechanicznego o napędzie ciężarkowym z wychwytem w formie cieczy, z możliwością regulacji pomiaru czasu. Dokument opisywał również kilka innych zegarów będących w posiadaniu króla Alfonsa, który był entuzjastą kolekcjonowania czasomierzy. Jednak żaden z nich nie miał żelaznego wychwytu, co potwierdza, że takowy do tamtych czasów nie został jeszcze wynaleziony.

Hipotetyczny model zegara wodnego, który mógł istnieć w klasztorze Cystersów w Mogile

Do obecnych czasów nie odnaleziono w Polsce zegara wodnego. Należy jednak pamiętać, że jest mało prawdopodobne, aby drewniany zegar wodny, który wyszedł z użycia, dotrwał do naszych czasów.

---

[33] K. Ajram, A.Y. al-Hassan, *Transfer of Islamic Technology to the West*, Part II: *Transmission Of Islamic Engineering, History of Science and Technology in Islam,* Cambridge University Press 2002 (UNESCO project: The Different Aspects of Islamic Culture, t. IV).

Niemożność przezwyciężenia trudności związanych z zapewnieniem wodoszczelności takiej konstrukcji z całą pewnością przyczyniała się do jej butwienia i całkowitego rozpadu. Co więcej, w dzisiejszych czasach głównym problemem zegara wodnego byłoby łatwe zamarzanie zimą wolno płynącej wody. Jednak w XIII wieku klimat w Małopolsce był o wiele łagodniejszy niż dzisiaj[34]. Ponadto zegar był umieszczony wewnątrz pod dachem, a więc wszystko wskazuje na to, że zamarzanie mogło nie stanowić żadnego problemu aż do XIV wieku, kiedy klimat zaczął się pogarszać wraz z nadejściem tzw. małej epoki lodowcowej[35].

Niezależnie od typu zegara istniejącego w Mogile, można być pewnym kilku faktów:

- Mechanizm zegara o tak dużej tarczy musiał mieć dużą moc.
- Wskazówka zegara obracała się zgodnie z kierunkiem ruchu wskazówek zegara, a podziałka zawierała dwadzieścia cztery pola, co – jak można zakładać – odpowiadało jednej dobie.
- Tarcza przedstawia równe godziny, co oznacza, że podejmowano próby regulowania zegara w taki sposób, aby wskazywał równe godziny (tzn. godziny nie miały różnej długości), chyba że istniała konieczność innej regulacji.

---

[34] Okres od 950 do 1250 roku jest znany jako ciepły okres średniowieczny, kiedy średnie temperatury były o 0,1 do 0,2°C wyższe w Europie i na Grenlandii (co pozwoliło na jej kolonizację i rozwój rolnictwa) niż w okresie od 1975 do 1990 roku. Dokładne omówienie w: M.E. Mann, R.S. Bradley, M.K. Hughes, *Northern Hemisphere During the Past Millennium: Inferences, Uncertainties and Limitations*, "Geophysical Research Letters" 1999, Vol. 26, No. 6, s. 759–762 i u innych autorów.

[35] Mała epoka lodowcowa była okresem niższych temperatur szczególnie wyraźnych w północno-zachodniej Europie i Brytanii od ok. 1300 do 1800 roku. Dokładne omówienie w M.E. Mann, *Little Ice Age*, Wiley and Sons, 2002. Również na podstawie modelowania klimatycznego w oparciu o informacje m.in. dotyczące plonów można stwierdzić, że klimat w północnej Europie był cieplejszy. Patrz: M.E. Mann, R.S. Bradley, M.K. Hughes, *Northern Hemisphere Temperature During*, *op. cit.*, s. 760, gdzie czytamy, że mała epoka lodowcowa rozpoczęła się w XIV wieku.

Brak jakichkolwiek, poza tarczą, dowodów materialnych oznacza, że nie sposób stwierdzić, jaki zegar był pierwotnie zainstalowany w klasztorze Cystersów w Mogile. Zatem przedstawione poniżej pomysły mają charakter całkowicie hipotetyczny.

Z wcześniejszego omówienia wynika, że pierwszym zegarem był zegar wodny i mógł to być zegar jednego z dwóch typów: klepsydra, w którego wychwycie woda wydostawała się przez otwór w naczyniu, lub zegar z kołem wodnym, w przypadku którego woda była napędem dla koła wodnego.

Jeżeli stosowano klepsydrę, hipotetyczny model może odzwierciedlać połączenie **rys. 17** i **rys. 18**, w wyniku czego powstaje urządzenie na **rys. 23**.

Farré-Olive, rekonstruując karylion (**rys. 17**), założył, że przy przepływie wody w tempie 50 mm na sekundę, w ciągu dwudziestu czterech godzin przez zbiornik przepływałoby 43,2 kg wody. Wolniejsze tempo przepływu wody mogłoby spowodować jego zatrzymanie, zwłaszcza w niskiej temperaturze, jako że cząsteczka wody, jak na swój rozmiar, ma dużą rozszerzalność termiczną. Zakładając, że do napełniania zbiornika wykorzystywano wiadro o pojemności 5 litrów, konieczne byłoby dziewięciokrotne napełnienie zbiornika w ciągu dwudziestu czterech godzin. Jeżeli w Mogile postępowano zgodnie z tą zasadą, zbiornik musiałby być napełniany częściej, bo zważywszy na rozmiar wskazówki i tarczy, jego pojemność musiała być większa.

Inny rodzaj zegara, jaki mógł znajdować się w Mogile, to zegar z kołem wodnym działający jak zegar Su Songa (**rys. 20**) i zegar Ezechiasza (**rys. 21**). Ten zegar musiałby być wyposażony w zbiorniki umieszczone nad mechanizmem. Głównym problemem byłoby noszenie wody do zegara, jako że wokół klasztoru nie ma wzgórz ze strumieniami z wystarczającym słupem wody, który mógłby bezpośrednio zasilać zbiornik. Zbiornik ten musiał być umieszczony na piętrze żeby poruszać mechanizm i wskazówki. Co więcej, mechanizm ten wymagałby dużej ilości wody na dzień. Dostarczenie takiej ilości wody siłą ludzkich rąk zapewne nie byłoby problemem, ale być

może używano innego sposobu, wykorzystując dostępne wówczas technologie.

Wszystkie klasztory Cystersów budowano w średniowieczu według określonego wzorca. Pod południowym skrzydłem klasztoru w Mogile znajdował się kanał, podobnie zresztą jak w innych klasztorach Cystersów, czego przykładem może być dobrze zachowany kanał w ruinach Opactwa Kirkstall niedaleko Leeds w Anglii (**rys. 24a i 24b**)[36].

Woda była wykorzystywana do codziennych czynności w kuchni oraz w latrynach i prawdopodobnie płynęła dość wartkim strumieniem, co pozwalało utrzymać kanał w czystości. Można przypuszczać, że zastosowano tam koło wodne do podnoszenia wody do górnego zbiornika (**B**) (por. **rys. 25a i 25b**) za pomocą systemu wiader i łańcuchów (**A**) podobnego do tego opisywanego przez Al-Jazarego. Jednorazowo wiadra musiałyby podnosić niewielkie ilości wody, więc koło łopatkowe nie potrzebowałoby silnego napędu, aby działać. Przypuszczenia o wartkim nurcie są uzasadnione, jako że w południowo-wschodnim narożu klasztoru, a najpewniej w wirydarzu, znajdował się lawaterz służący mnichom do mycia rąk przed udaniem się na posiłek i na nabożeństwa. Odsłonięty w roku 2007 fragment kamiennego portalu prowadzący z krużganka do wirydarza, może być związany z takim lawaterzem[37]. Woda transportowana na górę przez koło łopatkowe mogła następnie płynąć systemem rur do głównego zbiornika (**B**).

Ze zbiornika głównego (**B**) woda mogła spływać do zbiornika wychwytowego (**C**) i jej nadmiar mógł być odprowadzany rurami do głównego kanału za systemem wiader i łańcuchów, tak aby zaoszczędzić jak najwięcej wody. Woda w zbiorniku (**C**) wpływałaby do wodoszczelnych przegród lub naczyń napędowego koła wodnego (**a**). Każda przegroda lub duże naczynie mogło wygenerować nacisk o ciężarze równym 78 kg przy użyciu koła o średnicy 2 metrów (**a**).

[36] Można to łatwo zauważyć na miejscu, por. **rys. 22**. Por. również *Medieval Abbeys and Monasteries* TimeRef – *Medieval and Middle Ages History Timelines – Episodes of Medieval History* w: www.timeref.com.

[37] Por wyżej przyp. 2.

Solidna drewniana oś (fachowo zwana kotwicą), na której umieszczone było koło, wystawała poza ramę i zakończona była małym kołem zębatym z szeregiem kołków, które zazębiałyby się z zębami następnego koła. Duże koło (**c**) obracałoby się raz na dwadzieścia cztery godziny, co powodowałoby, że koło pośrednie (**b**) musiałoby zmieniać położenie przekładni pomiędzy nim i kołem wodnym. Koło wodne prawdopodobnie mogło obracać się raz na czterdzieści pięć minut i w rezultacie koło (**b**) musiałoby być pośrednim kołem zębatym, aby napędzać duże koło (**c**) raz na dwadzieścia cztery godziny. Jest to bardzo prosty typ przekładni i ma znaczące miejsce w arabskiej i greckiej inżynierii. Duże koło (**c**) oraz pośrednie koło (**b**) mogło być wykonane z segmentów kutego żelaza lub z drewna.

Zegar był prawdopodobnie umieszczony w solidnej drewnianej ramie, podobnie jak wiele zachowanych zegarów. Początkowo regulacja zegara mogła polegać na różnicowaniu tempa wpływania wody na koło wodne, lecz bardziej dokładna regulacja mogła być osiągnięta – choć są to również tylko spekulacje – dzięki zastosowaniu opisanego powyżej przez Ahmada Y. al-Hassana sytemu, który miał być użyty w zegarze należącym do Alfonsa X (**rys. 22**)[38], a również w **karylionie**, na co wskazuje mały przeciwciężar na **rys. 17**. Na drewniany bęben osadzony na trzpieniu koła wodnego (**c**) mogły być nawinięte dwa sznury (**f**), jeden w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara, drugi w przeciwnym i każdy z nich byłby doprowadzony do wiadra za pomocą zestawu rolek znajdujących się w górnej części strychu. Wiadra mogły zawierać ołowiane ciężarki i różnica między ciężarem dwóch wiader pomagałaby kontrolować tempo rotacji koła wodnego, które mogło być regulowane poprzez zmniejszanie lub zwiększanie wagi ciężarków (**g**). Wraz z rotacją koła jedno wiadro podnosiłoby się, a drugie opadałoby. Wysokość ośmiu metrów od szczytu strychu do poziomu podłogi oznaczała, że zegar mógł działać przez osiem godzin, co dawało wystarczająco dużo czasu wyznaczonemu strażnikowi na jego nakręcenie, prawdopodobnie przy użyciu systemu kołowrotków i zapadek lub syste-

[38] Por. wyżej przyp. 33.

mu krążków linowych. Zegar był nakręcany po nabożeństwach, jako ostatnia czynność dnia. Ciężarki mogły obniżać się w drewnianych szybach skonstruowanych w przejściu sąsiadującym z kapitularzem (**g**), które również zapewniało dostęp. Aby w bardziej przejrzysty sposób przedstawić budowę koła, bęben zwijający został pominięty na **rys. 25a**. Śladem jakiejś wcześniej istniejącej struktury w przejściu, która może mieć związek z szybami na ciężarki lub rurami odprowadzającymi wodę do głównego kanału, mogą być niewielkie nieregularności w zaokrągleniu sklepienia przejścia z krużganku do ogrodów klasztornych, przylegającego od południa do kapitularza (**rys. 26**).

Wodne koło wychwytowe (**a**) musiało być w dolnej części otoczone rynną, którą woda z zegara spływała do częściowo podziemnego kanału. Korzystanie z systemu regulacji opisanego powyżej mogło ograniczyć rozchlapywanie wody, zmniejszało ryzyko przeciekania bardziej skutecznie niż system zastosowany w zegarze Su Songa. Jednak, jak już wspomniano, powyższe treści mają charakter czysto spekulacyjny.

Włoska tarcza i hipotetyczna instalacja zegara mechanicznego z żelaznym wychwytem w klasztorze w Mogile

Zmiana modelu tarczy zegara w klasztorze w Mogile na tarczę we włoskim stylu, na co wskazują zarysowane panele na **rys. 3**, jest ściśle związana z zainstalowaniem mechanicznego zegara z żelaznym wychwytem, najprawdopodobniej w XIV wieku.

Jest oczywiste, że w pierwszej połowie XIV wieku nastąpił gwałtowny rozwój technologii związanej z konstruowaniem zegarów mechanicznych z żelaznym wychwytem. Przewagą tych zegarów nad klepsydrą lub zegarem wodnym była ich większa precyzja, a w owym czasie coraz większą wagę przywiązywano do czasu i jego odmierzania w życiu codziennym. Poza tym brak dokładności pomiaru czasu, przeciekanie instalacji zegara i koła wodnego, kłopoty z konserwacją urządzeń będących w użyciu od sześćdziesięciu lat

i problemy powodowane przez pogarszający się klimat, np. incydenty zamarzania, mogły przyspieszyć zastąpienie starych zegarów mechanicznymi, jak tylko stały się one powszechne i kiedy udowodniono ich rzetelność (w porównaniu do zegara wodnego), co nastąpiło przed połową XIV wieku.

Mimo, że wymiana zegara była początkowo bardzo droga, stanowiła atrakcyjną opcję.

Zmiana mechanizmu może być również wydedukowana z analiz farby, z których wynika, że istnieją również inne cyfry oprócz tych widocznych na **rys. 8**. Wyniki analiz są zaprezentowane na **rys. 27a i 27b**.

Kilka włoskich XIV-wiecznych tarcz zegarowych zachowało się do dnia dzisiejszego. Najbardziej znaną, jak i najstarszą jest tarcza z Padwy (patrz **rys. 28**). Był to zegar astronomiczny, podobnie jak wiele innych zachowanych zegarów publicznych, z 1344 roku i został umieszczony na fasadzie Torre dell'Orologio w Palazzo del Capitanio, a jego twórcą był Jacopo Dondi. Niestety, czasomierz został zniszczony podczas oblężenia przez Wenecjan, ale w 1423 roku był już zrekonstruowany, podobno wiernie.

Kilka innych tarcz zegarowych z Włoch ma podobny układ. Zawiera dwudziestoczterogodzinną podziałkę, a za jej początek przyjęta jest współczesna godzina trzecia po południu, wówczas równa porze zachodu słońca (w równonoc), przy założeniu, że tarcza jest skierowana na południe, tak jak w przypadku zegarów słonecznych ustawionych w podobnej pozycji. Był to początek włoskiego dnia (*hora italica*). Taki system odmierzania czasu był stosowany w średniowieczu w większej części środkowej i południowej Europy. W wielu miejscach *hora italica* była ogłaszana biciem dzwonów na Anioł Pański.

W średniowieczu moment rozpoczęcia dnia nie był jednoznacznie określony. Dla wielu starożytnych kultur, np. dla Babilończyków, dzień rozpoczynał się o świcie, natomiast Grecy i Rzymianie uważali, że dzień zaczynał się o zachodzie słońca, wierząc, że skoro nasiona musiały być siane w ziemi, aby wykiełkować, okres ciemności poprzedza rozwój nad powierzchnią ziemi, czyli w świetle dziennym. W tradycji żydowskiej dzień rozpoczynał się w momencie, kiedy

pierwsze trzy gwiazdy pojawiły się na nocnym niebie[39]. Zwyczajowo dzień dzielono na dziesięć lub dwanaście godzin, a noc na dwie lub więcej godzin, chociaż z czasem powszechne stało się dzielenie nocy również na dwanaście godzin. Długość godziny zmieniała się w zależności od pory roku. Odniesienie do podziału dnia na dwanaście godzin od świtu do zmierzchu jest obecne zarówno w *Starym*, jak i *Nowym Testamencie*, np. w *Ewangelii według św. Jana* 9, 4. Juliusz Cezar zreformował kalendarz w 46 roku p.n.e. Podzielił dobę na dwadzieścia cztery równe godziny począwszy od zachodu słońca. Kościół chrześcijański przyjmował, że dzień rozpoczynał się o północy, ponieważ, jak wspomniano wyżej, to o tej porze św. Paweł i Sylas śpiewali hymny ku czci Boga w więzieniu[40].

Zegar astronomiczny na placu św. Marka w Wenecji zainstalowany przez Giana Paula i Giana Carla Rainieriego między 1496 i 1499 rokiem jest kolejnym słynnym przykładem pokazującym początek dnia o zachodzie słońca, tak jak w przypadku zegara z Padwy (**rys. 29**). Istnieje kilka piętnastowiecznych włoskich tarcz zegarowych, które odchodzą od tego modelu, czego dobrym przykładem jest tarcza zegara na wewnętrznej stronie fasady katedry we Florencji. Zegar skonstruowany w 1443 roku lub wcześniej zawiera tarczę z numeracją od 1 do 24, a cyfra 1 znajduje się w dolnej części. Na zegarze we florenckiej katedrze dzień rozpoczyna się o zachodzie słońca, co jest zgodne z *hora italica*. Podobną tarczę widzimy na fresku przedstawiającym św. Augustyna z 1480 namalowanym przez Botticellego dla kościoła Humilatów (później Bernardynów) pod wezwaniem Wszystkich Świętych we Florencji we Włoszech. Wskazówki obydwu zegarów obracają się w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara i w central-

[39] Por. przywołanie źródeł w: H. Wąsowicz, *Chronologia średniowieczna*, Lublin 2015, s. 42.

[40] Por także: *Dzieje Apostolskie* 16, 25. Również *Dzieje* 3, 1: „Gdy Piotr i Jan wchodzili do świątyni na modlitwę o godzinie dziewiątej". *Dzieje* 10, 9: „Następnego dnia, gdy oni byli w drodze i zbliżali się do miasta, wszedł Piotr na dach, aby się pomodlić. Była mniej więcej szósta godzina". Patrz również J. North, *God's Clockmaker*, *op. cit.*, s. 147.

nej części zawierają promienistą gwiazdę, której jeden z promieni tworzy wskazówkę. Zdaniem autora wspomniane przykłady zegarów, których wskazówki obracają się w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara, są popularnym w XV wieku wariantem. Pokazują jednak, że sposób rozplanowania tarczy zegarowej nie był w średniowieczu standaryzowany. Jednak ze względu na fakt, iż takie tarcze najwyraźniej nie mają żadnego związku z jakimkolwiek elementem zegara w Mogile, a zegary w Padwie lub inne zegary astronomiczne omawiane w tekście są mu bliższe, zegary ze wskazówkami poruszającymi się w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara nie będą przedmiotem dalszych rozważań.

Pomocna w zrozumieniu tych tarcz zegarowych może być tarcza *Orloja* na praskim ratuszu w Czechach z 1410 roku. *Orloj* posiada dwudziestoczterogodzinną tarczę wskazującą „stary czas czeski", taki sam jak włoski i polski. Tarcza jest automatycznie nastawiana, aby wskazywać początek dnia o zachodzie słońca bez względu na porę roku (por. **rys. 30a** i **30b**). Na tarczy znajduje się również podwójna dwunastogodzinna tarcza, która wskazuje czas niemiecki (zgodny ze współczesnym), zgodnie z którym dzień rozpoczyna się o północy. System taki był już wtedy w użyciu w północnej Europie i Brytanii.

Na tarczy w Mogile są również ślady istnienia wielobarwnej dekoracji w jej centralnej części oraz linii, które mogły być elementami podziałki związanej z porami roku, patrz **rys. 3**. Chociaż wcześniejsza XIII-wieczna tarcza była najpewniej niedekorowana, w XVI wieku w Mogile pojawiły się malarskie dekoracje ścienne będące dziełem mnicha cysterskiego Stanisława Samostrzelnika (**rys. 31**). Jest całkiem możliwe, że tarcza włoskiego projektu miała rodzaj dekoracji, która mogła przedstawiać naturalny ziemski krajobraz, co kontrastowało z owym „oknem" przedstawiającym nocne niebo. Hipotetyczna rekonstrukcja tej tarczy jest zaprezentowana na **rys. 32**, lecz należy pamiętać, że wielobarwna dekoracja była prawdopodobnie skromniejsza niż ta, która została tu pokazana. Rekonstruowaną tarczę ozdobiono malowidłem wyłącznie po to, aby przybliżyć koncepcję dekorowanej tarczy zegarowej.

Uwagi na temat zegara mechanicznego z żelaznym wychwytem, który mógł być zainstalowany w klasztorze w Mogile

Żelazny wychwyt mechanizmu astronomicznego zegara mechanicznego na Torre dell'Orologio w Padwie został krótko opisany przez Giovanniego Dondiego, syna Jacopa Dondiego, w 1348 roku w *Tractus Astarii* jego autorstwa. Rysunek przedstawiający wychwyt został zamieszczony w kopii tego opisu sporządzonej kilka lat później (**rys. 33**). Dla biblioteki w Pawii (Lombardia, Włochy) Dondi również szczegółowo opisał działanie swojego astronomicznego zegara skonstruowanego w latach 1348–1364. Jego zegar przedstawiał astronomiczne dane na siedmiu oddzielnych tarczach. Wspomniany manuskrypt zawiera pierwszą ilustrację wychwytu wrzecionowego z kolebnikiem, który był podstawowym modelem mechanicznego wychwytu przez kolejne trzysta lat.

Koło wychwytowe na poziomej osi z piłokształtnymi zębami naciska na palety pionowej osi (wrzeciona), wychylając je naprzemiennie w tył i przód. Prędkość tych oscylacji jest regulowana na rysunku w rękopisie Dondiego przez poziome koło z zębami, których kształt przypomina koronę, ale w rzeczywistości była regulowana za pomocą ramienia kolebnika (**rys. 34**). Regulacji dokonywano, przesuwając ciężarki do środka w celu przyspieszenia wahnięć, i w kierunku zewnętrznym, żeby zmniejszyć ich tempo. Ten typ wychwytu pozwalał na znacznie bardziej dokładny pomiar czasu niż jakikolwiek wychwyt działający w oparciu o wykorzystanie cieczy i, co ważne, nie generował problemów związanych z użyciem wody. Nowy typ wychwytu spowodował, że zegary mogły być znacznie mniejsze.

W owym czasie pracowano nad wynalezieniem innych rodzajów żelaznych regulatorów mechanicznych do zegarów. Jeden z nich został skonstruowany przez Ryszarda z Wallingford dla zegara astronomicznego w St Albans w Anglii. Ryszard z Wallingford, który zmarł w 1336 roku, zaprojektował swój zegar, kiedy był opatem w St Albans niedaleko Londynu i opisał go w swoim *Tractatus Horologii Astronomici* w 1327 roku. Budowa zegara została ukończo-

na około 20 lat po jego śmierci przez Williama z Walsham. Zegar nie dotrwał do naszych czasów, uległ zniszczeniu w XVI wieku, ale w Bodleian Library w Oxfordzie w Anglii przetrwały XIV-wieczne notatki Ryszarda z Wallingford i w 1976 roku zostały przetłumaczone i opublikowane przez profesora Johna Northa[41]. Chociaż opis jest miejscami niejasny, jest pewne, że Ryszard z Wallingford skonstruował bardzo wyszukany mechaniczny zegar astronomiczny. Nie jest wiadome, czy zegar został ukończony zgodnie z zamysłem jego twórcy, który zanim został biskupem, był matematykiem i astronomem i ewidentnie dobrze znane były mu arabskie zegary wodne, astrolabia i planetaria ze złożonymi przekładniami, co z pewnością miało odzwierciedlenie w jego wynalazku. Powstało kilka modeli tego zegara pokazujących zasadę działania. Mimo że modele w różny sposób interpretują działanie zegara, zawierają nowinki techniczne, które czynią je bardzo odmiennymi od zegara Dondiego. Różnice dotyczą zwłaszcza wychwytu mechanicznego (**rys. 35**).

Ryszard z Wallingford podróżował do Francji i niektóre z jego pomysłów zastosowanych w mechanizmie bicia skonstruowanego przez niego zegara są podobne do późniejszych pomysłów Leonarda da Vinci, co sugeruje, że wymiana „myśli technicznej" z Włochami i Francją była wzajemna i długotrwała[42]. Jest również pewne, że zegar Ryszarda z Wallingford wybijał jedno uderzenie o każdej równej godzinie, co było wówczas praktykowane. Raczej nie stosowano systemu budzika opisanego wcześniej, nie wybijano również godzin kanonicznych, żeby zaznaczyć czas rozpoczęcia nabożeństw.

Wybijanie godzin

Według najstarszych dostępnych danych mechanizm wybijania godzin w zegarach mechanicznych z żelaznym wychwytem swo-

41 Por. J. North, *Richard of Wallingford: An Edition of his Writings with Introductions, English Translations and Commentaries*, t. 1–3, Oxford 1976; idem, *God's Clockmaker*, *op. cit.*

42 J. North, *God's Clockmaker*, *op. cit.*, s. 189.

im sposobem działania przypominał budzik, ponieważ uderzał w dzwon kilkakrotnie i mógł być ręcznie nastawiany, co zostało przedstawione podczas omawiania hipotetycznego zegara wodnego w klasztorze w Mogile. Te wczesne zegary mechaniczne z żelaznym wychwytem wybijały pojedyncze uderzenie lub aktywowały serię uderzeń, aż ciężarek napędzający mechanizm bicia opadł na dół. Właśnie w taki mechanizm wyposażone były pierwsze prawdziwe zegary mechaniczne, które znajdowały się w klasztorach. Mowa o tzw. klasztornym budziku (**rys. 36**), który najprawdopodobniej pochodzi z XIV wieku. Były to małe mechanizmy, a alarm był aktywowany przez kołek umieszczony w otworze obracającej się tarczy. Kołek naciskał na dźwignię, która uruchamiała mechanizm bicia i w wyniku tego młotek uderzał wielokrotnie w dzwonek. Dźwięk dzwonka alarmował dyżurnego mnicha, który uderzał w większy dzwon, żeby oznajmić innym rozpoczęcie nabożeństwa.

Godziny kanoniczne

Najwcześniejszy żelazny wychwyt mechanicznie regulował zegary z mechanizmem bicia (w przeciwieństwie do wyżej omówionego typu) i uderzał w dzwon zgodnie z godzinami kanonicznymi, które nie były stałe, ale uzależnione od pory roku. Godziny kanoniczne były nierównymi godzinami stosowanymi przez Kościół do wskazywania czasu nabożeństw. Współgrały z naturalnym cyklem znanym rolniczej społeczności. Były tak ustalone, żeby wskazywać początek dnia i nadejście wieczoru. System ten był używany w zegarach kościelnych w niektórych miejscach najprawdopodobniej aż do końca XV wieku[43].

Kościół był szczególnie zainteresowany wybijaniem godzin nabożeństw, które były ustalone na „trzecią", „szóstą" i „dziewiątą" godzinę, co odpowiadało dzisiejszej godzinie dziewiątej, dwunastej w południe i trzeciej po południu w czasie wiosennej i jesiennej równonocy. Były to godziny zwane tercją, sekstą i noną. Do VI

[43] E.L. Edwardes, *Weight Driven Chamber Clocks*, *op. cit.*, s. 52.

wieku dodano kolejne trzy, najprawdopodobniej po to, aby nawiązać do tradycyjnych żydowskich pór modlitw, o czym wspomina *Psalm* 118 (119), 164. Godzina nocy – *Nocturnae* – od dziewiątej wieczorem do trzeciej nad ranem była również podzielona na trzy, ale modlitwy były zwykle połączone w *Laudes Matutinae* śpiewane, jak tylko pojawiły się pierwsze oznaki brzasku.

Jednak do XIII wieku stosowano poniższy system i poszczególne godziny sygnalizowano uderzeniem w dzwon, zgodnie z przedstawionym schematem[44]:

- *Pryma* (wschód słońca) – trzy uderzenia w dzwon;
- *Tercja* (poranek) – dwa uderzenia;
- *Seksta* (południe) – jedno uderzenie;
- *Nona* (popołudnie) – dwa uderzenia;
- *Nieszpory (Vespera*) (zachód słońca) – trzy uderzenia (koniec czwartej kwarty dnia *Duodecimo*);
- *Kompleta* (zapadnięcie zmroku) – cztery uderzenia (około godzinę po zachodzie słońca).

Koło zapadowe, czyli koło z wycięciami regulujące liczbę uderzeń w zależności od godziny kanonicznej, używane z zegarem mechanicznym z żelaznym wychwytem zostało po raz pierwszy opisane w 1309 roku jako część zegara z bazylice św. Eustorgiusza w Mediolanie, we Włoszech, natomiast w 1335 roku opisano taki element zegara w kaplicy Błogosławionej Dziewicy w Mediolanie (obecnie pod wezwaniem św. Gotarda)[45]. Fragment utworu Franca Sacchetti (1335–1400) pod tytułem *Novella CXXXII* wymienia „a tre ore di notte". Na tej podstawie E.L. Edwards sugeruje, że były to trzy godziny ciszy przed Nieszporami ogłaszanymi trzema uderzeniami dzwonu, i tym samym, że w owych czasach wybijanie godzin kanonicznych był powszechne[46]. Są także dowody na to, że w niektó-

---

[44] *Ibidem*, s. 41.

[45] *Gualvanet de la Flamma, Ordinis Praedicatorum. Orbus de Rebus Gestis ab Azone, Luchino St. Johanne Visecomittbus, ab Anno MCCCXXVIII*, etc., Cols. 1011/12, Capella Beatae Virginis.

[46] Zapiski św. Pawła odnoszące się do *Bartholomo Orologiario*, por. E.L. Edwardes, *Weight Driven Chamber Clocks*, *op. cit.*, s. 43–44.

rych kościołach dzwoniono również na Jutrznię, ponieważ zegary miały również znajdować się w almarii, co zostało zilustrowane na intarsji zachowanej w kościele św. Jana Ewangelisty w Parmie i na innej intarsji zachowanej w zbiorach Victoria and Albert Museum w Londynie.

Wybijanie godzin kanonicznych było powszechne na europejskim kontynencie i w Brytanii, odbywało się na zegarze (prawdopodobnie klepsydrze) w kościele św. Pawła w Londynie pod koniec lat dziewięćdziesiątych XIII wieku.

Kapitan Antonio Simoni z Bolonii we Włoszech zrekonstruował system godzin kanonicznych w swojej pracy *The Evolution of Striking in Early Clocks* (Ewolucja mechanizmu bicia we wczesnych zegarach) opublikowanej w *La Clessidre*, Anno 1XI, I, 1955. **rys. 37** jest kopią tego rysunku odtworzonego przez E.L. Edwardesa[47]. Pokazuje on, że dwadzieścia cztery nierówne godziny musiały zostać dopasowane do godzin kanonicznych przy założeniu, że nowy dzień rozpoczyna się po zachodzie słońca. Ciężarki na kolebniku (**rys. 34**) mogły również być odpowiednio ustawione, tak aby zegar pokazywał dłuższe godziny dnia latem. Osiągano to przesuwając ciężarki w kierunku zewnętrznym, co powodowało spowolnienie wychwytu. Natomiast jeżeli zegar miał wskazywać krótsze godziny dnia zimą, należało przesunąć ciężarki do wewnątrz, aby zegar szedł szybciej.

Różnica długości godzin letnich i zimowych jest również ukazana na wewnętrznej tarczy praskiego zegara ratuszowego, która pokazuje „stary czas czeski" obowiązujący również we Włoszech oraz w Małopolsce[48] (por. **rys. 30b**).

---

47 *Ibidem*, s. 40.

48 Praski zegar ratuszowy wskazuje „stary czas czeski" (*hora italica*) widoczny na XIV-wiecznych włoskich zegarach (**rys. 28a** i **b**) oraz „czas niemiecki" stosowany dzisiaj i w tamtych czasach w północnej Europie. Omówienie w: E.L. Edwardes, *Weight Driven Chamber Clocks*, *op. cit.*, s. 54 oraz http://en.wikipedia.org/wiki/File:Schema_Orloj_en.png. Przykładami zegarów wskazujących „czas niemiecki" są zegary: w katedrze w Wells, w katedrze w Lund w Szwecji oraz w kościele NMP w Gdańsku. Również J. North, *God's Clockmaker*, *op. cit.* oraz *Hour* http://en.wikipedia.org/wiki/Hour.

Zegar mechaniczny z żelaznym wychwytem w klasztorze w Mogile prawdopodobnie wybijałby godziny kanoniczne. Duże koło wodne zegara wodnego oraz tarcza księżycowa zostałyby zachowane z zegara wodnego. Nowy zegar z mechanicznym wychwytem mógł mieć wychwyt przyspieszany lub spowalniany, jak opisywano, ewentualnie kołki byłyby umieszczone w innych otworach dużego koła (**c**), które obracało się raz na 24 godziny. Pozycja kołka dla południa byłaby stała, a południe na zegarze byłoby skalibrowane z zegarem słonecznym. Pozycja kołków pozwalających na wybicie Prymy, Tercji, Nony, Nieszporów czy Komplety musiałaby być zmieniana w zależności od pory roku, prawdopodobnie co dwa lub trzy tygodnie. Prawdopodobnie nie było wycięć dla najciemniejszej części nocy, chociaż według niektórych źródeł były miejsca, gdzie zegary wybijały północ. Różnice w czasie rozpoczynania modlitw zostały przedstawione w Tabeli 1 z wykorzystaniem współczesnego formatu czasu.

Tabela 1. Godziny kanoniczne i orientacyjny współczesny czas ich odprawiania w południowej Polsce w XII wieku

	Równonoc	**Przesilenie zimowe**	**Przesilenie letnie**
Jutrznia	4.50	6.00	2.10
Pryma	5.50	7.40	3.20
Tercja	8.10	9.20	6.50
Seksta	12.00	12.00	12.00
Nona	14.10	13.20	14.50
Vespera	16.50	14.50	18.50
(Modlitwa o zachodzie słońca)	(1750)	(15.30)	(20.10)
Kompleta	19–20.00	17–18.00	21.10

Na podstawie: A. Farrell, *Court Will Begin at Half-Way Terce*, Keeping Time in High Medieval Europe, 2004.

Wybijanie sekwencji godziny kanonicznej byłoby sterowane przy pomocy koła zapadowego, które obracało się raz w ciągu dnia (**rys. 38**). Odległości między wycięciami odpowiadają liczbie uderzeń w dzwonek. **rys. 39** ilustruje metodę działania.

Na **rys. 39** koła zębate mechanizmu bicia, który jest napędzany przez opadający ciężarek (niewidoczny na **rys. 39**), są powstrzymywane przed obrotem przez haczyk znajdujący się na końcu dźwigni **S1** naciskający na kołek w kole **W2**. Duże koło zębate (**c**) obraca się i kołek, który ma uruchomić uderzenie, unosi dźwignię (**d**) w taki sam sposób jak w przypadku uruchamiania budzika. To ciągnie w dół dźwignię **S1**, a końcówka z haczykiem podnosi się, zwalniając koło **W2**, które zaczyna się obracać. To sprawia, że mniejsze koło zębate z wiatrakiem **W3** obraca się w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara, ale jego rotacja nie trwa długo, ponieważ wypustka na **W3** jest teraz przytrzymywana przez dźwignię **S2**, która jest przymocowana do tej samej osi co **S1** i podniosła się z pozycji spoczynkowej, aby zahaczyć wypustkę. To dzieje się na kilka minut przed wybiciem godziny. W tym samym czasie dźwignia **S3**, również przymocowana do tej samej osi co **S1**, podnosi się z wycięcia w kole zapadowym **W4** i również wykonuje część obrotu w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara, więc gdyby dźwignia miała opaść, uderzyłaby w krawędź koła zapadowego, a nie trafiła w wycięcie. Kiedy o określonej godzinie, kołek umieszczony w dużym kole zębatym zwalnia dźwignię (**d**), dźwignia **S1** opada, uwalniając całkowicie wypustkę na regulatorze wiatrakowym, umożliwiając mu oraz wszystkim innym kołom rotację, ale dźwignia **S1** nie może całkiem opaść, ponieważ dźwignia **S3** nie trafia do wycięcia w kole zapadowym. Oznacza to, że haczyk na końcu dźwigni **S1** nie może opaść do poziomu umożliwiającego uchwycenie kołka na kole **W2** i wraz z obrotem koła **W1** zegar zaczyna uderzać w dzwonek. Uderzenia ustaną w momencie, kiedy koło zapadowe **W4** wykona tyle obrotu aż dźwignia **S3** trafi do kolejnego wycięcia. Zatem przestrzeń między wycięciami decyduje o liczbie uderzeń zegara. Wiatrak, obrotowy wachlarz, reguluje tempo uderzeń. Bez regulacji uderzenia są coraz szybsze, co wiązałoby się

z ryzykiem uszkodzenia kół zębatych, koła zapadowego i dzwonka.

Do naszych czasów nie zachował się żaden mechanizm zegarowy wybijający godziny kanoniczne czy też mechanizm wybijający równe godziny, który byłby przeróbką mechanizmu wybijającego godziny kanoniczne. Najwcześniejsza wzmianka o zegarze wybijającym równe godziny, tzn. generującym sekwencję uderzeń w dzwon o każdej godzinie, dotyczy niemieckiego zegara i pochodzi z 1330 roku. Praktyka wybijania równych godzin nie dotarła do Anglii do 1370 roku[49]. Te dwa systemy sygnalizowania upływu czasu współistniały w różnych częściach Europy, dopóki wybijanie równych godzin nie stało się normą. Co więcej, system wybijania równych godzin nie był standaryzowany. Wiadomo, że do 1377 roku system wybijania godzin w oparciu o podwójny dwunastogodzinny format czasowy używany do dzisiaj zastąpił kanoniczny system w większej części Europy, we Włoszech, a w kilku innych miejscach przyjęto system wybijania godzin zgodnie z dwudziestoczterogodzinnym formatem czasu, tzn. w zależności od sygnalizowanej godziny, zegar wybijał od 1 do 24 uderzeń[50]. To sprawiało, że budowa koła zapadowego była bardziej złożona, a liczba uderzeń sprawiała, że zegar wymagał bardziej regularnego nakręcania niż w przypadku zegara, który wybijał godziny zgodnie z formatem dwunastogodzinnym. Oprócz tej kwestii, dużym problemem było zwiększone tarcie i zużycie koła zapadowego skutkujące przeskakiwaniem mechanizmu do następnego uderzenia, co sprawiało, że liczba uderzeń nie była

[49] E.L. Edwardes, *Weight Driven Chamber Clocks*, *op. cit.*, s. 3, 10 i 18. Tekst zawiera odniesienie do zegara wybijającego równe godziny konstruowanego w Augsburgu w Niemczech w 1330 roku, a także zapis dotyczący zegara zbudowanego w 1335 roku w kaplicy Błogosławionej Dziewicy w Mediolanie (obecnie pod wezwaniem św. Gotarda) (*Gualvanet de la Flamma, Ordinis Praedicatorum*, *op. cit.*), który sugeruje, ze każda z dwudziestu czterech godzin była wybijana w sposób określany *La Campana di San Pietro*. Są również odniesienia do *olteramontane* lub *francese* w celu opisania podwójnego systemu godzin od 1 do 12 używanego w północnej Europie, który rozwinął się w XIV wieku i zgodnie z którym dzień rozpoczynał się o północy.

[50] E.L. Edwardes, *Weight Driven Chamber Clocks*, *op. cit.*, s. 52.

czytelna dla słuchających. Wszystko to przyczyniło się do odejścia od tego systemu.

Najstarszy zachowany mechanizm zegarowy na świecie znajduje się w katedrze w Salisbury w Anglii i tam można go oglądać (**rys. 40**). Został skonstruowany około 1386 roku i prawdopodobnie zastąpił jakiś wcześniejszy zegar, który istniał już w 1306 roku. Przykłady innych europejskich zegarów z XIV wieku są bardzo nieliczne i większość z nich została przerobiona w sposób umożliwiający ich działanie z wykorzystaniem bardziej nowoczesnej technologii mierzenia czasu. Okazało się również, że wiele zegarów pierwotnie datowanych na bardzo wczesne pochodzi z późniejszego okresu, np. zegar z zamku w Dover[51].

W zegarze w Salisbury są dwa zestawy kół, z których każde obracane jest przez koła szprychowe. Jednak najczęściej stosowano system kabestanowy (**rys. 41**). Zestaw kół po lewej jest częścią mechanizmu bicia, a ten po prawej, który służy do odmierzania czasu, zawiera również żelazny mechaniczny wychwyt wrzecionowo-kolebnikowy.

W zegarze w Salisbury sznur jest prowadzony do góry i nawinięty na bęben, aby zwiększyć wysokość, z jakiej opuszczane są ciężarki, co, jak sugerowano wyżej, mogło mieć zastosowanie również w zegarze w Mogile.

Koło zębate części zegara odpowiedzialnej za odmierzanie czasu ma sto zębów i napędza zębnik o dziesięciu zębach na osi koła wychwytowego. Koło wychwytu wrzecionowego ma czterdzieści pięć zębów, co oznacza, że ramię kolebnika może kołysać się w tył i w przód przez osiem sekund, ale może być regulowane za pomocą dwóch ciężarków – jak na **rys. 34**.

W zegarze w Salisbury duże koło zębate mechanizmu bicia zegara (koło obok bębna nawijającego) ma sześćdziesiąt cztery zęby napędzające zębnik o ośmiu zębach na drugiej osi (środkowa oś ponad osią dużego koła zębatego, która zawiera koło z przymocowaną ob-

[51] C.F.C. Benson, *English Church Clocks 1280–1850*, The Watch and Clock Book Society, London 1971, s. 59.

ręczą, która zazębia się z mechanizmem podnoszącym, który z kolei przytrzymuje mechanizm bicia do momentu, kiedy zegar ma zacząć bić. Koło zapadowe ma sześćdziesiąt cztery zęby na wewnętrznej krawędzi, które zazębiają się z zębnikiem ośmiozębowym na osi dużego koła zębatego. Kołnierz dużego koła zębatego również zawiera osiem uderzających kołków, które aktywują dźwignie mechanizmu młotkowego. Na **rys. 42** koło zapadowe z wycięciami, które regulują wybijanie godzin od 1 do 12, jest widoczne na kole mechanizmu bicia. W tym przypadku koło zapadowe musi obracać się dwukrotnie w ciągu doby.

Chociaż wielokrotnie przebudowywany i restaurowany, mechanizm posiada wiele cech typowych dla wczesnych mechanizmów zegarowych. Oznacza to, że do tego czasu wypracowano standardy konstrukcji zegarów. Przykładowo, włoski architekt Filippo Brunelleshi (1377–1446) również zajmował się konstruowaniem zegarów i mechanizm zegarowy, którego najprawdopodobniej był twórcą, jest przechowywany w Palazzo dei Vicari w Scarperii koło Florencji[52]. Wszystko wskazuje na to, że w XIX wieku wychwyt wrzecionowo-kolebnikowy został zamieniony na wychwyt kołkowy, który jest bardziej precyzyjny, ale rozkład kół zębatych w tym zegarze jest podobny do przyjętego w zegarze w Salisbury. Innym przykładem zachowanego zegara jest zegar w Rouen we Francji skonstruowany w 1389 roku, jednak jego tarcza pochodzi ze znacznie późniejszego okresu. Zegar wciąż działa, ale w 1775 roku wychwyt został zastąpiony wychwytem regulatora wahadłowego.

[52] Filippo Brunelleschi (1377–1446) prowadził eksperymenty w zakresie konstrukcji zegara i przypisywany mu mechanizm (chociaż zamieniony na urządzenie z wychwytem kołkowym) znajduje się w Pallazzo des Vicari de Scarperia we Florencji. Zegar Brunelleschiego jest przedstawiony w: R. Corazzi*, Kopuła katedry Santa Maria del Fiore. Historia i badania*, [w:] *Florencja i Kraków: Miasta partnerskie w Europie – wspólne dziedzictwo kultury* red. J. Jasieńko, A. Kadłuczka, E. Mandelli, Universitas, Kraków 2010, s. 179.

Dowody istnienia mechanicznych zegarów zbliżonych do współczesnych w Małopolsce

Źródła pisane z XIV wieku z Krakowa zawierają informacje na temat istnienia zegarów mechanicznych z żelaznym wychwytem w okolicach Mogiły, prawdopodobnie importowanych z Włoch lub skonstruowanych na miejscu pod okiem włoskich rzemieślników[53]. Najstarszy znajdował się w północnej wieży kościoła Mariackiego i uważa się, że został tam umieszczony w połowie XIV wieku. Inny zainstalowany był w wieży ratuszowej, prawdopodobnie od końca XIV wieku. Był również trzeci zegar w kazimierskim kościele parafialnym pod wezwaniem Bożego Ciała, usytuowany na północnej ścianie prezbiterium, które było konsekrowane w roku 1401. Lakoniczna wzmianka o tym (zapewne) zegarze pochodzi z końca XIV wieku, a szczegółowo jest opisany w kronice kościoła z wieku XVII[54]. Można zatem sądzić, że cystersi z Mogiły musieli być zorientowani w sprawach dotyczących najnowszych wynalazków zegarmistrzostwa.

Jako że nie zachował się żaden z wczesnych zegarów krakowskich, z przyczyn podanych wcześniej, zegar w Salisbury jest dobrym punktem odniesienia.

Wymiary zegara w Salisbury przedstawiają się następująco: wysokość – 1,24 m; szerokość – 1,29 m; głębokość – 1,83 m.

Taki zegar zajmowałby znacznie mniej miejsca niż zegar wodny w Mogile, nawet bez systemu wiader i łańcuchów.

---

53 J. North, *God's Clockmaker*, *op. cit.*, s. 192.

54 O zegarach w kościele Mariackim oraz w ratuszu w Krakowie, por.: J. Dreścik, *Zegar wielki na wieży wyższej kościoła Mariackiego, jego dzieje i znaczenie*, „Rocznik Krakowski" 1999–2000, t. LXV–LXVI, s. 39–64; E. Błażewska, *Kilka uwag o pierwszym zegarze ratusza krakowskiego*, „Krzysztofory" 2007, nr 25, s. 41–46; W. Komorowski, A. Sudacka, *Rynek Główny w Krakowie*, Wrocław–Warszawa–Kraków 2008, s. 231, 253, 359, 361. O zegarze z kościoła pod wezwaniem Bożego Ciała: S. Świszczowski, *Miasto Kazimierz pod Krakowem*, Kraków 1980, s. 128 i n. Pełny tekst źródłowy w: K. Łatak CRL, *Ksiądz Stefan Ranatowicz 1617–1694. Barokowy Kronikarz i pisarz klasztorny*, Kraków 2010, s. 254.

Zegar był najprawdopodobniej wyposażony w wychwyt wrzecionowy (**rys. 34**), a nie podwójny kołkowo-kolebnikowy zastosowany przez Ryszarda z Wallingford (**rys. 35**). Wychwyt wrzecionowo-kolebnikowy szybko stał się normą w Europie, ale jak już wcześniej wspominano, większość zegarów, które zachowały się, zostało w późniejszych czasach dostosowanych do bardziej precyzyjnych wychwytów, więc nie można mieć pewności co do wszystkich typów wychwytów stosowanych we wczesnych zegarach mechanicznych z żelaznym wychwytem.

Duże koło zębate wraz z bębnem nawijającym w zegarze w Salisbury obracało się co godzinę. Zakładając, że mechanizm zainstalowany w Mogile był podobny, duże koło zębate (**c**) wodnego zegara mogło być pozostawione, ale drugie koło pośrednie (**b**) musiałoby być zastąpione kołem z inną liczbą zębów. Podobnie jak zegar w Salisbury, zegar mechaniczny w Mogile mógł być nakręcany przy użyciu koła szprychowego lub systemu kabestanowego (**rys. 41**), a ciężarki mogły być przesuwane za pomocą sznura zawieszonego na bloczku i opuszczane w szybach tak jak wcześniej.

Usunięcie zegara

Ślady intensywnego zużycia oraz możliwe uszkodzenie kamienia, co zostało wspomniane w opisie **rys. 7**, wskazują na fakt, że zegar był w użyciu przez długi czas.

Pod koniec XVII lub na początku XVIII wieku kapitularz został przebudowany, a sklepienie podniesione do obecnej wysokości (**rys. 1**). Prace budowlane w obrębie sklepienia z pewnością wymusiły usunięcie zegara, który prawdopodobnie już wtedy był wysłużony i niesprawny. Zapewne nie było dużego zainteresowania odnowieniem zegara, gdyż inne zegary o małych rozmiarach, które dodatkowo cechowały się większą precyzją, były już łatwo dostępne. Wycięcie na tarczę księżycową zostało zamurowane cegłą, otwór na wskazówkę wypełniony tynkiem, ściana z tarczą pobielona i w jej licu pozostały jedynie dwa koliste zagłębienia, których przeznaczenie z czasem zostało zapomniane.

Podsumowanie

Na podstawie analizy źródeł historycznych można stwierdzić, że nie wszystkie zegary posiadały tarcze, chociaż tarcze zegarów wodnych znane są już od czasów rzymskich. Wiele wczesnych zegarów mechanicznych tylko wybijało dźwięk. Do naszych czasów przetrwało bardzo niewiele tarcz zegarowych sprzed XIV wieku, a zatem tym bardziej niezwykłe jest odkrycie tarczy w mogilskim klasztorze.

Tarcza w Mogile, najpewniej z dwudziestoczterogodzinną podziałką jest datowana na lata 1270–1300 i mogła powstać jako element dużego zegara wodnego zainstalowanego na górnej kondygnacji, ponad kapitularzem. Jest możliwe, że najstarszy zegar wybijał godziny kanoniczne i był regulowany w celu uwzględnienia sezonowych różnic długości dnia za pomocą przemieszczania kołków na kole, które obracało się raz na dwadzieścia cztery godziny. W XIV wieku zegar ten, często nierzetelny, a również podatny na zamarzanie zimą w chłodniejszym klimacie XIV wieku, został najprawdopodobniej zastąpiony prawdziwym zegarem mechanicznym. Nowy zegar mechaniczny prawdopodobnie wybijał godziny kanoniczne. Najstarsza tarcza rozpoczynała się znacznikiem „I" umieszczonym w dolnej części, co może odzwierciedlać lokalny styl. Później, w XIV wieku, kiedy zainstalowano żelazny wychwyt, tarcza została przemalowana w stylu włoskim i znacznik „I" znalazł się po prawej stronie (w pozycji dzisiejszej godziny piętnastej). Podziałka na wewnętrznym zagłębieniu mogła służyć wskazywaniu sezonowych zmian godzin nabożeństw Prymy i Nieszporów, lecz ślady są zbyt skąpe, żeby mieć pewność. Mniejsza podziałka wewnętrznej krawędzi pierścienia tarczy została dodana później. W pewnym momencie tarcza została pokryta dekoracją malarską wewnątrz pierścienia. Kamienne okrągłe „okno" mogło przedstawiać nocne niebo i fazy księżyca. Tarcza była w użyciu przez dosyć długi czas, a usunięcie mechanizmu zegarowego mogło być spowodowane jego zniszczeniem lub utratą umiejętności konserwacji archaicznego już wtedy mechanizmu. Przebudowa kapitularza w XVII lub XVIII wieku skutkowała usunięciem wszystkich śladów zegara, a w konsekwencji zapomnieniem.

Tłum. Agnieszka Jakubiec

Spis ilustracji

Rys. 1. Rekonstrukcja pierwotnego sklepienia kapitularza w oparciu o badania T. Węcławowicza z zespołem. Kolor czarny przedstawia stan obecny (widok od strony kapitularza). Kolor czerwony pokazuje możliwą rekonstrukcję sklepienia ostrołukowego. Kolorem niebieskim zaznaczono lokalizację tarczy zegarowej.

Rys. 2. Tarcza zegarowa w krużgankach Opactwa w Mogile po renowacji, fotografia z 2011 roku (fot. M.J. Czajkowski).

Rys. 3. Tarcza zegarowa ze zrekonstruowanym obrysem oraz fragmentami oryginalnej farby (fot. H. Rojkowska).

Rys. 4. Warstwy zapraw tynkowych i ich datowanie w miejscu dawnej tarczy zegarowej (wg dokumentacji konserwatorskiej Aleksandry Grochal i zespołu „Renowacja" z 2011 r.).

Rys. 5. Powiększone zdjęcie oryginalnej dekoracji wewnątrz pierścienia tarczy zegara oraz wskazane miejsca podziałów i okręgów na obwodzie tarczy, jak i wewnątrz niego. A wskazuje wewnętrzną krawędź pierścienia oraz zagłębienie tarczy zegara; B zaokrąglone linie równoległe do pierścienia; C fragment dekoracji roślinnej (fot. E. Wyszyńska, zdjęcie wykonano podczas prac konserwatorskich).

Rys. 6. Zbliżenie odtworzonej podziałki w obrębie wewnętrznej krawędzi pierścienia tarczy zegarowej oraz zachowana dekoracja malarska, na której pierścień został namalowany.

Rys. 7. Zbliżenie otworu na trzpień do zamontowania wskazówki ze śladami zielonego zabarwienia (grynszpan) oraz zużycia (fot. T. Węcławowicz, 2006).

Rys. 8. Ślady numeracji po lewej stronie tarczy (powiększenie na podstawie fotografii H. Rojkowskiej).

Rys. 9. Odtworzenie dwóch modeli pierścienia, które mogą być wyznaczone na tarczy zegarowej w Mogile. Druga, zewnętrzna linia mogła być dodana, kiedy malowano włoską wersję w celu uwydatnienia obramienia podziałki godzinowej. To może tłumaczyć, dlaczego zewnętrzna linia wcina się w istniejący łuk arkady okienka do kapitularza.

Rys. 10. Trzpień na wskazówkę (B) obracający się co dwadzieścia cztery godziny z dwiema łopatkami, które zahaczają o zęby dysku księ-

życowego (A) raz na dwanaście godzin. Luźna sprężyna (C) utrzymuje dysk na miejscu, kiedy łopatki nie stykają się ze wskazówką. Spiralny wzór na dysku oznacza, że aktualna faza księżyca uwidoczniona jest w księżycowej aperturze.

Rys. 11. Rekonstrukcja XIII-wiecznej tarczy zegarowej w klasztorze w Mogile. Projekt M.J. Czajkowskiego i T. Węcławowicza nałożony na fotografię H. Rojkowskiej. Dekoracja roślinna sklepienia ostrołukowego pochodzi z XVI wieku. Pierwotnie ściany były koloru białego.

Rys. 12. Zegar wodny stylizowany na egipską „donicę". Otwór przy podstawie umożliwia odpływ wody (Wikipedia).

Rys. 13. Przykład rzymskiego zegara anaforycznego, w którym ciśnienie wody w zbiorniku wychwytowym (stożek) jest utrzymywane na stałym poziomie za pomocą otworu przelewowego (ilustracja pochodzi z *Time for You* Duane Bradley).

Rys. 14. Ilustracje mechanizmu grecko-rzymskiego zegara wodnego – klepsydry z nierównymi godzinami, której wynalezienie przypisuje się Ktesibiosowi. Figurka obniża się wraz z opróżnianiem się zbiornika, a woda kapie do segmentów bębna, zmuszając go do obrotu i wprawiając w ruch rotacyjny kolumnę pokazującą nierówne godziny dnia i nocy w różnych porach roku. Ten typ czasomierza był w użyciu do późnego średniowiecza.

Rys. 15. Przykład obracających się kół zębatych położonych względem siebie pod kątem 90 stopni zilustrowanych przez Al-Jazarego na rysunku z 1206 roku, przedstawiającym urządzenie do czerpania wody wykorzystujące naczynia na łańcuchach.

Rys. 16. Szkic przedstawiający zegar karylion ze średniowiecznego rękopisu w Archivo de la Corona d'Aragón w Barcelonie (dzięki uprzejmości Antiquarian Horological Society).

Rys. 17. Farré-Olivé. Rekonstrukcja mechanizmu karyliona z Barcelony (dzięki uprzejmości Antiquarian Horological Society).

Rys. 18. Mechanizm bicia zegara opisany w Ms Ripoll 225 przez F. Maddisona, B. Scotta i A. Kenta w *Antiquarian Horology*. Opis zawarty jest w zbiorze naukowych rękopisów przetłumaczonych z języka arabskiego, pochodzących najprawdopodobniej z XI wieku: aby uderzyć w dzwony, wał (c) z kolcami na końcach (b), obraca się i kolcami

uderza w dzwony (n) (dzięki uprzejmości Antiquarian Horological Society).

Rys. 19. Astronomiczny zegar Su Songa z napędem wodnym skonstruowany w 1088 roku. Woda spływająca do naczyń umieszczonych na dużym kole łopatkowym napędzała mechanizm, który obracał astronomiczny glob na szczycie zegara.

Rys. 20. Mechanizm zegara napędzanego wodą z kołem łopatkowym autorstwa Su Songa. Sposób działania opisany w tekście.

Rys. 21. Ilustracja pochodząca z XIII-wiecznej iluminowanej Biblii moralizatorskiej przedstawiająca zegar wodny, odnosząca się do legendy o królu Ezechiaszu (dzięki uprzejmości Antiquarian Horological Society).

Rys. 22. Ilustracja zegara rtęciowego z *Libros del Saber de Astronomia* będącego własnością króla Alfonsa X, opisanego w 1276 roku (dzięki uprzejmości Antiquarian Horological Society).

Rys. 23. Hipotetyczna rekonstrukcja zegara z Mogiły wykorzystującego metodę odsączania cieczy z naczynia jak w klepsydrze. Koło (b) obraca się raz na dwadzieścia cztery godziny, podobnie jak trzpień, który przechodzi przez ścianę i utrzymuje wskazówkę. Tempo rotacji jest sterowane przez pływak, który obniża się wraz z ubytkiem wody z naczynia (a). Mały ciężarek (f) mógł być wykorzystywany do regulacji tempa rotacji. Kołki zamocowane w otworach na krawędzi głównego koła (b) unosiłyby dźwignię (c) i wprawiały w ruch dzwonki przez zwolnienie korby nakręcającej część zegara odpowiedzialną za dzwonienie o wcześniej ustawionym czasie.

Rys. 24a. Pozostałości częściowo podziemnego kanału w Opactwie Kirkstall koło w Leeds w Anglii (fot. M.J. Czajkowski).

Rys. 24b. Częściowo podziemny kanał w Opactwie Kirkstall koło Leeds w Anglii przechodzący pod ścianą dawnego refektarza (fot. M.J. Czajkowski).

Rys. 25a. Rysunek przedstawiający hipotetyczną rekonstrukcję zegara w Mogile z kołem wodnym: (A) wiadro i wyciągnik łańcuchowy, (B) zbiornik na wodę, (C) zbiornik pełniący funkcję wychwytu, (D) i (E) odprowadzają nadmiar wody z powrotem do głównego kanału; (a) koło wodne będące napędem zegara, (b) drugie koło zębate (po-

średnie), (c) duże koło za tarczą zegarową, (g) ciężarek w szybie, którego rolą była kontrola prędkości koła wodnego (a). Szczegółowy opis w tekście. Zarys pierwotnego pierwszego piętra oraz ostrołukowego sklepienia w kolorze czerwonym.

Rys. 25b. Widok boczny na zegar z kołem wodnym: (a), (b) i (c) jak na **rys. 25a**, powyżej (d) i (e) wyciągnik do mechanizmu bicia, (f) sznury prowadzące na strych do układu regulacji ciężarków, (g) na **rys. 25a**. Szczegółowy opis w tekście.

Rys. 26. Przejście do ogrodów klasztornych. Wyokrąglenie sklepienia nie jest równe, a załamania mogą wskazywać na istnienie w tym miejscu jakiejś struktury, np. szybów na ciężarki.

Rys. 27a. Pozostałości oryginalnego rysunku, na postawie których możliwa była rekonstrukcja tarczy (powiększony detal pochodzący z fotografii H. Rojkowskiej; patrz **rys. 2**).

Rys. 27b. Hipotetyczna cyfra w panelu wskazana zielonymi strzałkami, która może istnieć w obrębie **rys. 27a** (detal w powiększeniu na podstawie fotografii H. Rojkowskiej).

Rys. 28. Zegar astronomiczny na fasadzie Torre dell'Orologio, Palazzo del Capitanio, Padwa. Autor: Jacopo Dondi, 1344 rok.

Rys. 29. Zegar astronomiczny na placu św. Marka w Wenecji zainstalowany przez Giana Paula i Giana Carla Rainieriego między 1496 i 1499 rokiem.

Rys. 30a. *Orloj* – zegar astronomiczny z 1410 roku na praskim ratuszu, Czechy.

Rys. 30b. Zbliżenie praskiego Orloja. Zewnętrzny pierścień z cyframi arabskimi pokazuje dawny czeski i średniowieczny małopolski czas, a cyfry rzymskie pokazują niemiecki czas.

Rys. 31. Dekoracja malarska w krużgankach klasztoru w Mogile, XVI wiek (fot. T. Węcławowicz).

Rys. 32. Hipotetyczna rekonstrukcja włoskiej tarczy istniejącej w klasztorze w Mogile. Wewnętrzna dekoracja malarska jest jedynie wskazówką sugerującą, że centralna część tarczy była zdobiona. Istniejące ślady nie są wystarczające, aby stwierdzić, jaka dekoracja pokrywała tarczę. Mogła być znacznie prostsza lub bardziej stylizowana. Podział-

ka w obrębie dekorowanej płaszczyzny tarczy jest przedstawiona tylko jako czarne linie.

Rys. 33. Rysunek przedstawiający wychwyt wrzecionowy z kolebnikiem z *Tractus Astarii* pisanego w latach 1348–1364, w którym Giovanni Dondi opisuje swój zegar astronomiczny (E. Bruton, *The History of Clocks and Watches, op. cit.*).

Rys. 34. Zasada działania mechanicznego wychwytu wrzecionowego z kolebnikiem, powszechnie używanego w zegarach wieżowych od XIV do XVII wieku. Kolebnik oraz pionowa oś poruszane są w tył i przód przez zęby „koła koronowego" naciskającego na dwie palety pionowej osi ustawione względem siebie pod kątem 90 stopni. Do regulacji tempa oscylacji używano ciężarków. Przesuwanie ciężarków ku zewnętrznej stronie spowalniało chód zegara (wg E. Bruton, *The History of Clocks and Watches*, *op. cit.*).

Rys. 35. Podwójne koło wychwytowe kołkowe z wrzecionem zastosowane przez Ryszarda z Wallingford. Kolebnik wychyla się jak w wychwycie wrzecionowym, ale jest zahaczany i poruszany przez naprzemienne kołki kół kołkowych.

Rys. 36. Klasztorny budzik, około 1450 r. Kołek umieszczony w jednym z otworów przesuwa się, aby aktywować alarm zasilany przez węższy z dwóch bębnów. Ze zbiorów prywatnych (E.L. Edwardes, *Weight Driven Chamber Clocks*, *op. cit.*, tabliczka 3). N.B. Baillie w ósmym wydaniu brytyjskiego *Old Clocks and Watches* sugeruje, że urządzenie może pochodzić z XIV wieku.

Rys. 37. Interpretacja systemu godzin kanonicznych przedstawiająca zmiany w zależności od pory roku (rysunek wykonany przez A. Simoni, *La Clessidre*, Anno 1XI, I 1955).

Rys. 38. Koło zapadowe dla wybijania godzin kanonicznych. Cyfry odpowiadają liczbie uderzeń zegara (E.L. Edwardes, *Weight Driven Chamber Clocks*, *op. cit.*, s. 40).

Rys. 39. Schemat mechanizmu pokazujący hipotetyczne ośmiokrotne uderzanie w dzwon, które mogło być uruchamiane o każdej tzw. godzinie kanonicznej przez zegar z kołem wodnym. Szczegółowy opis w tekście.

Rys. 40. Mechanizm zegara w Salisbury, 1386 rok. Wychwyt został zrekonstruowany z uwzględnieniem zmian w XVI i XVII wieku, kiedy zainstalowano wahadło.

Rys. 41. Rysunek przedstawiający nawinięcie na kabestan (E. Bruton, *The History of Clocks and Watches*, *op. cit.*).

Rys. 42. Część zegara w Salisbury z widocznymi wycięciami służącymi do wybijania godzin od 1 do 12 na kole zapadowym, które reguluje liczbę uderzeń na godzinę.

Tomasz Węcławowicz

Posłowie: Gdzie słychać dźwięk dzwonu, tam szatan nie ma przystępu[1]

Donośny dźwięk dzwonu spływający z wysokiej wieży kościelnej, nawołujący w południe do modlitwy lub wzywający na nabożeństwo, musiał się wydawać ludziom średniowiecza głosem Bożym zapewniającym spokojny rytm dnia codziennego; był swoistym łącznikiem między Bogiem a wiernymi. Głos dzwonów był integralną częścią mikrokosmosu, a zasięg ich dźwięku wyznaczał obszar bezpieczny i uświęcony, albowiem dzwony rzeczywiście poświęcano i nadawano im imiona, tym samym je personifikując[2]. Dlatego dzwony, zarówno ich dźwięki, tony, jak i one same, były elementem lokalnej tożsamości.

Dzwony biły w określonych chwilach, godzinach, które należało precyzyjnie odmierzać. W czasach, gdy posługiwano się wyłącznie zegarami słonecznymi, godziny były nierówne, w lecie były dłuższe w dzień, a krótsze w nocy. Zimą było odwrotnie. Jednolity rytm wyznaczyły dopiero zegary wodne, później mechaniczne. Wynalezienie zegara mechanicznego, tzw. kołowego, gdzie liny czy łańcuchy obciążone ciężarkami poruszały zębate koła, tradycyjnie przypisuje się Gerbertowi (około 935–1003), mnichowi benedyktyńskiemu z klasztoru w Aurillac w Akwitanii. W latach 967–970 przebywał

---

1 Stare przysłowie polskie.

2 Zwyczaj ten znany był od czasów karolińskich, ale trwale został wprowadzony w roku 968, kiedy papież Jan XIII poświęcił nowy dzwon bazyliki katedralnej na Lateranie i nadał mu imię.

w Katalonii, gdzie zaznajomił się z osiągnięciami nauki arabskiej w dziedzinach matematyki, astronomii i mechaniki[3]. Gerbert jest bardziej znany w Polsce jako wychowawca i doradca Ottona III, któremu zaszczepił ideę uniwersalizmu chrześcijańskiego, czyli uniwersalnej organizacji kościelnej w połączeniu z uniwersalną monarchią. Później, jako papież Sylwester II, kanonizował św. Wojciecha i ustanowił kościelną metropolię w Gnieźnie będącą *de facto* ideową podstawą suwerenności Królestwa Polskiego. Tradycja przypisująca mu wynalezienie zegara mechanicznego, zwanego również kołowym, budzi wątpliwości, ponieważ nie zachowały się nigdzie pozostałości tak starych mechanizmów. Bardziej pewne wydaje się, iż mechaniczne zegary rozpowszechniły się dopiero w ostatniej ćwierci wieku XIII[4].

Jednakże w klasztorach benedyktyńskich już w drugiej połowie I tysiąclecia naszej ery musiał istnieć sposób w miarę precyzyjnego mierzenia czasu, niezbędny dla ustalania godzin modlitw. Czas życia klasztornego odmierzała bowiem tzw. liturgia godzin. Praktyka modlitw kapłanów i wiernych o określonych godzinach wywodzi się z tradycji judaistycznej i była kontynuowana przez gminy chrześcijańskie w pierwszych wiekach naszej ery. Reguła benedyktyńska (z około roku 525) jest najstarszym kompletnym opisem liturgii godzin, a schemat ich odmawiania przetrwał w zasadzie do naszych czasów z niewielkimi tylko zmianami. Zachowano rachubę rzymską. Dzień zaczynał się o świcie zatem modlitwy też numerowano od świtu, ale w średniowieczu cykl rozpoczynała jutrznia [łac. *matutinum*] koło północy, *laudes* około naszej godziny trzeciej nad ranem, *prima* o szóstej, *tertia* o dziewiątej, *sexta* w południe, *nona* o trzeciej po południu, nieszpory [łac. *vesperae*] o szóstej wieczorem i *completa* o dziewiątej wieczorem[5].

---

3 W. Siedlecka, *Polskie zegary*, Wrocław–Warszawa–Kraków 1974; Z. Pruszyńska, *Dawne zegary*, Warszawa 1977, *passim*; ostatnio H. Wąsowicz, *Chronologia średniowieczna*, Lublin 2015, zwłaszcza s. 281–284.

4 H. Wąsowicz, *op. cit.*

5 W. Schenk, *Zarys historyczny rozwoju liturgii godzin*, „Archiwa, Biblioteki i Muzea Kościelne" 1983, 75, s. 349–357; B. Margański, *Historia kształto-*

Niedostatki źródeł pisanych z wczesnego średniowiecza nie pozwalają ustalić, kiedy na ziemiach polskich godzinowa miara czasu spopularyzowała się poza klasztorami. Wyrywkowe przekazy sugerują, iż stało się to nie później niż na początku wieku XII. Przybyły do Krakowa Anonim zwany Gallem zapisał wtedy w swej Kronice, że bitwa księcia Władysława Hermana z pogańskimi plemionami Pomorzan odbyła się w trzeciej godzinie dnia (*hora quasi diei tertia*)[6]. Półtora stulecia później w Roczniku Kapituły Krakowskiej zanotowano, iż trzęsienie ziemi w roku 1257 (1256) nastąpiło w porze kanonicznej primy[7].

Jak było powiedziane, rytm modlitw kanonicznych w określonych godzinach wymagał nie tylko mechanizmów zegarowych, ale i dzwonów oznajmiających owe godziny. Sprowadzano je do nowo fundowanych klasztorów mniszych – w Polsce w wieku XI benedyktynów, a w kolejnych stuleciach norbertanów i cystersów. W pierwszej połowie wieku XI musiało być już ich wiele, albowiem kronikarz Kosmas (*Cosmas pragensis*) zapisał, iż książę czeski Brzetysław, wkraczając do Pragi w roku 1039 po złupieniu Poznania, Gniezna, Giecza i innych polskich grodów – więcej niż na stu wozach wiózł olbrzymie dzwony i wszystek skarb Polski[8]. Najstarsze zachowane w Polsce ułomki dzwonów, pozyskane w wykopaliskach archeologicznych, datuje się na przełom wieków X i XI[9]. Tak wcze-

wania liturgii godzin, [w:] *Misterium Christi*, V: *Liturgia uświęcenia czasu*, Kraków 1984, s. 13–23; K. Borowczyk, S. Cichy, W. Góralski, *Godziny kanoniczne* (*1: W Kościele rzymskokatolickim)*, [w:] *Encyklopedia katolicka*, t. V, Lublin 1989, szp. 1241–1243.

6 *Galli Anonymi Cronica et gesta ducum sive principum Polonorum*, [w:] *Monumenta Poloniae Historica. Series nova*, t. II, Kraków 1952, s. 66.

7 *Monumenta Poloniae Historica. Series nova*, t. V, Warszawa 1978, s. 870. Te dwa powyższe przykłady źródłowe przytacza: B. Geremek, *Człowiek i czas. Jedność kultury średniowiecznej*, [w:] *Kultura Polski średniowiecznej X–XII w.*, red. J. Dowiat i in., Warszawa 1985, s. 447.

8 *Kosmasa Kronika Czechów*, tłum. M. Wojciechowska, Warszawa 1968, ks. II, rozdz. V. Cosmas pragensis, *Chronica boemorum* II, V.

9 Przechowuje je Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy koło Gniezna (Wielkopolska).

sna data jest zrozumiała, albowiem średniowieczna chrześcijańska codzienność posługiwała się częściej komunikatami dźwiękowymi niż pisanymi. Inny był dźwięk dzwonu zegarowego, inny w trakcie modlitw kanonicznych, inny na *angelus domini*, niegdyś poranny i wieczorny, a później, od połowy wieku XV – południowy[10].

Dzwony klasztorne odmierzały czas życia klasztoru i okolicznych wsi w tym samym rytmie. Dzwon wzywający na modlitwy wyznaczał równocześnie czas prac rolnych w okolicznych wsiach. Praca w polu była tak ściśle zespolona z rytmem życia zakonnego, iż w latach 1220–1230, a więc wtedy, kiedy fundowano klasztor w Mogile, paryski uczony Jan z Garlande (Johannes de Garlandia) dorobił słowu *campana*, czyli po łacinie dzwon, znamienną, choć nieprawdziwą etymologię. Napisał mianowicie: „Artifices illi sunt qui fundunt campanas de here sonoro, per quas in ecclesiis hore diei denunciantur, motu batillorum et cordarum atractarum. Campane dicuntur a rusticis, qui habitant in campo, qui nesciunt iudicare horas nisi per campanas", czyli: „Są tacy rzemieślnicy, którzy odlewają dzwony [campanas] z dźwięczącego spiżu, a które ogłaszają godziny dnia z kościołów przez poruszanie ich uwiązanymi sznurami. Dzwony [campanae] nazwę swoją otrzymały od wieśniaków, którzy mieszkają na wsi [in campo] i godziny potrafią odróżniać tylko po biciu dzwonów [campanas]"[11].

Czas wsi należał w istocie do Kościoła. Wieś i klasztor mniszy miały wspólny czas, skrzyżowanie czasu kolistego z liniowym, swoistą syntezę niezmienności i zmienności. Cykliczny był rytm prac rolnych codziennych i całorocznych, a podobnie cykliczny był dobowy rytm liturgii godzin i całego roku liturgicznego. Jednocześnie

---

[10] A. Guriewicz, *Kategorie kultury średniowiecznej*, Warszawa 1976, s. 107–108. Por też: M.M. Bachtin, *Twórczość Franciszka Rabelais'go a kultura ludowa średniowiecza i renesansu*, Kraków 1975, s. 227.

[11] Cyt. wg J. Le Goff, *La civilisation de l'Occident médiéval*, Paris 1964, w tłum polskim: *Kultura średniowiecznej Europy*, Warszawa 1995, s. 191 oraz wg: *The Dictionarius of John de Garlande and the Author's Commentary. Translated into English and Annotated by Barbara Blatt Rubin*, Lawrence KS 1981, s. 26–27.

życie doczesne było ukierunkowane ku wieczności, z horyzontem eschatologicznym stale obecnym zarówno w klasztorze, jak i u wiernego ludu[12].

Kod czasowy liturgii godzin współgrał z kodem przestrzennym architektury klasztornej, w której są utrwalone powtarzalne elementy przestrzenne – pomieszczenia o określonej funkcji ułożone wokół wirydarza zgodnie z jeszcze benedyktyńskim schematem. Łącznie jawiły się jako swoista retoryka ceremonii liturgicznych, rozgrywających się w czasie i zarazem w schematach przestrzennych klasztornej architektury[13]. Tytułowy *chronotopos* to właśnie czas i miejsce w akcji. Termin ten został wprowadzony przez rosyjskiego językoznawcę, krytyka literackiego i semiotyka Michaiła Bachtina w latach trzydziestych minionego stulecia dla zwięzłego zdefiniowania relacji czasu i przestrzeni w utworach literackich. Pojęcie chronotopu znalazło jednak zastosowanie także poza literaturoznawstwem[14]. Średniowieczne klasztory to wręcz modelowe przykłady chronotopów, współgrania czasu i miejsca, gdzie rytmicznie odmierzany czas liturgii godzin odgrywał istotną rolę w funkcjach przestrzeni sakralnej i w jej „doświadczaniu" przez mnichów. To enklawy *sacrum*, żyjące

---

12 A. Guriewicz, *Kultura ludowa w zwierciadle „Ksiąg pokutnych"*, [w:] idem, *Problemy średniowiecznej kultury ludowej*, Warszawa 1987, s. 162–163 i n.

13 Por. m.in. essays by M. Carruthers, P. Binski, P. Crossley, [w:] *Rhetoric Beyond the Words*, ed. M. Carruthers, Cambridge 2010; a o architekturze klasztornej: A. Gajewski, *Le Relecq, ancienne église abbatiale. Entre rhétorique cistercienne et tradition locale*, "Congrès Archéologique de France. Finistère" 2007, CLXVII, s. 177–184; T. Węcławowicz, *Cistercian Architecture and Rhethoric. A Preliminary Study*, "Cistercium Mater Nostra" 2011, V, s. 25–34.

14 W literaturze polskiej przede wszystkim S. Balbus, *Propozycje metodologiczne Bachtina i ich teoretyczne konteksty*, [w:] M. Bachtin, *Twórczość Franciszka Rabelais'go*, Kraków 1975, s. 5–56. O perspektywach stosowania pojęcia *chronotopos* por. ostatnio: P. Smethurst, *The postmodern chronotype: reading space and time in contemporary fiction*, Amsterdam 2000; N. Bemong et al., *Bakhtin's Theory of the Literary Chronotope: Reflections, Applications, Perspectives*, Gent 2010, a w Polsce referaty z niedawnej, międzynarodowej konferencji: http://historiaimedia.org/2011/04/11/chronotop-bycia-czlowiek-wobec-fenomenu-czasoprzestrzeni.

„swoim" czasem, „swoim" rytmem. Dźwięk dzwonu sygnalizujący czas modlitw mnichów kształtował czas okolicy, klasztornych folwarków i pobliskich wsi, wszędzie, dokąd dochodził. Dopiero później, w następnych stuleciach – XIV i XV – zaczęto odmierzać czas w miastach. Początkowo czas życia miast odmierzał dźwięk dzwonów, kościołów parafialnych i mendykanckich. Jednakże czas miejski to czas pracy godzinowej, bardziej precyzyjny od czasu wsi o dłuższych sekwencjach wyznaczanych rytmem klasztornej liturgii godzin. Inny był bowiem czas pracy wieśniaka, a inny czas pracy kupca, rzemieślnika, rajcy, skryby, notariusza, patrycjatu mieszczańskiego. Czas miejski systematycznie się laicyzował[15]. W Italii, już na początku wieku XIV pojawiły się na ratuszowych wieżach mechaniczne zegary oraz zegarowe dzwony. Ich tony były znaczące w przestrzeni miasta. Dante Alighieri w *Boskiej Komedii* opisał „spokojną, wstrzemięźliwą i cnotliwą" Florencję, otoczoną kręgiem starych murów, gdzie zegar grał miastu tercje i nony: „Fiorenza, dentro della cerchia antica,/ onde'ella toglie ancora e terza e nona,/ si stava in pace, sobria e pudlica"[16]: Ówczesne zegary musiały istotnie fascynować, albowiem w innym miejscu *Komedii* poeta przywołał w metaforze kołowy mechanizm zegara wieżowego: „E come cerchi in tempra d'oriuol / si giran si, che il primo, a chi pon mente, / quieto pare, e l'ultimo che voli", czyli: „I jako koła w budowie

[15] J. Le Goff, *Au Moyen Âge : temps de l'Église et temps du marchand*, "Annales. Économies, Sociétés, Civilisations" 1960, 15/3, s. 417–433; idem, *Le temps du travail dans la "crise" du XIVe siècle: du temps médiéval au temps moderne*, „Le Moyen âge: bulletin mensuel d'histoire et de philologie" 1963, 69, s. 597–613 [tłum polskie*: Czas kościoła i czas kupca* oraz *Od czasu średniowiecznego do czasu nowożytnego*, [w:] *Czas w kulturze*, red. A. Zajączkowski, Warszawa 1988, s. 331–374].

[16] Dante Alighieri, *Boska komedia*, t. III: *Raj, XV*, cyt. wg J. Le Goff, *La civilisation de l'Occident médiéval*, Paris 1964, w tłum polskim: *Kultura średniowiecznej Europy*, Warszawa 1995, s. 193. W popularyzowanym ostatnio on-line polskim tłumaczeniu *Boskiej Komedii* (dokonanym przez Juliana Korsaka jeszcze w XIX wieku) brak kluczowego wersu z tercją i noną: http://wolnelektury.pl/katalog/lektura/boska-komedia.

zegarów / Zdają się krążyć wedle swych rozmiarów / Gdy pierwsze stoi, ostatnie już leci”[17].

Z zachowanych źródeł pisanych dla miasta Wrocławia z wieku XIV wiemy o zegarze na wieży tamtejszego ratusza, który na tarczy godzinowej dzielonej ówcześnie na 24 części miał pokazywać także fazy księżyca[18]. W wieku XV zegary wieżowe miały już wszystkie większe polskie miasta: Gdańsk, Kraków, Gniezno, Lwów. Przy krakowskim Rynku, na wieży hejnałowej kościoła Mariackiego do dziś pełni swą funkcję szesnastowieczny dzwon zegarowy, którego serce jest uruchamiane... elektrycznie, ale niegdyś połączone było z potężnym mechanizmem zegara o dwu tarczach[19]. Autor siedemnastowiecznej kroniki klasztoru kanoników regularnych na krakowskim Kazimierzu opisał „dawny”, najpewniej piętnasto- lub szesnastowieczny zegar umieszczony na północnej ścianie prezbiterium kościoła Bożego Ciała. Jego mechanizm poruszał ponadto znajdującą się we wnętrzu kościoła figurkę bijącą w dzwon[20]. W Czechach, na

---

17 Cyt. wg: *The Divine Comedy of Dante Alighieri. The Italian Text with a Translation in English Blank Verse and a Commentary by Courtney Langdon*, Vol. 3: *Paradiso*, Cambridge 1921, s. 276. Tłum polskie wg: Dante Alighieri, *Boska komedia*, t. III: *Raj*, pieśń XXIV, wersy 3547–3549, http://wolnelektury.pl/katalog/lektura/boska-komedia.

18 Tarcza została zmieniona w roku 1580, ale zachował się dzwon zegarowy z roku 1386 z napisem: *A Dom M CCC LX VIII En ego cmpana raro pronuncio vana nocte dieque moraque per me provotatur et hora†* [*Roku Pańskiego 1368. Spójrz, ja dzwon rzadko dzwonię na próżno. W noc i za dnia ogłaszam czas i godzinę*], por. M. Bukowski, M. Zlat, *Ratusz wrocławski*, Wrocław 1958; J.J. Trzynadlowski, *Stary Ratusz we Wrocławiu*, Wrocław 2012.

19 J. Dreścik, *Zegar wielki na wieży wyższej Kościoła Mariackiego, jego dzieje i znaczenie*, „Rocznik Krakowski” 1990–2000, LXV–LXVI, s. 39–63; W. Komorowski, A. Sudacka, *Rynek Główny w Krakowie*, Wrocław–Warszawa–Kraków 2008, s. 231, 253, 359, 361.

20 O zegarze w kościele Bożego Ciała por. S. Świszczowski, *Miasto Kazimierz pod Krakowem*, Kraków 1980, s. 128 i n. Tekst źródłowy przytacza K. Łatak CRL, *Ksiądz Stefan Ranatowicz (1617–1694). Barokowy kronikarz i pisarz klasztorny*, *Kraków* 2010, s. 254. Przytoczona w: H. Wąsowicz, *op. cit.*, s. 283, wzmianka z roku 1387 o wydatkach *super horologio*, może dotyczyć zarówno tego zegara kościelnego, jak i zegara na wieży kazimierskiego ratusza.

wieży staromiejskiego ratusza w Pradze zachował się do dziś zegar z początku wieku XV (uzupełniany w wiekach XVI i XVII), który ma dwie współśrodkowe tarcze, jedną godzinową podzieloną oczywiście na 24 godziny, a drugą za znakami zodiaku. Poniżej osobną tarczę ze znakami zodiaku i pracami rolnymi przypadającymi w poszczególnych miesiącach[21].

Zegar w krużganku klasztoru w Mogile wstawiono w ścianę kapitularza może już w latach sześćdziesiątych, a najpóźniej u schyłku wieku XIII. Jest najstarszym przekazem materialnym dokumentującym używanie zegarów mechanicznych w klasztorach na ziemiach polskich i jak ustalił prof. Michael Czajkowski – jednym z najstarszych w Europie. Mechanizm wstawiony był we wnękę w ścianie przewidzianą już w trakcie budowy tego skrzydła klasztornego.

W pobliżu zegara, w narożnym, południowo-wschodnim przęśle krużganka konserwatorzy odsłonili mały otwór w sklepieniu. Bez wątpienia zwisał tam sznur od niewielkiego dzwonu, którym budzono mnichów i braci na nocne modlitwy. Niewielka wieżyczka sygnaturki nad wschodnim skrzydłem klasztoru jest widoczna na wspomnianej akwaforcie z końca wieku XVI, ukazującej klasztor otoczony obwarowaniami przez wojska cesarza Maksymiliana. Dormitorium znajdowało się bowiem tradycyjnie na piętrze wschodniego skrzydła klasztoru, skąd ponad zakrystią prowadziły schody do wnętrza kościoła, do południowego ramienia transeptu.

Kościół klasztorny był przestrzenią klauzurową, niedostępną dla wiernych, jednakże rozdzieloną na hierarchiczne strefy związane z funkcją. Hierarchicznie najważniejsze było prezbiterium z ołtarzem oraz kaplice transeptowe, następnie w nawie głównej odrębne stalle ojców – po wschodniej stronie, oraz stalle braci – po zachodniej. Nawy boczne służyły za obejście procesyjne. Dwie społeczności zakonne żyły wspólnie, dosłownie realizując dewizę *ora et labora*,

[21] M.in. Z. Horský, E. Procházka, *Pražský orloj*, "Acta historiae rerum naturalium necnon technicarum" 1964, IX, s. 83–146; Z. Horský, *Pražský orloj*, Praha 1988; A. Šolcová, *Mistr Jan Šindel – pravděpodobný tvůrce matematického modelu pražského orloje*, "Pokroky matematiky, fyziky a astronomie" 2009, 54/4, s. 307–317.

lecz owi modlący (*orantes*) byli oddzieleni od pracujących (*laborantes*) aranżacją architektoniczną zarówno w nawie kościoła, jak i w klasztorze, gdzie najważniejszym miejscem był kapitularz. Przy jego wschodniej ścianie stał tron opacki, a przed nim, na pulpicie leżała *charta charitatis*. Codziennie po jutrzni ojcowie zbierali się w kapitularzu i czytano tekst przeznaczony na dany dzień. Bracia nie mieli tam wstępu, lecz stojąc w krużganku, przy biforialnych, nieprzeszklonych przecież okienkach, słuchali czytanych treści[22]. Powyżej znajdowała się monumentalna tarcza zegarowa. Zegar na ścianie kapitularza w swoisty sposób dzielił i łączył ojców i braci. Pierwszym wyznaczał czas modlitw, a drugim czas pracy.

Zegar w mogilskim krużganku klasztornym zlikwidowano w pierwszej połowie XVIII wieku, być może po pożarze kościoła i części klasztoru w roku 1743. Nowe sklepienie kapitularza przesłoniło miejsce w narożu południowo-zachodnim, skąd zapewne był dostęp do szczeliny na ciężarki. Od strony krużganka, w zamurówce kolistej wnęki, gdzie mieścił się mechanizm, widoczne są wtórnie użyte cegły gotyckie, cios gotyckiego żebra sklepienia i jedna cegła płaska, tzw. saska, typowa dla połowy wieku XVIII, którą można potraktować jako swoisty datownik. Istotnie, w wieku XVIII potężny zegar kołowy, wymagający częstego nastawiania, musiał wydawać się już bardzo archaiczną machiną. Sto lat wcześniej rozpowszechniły się znacznie bardziej dokładne zegary wahadłowe, a także małe zegary sprężynowe.

Odkrycie reliktów średniowiecznego zegara mechanicznego w Mogile jest ewenementem nie tylko dla nowoczesnych znawców i entuzjastów zegarów. Dla historyków sztuki, archeologów i studentów architektury średniowiecznej otwiera możliwości badawcze, które mogą prowadzić do lepszego zrozumienia nie tylko historii architektury mogilskiego opactwa, ale także życia monastycznego i rozwoju zakonu Cystersów w ogóle. Włoskie wpływy dostrzeżone w formie i typie zegarowej tarczy dokumentują intelektualne i arty-

[22] Por. teksty źródłowe w: *Poznać cystersów. Studia i dokumenty*, red. P. Chojnacki i in., Kraków 2011, *passim* oraz omówienia w: K. Charvatova, *Dejiny cisteriackeho radu v Cechach 1142–1420*, t. 1–3, Praha 1998–2012, *passim*.

styczne związki klasztoru z Italią, a tym samym potwierdzają hipotezę, że kościół mógł być wznoszony w wieku XIII przez warsztat lombardzki. Przytoczone wyżej wyniki badań wykazały, że nawet w najwcześniejszych cysterskich klasztorach stosowano wyrafinowane układy hydrauliczne. Dzięki odkryciu mogilskiego zegara staje się jeszcze bardziej oczywiste, że nawet jeśli ekspresja artystyczna Cystersów mogła być tłumiona przez ascetyzm św. Bernarda, to nie miało to wpływu na stosowanie ówcześnie nowatorskich rozwiązań technicznych i mechanicznych.

Noty o autorach

Michael J. Czajkowski, FRAS., ICON(ACR), BAFRA. Syn polskiego architekta i lotnika Edmunda Czajkowskiego, urodzony w Lincoln, w Anglii. Geolog i specjalista od konserwacji mebli, zegarów i barometrów. Wykładowca geologii, historii sztuki i rzemiosła artystycznego w Lincoln College of Art (obecnie Lincoln University), w Nottingham University, a ostatnio w Open University. Prowadzi firmę konserwatorską „Edmund Czajkowski & Son Ltd" a także edukacyjne kursy dotyczące problematyki geologicznej i historyczno-artystycznej. Opublikował wiele artykułów naukowych i popularnonaukowych z zakresu historii nauki i historii sztuki. Jest akredytowanym konserwatorem przy Instytucie Konserwacji ICON(ACR) w Rejestrze Konserwatorów Muzealnych. Jest także członkiem Brytyjskiego Towarzystwa Konserwatorów Zabytkowych Mebli, Brytyjskiego Towarzystwa Archeologicznego, lokalnego Towarzystwa Astronomicznego w Lincoln, a w roku 2013 został wybrany członkiem prestiżowego Królewskiego Towarzystwa Astronomicznego (Fellow of the Royal Astronomical Society).

Tomasz Węcławowicz, architekt i historyk sztuki; zajmuje się historią architektury i sztuk plastycznych, szczególnie wieków średnich. W interpretacjach wykorzystuje metody z pogranicza historii sztuki i antropologii kulturowej. Profesor zwyczajny w Krakowskiej Akademii im. Andrzeja Frycza Modrzewskiego i stały współpracownik Katedry Porównawczych Studiów Cywilizacji na Uniwersytecie Jagiellońskim. Jest członkiem Komisji Historii Sztuki Polskiej Akademii Umiejętności, Sekcji Historii Architektury i Konserwacji Zabytków Komitetu Architektury i Urbanistyki Polskiej Akademii

Nauk oraz Brytyjskiego Towarzystwa Archeologicznego. Jest także kierownikiem Sekcji Sztuki Sakralnej Polskiego Towarzystwa Teologicznego, członkiem prezydium Społecznego Komitetu Odnowy Zabytków Krakowa i rzeczoznawcą Ministra Kultury i Dziedzictwa Narodowego RP ds. opieki nad zabytkami.

Table of Contents

Acknowledgment 7

Tomasz Węcławowicz
The Cistercian Abbey of Mogiła and Its Architecture in the 13th and 14th centuries 9

Michael J. Czajkowski
The Mogiła Abbey Clock Dial, Kraków, Poland and its Relationship to Medieval Clockwork 31

Tomasz Węcławowicz
Epilogue. Where the bell's toll can be heard, Satan has no entry 75

Notes about Authors 87

Spis treści

Podziękowania 141

Tomasz Węcławowicz
Klasztorny zespół oo. Cystersów w Mogile w wiekach XIII i XIV 143

Michael J. Czajkowski
Tarcza zegarowa w klasztorze Cystersów w Mogile na tle średniowiecznego rzemiosła zegarmistrzowskiego 181

Tomasz Węcławowicz
Posłowie: Gdzie słychać dźwięk dzwonu, tam szatan nie ma przystępu 227

Noty o autorach 237

Rada Wydawnicza Krakowskiej Akademii im. Andrzeja Frycza Modrzewskiego /
Editorial Council of the Andrzej Frycz Modrzewski Krakow University:
Klemens Budzowski, Maria Kapiszewska, Zbigniew Maciąg, Jacek M. Majchrowski

Recenzja / Reviewers: dr hab. Andrzej Włodarek, prof. ISPAN, prof. UPJPII

Wybór i redakcja naukowa / Content and academic editing:
prof. dr hab. Tomasz Węcławowicz

Projekt okładki / Cover design: Oleg Aleksejczuk
Zdjęcie na okładce ze zbiorów autorów / Photo on the cover from authors' collections

Adiustacja / Proof-reading: Kamil Jurewicz

W ramach projektu badawczego „Architektura zakonów mniszych i mendykanckich
w wieku XIII i XIV", nr WAiSP/DS/3/2015

ISBN 978-83-65208-17-0 (oprawa broszurowa)
ISBN 978-83-65208-42-2 (oprawa twarda)

Copyright© by Krakowska Akademia im. Andrzeja Frycza Modrzewskiego, Kraków 2016

Żadna część tej publikacji nie może być powielana ani magazynowana
w sposób umożliwiający ponowne wykorzystanie,
ani też rozpowszechniana w jakiejkolwiek formie
za pomocą środków elektronicznych, mechanicznych, kopiujących,
nagrywających i innych, bez uprzedniej pisemnej zgody właściciela praw autorskich.

All Rights Reserved. No part of this publication or its entirety may be reproduced,
transmitted or stored in any manner that allows repeated use in any form by
any means, electronic, mechanical, copying, recording or other without
the express written permission of copyright owners.

Krakowskiej Akademii
im. Andrzeja Frycza Modrzewskiego
www.ka.edu.pl

Wydawca: Oficyna Wydawnicza AFM, Kraków 2016
Publisher: AFM Publishing House / Oficyna Wydawnicza AFM, Kraków 2016

Sprzedaż prowadzi / Bookshop:
Księgarnia U Frycza
tel./faks: (12) 252 45 93; e-mail: ksiegarnia@kte.pl

Skład / Technical Lay-out Editor: Oleg Aleksejczuk

Druk i oprawa / Printed by:
Zakład Poligraficzny Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie