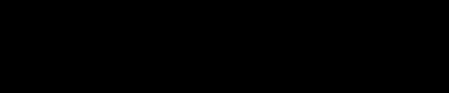
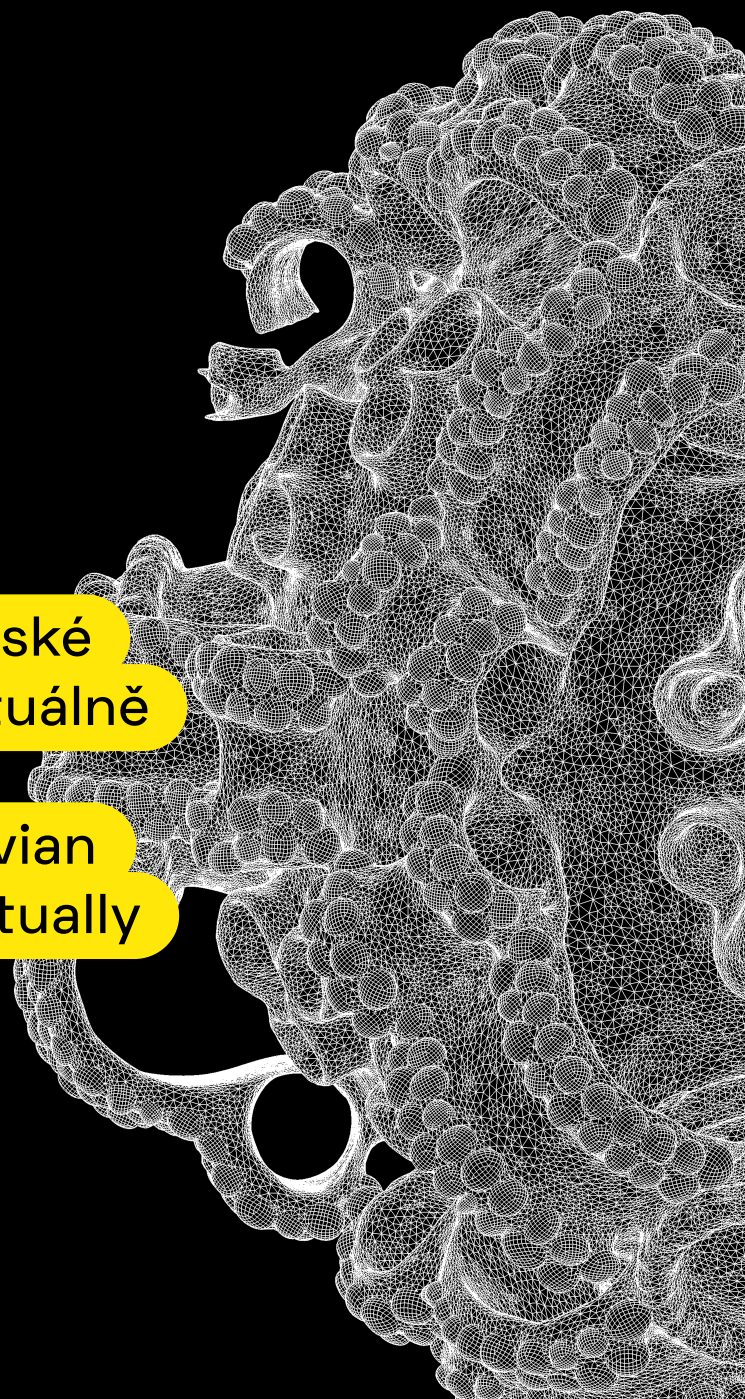


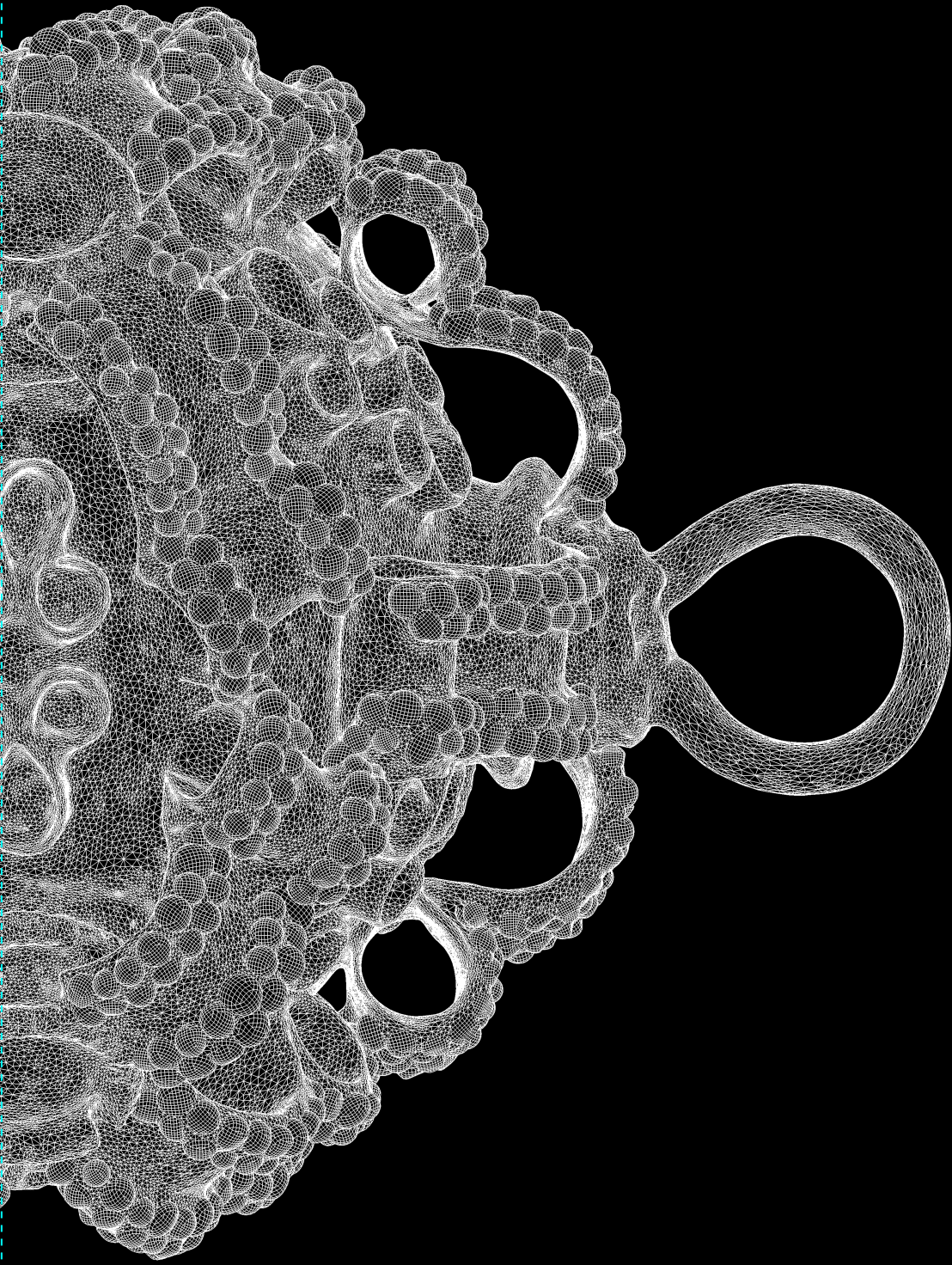
Velkomoravské
Mikulčice virtuálně

Great Moravian
Mikulčice Virtually



Archeologický ústav
AV ČR, Brno

Šárka Krupičková, Lumír Poláček, Jiří Šindelář



Velkomoravské
Mikulčice virtuálně

Great Moravian
Mikulčice Virtually

Velkomoravské Mikulčice virtuálně

Šárka Krupičková, Lumír Poláček, Jiří Šindelář

Great Moravian Mikulčice Virtually

Archeologický ústav AV ČR, Brno /
Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology, Brno

Brno 2022

Kniha je výstupem projektu *Virtuální vědecký model velkomoravských Mikulčic jako systém interaktivní dokumentace, prezentace a archivace dlouholetého systematického archeologického výzkumu*, č. DG18P02OVV029, který byl financován z Programu na podporu aplikovaného výzkumu a experimentálního vývoje národní a kulturní identity na léta 2016 až 2022 (NAKI II) Ministerstva kultury ČR.

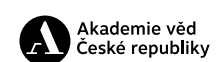
Kniha vyšla s podporou institucionálních prostředků RVO: 68081758 – Archeologický ústav AV ČR, Brno, v. v. i.

Kniha je katalogem výstavy *Velkomoravské Mikulčice virtuálně*. První instalace výstavy se uskutečnila v prostorách Výzkumné základny Archeologického ústavu AV ČR, Brno, v Mikulčicích-Trápičově ve dnech 25. 8. až 31. 10. 2022. Výstavní projekt podpořilo Ministerstvo kultury ČR a Akademie věd ČR.

The book is the output of the project *Virtual scientific model of Great Moravian Mikulčice: A system of interactive documentation, presentation and archiving of long-time systematic archaeological excavations*, number DG18P02OVV029, financed from the Program to support applied research in the field of national and cultural identity for the years 2016 to 2022 (NAKI II) of the Ministry of Culture, Czech Republic.

The book was published with institutional support RVO: 68081758 – Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology, Brno.

This book is the catalogue of the exhibition *Great Moravian Mikulčice Virtually*. The first installation of the exhibition took place in the Research Base of the Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology, Brno, in Mikulčice-Trápičov from 25 August to 31 October 2022. The exhibition was supported by the Ministry of Culture, Czech Republic, and the Czech Academy of Sciences.



© Archeologický ústav AV ČR, Brno, v. v. i., a autoři /
Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology, Brno, and the authors

Recenzenti / Reviewers:
doc. PhDr. Luděk Galuška, CSc., doc. PhDr. Matej Ruttkay, CSc.

ISBN 978-80-7524-052-1

	PŘEDMLUVA	9	FOREWORD		II.2.2	Výzkum hradby, ke kterému se lze vrátet	76	Fortification excavations that can be revisited	II.2.2
	ÚVOD	11	INTRODUCTION		II.2.3	Základy kostelů v autentické podobě	76	Authentic foundations of churches	II.2.3
	ESEJE		ESSAYS		II.3	VIZUALIZACE ZANIKLÝCH STAVEB	87	VISUALISATION OF DERELICT BUILDINGS	II.3
I.1	VIRTUÁLNÍ ARCHEOLOGIE	17	VIRTUAL ARCHAEOLOGY	I.1	II.3.1	Jak mohly vypadat mikulčické kostely?	87	What might the Mikulčice churches have looked like?	II.3.1
I.1.1	Koncept virtuální archeologie	17	Concept of virtual archaeology	I.1.1	II.3.2	Konstrukční varianty 6. kostela	90	Possible variants of Church 6 construction	II.3.2
I.1.2	Virtualita v archeologii jako nástroj výzkumu	18	Virtuality in archaeology as a research tool	I.1.2	II.4	ATRAKTIVNÍ PREZENTACE JAKO PODSTATNÁ SOUČÁST VĚDY	93	ATTRACTIVE PRESENTATION AS AN ESSENTIAL PART OF SCIENCE	II.4
I.2	AGLOMERACE MIKULČICE–KOPČANY	21	THE MIKULČICE–KOPČANY AGGLOMERATION	I.2	II.4.1	Poutavá holografická projekce	93	Engaging holographic projection	II.4.1
I.2.1	Přírodní podmínky a topografie raně středověkého centra	21	Environment and the topography of the early medieval centre	I.2.1	II.4.2	Dvouplášťový gombík na dosah	93	Two-layered spherical hollow button within reach	II.4.2
I.2.2	Hlavní sídelní komponenty velkomoravského centra	24	The main settlement components of the Great Moravian centre	I.2.2	II.4.3	Hrob bojovníka s mečem v rozšířené realitě	95	Grave of a warrior with a sword in augmented reality	II.4.3
I.2.3	Mikulčický výzkum	30	The Mikulčice research	I.2.3	II.5	VÝZNAM 3D ARTEFAKTŮ: ATRAKTIVITA, OCHRANA I VĚDA	99	THE IMPORTANCE OF 3D ARTEFACTS: ATTRACTIVENESS, PROTECTION AND SCIENCE	II.5
I.2.4	Historický a vědecký význam lokality	33	Historical and scientific importance of the site	I.2.4	II.5.1	Využití fotogrammetrie pro dokumentaci šperku	99	Use of photogrammetry for documentation of jewellery	II.5.1
I.3	DOKUMENTACE A VIZUALIZACE V MIKULČICÍCH	39	DOCUMENTATION AND VISUALISATION IN MIKULČICE	I.3	II.5.2	3D modely elitních šperků a oděvních součástí	102	3D models of elite jewellery and clothing accessories	II.5.2
I.3.1	Stručný přehled dokumentačních metod a postupů v Mikulčicích 1954–2022	39	A brief overview of documentation methods and processes used in Mikulčice between 1954 and 2022	I.3.1	II.6	OBTÍŽNĚ DOKUMENTOVATELNÉ ARTEFAKTY	109	ARTEFACTS THAT ARE DIFFICULT TO DOCUMENT	II.6
I.3.2	Terénní dokumentace	40	Field documentation	I.3.2	II.6.1	Sklo, složité tvary a pohyblivé řetízky	109	Glass, complex shapes and movable chains	II.6.1
I.3.3	Dokumentace nálezů	58	Documentation of finds	I.3.3	II.6.2	Pokročilé zobrazování detailů	115	Advanced imaging of details	II.6.2
	KATALOG		CATALOGUE		II.7	3D MODELY VE SLUŽBÁCH VĚDY	117	3D MODELS IN THE SERVICE OF SCIENCE	II.7
II.1	VELKOMORAVSKÉ MIKULČICE VIRTUÁLNĚ: NOVÉ POHLEDY OTEVÍRAJÍ PROSTOR NOVÝM OBJEVŮM	65	GREAT MORAVIAN MIKULČICE VIRTUALLY: A NEW PERSPECTIVE ENABLES NEW DISCOVERIES	II.1	II.7.1	Kartografická projekce v archeologii	117	Cartographic projection in archaeology	II.7.1
II.1.1	Poslání moderní dokumentace a prezentace	65	Mission of modern documentation and presentation	II.1.1	II.7.2	Rozvinutí pláštěů gombíků	119	Unfolding the surface of <i>gombiky</i>	II.7.2
II.1.2	Mikulčice z nadhledu	71	Mikulčice from a bird's eye view	II.1.2		VÝSTAVA		EXHIBITION	
II.2	KVALITNÍ DOKUMENTACE JAKO ZÁRUKA UCHOVÁNÍ VÝZKUMNÝCH DAT	73	PROFESSIONAL DOCUMENTATION – A GUARANTEE OF PRESERVING RESEARCH DATA	II.2	III.1	VÝSTAVA VELKOMORAVSKÉ MIKULČICE VIRTUÁLNĚ	125	EXHIBITION GREAT MORAVIAN MIKULČICE VIRTUALLY	III.1
II.2.1	Fotogrammetrická dokumentace terénu a objektů	73	Photogrammetric documentation of landscape and features	II.2.1		SLOVNÍK VYBRANÉ TERMINOLOGIE	133	TERMINOLOGICAL DICTIONARY	
						OBRAZOVÉ ZDROJE	137	FIGURE REFERENCES AND CREDITS	
						SEZNAM LITERATURY A PRAMENŮ	141	REFERENCES	

Výstava *Velkomoravské Mikulčice virtuálně* a stejnojmenný výstavní katalog jsou vyústěním několikaletého projektu zaměřeného na dokumentaci, vizualizaci a archivaci výsledků dlouhodobého archeologického výzkumu v Mikulčicích. Výstavní projekt představuje ve formátu 3D modelů a animací archeologické objekty a artefakty z Mikulčic, které jsou prezentovány prostřednictvím obrazovek a holografických projekcí.

Autoři výstavy neusilovali ani tak o uvedení atraktivních 3D vizualizací archeologických nálezů, ale spíše jim šlo o to ukázat potenciál virtuální archeologie při výzkumu a památkové ochraně originálních objektů a artefaktů. Na konkrétních příkladech výzkumných aktivit v Mikulčicích z posledních přibližně deseti let se snažili předvést, jak je možné využít digitální techniku a její zobrazovací i analytické možnosti při archeologickém výzkumu, jeho dokumentaci, zpracování, prezentaci a archivaci.

Výstava spolu s katalogem jsou součástí projektu *Virtuální vědecký model velkomoravských Mikulčic jako systém interaktivní dokumentace, prezentace a archivace dlouholetého systematického archeologického výzkumu*, podpořeného v letech 2018–2022 Ministerstvem kultury v rámci programu aplikovaného výzkumu NAKI II (č. projektu DG18P020VV029). Řešitelským pracovištěm byl Archeologický ústav AV ČR, Brno (ARÚB), přičemž projektové práce probíhaly jak v jeho centrále v Brně, tak na jeho detašovaném pracovišti – Výzkumné základně v Mikulčicích. Za celkovou koordinaci projektu stojí jeho řešitel Lumír Poláček. Výstava s katalogem byly spolu s interaktivní aplikací *Virtuální vědecký model velkomoravských Mikulčic VMMVM* a jejím knižním doplňkem – atlasem *Mikulčice 900* hlavními výstupy projektu.

Výstava s katalogem vznikly díky erudici a součinnosti přípravného a realizačního týmu výstavy. Hlavní autorkou výstavního scénáře byla Šárka Krupičková, o výtvarnou a architektonickou stránku výstavy se zasloužila Barbora Tesařová, výstavu vyrobila brněnská firma EXPOGON. Za většinou digitálních animací stojí Jiří Šindelář se svým týmem (Bohuslav Vácha, Josef Vandělík, Jakub Šindelář, Matěj Šindelář). Ovšem jejich práce by nemohla dosáhnout potřebné kvality a dostatečného efektu, kdyby nenavazovala na fundovanou terénní dokumentaci Jaroslava Škojce a Petra Čápa, na dokonalou tvůrčí ateliérovou fotografickou práci Martina

The exhibition and catalogue entitled *Great Moravian Mikulčice Virtually* are the output of several years' work on a project focused on documentation, visualisation and archiving of the results of long-term archaeological excavations in Mikulčice. The exhibition presents archaeological 3D models and animations of archaeological features, structures and artefacts and artefacts discovered at Mikulčice, which are presented on screens and via holographic projections.

The authors of the exhibition did not primarily seek to present attractive 3D visualisations of archaeological finds but to show the potential of virtual archaeology in the study and monument protection of original features and artefacts. They demonstrated the use of digital technology, imaging and analysis in archaeological research, documentation, processing, presentation and archiving based on examples of excavations at Mikulčice over the past ten years.

The exhibition and the catalogue are part of the project *Virtual scientific model of Great Moravian Mikulčice: A system of interactive documentation, presentation and archiving of long-time systematic archaeological excavations*, which was supported by the Ministry of Culture, Czech Republic, between 2018 and 2022 within the framework of the NAKI II Applied Research Programme (project No. DG18P020VV029). The project was implemented by the Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology, Brno (ARÚB), both in its Brno headquarters and at the research base in Mikulčice. The overall coordination of the project was done by the applicant, Lumír Poláček. The main outputs of the project were the exhibition, the catalogue and the interactive application the *Virtual scientific model of Great Moravian Mikulčice* and its printed counterpart – the atlas entitled *Mikulčice 900*.

The exhibition and the catalogue were made possible through the erudition and collaboration of the preparatory and implementation teams. The exhibition script was chiefly written by Šárka Krupičková while Barbora Tesařová created the design and architecture of the exposition, which was made by the specialist company EXPOGON from Brno. Most digital animation was created by Jiří Šindelář and his team (Bohuslav Vácha, Josef Vandělík, Jakub Šindelář, Matěj Šindelář). The high quality and impressive effect of their work are due to the professional field documentation by Jaroslav Škojec and Petr Čáp, the creative studio photography by

Frouze a Matouše Bárty, stejně jako na restaurátorskou přípravu originálních artefaktů ze strany Martina Fořta. Do přípravy a realizace výstavy byli zapojeni i další pracovníci mikulčické výzkumné základny a brněnského ústavu; z nich jmenujme alespoň Hanu Příborskou a Zdeňku Pavkovou. Všem výše uvedeným zainteresovaným kolegyním a kolegům patří velké a upřímné poděkování. Podobně je potřeba vyslovit díky vedení Archeologického ústavu AV ČR, Brno a Výzkumné základny v Mikulčicích za vytvoření podmínek pro realizaci výstavy a katalogu. Za pomoc při propagaci výstavy v hale Výzkumné základny ARÚB v Mikulčicích-Trapíkově děkujeme Masarykovu muzeu v Hodoníně, konkrétně vedoucí jeho pracoviště v Mikulčicích Gabriele Dreslerové. Velmi si vážíme finanční pomoci Akademie věd ČR a vyznamenáním je pro nás možnost uskutečnit reinstalaci výstavy v galerii Věda a umění v budově AV ČR na Národní v Praze v roce 2023.

Šárka Krupičková, Lumír Poláček, Jiří Šindelář

Martin Frouz and Matouš Bárta and the restoration of the original artefacts by Martin Fořt. The staff at the research base and the Brno Institute were also involved in the preparation of the – Hana Příborská and Zdeňka Pavková must be mentioned here. We are immensely grateful to all our colleagues who participated in this project. We also thank the management of the Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology, Brno, and the research base in Mikulčice for creating suitable conditions that supported the making of the exhibition and catalogue. The credit for promoting the exhibition installed in the hall of the ARÚB research base in Mikulčice-Trapíkov goes to Masaryk Museum in Hodonín and the head of its branch in Mikulčice, Gabriela Dreslerová. We greatly appreciate the financial support of the Czech Academy of Sciences. It is an honour for us to be able to take the exhibition to the Science and Art gallery in its premises on Národní Street in Prague in 2023.

ÚVOD

Bez řádné dokumentace není výzkum. V této větě se skrývá jedno ze základních pravidel výzkumné činnosti v jakémkoliv oboru, archeologii nevyjímaje. Hlavním přínosem kvalitní archeologické dokumentace je uchování věrné, vědecky přesné a dále zpracovatelné podoby archeologických objektů i artefaktů. Jedině tak lze trvale zachovat vědecký informační potenciál a kulturně-historickou hodnotu archeologických památek. Platí to pro nemovité a movité objekty reprezentující hmotnou kulturu minulých populací a společností. V našem případě jde o památky raně středověké, konkrétně o hmotné pozůstatky spojené s Velkou Moravou, významným fenoménem dějin našich zemí a střední Evropy v 9. a na počátku 10. století.

Když se řekne Velká Morava, vybaví se řadě čtenářů pojem Mikulčice. Hradiště Valy u Mikulčic bylo totiž předním mocenským a církevním centrem této říše. Zde dlouhodobě probíhající terénní výzkum se svým rozsahem zařadil k největším systematickým archeologickým odkryvům v Evropě. Bohatství zdejších objevů reprezentované především nálezy zděné architektury, tj. devíti kostelů a „paláce“, rozsáhlých kostelních i nekostelních pohřebišť nebo početných nákladně vybavených hrobů příslušníků místní velmožské aristokracie dělá z naleziště výjimečnou archeologickou lokalitu, dalo by se říci legendu domácí i střeoevropské raně středověké archeologie. Dalšími přednostmi, které odlišují Mikulčice od ostatních velkomoravských lokalit a dovolují na základě zde získaného pramenného materiálu otvírat a řešit výzkumné otázky jinde nedostupné, jsou například přítomnost sídlištních stratigrafií nebo výjimečné zachování dřeva.

Na druhé straně se velká intenzita a relativně dlouhodobý vývoj osídlení promítají do komplikované nálezové situace, která vyžaduje z dnešního pohledu nadstandardní postupy terénních odkryvů i jejich dokumentace. Výsadou mikulčického výzkumu v obdobích jeho největšího rozsahu byla přítomnost profesionálních geodetů. Ti působili v Mikulčicích jak v dobách velkoplošných vykopávek v minulém století, tak v posledním desetiletí spojeném zejména s revizními a záchrannými výzkumy.

Hradiště Mikulčice-Valy představuje se svými téměř sedmdesáti výzkumnými sezonami ideální lokalitu pro demonstrování vývoje metodických postupů a dokumentačních

INTRODUCTION

There is no excavation without proper documentation. This claim conveys one of the basic rules of any branch of research, including archaeology. The main benefit of good-quality archaeological documentation is the preservation of a faithful, scientifically accurate image of archaeological features, structures and artefacts, which can be further processed. This is the only way of preserving the information potential and the cultural and historical value of archaeological monuments. This applies to non-portable and portable objects that represent the material culture of past populations and societies. In our case, the monuments are early medieval. They are the material remains associated with Great Moravia, an important phenomenon in the history of Central Europe in the 9th and early 10th centuries.

Upon hearing the words “Great Moravia”, Mikulčice will probably come to the minds of most of our readers. The stronghold of Valy near Mikulčice used to be a prominent power and ecclesiastical centre of this empire. The long-running archaeological fieldwork that has been taking place there ranks among the largest systematic excavations in Europe. The wealth of finds discovered at Mikulčice includes the remains of masonry buildings – nine churches and a “palace” – as well as vast burial grounds next to churches or within the settlements, which contained a number of graves of the local aristocracy with luxury grave goods. This makes the place an exceptional archaeological site, a legend of Czech/Central European early medieval archaeology, so to speak. What is also special about Mikulčice is the presence of settlement stratigraphy and the exceptionally well-preserved wood. This sets Mikulčice apart from other Great Moravian sites because the source material found there allows us to deal with research issues, which would be impossible to do elsewhere.

The high intensity and relatively long development of the settlement are reflected in the complicated contexts, which, from today’s perspective, require above-standard excavation procedures and documentation. The presence of professional land surveyors at the time when the largest area was excavated was an immense advantage. The surveyors were present at the large-scale excavations carried out in the 20th century and the revision and rescue excavations carried out in the past decade.

technik v archeologii. Je pouze několik lokalit, na nichž je možné – podobně jako v Mikulčicích – sledovat dlouhodobý vývoj archeologických dokumentačních systémů od 50. let minulého století po současnost. Do těchto proměn se promítá vedle vývoje samotné vědní disciplíny zejména pokrok v technických oborech a s ním spojená stále lepší dostupnost přístrojového vybavení.

Moderní archeologický výzkum nespolehá pouze na klasické prostředky vizualizace – kresbu a fotografii, případně video, ale díky digitálním technologiím využívá možnosti 3D dokumentace, archivace a vizualizace terénního výzkumu i movitých nálezů. Trojdimenzionální dokumentace umožňuje nejenom atraktivním způsobem prezentovat výsledky terénního výzkumu, ale především trvale archivovat a analyticky studovat nálezové situace i movité nálezy. V případě nemovitých objektů je to jediný spolehlivý způsob, jak zaznamenat odkrytou terénní situaci před jejím nezadržitelným zánikem. U artefaktů jde mimo jiné o uchování jejich věrné virtuální kopie pro případ degradace nebo zničení předmětu, ale také z hlediska žádoucího omezení fyzické manipulace s křehkými a vzácnými originály v zájmu jejich památkové ochrany. Vědecky přesný záznam umožňuje provádět virtuální výzkum: lze se vracet k objektům a terénním situacím, které již fyzicky neexistují, nebo si je prohlížet z míst mimo reálné možnosti badatele. Virtuální archeologie ve službách terénního a analytického výzkumu představuje „leitmotiv“ výstavního projektu *Velkomoravské Mikulčice virtuálně*. Tomu odpovídá i motto výstavy a katalogu:

With its seven decades of research, the Mikulčice-Valy stronghold is an ideal site to demonstrate the development of archaeological methodology and documentation. There are only a few sites where it is possible to follow the long-term development of archaeological documentation systems from the 1950s to the present day, as in Mikulčice. The development reflects not only the progress of the discipline but also that of the technical fields, interconnected with better availability of measuring instruments.

Modern archaeological excavation relies not only on conventional visualisation techniques – drawing, photography and video: it also uses digital technologies for 3D documentation, archiving and visualisation of excavations and portable finds. Three-dimensional documentation allows an attractive presentation of the excavation results as well as the archiving and analysis of contexts and portable finds. As for the non-portable features and structures, it is the only reliable way of recording excavated contexts before their inevitable destruction. It is also a way of preserving virtual copies of artefacts in the case of degradation or destruction of the items and protecting rare and fragile originals by minimising physical manipulation. A scientifically accurate record enables virtual research: artefacts and contexts that no longer exist can be revisited and viewed from angles beyond the possibilities of the researchers. Virtual archaeology serving fieldwork and analysis is the focus of the exhibition *Great Moravian Mikulčice Virtually*. Thus, the motto of the catalogue and the exhibition is:

Nové pohledy
otevírají prostor
novým objevům

A new
perspective
enables new
discoveries

eseje

essays

I.1.1 Koncept virtuální archeologie

Pojem virtualita označuje vlastnost, kterou lze chápat jako něco, „co není skutečné, není ve skutečnosti přítomné, ale jeví se jako skutečné“¹. Ačkoliv kořeny filozofického pojetí virtuality sahají od antiky² přes terminologické ukotvení pojmu virtualita středověkými scholastiky³ až po novodobou filozofii,⁴ současné vnímání virtuality je zcela odlišné. Princip virtuality je od 90. let 20. století silně navázaný na digitální média.⁵ Jako takový proniká spolu s počítačovou gramotností také do všech odvětví lidské činnosti včetně vědy, archeologii nevýmaje. V rámci oboru archeologie vzniká svébytný koncept virtuální archeologie,⁶ který za tři desetiletí své existence prošel značným vývojem.

Na začátku „provolání“ konceptu virtuální archeologie byla myšlenka, že něco může fungovat jako náhrada za originál, a to v podobě popisu archeologických dat nebo jejich simulace.⁷ Dnes můžeme koncept definovat konkrétněji, a sice jako snahu po dosažení nových způsobů dokumentace a interpretace archeologických nálezů a procesů včetně jejich prezentování novými způsoby. Prakticky jde o implementaci nejmodernějších moderních technologií do oboru archeologie, od relativně konsolidovaných metod, jakými jsou hypertext, vektorové modelování nebo výpočetní fotografie, po atraktivní technologické novinky typu 3D tisku, aplikací pro chytré telefony a nositelnou elektroniku nebo virtuální realitu. Z výše uvedeného vyplývá, že virtuální archeologie je dnes široce definovaný subobor archeologie. Je pro ni typická značná dávka nestability a proměnlivosti, které souvisejí s potenciálem využitelnosti nových technologií v archeologickém oboru.⁸

Pojem virtuální archeologie evokuje nejvíce asi digitální vizualizaci archeologických nálezů a procesů formou počítačově vytvořené reality. Nejznámější termín *virtuální realita* přitom tvoří jen jeden ze segmentů zobrazovacích možností. Jedná se o kompletně uměle vytvořený svět, který může divák vstřebávat pro umocnění emocionálního zážitku pomocí speciální elektroniky. Vedle virtuální reality existuje *rozšířená realita*, kterou tvoří virtuální objekt montovaný do kulisy reálného světa (typicky s použitím mobilu nebo tabletu se speciální aplikací). Naopak *rozšířená virtualita* znamená reálný objekt modelovaný ve virtuálním

1 Duden 2013.
2 Zejména Platónův charakter reálného světa a světa idejí (Platón: Podobenství o jeskyni, Ústava 2001, 514a–518a), rozvinutý dále odlišením skutečného a možného (Aristotelés: Fyzika 1996; Metafyzika 2008).
3 Tomáš Akvinský: Slováček 2010; Svoboda 2012; Freddoso 2015.
4 Např. kantovská idea existence duše v neprostorovém – virtuálním – světě jiného řádu (Kant: Kritika 2001).
5 Welsch 1998; přehled u Kruse, Grabe 2013.
6 Provolání konceptu viz Reilly 1991.
7 Reilly 1991, 133.
8 Beale, Reilly 2017.

I.1.1 Concept of virtual archaeology

The term virtuality refers to a property that can be understood to be something “that is not real, not actually present, but appears to be real”¹. Although the roots of the philosophical concept of virtuality stretch back to antiquity² to the terminological anchoring of the concept of virtuality by medieval scholastics³ to modern philosophy,⁴ the current perception of virtuality is completely different. The principle of virtuality has become strongly linked to digital media since the 1990s.⁵ As such, along with computer literacy, it permeates all branches of human activity, including science, and archaeology. A unique concept of virtual archaeology⁶ is emerging in the field of archaeology, which has undergone considerable development over the three decades of its existence.

At the beginning of “invoking” the concept of virtual archaeology was the idea that something can function as a substitute for the original – in the form of a description or simulation of archaeological data.⁷ Today, we can define the concept more specifically as an attempt to achieve new ways of documenting and interpreting archaeological findings and processes, including new presentation methods. Practically, it is the implementation of various modern technologies in the field of archaeology, from relatively consolidated methods such as hypertext, vector modelling and computational photography, to attractive technological innovations such as 3D printing, smartphone applications and wearable electronics or virtual reality. It follows from the above that virtual archaeology is currently a rather broadly defined subfield of archaeology. It is characterised by a significant amount of instability and changeability, which is related to the potential for the use of new technologies in the field of archaeology.⁸

The concept of virtual archaeology primarily evokes the digital visualisation of archaeological findings and processes in the form of computer-generated reality. The most notorious term in this respect is *virtual reality* although this is only one of the segments of visualization options. It is a completely artificial world that the viewer can absorb to enhance the emotional experience using special electronics. In addition to virtual reality, there is *augmented reality*, which consists of a virtual object set in the background of the real world (typically

1 Duden 2013.
2 In particular, Plato's character of the real world and the world of ideas (Plato: The Allegory Of The Cave, The Republic, cited according to the Czech text: Ústava 2001, 514a–518a), further elaborated by distinguishing between the real and the possible (Aristotle: Physics, cited according to the Czech text: Fyzika 1996; Metaphysics, cited according to the Czech text: Metafyzika 2008).
3 Thomas Aquinas: Slováček 2010; Svoboda 2012; Freddoso 2015.
4 For instance the Kantian idea of the existence of the soul in a non-spatial – virtual – world of a different order (Kant: Critique of Pure Reason, cited according to the Czech text: Kritika 2001).
5 Welsch 1998; for summary, see Kruse, Grabe 2013.
6 For invoking the concept, see Reilly 1991.
7 Reilly 1991, 133.
8 Beale, Reilly 2017.

světě. Zastřešujícím pojmem pro všechny typy počítačově vytvořené nebo upravené reality je *smíšená* neboli *mixovaná realita*.⁹

V tomto pojetí je virtuální archeologie v současné době na prudkém vzestupu. Důvodem je obecné rozšíření cenově dostupné technologie, technologická gramotnost vědecké komunity, a také zájem ze strany veřejnosti, která se čím dál více a rychleji adaptuje na nové technologie ve všech oblastech života a očekává je i v sektoru popularizace a prezentace vědy.¹⁰ Typické je živelné a decentralizované pronikání virtuality do vědy. Jako účinný a vyhledávaný nástroj vstupuje v podobě kreativně vytvořených vizualizací do muzejních expozic, výstavních projektů i mediálního prostoru. V západním světě se stala běžně rozšířeným nástrojem již před řadou let.¹¹ Také v českém archeologickém prostředí vznikla řada zajímavých projektů a pracovních skupin, které lze zařadit do tohoto prezentačního a popularizačního rámce.¹² V poslední době jde stále více o mezinárodní projekty založené na společných infrastrukturách.¹³ Virtuální archeologie má tak velký potenciál motivovat veřejnost k většímu a intenzivnějšímu zájmu o archeologické kulturní dědictví. Je to příležitost, jak neztratit spojení s tepem doby, jak vzdělávat, nacházet veřejný ohlas pro výsledky vědeckého bádání a motivovat k ochraně archeologických památek.¹⁴

1.1.2

Virtualita v archeologii jako nástroj výzkumu

Široké spektrum možností přináší virtuální archeologie také na poli vlastního výzkumu. Jedná se o užitečný nástroj vědeckého poznání. Právě na tento aspekt jsme se zaměřili v rámci našeho projektu. Upozorňujeme a apelujeme na možnost využití virtuality v procesu dokumentace a interpretace jak archeologického terénního výzkumu, tak movitých nálezů – artefaktů. Terénní objekty i archeologické artefakty je možné dokumentovat postupy, které zajistí, že jejich virtuální obraz bude použitelný pro další plnohodnotný výzkum. V případě terénního výzkumu se jedná o jedinečnou příležitost objektivně zachytit nálezové situace, které zpravidla není možné v reálném prostředí zachovat, a vracet se k nim v budoucnosti s novými výzkumnými otázkami. Archeologické artefakty sice zpravidla nepodléhají akutní destrukci, ale jejich vědecky přesné virtuální kopie umožňují maximalizovat efektivitu a bezpečnost výzkumu. Efektivita spočívá ve sledování detailů, které nejsou postřehnutelné pouhým okem s originálem v rukou. Zároveň lze tyto detaily sledovat komplexně na celém povrchu předmětu bez omezené fokusace mikroskopu. Bezpečnost znamená, že artefakty

using a mobile phone or tablet with a special application). Conversely, *augmented virtuality* means a real object modelled in a virtual world. The umbrella term for all types of computer-generated or altered reality is *mixed reality*.⁹

In this sense, virtual archaeology is currently on the rise. The reason behind the trend is the general expansion of affordable technology, the technological literacy of the scientific community as well as interest from the public, which is increasingly and ever rapidly adapting to new technologies in all areas of life and expects them in the popularisation and presentation of science as well.¹⁰ Spontaneous and decentralized penetration of virtuality into science is typical. As an effective and sought-after tool, it has entered museum exhibits, exhibition projects and media spaces in the form of creative visualisations In the Western world, it became a commonly used tool many years ago.¹¹ In the Czech archaeology, there have also been a number of interesting projects and working groups, which can be included in this presentation and popularisation framework.¹² Recently, it has been increasingly used in international projects based on common infrastructures.¹³ Virtual archaeology has great potential to motivate the public to greater and more intense interest in archaeological cultural heritage. It is an opportunity to keep in touch with the pulse of the times, to educate, to find public acceptance for the results of scientific research and to motivate the protection of archaeological monuments.¹⁴

1.1.2

Virtuality in archaeology as a research tool

Virtual archaeology also offers a wide range of possibilities in the field of actual research. It is a useful tool for scientific investigation. It is this very aspect of virtual archaeology that we chose as the topic of our project. We point out and promote the possibility of the current use of virtuality in the process and interpretation of archaeological research documentation. Archaeological artefacts, as well as excavated features, can be documented using procedures that ensure that their virtual image will remain usable for further fully-fledged research. In the case of field research, it presents a unique opportunity to objectively capture archaeological contexts that are usually impossible to preserve in the original environment or return to in the future with new research questions. Although archaeological artefacts are usually not in danger of acute destruction, scientifically accurate virtual copies make it possible to maximize the efficiency and safety of research. The efficiency lies in tracking details that are not perceptible to the naked

můžeme zkoumat do značné míry bez jejich vyjmutí z klimaticky monitorovaného prostředí trezorových depozitářů. Snižuje se tak riziko jejich degradace a fyzického poškození, v extrémních případech také trvalého znepřístupnění v důsledku ztráty, zničení nebo odcizení. Teprve místa na artefaktech vybraná za použití virtuálního modelu mohou být v případě potřeby studována speciální analytikou přímo na originálech. Jedná se o postup paralelní k současnému terénnímu paradigmatu, při kterém rovněž navazuje cílený terénní odkryv na předcházející nedestruktivní povrchový průzkum.

Jako vrchol takto definovaného analyticko-dokumentačního projektu lze označit skutečnou (komplexní) *digitální kopii*. Digitální kopie v tomto pojetí představuje metricky přesný záznam studovaného objektu, který však vedle jednoznačně a exaktně definovaného tvaru a rozměru obsahuje i formou metadat napojené analytické informace, jako jsou materiálové složení, provenience použitých materiálů, technologický výrobní postup, někdy i určení stáří nebo informace o případném restaurátorském zásahu. Takovýto komplex informací navázaný na prostorově přesný model objektu pak vytváří v digitálním světě skutečnou (komplexní) kopii předmětu nebo objektu ze světa reálného.

eye. At the same time, these details can be observed comprehensively on the entire surface without the limited focus of the microscope. The safety refers to the advantage of having the opportunity to examine objects to a large extent without removing them from the climate-controlled environment of safe depositories. This reduces the risk of their degradation and physical damage, and in extreme cases also loss, destruction or theft. Subsequently, only certain parts of artefacts selected using the virtual model can then be studied by special analytics directly on the originals. It is a procedure parallel to the current field paradigm, where initial non-destructive surface surveys are followed by systematic excavations.

The final result of such an analysis and documentation project can be seen in a real (comprehensive) *digital copy*. In this sense, a digital copy represents a metrically accurate record of the studied object, which, in addition to a clearly and precisely defined shape and size, also contains in the form of metadata associated analytical information such as material composition, the origin of the materials used, technological production processes, and sometimes even the determination of age or information about possible restoration intervention. Such a complex set of information connected to a spatially accurate model of an object then creates a real (comprehensive) copy of its real-world original.

⁹ Hemker, Splissgart 2019, 21. Pojmy jsou zde vyloženy v teoretické rovině. V komerčních odvětvích se prezentují zpravidla prakticky s akcentem na speciální elektroniku (tj. různé typy brýlí a čtecích zařízení).

¹⁰ Beale, Reilly 2017.

¹¹ Marín-Buzón et al. 2021.

¹² Např. mobilní aplikace s herními prvky, která se váže k archeologické lokalitě Buchberg na Českomoravské vrchovině (Buchberg 1269: <https://play.google.com/store/apps/details?id=cz.mathesio.buchberg&hl=de>), nebo oppidum Závist u Zbraslavi (Oppidum Závist: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.Mathesio.Brezany&hl=cs&gl=US>).

¹³ Projekty typu MUS.INT (Tucci, Cini, Nobile 2011; Jasink et al. 2017), VirtualArch (Unger et al. 2020).

¹⁴ Vrcholnou formou spolupráce s veřejností jsou projekty veřejné archeologie (public/community archaeology), prosazující se zejména od 90. let 20. století (např. Matsuda 2004; Thomas, Lea eds. 2014).

⁹ Hemker, Splissgart 2019, 21. The terms are explained here on a theoretical level. In commercial sectors, they are usually presented practically with an accent on special electronics (i.e. various types of glasses and reading devices).

¹⁰ Beale, Reilly 2017.

¹¹ Marín-Buzón et al. 2021.

¹² For instance a mobile application with game elements related to the archaeological sites of Buchberg in Vysočina (Buchberg 1269: <https://play.google.com/store/apps/details?id=cz.mathesio.buchberg&hl=de>), or the oppidum Závist near Zbraslav (Oppidum Závist: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.Mathesio.Brezany&hl=cs&gl=US>).

¹³ Projects such as MUS.INT (Tucci, Cini, Nobile 2011; Jasink et al. 2017), VirtualArch (Unger et al. 2020).

¹⁴ The pinnacle of cooperation with the public are community archaeology projects, which have been especially gaining ground since the 1990s (e.g. Matsuda 2004; Thomas, Lea eds. 2014).



1.2.1

Přírodní podmínky a topografie
raně středověkého centra

Raně středověké *hradiště Mikulčice-Valy* leží v inundačním území řeky Moravy, přibližně na polovině vzdálenosti mezi českými Mikulčicemi a slovenskými Kopčany. Hradiště bylo v 9. století opevněným jádrem rozsáhlého sídelního komplexu označovaného dnes jako *mikulčická aglomerace* nebo *aglomerace Mikulčice-Kopčany* (**obr. 1**). Přestože samotný hrad se dnes nachází na české straně aglomerace, podhradí a hospodářské zázemí centra výrazně zasahují na území Slovenska. V 9. století zde ovšem žádná hranice neexistovala; prostor po obou stranách řeky byl součástí centrálního území mocensko-politického útvaru Velké Moravy. Právě na této, tj. na střední části toku Moravy – na říčních ostrovech, případně přilehlých vyvýšených březích údolní nivy – existovala v 9. století vedle Mikulčic další významná mocenská centra mojmírovské Moravy. Necelých 40 kilometrů severovýchodně od Mikulčic to byla aglomerace Staré Město – Uherské Hradiště, 15 kilometrů jihozápadně pak aglomerace Břeclav-Pohansko.¹

Hradiště Mikulčice-Valy zaujímá jihovýchodní závěr luční enklávy, která se od severozápadu zařezává do souvislého pásma lužního lesa. V zatrávněném prostoru se nachází opevněné jádro aglomerace (akropole s předhradím) i část neopevněných areálů severního a severozápadního podhradí (**obr. 2**). Louky v podhradí mají dnes parkový ráz s charakteristickými soliterními stromy. Krajina mikulčického hradiště je rovinatá, členěná pouze mírně vyvýšenými písčitymi dunami a do terénu se zařezávají vodotečemi. V areálu národní kulturní památky *Slovanské hradiště v Mikulčicích* sídlí kromě pobočky Masarykova muzea v Hodoníně také výzkumná základna Archeologického ústavu Akademie věd ČR, Brno. Relativně neporušené přírodní prostředí lužního lesa dává lokalitě malebný ráz a zvyšuje její autenticitu a památkovou hodnotu.²

Mikulčická krajina prodělala během více než 1100 let, jež uplynuly od zániku Velké Moravy, zásadní proměny. Hradiště Valy bylo v 9. století ostrovním hradem. Říční ramena, která obklopovala a chránila raně středověký hrad, byla po zániku hradiště zanesena nejdříve pískem a později povodňovými hlínami, až byla srovnána s okolním terénem. Současně se měnil i celý ráz říční nivy. Vegetace takzvaného tvrdého luhu s převahou dubu, jilmu a jasanu se měnila v zaplavovaný měkký luh s vlhkomilnými rostlinnými druhy. Původně členitá krajina protkaná spleť říčních ramen a tůní a vyplněná četnými ostrovy se změnila v dnešní jednotnou rovinatou údolní nivu s jedním hlavním říčním tokem. Příčinu této proměny je potřeba hledat v periodických povodních, které nesly hlinitý materiál erodovaný ve vyšších částech povodí a ukládaly jej na dolním toku řeky. Tyto povodně trvaly zhruba

¹ Poláček 2001; Poláček 2016, 64–65; Poláček et al. 2020, 91–103.

² Poláček 2016, 6–17.

1.2.1

Environment and the topography
of the early medieval centre

The early medieval *stronghold of Mikulčice-Valy* is situated in the floodplain of the River Morava, approximately halfway between Mikulčice in the modern-day Czech Republic and Kopčany in what is now Slovakia. In the 9th century, the stronghold constituted the fortified core of a large settlement complex, now known as the *Mikulčice agglomeration* or the *Mikulčice-Kopčany agglomeration* (**Fig. 1**). While the fortified core is located only on the Czech side of the border, the extramural settlements (*suburbium*) and the economic hinterland spread also over the Slovak territory. However, there was no such border in the 9th century and both the banks were part of the central territory of the power-political formation denoted as Great Moravia. The middle reaches of the River Morava, its islands and the sloping floodplain banks were the home of other important 9th-century power centres of Mojmirid Moravia. The Staré Město – Uherské Hradiště agglomeration was about 40 kilometres northeast of Mikulčice, and the Břeclav-Pohansko agglomeration was 15 kilometres to the southwest.¹

The Mikulčice-Valy stronghold occupies the south-eastern end of a meadow that cuts into a continuous stretch of floodplain forest. The fortified core of the agglomeration (the acropolis and the outer bailey), as well as part of the unfortified northern and north-western extramural settlements, occupy the meadow (**Fig. 2**). The meadows around the extramural settlements resemble today a park with solitary trees. The landscape around the Mikulčice stronghold is flat, with occasional sand dunes and watercourses that cut into it. The *Mikulčice Slavonic Stronghold* (*Slovanské hradiště v Mikulčicích*) national monument is the home of a branch of the Masaryk Museum in Hodonín and the research base of the Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology, Brno. The relatively intact natural environment of the floodplain forest gives the site a picturesque character and boosts its value as an authentic national monument.²

Over the 1,100 years that have passed since the downfall of Great Moravia, the landscape around Mikulčice has undergone fundamental changes. In the 9th century, Valy was an island stronghold. After the demise of the centre, the river branches, which surrounded and protected the fortified core of the stronghold, were first filled with sand, then flood loams and were gradually levelled with the surrounding terrain. At the same time, the nature of the floodplain also changed. The vegetation of the so-called hardwood, with predominant oak, elm and ash, has changed into periodically flooded softwood with hydrophilous plant species. The diverse landscape interwoven with river branches, pools

¹ Poláček 2001; Poláček 2018b, 64–65; Poláček et al. 2020, 91–103.

² Poláček 2018b, 6–17.



Obr. 1. Velkomoravská sídelní aglomerace Mikulčice–Kopčany v pohledu od severozápadu na leteckém snímku z roku 2018. Opevněné jádro aglomerace se nachází v zadní části luční enklávy. Vede k němu (z pravého spodního rohu snímku) silnice lemovaná stromovou alejí, rozšiřující se v prostoru předhradí v parkoviště. Za ním, až po hranu lesa sahá akropole. V pozadí je patrná zastavěná část slovenské obce Kopčany, za ní se zvedají svahy Bílých Karpat, před ní je vyznačena červeným symbolem poloha kostela sv. Margity.

/ **Fig. 1.** A 2018 northwest aerial view of the Mikulčice–Kopčany Great Moravian settlement agglomeration. The fortified core of the agglomeration is in the rear of the meadow. A tree-lined road (from the bottom right corner of the photograph) leads to it, which then widens inside of what used to be a fortified outer bailey and is now a car park. The acropolis stands behind it, running up to the boundary of the forest. In the background is the built-up part of the Slovak village of Kopčany with the hills of the White Carpathians behind it and the red symbol in front of it, which denotes the Church of St. Margaret.

Obr. 2. Hradiště Mikulčice-Valy s vyznačením sídelních areálů, průběhu opevnění a zaniklých říčních koryt. Ortofotografický snímek z roku 2008 ukazuje charakter dnešní krajiny v prostoru lokality: opevněné jádro aglomerace spolu se severozápadním a severním suburbem se nacházejí v loukách, kdežto východní a jižní část suburbia jsou zalesněné.

/ **Fig. 2.** The Mikulčice-Valy stronghold with highlighted settlement areas, fortification and silted-up river branches. This 2008 orthophoto shows the landscape of the site in the modern day: the fortified core of the agglomeration (acropolis / akropole and outer bailey / předhradí), together with the northwest (severozápadní podhradí) and northern extramural settlements (severní podhradí) are on the meadows while the eastern (východní podhradí) and southern parts (Kostelisko area) are forested.



jednotně datovat do pokročilé druhé poloviny 9. století a na začátek století desátého.⁴

Aglomerace velkomoravského mocenského centra v Mikulčicích představovala rozsáhlý a členitý sídlištní komplex. Na základě dosavadního poznání můžeme prostor aglomerace rozdělit do tří zón: opevněného jádra (hradu), podhradí a periferní části aglomerace (**obr. 3**). Opevněné jádro s celkovou plochou 10 hektarů mělo dvě části: akropoli o rozloze 7,7 hektaru a předhradí o rozloze 2,4 hektaru a bylo z vnější strany chráněno dnes zaniklým říčním korytem. Osídlení podhradí s plochou cca 10–20 hektarů se soustředilo do několika samostatných areálů, které tvořily nesouvislý věnec kolem hradu a které svou vnější hranici nepřesahovaly okruh 700 metrů kolem středu aglomerace. Na podhradí navazující tzv. periferní zóna aglomerace sahala až k okrajům údolní nivy, tj. do vzdálenosti maximálně 3 kilometrů od středu aglomerace. Všechny tyto tři zóny – hrad / podhradí (suburbium) / periferní část

lower positions based on older flood loams. Among such areas were the northern, north-western and eastern extramural settlements of the Mikulčice stronghold where the settlement dates to the late 9th and early 10th century.⁴

The agglomeration of the Great Moravian power centre in Mikulčice was a vast, diverse settlement complex. Based on current knowledge, it can be divided into three zones: the fortified core, the extramural settlement (suburbium) and the agglomeration periphery (**Fig. 3**). The fortified core with a total area of 10 hectares consisted of two parts: the acropolis of 7.7 hectares and the outer bailey of 2.4 hectares were protected from the outside by the riverbed, which is now silted up. The settlement of the suburbium, with an area of about 10–20 hectares, concentrated in separate areas, which formed an irregular ring around the fortified core and the external border that did not exceed a radius of 700 metres around the centre of the agglomeration. The periphery of the agglomeration extended to the outskirts of the floodplain, which is

od 13. století až do moderní doby, resp. do novodobé regulace řeky a stavby protipovodňových hrází.³

Nejvyhledávanějšími sídlištními areály v mikulčické údolní nivě raného středověku byly mírně vystupující vyvýšeniny z říčních a navátých písků, tzv. hrůdy. Poskytovaly suchý, lehce propustný a výhřevný povrch, vystupovaly z nejsilnějších přízemních teplotních inverzí a ze zaplavovaného území. Byly osídlovány pravidelně od mezolitu do konce raného středověku, přičemž období 8. a 9. století patřilo k optimálním obdobím osídlení údolní nivy. Teprve během druhé poloviny 9. století, kdy koncentrace obyvatelstva Mikulčic dosáhla nejvyššího bodu a kdy velké části vyvýšených areálů byly zabírány zřizováním sakrálních areálů s kostely a pohřebišti, docházelo k výraznějšímu rozšiřování osídlení i do méně příznivých, níže položených poloh na starších povodňových hlínách. Příkladem jsou areály severního, severozápadního a východního podhradí mikulčického hradiště, jejichž osídlení můžeme

and numerous islands has changed into flat bottom land with a single main watercourse. This metamorphosis is the result of periodic floods, which brought the loam material eroded from the upper reaches of the river, to the valley. These floods occurred from the 13th century up to the modern day, more precisely until the modern-day regulation of the river and the construction of the flood defences.³

In the early medieval Mikulčice floodplain, the most sought-after settlement sites were the slightly elevated river-sand dunes, called hrůdy (sg. hrůd). These were dry, permeable and warm, and stood above the inundated areas with the strongest temperature inversions. The dunes were settled regularly from the Mesolithic to the end of the Early Middle Ages, with the period of the 8th and 9th centuries being the optimum time for settlement. During the late 9th century, the Mikulčice population reached its highest concentration, and a large part of the elevations was occupied by sacral areas with churches and cemeteries. At this point, the settlement expanded to less favourable

3 Poláček 2016, 66–67; Poláček et al. 2020, 92.

3 Poláček 2018b, 66–67; Poláček et al. 2020, 92.

4 Poláček 2016, 62–63; Poláček et al. 2020, 92–95.

4 Poláček 2018b, 62–63; Poláček et al. 2020, 92–95.

aglomerace – můžeme dnes považovat za součást sídelní aglomerace Mikulčice–Kopčany.⁵

Důležitým urbanistickým prvkem aglomerace byla páteřní západovýchodní komunikace, která propojovala hlavní části aglomerace na obou březích dnešního toku řeky Moravy a byla nejspíše součástí dálkové komunikace překračující v prostoru Mikulčic říční údolí Moravy. V případě opevněného jádra aglomerace překonávala tato cesta obvodovou hradbu prostřednictvím tří bran s přílehlými mosty přes říční koryta. Kolem této cesty byly v rámci akropole uspořádány nejvýznamnější objekty – kostely, resp. jejich sakrální areály s pohřebišti, palácový okrsek a další důležité objekty.⁶

I.2.2 Hlavní sídelní komponenty velkomoravského centra

Akropole byla centrálním opevněným útvarem hradiště. Zde se nacházely nejvýznamnější stavby a nejnákladněji vybavená pohřebišť. Většina archeologicky doložených zděných staveb 9. století byla situována v severní vyvýšené části akropole, označované již tradičně pomístním názvem Valy. Tato část akropole o rozloze 4,8 hektaru je tvořena písčnou dunou, která výškově výrazně vystupuje ze zarovnaného povrchu mikulčické údolní nivy. Naproti tomu níže položená jižní část akropole, nazývaná Dolní Valy, patří k nejnižším areálům celé aglomerace; zaujímá plochu 2,9 hektaru. Obě uvedené části o celkové výměře 7,7 hektaru jsou společně ohraničeny dnes dobře viditelným obvodovým valem akropole, který je pozůstatkem původní velkomoravské hradby dřevohlinité konstrukce s čelní kamennou zdí. Na akropoli se nacházely ty nejvýznamnější zděné stavby – kostely a profánní objekt označovaný jako palác, ale i další rezidenční nebo výrobní objekty. Vnitřní plocha akropole byla členěna příkopy, palisádami nebo ploty na menší útvary, především sakrální areály kostelů s hřbitovy, dvorce a další celky, jejichž rozsah ani bližší funkce nedokážeme blíže určit. Zde sídlili v první řadě příslušníci tehdejší elity – rodiny knížete a velmožů, duchovenstvo, příslušníci vojenské družiny, řemeslníci pracující pro knížecí „dvůr“ – a samozřejmě služebné obyvatelstvo. Na akropoli pracovaly dílny kovolců, šperkařů, kovářů, snad i sklářů a řemeslníků dalších profesí. Základním typem obydlí byly dřevěné přízemní domy roubené konstrukce s hliněnými, někdy dokonce maltovými podlahami.⁷

Předhradí protáhlého jazykovitého tvaru se připojovalo na západní straně k akropoli a zaujímalo plochu 2,4 hektaru. Jeho opevnění bylo ve srovnání s hradbou akropole podstatně subtilnější, takže v reliéfu současného terénu nezanechalo viditelné stopy. Areál zaujímal mírnou terénní vlnu ze starších povodňových hlín obtékanou v 9. století meandrem řeky. Šlo o obytný areál s pravidelnou hustou zástavbou a vysokou intenzitou osídlení. Zástavbu tvořily roubené domy budované na písčito-jílovitých podlahových navážkách. Z hlediska určení funkce předhradí ukazuje

⁵ Poláček 2016, 62–67; Poláček et al. 2020, 107–111; Poláček et al. 2021a, 37–41, 62.
⁶ Poláček et al. 2020, 142, 156–157, 170–171, fig. 69; 94–95; Poláček et al. 2021a, 91, 95, III.1.2.
⁷ Poláček 2016, 10–11; Mazuch 2020.

3 kilometres from the centre of the agglomeration at the most. All three zones – the fortified core, *suburbium* and periphery of the agglomeration – are considered part of the Mikulčice–Kopčany agglomeration.⁵

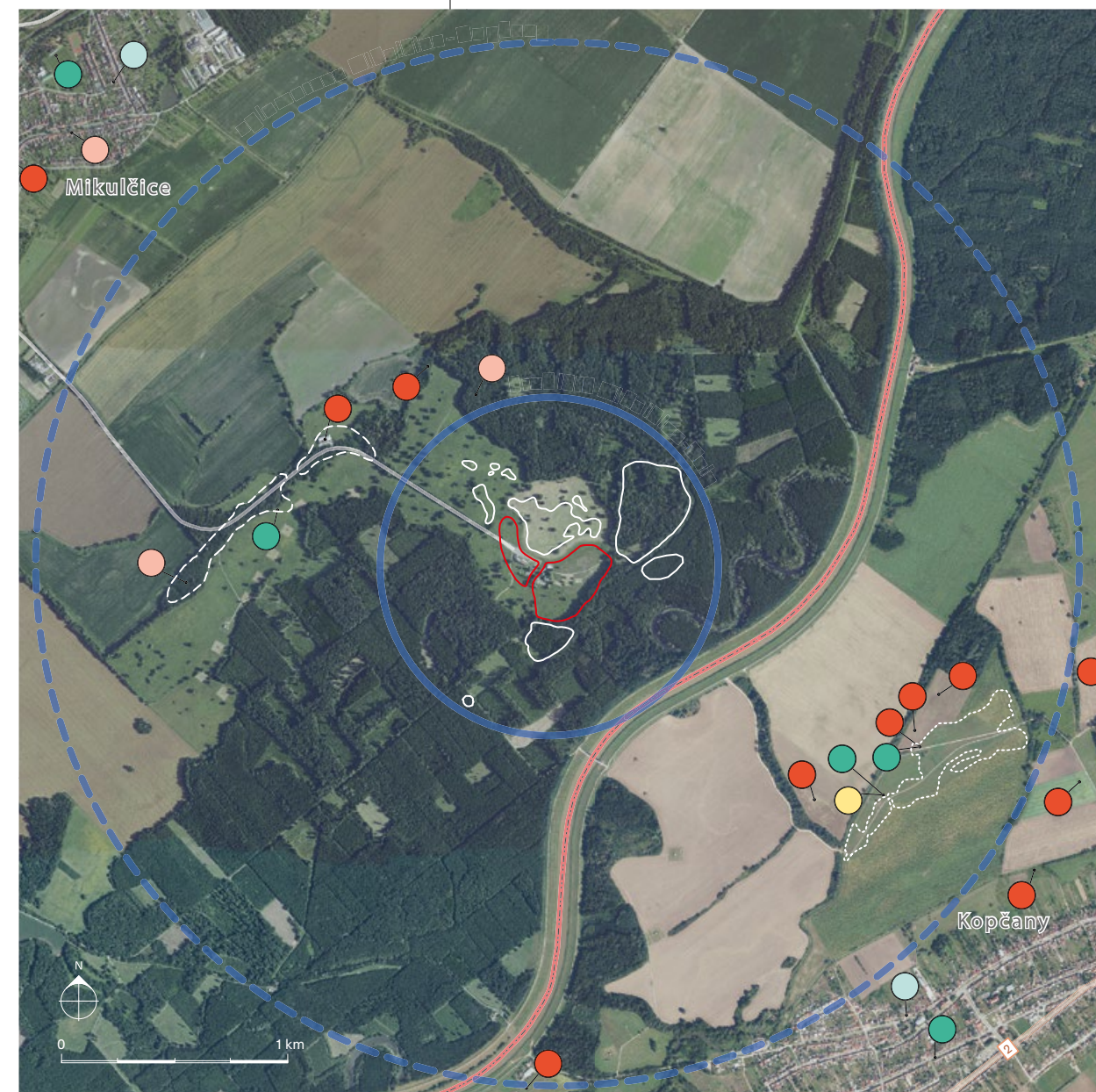
An important urbanistic element of this agglomeration was the west-east backbone road, which connected the main parts of the agglomeration on both banks of the modern-day River Morava and probably used to be part of a long-distance route that crossed the Morava river valley near Mikulčice. This road ran through the fortified core of the agglomeration, through three gates in the fortification and the adjacent bridges over the river. In the acropolis, important buildings lined this road – churches, or more precisely, their sacral areas with cemeteries, the palace district and others.⁶

I.2.2 The main settlement components of the Great Moravian centre

The central fortified element of the stronghold was the *acropolis*, which contained the most important buildings and burial sites with the richest grave goods. Most of the archaeologically documented 9th-century buildings were in the elevated northern part of the acropolis, traditionally called Valy. This part of the acropolis, 4.8 hectares large, is made up of a sand dune, which significantly rises above the level surface of the Mikulčice floodplain. On the other hand, the lower, southern part of the acropolis, Dolní Valy, is one of the lowest in the entire agglomeration and occupies an area of 2.9 hectares. Both these parts, with a total area of 7.7 hectares, are surrounded by the still recognisable rampart – the remains of the original Great Moravian fortification of a wood-and-earth construction with a front stone wall. The acropolis contained the most important masonry buildings: churches, a profane building denoted as the “palace” and other residential or production buildings. The inner area of the acropolis, especially the surroundings of churches and the “palace”, were divided by ditches, palisades or fences of courts or other units with undefined function. The acropolis was home to the members of the elite – the princely family, the clergy and the members of the military retinue employed by the princely “court” – and, of course, the servants. There were also fine-metal, jeweller’s and blacksmith’s workshops and perhaps workshops for glassmakers and other professions. The basic type of dwellings were surface log houses with clay and sometimes even mortar floors.⁷

The elongated, tongue-shaped *outer bailey* (2.4 hectares) was adjacent to the western side of the acropolis. Its fortification was significantly less robust compared to the acropolis fortification, which is why it has left no traces in the modern-day terrain. The area was built on a mild terrain undulation constituting flood loams, which was surrounded by a meandering river in the 9th century. It was a regularly and densely built-up residential area with a high population intensity.

⁵ Poláček 2018b, 62–67; Poláček et al. 2020, 107–111; Poláček et al. 2021a, 37–41, 62.
⁶ Poláček et al. 2020, 142, 156–157, 170–171, fig. 69; 94–95; Poláček et al. 2021a, 91, 95, III.1.2.
⁷ Poláček 2018b, 10–11; Mazuch 2020.



- Legenda | Legend:
- sídliště | settlement
 - sídliště (?) | settlement (?)
 - pohřebiště | burial ground
 - pohřebiště (?) | burial ground (?)
 - sakrální stavba | sacral building
 - opevněné jádro aglomerace | fortified core of the agglomeration
 - - - sídelní areály v podhradí | settlement areas in the suburbium
 - ⋯ sídelní areály v okrajové části aglomerace | settlement areas on the agglomeration periphery
 - hradiště Mikulčice-Valy | Mikulčice-Valy stronghold
 - ⋯ aglomerace Mikulčice-Kopčany | Mikulčice-Kopčany agglomeration
 - - - česko-slovenská státní hranice | Czech-Slovak state border

Obr. 3. Velkomoravská centrální aglomerace Mikulčice–Kopčany s vyznačením její „vnitřní“ a „okrajové“ zóny na ortofotografickém snímku z roku 2020. Aglomerace představuje komplex několika sídelních areálů, které se rozprostíraly v údolní nivě řeky Moravy. Vnitřní část aglomerace tvořily opevněné útvary akropole a předhradí, obklopené dalšími neopevněnými areály podhradí. Tento komplex označujeme jako hradiště Mikulčice-Valy. Druhou část aglomerace tvoří tzv. okrajová zóna, ve které se nacházejí další, od opevněného centra vzdálenější

sídelní areály. Z nich nejrozsáhlejší a nejvýznamnější představují polohy Mikulčice-Trapíkov na české straně a Kopčany – Za jazerom pri svätej Margite na slovenské straně aglomerace.

Fig. 3. The Great Moravian central agglomeration of Mikulčice–Kopčany: the inner and the peripheral zones highlighted on an orthophotograph taken in 2020. The agglomeration consisted of several settlements spread along the floodplain of the River Morava. The inner part of the agglomeration

constituted a fortified acropolis with an outer bailey surrounded by unfortified areas in the suburbium. This complex is referred to as the Mikulčice-Valy stronghold. The settlement areas that are more remote from the fortified core constitute the periphery. Among the largest, and most important, are the sites of Mikulčice-Trapíkov on the Czech side and Kopčany – Za jazerom pri svätej Margite on the Slovak side of the agglomeration.



Obr. 4. Velkomoravské komponenty sídelní sítě v zázemí Mikulčic na ortofotografickém snímku z roku 2020. V blízkosti aglomerace evidujeme jedno z nejhustších osídlení na území Velké Moravy. Do okruhu cca deseti kilometrů od opevněného centra známé několik desítek sídlišť i pohřebišť. V tomto geografickém prostoru se rovněž nacházejí jedny z nejlépe prozkoumaných komponent velkomoravské sídelní sítě obecně. Intenzivní výzkum zázemí mikulčického centra probíhá zhruba od poloviny 70. let minulého století. Současná etapa moderního výzkumu sídelních vztahů mezi mikulčickým centrem a jeho hospodářským zázemím se odehrává v podstatě od začátku nového století. V tomto období se začaly v rámci archeologického terénního výzkumu dostávat do popředí nové metody založené na rozvoji digitálních technologií, které slouží k mapování krajiny a struktury historického osídlení. Jde o tzv. geografické informační systémy. Díky těmto nástrojům jsme schopni ve smyslu „krajinné“/„prostorové“ archeologie lépe mapovat a následně interpretovat vztahy mezi jednotlivými sídlišti či pohřebišti a také vztahy celé sídelní sítě ke krajinně či k vybraným složkám životního prostředí.

Fig. 4. Great Moravian components of the settlement network in the Mikulčice hinterland on a 2020 orthoimage. In the vicinity of the agglomeration was one of the densest settlements on the Great Moravian territory. Several dozen settlements and burial sites have been discovered within a radius of about ten kilometres from the fortified centre. This geographical area contains some of the best-researched components of the Great Moravian settlement network in general. Intensive research into the hinterland of the Mikulčice centre has been taking place since the mid-1970s. Modern research into the relationship between the Mikulčice centre of the settlement and its economic hinterland has been conducted since the beginning of the 21st century. At that time, new methods using advanced digital technologies that could map the landscape and the structure of historical settlements – geographical information systems (GIS) – gained prominence within archaeological research. Through these tools, we have been able to improve the mapping and interpretation of the relationships between individual settlements and burial grounds, the relationship between an entire settlement network and the landscape, and selected environmental components as part of landscape/spatial archaeology.

vše na primárně obytné využití areálu; nenacházíme zde kostely ani pohřebiště, chybí tu dokonce doklady intenzivnější řemeslné výroby. K takto vyhraněné formě „obytného“ areálu zatím chybí mezi raně středověkými hradišti na Moravě i v širším okolí srovnatelné paralely. Otázkou je, kdo předhradí obýval a k čemu tento areál primárně sloužil. Jedním z tradičních výkladů funkce předhradí je jeho interpretace jako sídlo vojenské družiny knížete.⁸

Pod pojmem *podhradí (suburbium)* se rozumí území obklopující opevněné jádro aglomerace a svým vnějším okrajem nepřesahující okruh 700 metrů kolem středu aglomerace. Osídlení podhradí reprezentovalo několik izolovaných sídlištních areálů situovaných buď na vyvýšených písčinych dunách, nebo na níže položených starších povodňových hlínách. Duny bezprostředně přiléhající k opevněnému jádru nabízely očividně nejlepší podmínky k životu a vykazovaly také relativně dlouhodobé osídlení (areály Těšický les, Kostelisko). Naproti tomu níže položené areály na povodňových hlínách byly osidlovány jen krátkodobě, a to až ve fázi maximálního růstu aglomerace v pokročilé druhé polovině 9. století a začátkem 10. století (areály severozápadního, severního a východního podhradí). Také méně výrazné duny ležící ve větší vzdálenosti od hradu (areály Štěpnice I 300 metrů severozápadně od předhradí a Žabník 300 metrů jihozápadně od akropole) vykazovaly jen slabší a krátkodobější osídlení. Součástí některých sídlištních areálů v podhradí byly kostely (kostely č. 6 až 10) s přilehlými hřbitovy a také prostá pohřebiště. Obecně platí, že v podhradí lze hledat příbytky řemeslníků, zemědělců a dalšího obyvatelstva zajišťujícího hospodářský provoz hradu. Nejvíce dokladů výroby – kovářství a kovolictví – nacházíme v severním podhradí. Kostely v mikulčickém suburbii bývají teoreticky považovány za součást předpokládaných dvorců, tj. rezidenčních a hospodářských útvarů zakládaných velmoži v blízkosti knížecího hradu; ovšem zatím se žádný takovýto útvar nepodařilo archeologicky v celistvosti prozkoumat.⁹

Sídelní zónu navazující na podhradí a vně ohraničenou okrajem údolní nivy označujeme jako *periferní část aglomerace*. Tato zóna je reprezentována především dvěma sídelními areály situovanými na písčinych dunách na dnešní české i slovenské straně aglomerace. Jde o lokality Mikulčice-Trapíkov a Kopčany – Za jazerom pri sv. Margite. Co mají oba areály společného a čím se odlišují na první pohled od opevněného jádra a podhradí aglomerace, je výskyt zahloubených zemnic jako charakteristického typu obydlí raného středověku. V tomto jevu je možné spatřovat projev sociálně-ekonomické diferenciacie jednotlivých částí aglomerace. Dříve byla tato zóna považována za součást zázemí centra, dnes se přikláníme k názoru, že šlo o jakousi přechodovou zónu mezi centrem a jeho hospodářským zázemím, která hrála podstatnou roli v ekonomicko-společenské interakci mezi oběma uvedenými zónami.¹⁰

Periferní část aglomerace sahala až k okrajům údolní nivy, zatímco vlastní vyvýšené okraje nivy a na ně navazující krajina po obou stranách říčního údolí v okruhu přibližně do 10 kilometrů od hradu byly již vlastním

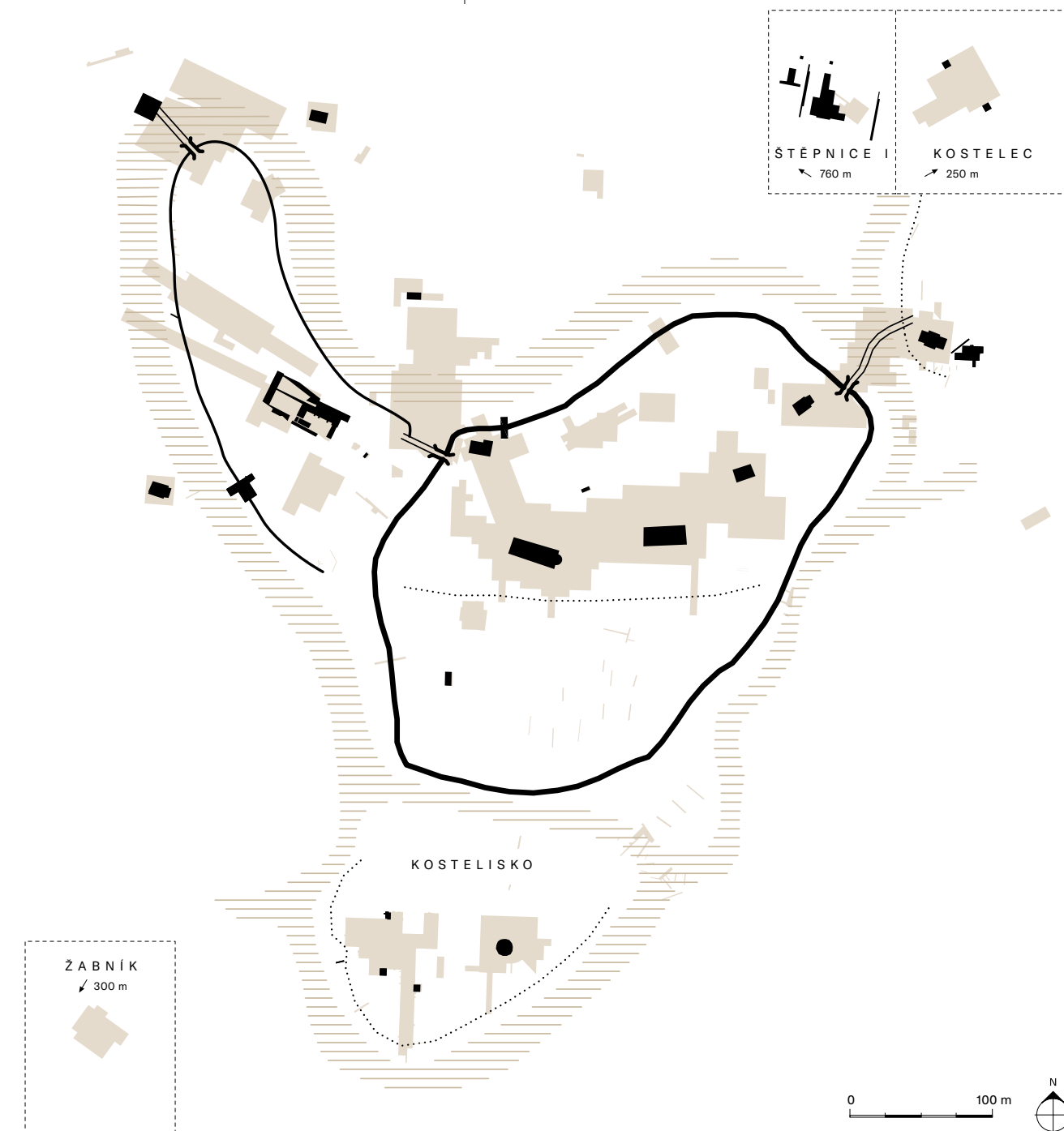
⁸ Poláček 2016, 12–13.
⁹ Poláček 2016, 14–15; Poláček et al. 2019.
¹⁰ Poláček et al. 2020, 111; Poláček et al. 2021a, 37–47.

The log houses that formed the built-up area were built on a sandy clay floor backfill. Archaeological evidence confirms a predominantly residential function of the outer bailey: there were no finds of churches, burial grounds or intensive craftsmanship. Such a purely “residential” function is unparalleled among early medieval fortified settlements in and around Moravia. The question is who the inhabitants of the outer bailey were and what was the primary purpose of the area. One of the traditional interpretations is that of the outer bailey as the quarters of the prince’s military retinue.⁸

The term *suburbium* refers to the territory surrounding the fortified core of the agglomeration, the perimeter of which is no greater than 700 metres from the centre. The settlement of the suburbium consisted of several isolated populated areas that were built either on the elevated sand dunes or lower, based on the flood loams. The dunes immediately adjacent to the fortified core offered the best conditions for settlement, which is probably why there is proof of a relatively long settlement (the Těšický les and Kostelisko areas). On the other hand, lower sites built on flood loams were settled only briefly, only at times of the maximum growth of the agglomeration in the late 9th and early 10th century. This includes the north-western, northern and eastern extramural settlements. Less intensive and shorter periods of settlement were proven on lower dunes that lie further from the stronghold (the sites Štěpnice I, which is 300 metres northwest of the outer bailey, and Žabník, which is 300 metres southwest of the acropolis). Some of the extramural settlements included churches (Church 6 to 10) with cemeteries, as well as common burial grounds. In general, the extramural settlements were home to artisans, farmers and other inhabitants that economically supported the stronghold. The most archaeological evidence of smithery and fine-metalwork was found in the northern suburbium. The churches in the Mikulčice suburbium are considered to have been parts of hypothetical courts, i.e. the residential and economic units established by the magnates near the princely seat; however, no such formation has been archaeologically studied in its entirety.⁹

The *periphery of the agglomeration* is the settlement zone adjacent to the suburbium, delimited by the boundary of the floodplain. This zone contains two main settlements situated on the sand dunes, one on the Czech and the other on the Slovak side: Mikulčice-Trapíkov and Kopčany – Za jazerom pri sv. Margite, respectively. These two sites distinguish from the fortified core and the suburbium by the presence of typical early medieval pithouses. This phenomenon can be seen as a reflection of socioeconomic differentiation in the individual parts of the agglomeration. This zone was previously considered part of the hinterland of the centre, but the latest hypothesis is that it was a transition zone between the centre and its hinterland, which played a significant role in the economic and social interaction between the above-mentioned zones.¹⁰

⁸ Poláček 2018b, 12–13.
⁹ Poláček 2018b, 14–15; Poláček et al. 2019.
¹⁰ Poláček et al. 2020, 111; Poláček et al. 2021a, 37–47.



Legenda | Legend:
 — opevnění akropole | fortification of the acropolis
 — opevnění předhradí | fortification of the outer bailey
 ... výrazná terénní hrana | significant terrain boundary
 most s bránou | bridge with gate
 zaniklé říční koryto | silted-up river branch
 plocha prozkoumaná během velkoplošných odkryvů 1954–1992 | the area uncovered during the large-scale excavations between 1954 and 1992
 plocha odkrytá během revizních, záchranných a ověřovacích výzkumů 1993–2020 | area excavated during the revision, rescue and test excavations between 1993 and 2020

Obr. 5. Rozsah ploch hradiště prozkoumaných během let 1954–1992 (etapa I) a 1993–2020 (etapy II a III mikulčického výzkumu). Oproti velkoplošným odkryvům etapy I znamenala etapa II (1993–2003) dočasné přerušování terénních prací a zaměření veškeré pozornosti na systematické zpracování do té doby získaného pramenného materiálu. V etapě III (po roce 2004) se archeologové vrátili opět do terénu, ovšem za úplně jiných podmínek, navíc vybaveni novou metodikou, digitální technikou a upravenými paradigmaty. Terénní práce v Mikulčicích tak mají po roce 2005 převážně revizní, záchranný nebo ověřovací charakter a jsou pojímány jako součást badatelského výzkumu.

Fig. 5. The areas of the stronghold excavated in 1954–1992 (phase I) and 1993–2020 (phases II and III of the Mikulčice research). Unlike the large-scale excavations in phase I, phase II (1993–2003) entailed a temporary interruption of fieldwork and a shift in focus towards systematic processing of the source material obtained to date. In stage III (after 2004), archaeologists returned to the field but under completely different conditions: with new methodology, paradigms and equipped with digital technology. After 2005, Mikulčice saw mostly revision, rescue and test excavations and their concept shifted towards complex scientific research.

hospodářským zázemím centra (**obr. 4**). Pro něj je typický výskyt vesnických sídlišť reprezentovaných zemnicemi a obilními jamami, jak je známe například z modelové zemědělské osady zkoumané nedávno v poloze Mikulčice-Podbřežníky.¹¹

1.2.3 Mikulčický výzkum

Mikulčický výzkum je dnes reprezentován třemi základními složkami vědecko-výzkumné činnosti: terénním výzkumem, postexcavační analýzou a širším badatelským/teoretickým výzkumem. Na základě odlišného podílu těchto tří složek, rozdílných metodických přístupů a různých paradigmat můžeme celý dosavadní, téměř 70 let trvající výzkum rozdělit do tří etap: etapy velkoplošných výzkumů 1954–1992 (I), etapy systematického zpracování 1992–2003 (II) a etapy pramenného zpracování a verifikace starých výzkumů počínaje rokem 2004 (III; trvá dodnes). Celá obrovská prozkoumaná plocha přesahující rozlohu 5 hektarů je „dílem“ především první etapy (**obr. 5**); naproti tomu ve druhé etapě byl terénní výzkum téměř zastaven a všechna pozornost se zaměřila na do té doby opomíjené systematické zpracování výsledků. Třetí etapa znamená opět výraznější podíl terénních prací; ty však na rozdíl od první etapy mají charakter převážně záchranných, revizních nebo detailních badatelských terénních odkryvů a jsou svým způsobem nástrojem teoretického výzkumu při ověřování konkrétních archeologických a historických otázek.¹²

Co z uvedeného přehledu vyplývá, je především fakt, že obrovský konvolut terénní a nálezové dokumentace v Mikulčicích pochází z větší části z doby před 70 až 30 lety. Tehdy byly ve srovnání s dneškem kladeny odlišné požadavky jak na terénní archeologický výzkum a jeho dokumentaci (**obr. 6**), tak na evidenci a zpracování nálezů. Současné dokumentační a evidenční systémy se tak musejí s touto disproporcí vyrovnávat, a to jak po metodické, tak praktické stránce.

Systém dokumentace nálezových situací a objektů – dnes bychom řekli terénních kontextů – utvářený zejména v průběhu první etapy výzkumu 1954–1992 byl systematicky představen a kriticky okomentován v globálních vědeckých průvodcích po mikulčickém výzkumu.¹³ Na tyto průvodce navázal nový systém terénní dokumentace a nálezové evidence definovaný v interní směrnici MARS.¹⁴ Tyto systémové nástroje propojily „starý“ výzkum s „novým“ a formulovaly pravidla pro dnešní terénní dokumentaci a nálezovou evidenci mikulčického hradiště, a to v podobě jednotného systému vycházejícího ze zásad kontextuální archeologie. Terminologie terénních kontextů a systém jejich evidence používané dnes v Mikulčicích jsou tak určitým kompromisem. Usilují o maximální implementaci starých, po desetiletí vytvářených, avšak nově revidovaných prvků výzkumu do moderního dokumentačního

11 Hladík 2014; Hladík 2020; Hladík, Mazuch, Poláček 2020; Poláček et al. 2021a, 13–37; Hladík, Mazuch, Látková 2022.
12 Poláček 2016, 114–125; Poláček et al. 2014, 192–196; Poláček et al. 2021a, 91–92.
13 Poláček, Marek 1995; Poláček, Marek 2005.
14 Mazuch 2005.

The periphery of the agglomeration extended to the edges of the floodplain, while the actual economic *hinterland* of the centre began at the elevated edges of the floodplain and the adjacent terrain on both sides of the river valley and extended up to 10 kilometres from the stronghold (**Fig. 4**). The hinterland is characterised by the presence of rural settlements represented by pithouses and grain storage pits, as we know them, for instance, from the model agricultural settlement studied recently at the Mikulčice-Podbřežníky site.¹¹

1.2.3 The Mikulčice research

The Mikulčice research comprises the three basic components of scientific research: excavations, post-excavation analysis and broad theoretical research. Based on the proportions of these three components, different methodologies and paradigms, the 70 years of research can be divided into three stages: (I) large-scale excavations (1954–1992), (II) systematic processing (1992–2003) and (III) processing of archaeological remains and verification of old excavations (since 2004). The vast excavated area of more than 5 hectares is the subject of the first stage (**Fig. 5**). In the second stage, fieldwork was practically stopped, and the focus was placed on the previously neglected systematic processing of excavation results. The third stage contains a more significant share of fieldwork; however, unlike in the first stage, this is mainly rescue, revision or detailed research excavations, which are theoretical research tools aimed at the verification of specific archaeological and historical issues.¹²

Logically, the greatest amount of field and find documentation related to Mikulčice is 30 to 70 years old. At that time, the requirements for excavations as well as the documentation (**Fig. 6**), registration and processing of finds were different than today. As a result, the current documentation and registration systems must methodologically and practically deal with this.

The system of documentation of archaeological features was mainly established during the first research stage between 1954 and 1992 and was systematically presented and critically commented on in global expert guides concerning the Mikulčice research.¹³ These guides were followed up by a new system of field documentation and find recording defined in the MARS internal directive.¹⁴ These system tools connected the “old” and “new” research stages by formulating the rules for modern-day field documentation and the recording of finds from the Mikulčice stronghold in the form of a uniform system based on the principles of contextual archaeology. The terminology of contexts and their recording system that are now used in Mikulčice are a compromise. They aim at the maximum implementation of old

11 Hladík 2014; Hladík 2020; Hladík, Mazuch, Poláček 2020; Poláček et al. 2021a, 13–37; Hladík, Mazuch, Látková 2022.
12 Poláček 2016b, 114–125; Poláček et al. 2014, 192–196; Poláček et al. 2021a, 91–92.
13 Poláček, Marek 1995; Poláček, Marek 2005.
14 Mazuch 2005.



Obr. 6. Výzkum dvouapsidové rotundy (6. kostela), první sakrální stavby objevené a zkoumané v podhradí. Snímek z roku 1960 ukazuje názorně postup prací při terénním výzkumu. Byl nejspíše pořízen se záměrem zachytit komplexnost a exaktnost terénních prací v Mikulčicích. Ženy v prostoru východní apsidy a lodi provádějí výkopové práce, kreslíči Miloš Kuda a Jaroslav Jaša (první a druhý zleva) spolu se zastupujícím vedoucím výzkumu Jaroslavem Tejralem (třetí zleva) pracují na dokumentaci. Součástí technické výbavy výzkumu je dřevěná konstrukce sloužící k supervizi a dokumentaci zkoumané plochy.

Fig. 6. Excavation of the two-apsed rotunda (Church 6), the first sacred building discovered and studied in the suburbium. This 1960 image, probably taken to show the complexity and scientific nature of the Mikulčice excavations, illustrates the progress of the fieldwork. Women are excavating the eastern apse and the nave, draftsmen Miloš Kuda and Jaroslav Jaša (first and second from the left) together with the deputy head of the excavations, Jaroslav Tejral (third from the left) are working on documentation. Part of the technical equipment was a wooden structure that served for visual inspection and documentation of the excavated area.

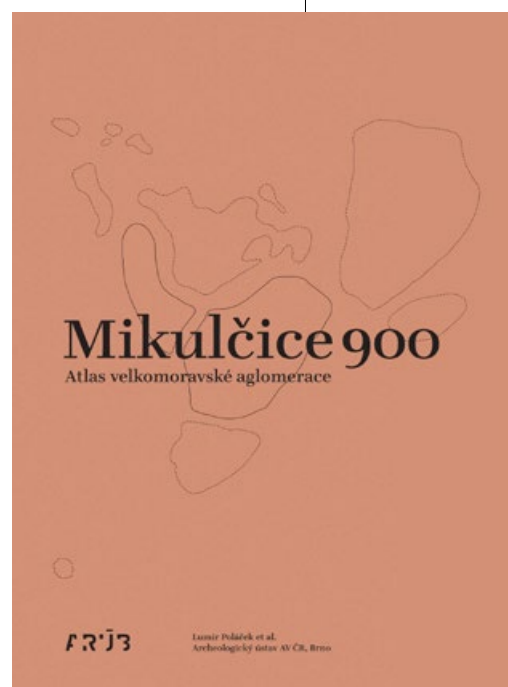


Obr. 8. Atlas *Mikulčice 900*, vydaný Archeologickým ústavem AV ČR, Brno v roce 2021, je knižním doplňkem webové aplikace *Virtuální vědecký model velkomoravských Mikulčic*.

/ **Fig. 8.** The atlas *Mikulčice 900* published in 2021 by the Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology, Brno, is a book complementing the online application *Virtual scientific model of Great Moravian Mikulčice*.

Obr. 9. Publikace *Great Moravian Elites from Mikulčice*, vydaná Archeologickým ústavem AV ČR, Brno v roce 2020 a shrnující výsledky interdisciplinárního studia životního stylu a identity nejvyšších elit z Mikulčic, přinesla nový komplexní pohled na velkomoravské Mikulčice.

/ **Fig. 9.** The 2020 publication *Great Moravian Elites from Mikulčice*, published by the Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology, Brno, sums up the results of interdisciplinary research focused on the lifestyle and identity of the top elites of Mikulčice and brings a new comprehensive image of Mikulčice in the time of Great Moravia.



Obr. 7. Titulní strana mapové aplikace *Virtuální vědecký model velkomoravských Mikulčic (VVMVM)*, spuštěné online v polovině roku 2021 a propojující interaktivní formou výsledky téměř 70 let trvajícího výzkumu v Mikulčicích.

/ **Fig. 7.** Homepage of the *Virtual scientific model of Great Moravian Mikulčice (VVMVM)*, an online map application launched in mid-2021, which is an interactive platform that links the results of almost 70 years of excavations in Mikulčice.

a evidenčního systému lokality. Jedním z posledních výsledků tohoto procesu je atlas *Mikulčice 900* a s ním spojená webová aplikace *Virtuální vědecký model velkomoravských Mikulčic* (**obr. 7, 8**).¹⁵

Počátkem roku 2008 zahájilo Masarykovo muzeum v Hodoníně jako správce památkového areálu proces přestavby a revitalizace NKP Slovanské hradiště v Mikulčicích. Součástí všech stavebních prací byl předstihový archeologický výzkum, který probíhal v režii Archeologického ústavu AV ČR, Brno. Díky propojení záchranné činnosti se základním výzkumem, resp. s běžícími výzkumnými projekty ústavu bylo možné získat nebo revidovat řadu zásadních faktů a interpretačních modelů dotýkajících se klíčových objektů velkomoravských Mikulčic, např. zděných staveb, opevnění, bran nebo mostů. V souladu s takto pojatým programem bylo možné v letech 2008–2013 v rámci mezinárodního projektu *Archeologický park Mikulčice–Kopčany: aktivita Vyzdvižení kopií základů kostelů* (Evropský fond regionálního rozvoje) uskutečnit revizní výzkum většiny kostelů a „paláce“ v Mikulčicích (**obr. 10**). Cílem těchto prací bylo ověřit a doplnit výsledky původního výzkumu z 50.–60. let minulého století. K dílčím úkolům projektu patřila revize a detailní dokumentace reliktních jednotlivých staveb, řešení stratigrafických, chronologických, stavebněhistorických a stavebně-technologických otázek. Takto se archeologům naskytl jedinečná příležitost doplnit a ověřit stávající obraz sakrální architektury v Mikulčicích a získat tak informace pro komplexní vyhodnocení a publikaci všech pramenných podkladů k jednotlivým stavbám. Již dnes lze říci, že nové terénní práce zásadním způsobem ovlivnily postup zpracování starých výzkumů a postavily nové konkrétní otázky pro tyto práce i pro další teoretický výzkum.¹⁶

Reakcí archeologů na rekonstrukci a revitalizaci areálu hradiště počínaje rokem 2008 bylo také zahájení programu „komplexního ne-destruktivního průzkumu“ lokality. Jednotlivé kroky tohoto programu tvořily přirozenou posloupnost. Nejprve byl zdokumentován georeliéf, následoval systematický průzkum pomocí detektoru kovů a nakonec rozsáhlý geofyzikální průzkum.¹⁷

1.2.4 Historický a vědecký význam lokality

Raně středověké hradiště Valy u Mikulčic patřilo v 9. století k nejvýznamnějším centrům Velké Moravy, mocensko-politického útvaru západních Slovanů spojeného s domácím panovnickým rodem Mojmirůvců. Z písemných pramenů se bohužel nedovídáme, jak se hrad jmenovalo, ani jakou plnil úlohu ve správě říše, ve věcech politických, hospodářských a církevních. Řešení těchto otázek zůstává především na archeologii, i když ani ta na mnohé z nich nemůže dát jednoznačnou odpověď. Jisté je, že Mikulčice jsou opevněným místem s doklady přítomnosti všech základních centrálních funkcí. K tomu je potřeba připočítat další výjimečné, archeologicky doložené kvality – velkou intenzitu osídlení,

¹⁵ Poláček et al. 2021a; <https://mikulcice-valy.cz>.
¹⁶ Poláček 2014d, 68–72.
¹⁷ Poláček et al. 2014, 196; Poláček 2016, 124–125.

research elements, which were developed over decades and recently revised, into the site's modern documentation and recording system. One of the latest results of this process is the atlas *Mikulčice 900* and the online application *Virtual scientific model of Great Moravian Mikulčice* (**Fig. 7, 8**).¹⁵

At the beginning of 2008, the Masaryk Museum in Hodonín, which manages the archaeological monument, began the reconstruction and revitalisation of the of the Mikulčice Slavonic Stronghold national monument. All construction work was preceded by excavations carried out by the Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology, Brno. Through the interconnection of rescue excavations with basic research, more precisely with the ongoing research projects at the institute, it was possible to obtain or revise a number of fundamental facts and interpretative models connected with the key features of Great Moravian Mikulčice, e.g. masonry buildings, fortification, gates and bridges. Due to this conception of the programme, it was possible to conduct revision excavations of most churches and “palace” in Mikulčice between 2008 and 2013 within the framework of the international project *Mikulčice–Kopčany Archaeopark, activity: Building copies of the foundations of churches* (European Regional Development Fund) (**Fig. 10**). These works aimed to verify and amend the results of the earlier research in the 1950s and 1960s. The partial tasks of the project included a revision and detailed documentation of the remains of buildings and addressing the issues of stratigraphy, chronology, history of architecture, construction and technology. This gave the archaeologists a unique opportunity to amend and verify the existing image of the sacral architecture in Mikulčice and thus obtain information for a comprehensive evaluation and publication of all the sources connected with the buildings. The new fieldwork has fundamentally influenced the processing of the early excavations while raising new issues that are yet to be answered by theoretical research.¹⁶

Archaeologists responded to the 2008 reconstruction and revitalisation of the stronghold area by launching a “comprehensive non-destructive survey programme” at the site. The steps of this programme followed in a logical order. The documentation of the georelief was followed by a systematic metal detector survey and, finally, an extensive geophysical survey.¹⁷

1.2.4 Historical and scientific importance of the site

In the 9th century, the early medieval fortified settlement of Valy near Mikulčice was among the most important Great Moravian centres – a power-political unit of the western Slavs associated with the Mojmirids – a local ruling family. Unfortunately, the written sources do not provide the name of the stronghold or what role it played in the

¹⁵ Poláček et al. 2021a; <https://mikulcice-valy.cz>.
¹⁶ Poláček 2014a, 68–73.
¹⁷ Poláček et al. 2014, 196; Poláček 2016, 124–125.



Obr. 10. Hradiště Mikulčice-Valy od východu na leteckém snímku z roku 2012. Revizní a záchranné archeologické práce byly součástí všech nově realizovaných stavebních akcí na hradišti. Šlo především o revizní výzkumy kostelů a paláce (včetně právě probíhajícího výzkumu 5. kostela pod stanem ve spodní části snímku; výzkum č. 97; V. kostel 2012) a záchranné výzkumy v prostoru 1. mostu před SZ branou předhradí (č. 93; B 2012), fortifikace u 2. kostela (č. 91, 96; R 2012-I, II), „historické“ hlavní/páteřní cesty a na ni navazujícího moderního chodníku propojujícího jednotlivé zděné stavby na akropoli (č. 92; Z 2012-I). Poslední záchranný výzkum, vyvolaný stavbou přístupové cesty směřující k nově vybudované lávce přes řeku Moravu mezi Mikulčicemi a Kopčany, se zaměřil na odkryv opevnění předhradí (č. 119; R 2018).

/ **Fig. 10.** East aerial view of Mikulčice-Valy stronghold photographed in 2012. Revision and rescue archaeological excavations became part of all new constructions at the stronghold. This included the revision excavations of churches and palaces in 2008–2013 (including the excavations of church 5 – under the tent on the bottom – which took place at the time; excavation No. 97; Church V 2012) and rescue excavations around bridge No. 1 in front of the north-western gate to the outer bailey (No. 93; B 2012), fortification near church 2 (No. 91, 96; R 2012-I, II) and the “historical” main road and modern pavement that connects the masonry buildings at the acropolis (No. 92; Z 2012-I). The latest rescue excavations to date concerned the fortification at the outer bailey, above which a new path leading to the footbridge over the River Morava between Mikulčice and Kopčany was supposed to be built (No. 119; R 2018).

a především pozoruhodnou koncentrací dokladů moci, bohatství a křesťanské víry (**obr. 9**). Tyto kvality nemají obdoby v žádném jiném moravském centrálním místě 9. století, snad s výjimkou sídelní aglomerace v prostoru Starého Města – Uherského Hradiště. V obou lokalitách je tradičně hledáno sídlo moravských panovníků 9. století i církevního ústředí Velké Moravy, i když bez jednoznačného určení ve prospěch jedné nebo druhé lokality. Je ovšem dost pravděpodobné, že v dynamickém vývoji Velké Moravy se tyto funkce mohly mezi oběma centry přesouvat. Nelze ani vyloučit, že zde existoval systém platný v sousední Francké říši označovaný jako „vláda ze sedla“, kdy panovník objížděl své hlavní falce a odtud vykonával správu země. V případě hlavních velkomoravských center nelze navíc prokázat, že by funkci správního centra říše a církevního ústředí muselo plnit jedno a totéž hradiště.¹⁸

Základní archeologické atributy dokládají význam mikulčického hradiště primárně jako raně středověkého mocenského a církevního centra par excellence. Ovšem přítomnost dalších znaků, jakými jsou na svou dobu pozoruhodná intenzita osídlení nebo pravidelná povrchová zástavba hradiště s náznaky urbanismu, dovoluje uvažovat o Mikulčicích jako o raně středověkém „protoměstě“ (**obr. 11**).¹⁹

Mikulčice jako mocenské centrum zanikly společně s Velkou Moravou na počátku 10. století. Aglomerace byla takto ušetřena pozdějších výraznějších přestaveb a zachovala se ve své autentické, pouze archeologizované podobě z konce 9. století. To znamená, že se vyhnula vývoji, kterým se ubírala řada evropských metropolí nebo panovnických rezidencí raného středověku, když byla v průběhu dalšího tisíciletí kontinuálně obývána a intenzivně přestavována. Autenticita zachování mikulčické aglomerace nabízí jedinečnou příležitost detailně studovat a prezentovat různé aspekty života předního mocenského centra raně středověkého politického útvaru.²⁰

Díky rozsáhlému a systematickému archeologickému výzkumu, který na místě probíhá od 50. let 20. století, je možné podrobně studovat nejen stavební vývoj hradu, ale i sociální a ekonomickou strukturu sídelního komplexu jako celku. Bylo získáno množství cenného pramenného materiálu, který nám umožňuje rekonstruovat pestrý obraz hmotné kultury Velké Moravy v 9. století. Mezi tyto podklady patří na prvním místě soubor památek církevní a profánní architektury. Početné, bohatě vybavené nekropole nabízejí jedinečný materiál nejen pro studium elitní kultury velkomoravských Mikulčic, ale i pro poznání životního stylu a identity jejich obyvatel.

18 Poláček 2002; Poláček 2014c; Poláček 2016, 132–141.
19 Poláček 2016, 140–141; Poláček et al. 2020, 139–142; Měřínský 2011.
20 Poláček et al. 2010b.

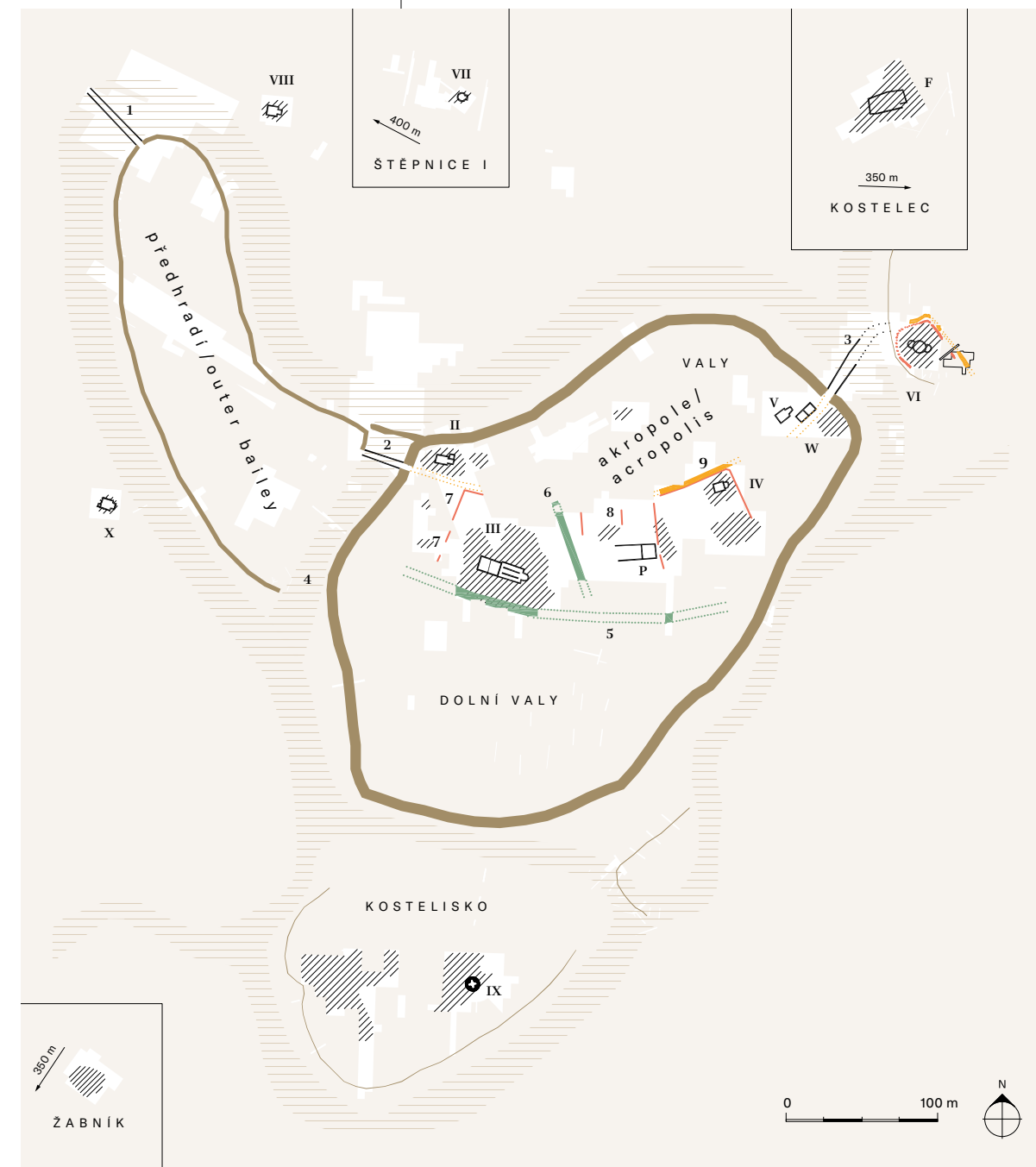
administration of the empire in political, economic and sacral matters. It is up to archaeology to answer these questions, although even archaeology cannot give a clear answer. Surely, Mikulčice was a fortified site with evidence of the presence of all basic central functions. There is vast archaeological evidence of other exceptional, qualities – intensive settlement and, importantly, a remarkable concentration of power, wealth and Christianity (**Fig. 9**). These qualities were unparalleled in any other 9th-century central place in Moravia, except perhaps the agglomeration in Staré Město – Uherské Hradiště. Both these sites have been hypothesised to have been the seat of 9th-century Moravian rulers and the sacral centre of Great Moravia, but this has not been confirmed for either of them. However, considering the dynamic developments in the Great Moravian times, these functions might have migrated between the two centres. Nor can it be ruled out that “ruling from the saddle”, common in the neighbouring Frankish Empire, was employed, which meant that the ruler rode around his main seats and governed his country from there. It cannot be proven that it was necessarily a single stronghold that had the function of a government centre as well as a sacral one.¹⁸

Basic archaeological records prove the importance of the Mikulčice fortified settlement primarily as an early medieval power centre and an ecclesiastical centre par excellence. The presence of other features, such as the remarkable intensity of occupation and the regularly built-up area of the stronghold with hints of urban planning, allows us to consider Mikulčice a “proto-city” (**Fig. 11**).¹⁹

The Mikulčice power centre disappeared together with Great Moravia in the early 10th century. The agglomeration was thus spared from major reconstructions and was preserved in its authentic 9th-century form, only archaeologised. This means that it was spared the developments seen by many early medieval European metropolises and ruler residences, which went on to be continuously inhabited over another millennium. The authentic state in which the Mikulčice agglomeration has been preserved gives a unique opportunity to study various aspects of life in a prominent power centre of an early medieval polity.²⁰

Thanks to extensive and systematic archaeological excavations carried out at the site since the 1950s, the construction development of the stronghold as well as the social and economic structure of the entire settlement complex can be studied in detail. A large amount of valuable source material has been obtained, which allows us to reconstruct a varied picture of the material culture of 9th-century Great Moravia. The most important of these are architectural monuments, both sacred and profane. Numerous cemeteries with rich grave goods provide unique material for the study of the elite culture of the Great Moravian Mikulčice as well as for studying the lifestyle and identity of their inhabitants.

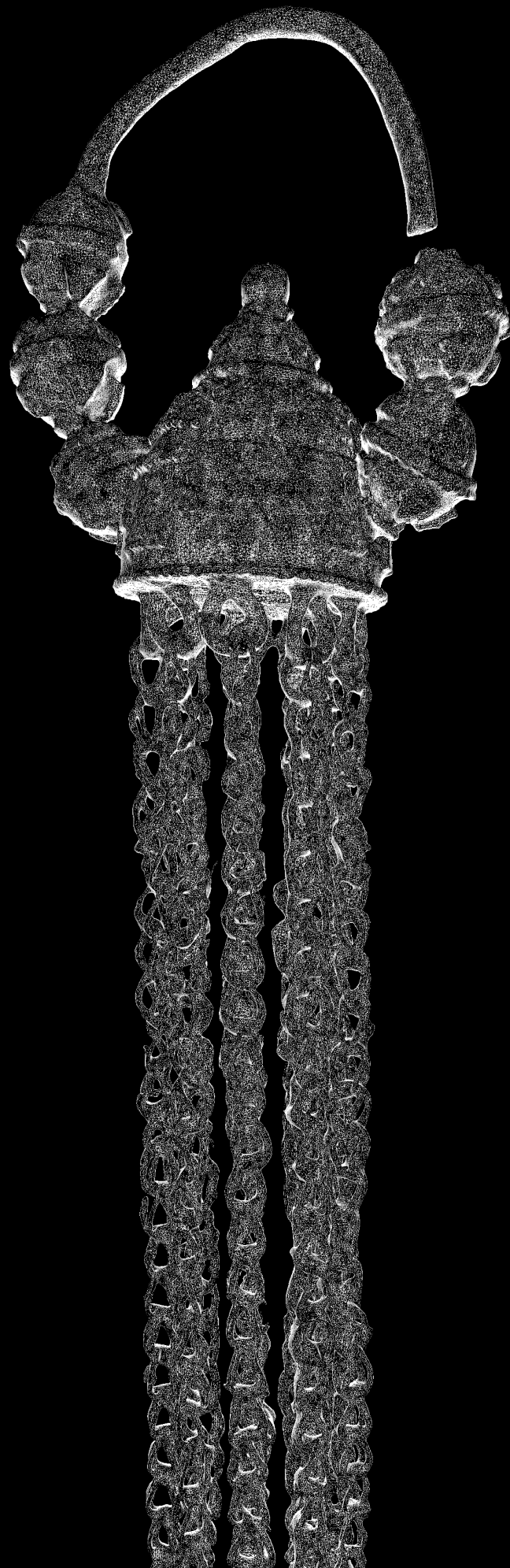
18 Poláček 2002; Poláček 2014b; Poláček 2018b, 132–144.
19 Poláček 2018b, 142–144; Poláček et al. 2020, 139–142; Měřínský 2011.
20 Poláček et al. 2010a.



- Legenda | Legend:
- opevnění | fortification
 - brána | gate
 - most | bridge
 - hlavní cesta | main road
 - příkop | ditch
 - palisáda, plot | palisade, fence
 - pohřebiště | burial ground
 - prozkoumaná plocha | excavated area
 - terénní hrana | terrain boundary
 - zaniklé říční rameno | silted-up river branch
 - (IV) kostel | church
 - (P) palác | palace
 - (F) dřevěný objekt | wooden feature
 - (W) kovolitecká dílna | fine-metal workshop

Obr. 11. Hradiště Mikulčice-Valy s vyznačením hlavních prostorových struktur a nejvýznamnějších objektů: 1 – most č. 1 před SZ branou předhradí, 2 – most č. 2 před západní branou akropole, 3 – most č. 3 před SV branou akropole, 4 – vodní příkop mezi předhradím a akropolí, 5 – příkop jižně od 3. kostela, 6 – příkop mezi 3. kostelem a palácem, 7 – palisádové ohrazení areálu 3. kostela, 8 – palisády/ploty členící prostor v širším prostoru paláce, 9 – hlavní/páteřní cesta.

Fig. 11. The Mikulčice-Valy stronghold and the main spatial structures and important features: 1 – Bridge 1 in front of the north-western gate to the outer bailey, 2 – Bridge 2 in front of the western gate to the acropolis, 3 – Bridge 3 in front of the north-eastern gate to the acropolis, 4 – water ditch between the outer bailey and acropolis, 5 – ditch south of the Church 3, 6 – ditch between Church 3 and the palace, 7 – palisades/fences dividing the space in the wider palace area, 9 – main road.



1.3.1

Stručný přehled dokumentačních metod a postupů
v Mikulčicích 1954–2022

Dokumentace a vizualizace jsou zcela nezbytnou součástí každého archeologického výzkumu, a to v celé jeho šíři zahrnující jak terénní část, tak celkové zpracování i širší teoretické bádání. Týká se to také servisních a přesahových oblastí výzkumu, zejména činností spojených s uložením a konzervátorsko-restaurátorským ošetřením nálezů nebo popularizací výsledků výzkumu. V případě Mikulčic a předkládaného katalogu můžeme hovořit o dvou složkách dokumentace: terénní dokumentaci a dokumentaci (movitých) nálezů. Z hlediska technického provedení se jedná o dokumentaci slovní (textovou), měřickou (geodetickou), kresebnou, fotografickou a filmovou (video). Z hlediska použité technologie zpracování záznamu jde jednak o analogovou, jednak o digitální dokumentaci. Přejít mezi oběma technologiemi znamenal pro archeologii – stejně jako pro celou společnost – přelomovou inovaci. V případě Mikulčic spadal počátek užití digitálních technologií na rozhraní 80. a 90. let a týkal se postupně všech výše uvedených druhů dokumentace, tj. textového, měřického, kresebného, fotografického i filmového záznamu. Nejdříve – ještě na konci 80. let – se začaly v Mikulčicích používat první digitální programy v oblasti zpracování textů (textový editor T602) a správy dat (databázový systém dBase III), krátce nato – od počátku 90. let – byl zahájen proces systematické digitalizace/vektorizace mikulčických plánů (AutoCAD), o deset let později nastoupila éra digitální fotografické dokumentace (digitální videozáznam byl používán v Mikulčicích až při revizních výzkumech kostelů v letech 2008–2013 a poté při letecké dokumentaci hradiště). Další zásadní inovací byla aplikace geografických informačních systémů GIS propojujících prostorová data s relačními databázemi a dalšími druhy dokumentace (ArcView, ArcGIS). Od roku 2005 se k zaměřování terénního výzkumu v Mikulčicích začala používat totální stanice, nedlouho poté zobecněla při vytváření fotoplánů terénních nálezových situací aplikace jednosnímkové fotogrammetrie, doplněná záhy o vícesnímkovou fotogrammetrii. Počínaje rokem 2010 se v rámci projektu revizního výzkumu zděných staveb v Mikulčicích (ve spolupráci s firmou Geo-cz) standardně používá vícesnímková fotogrammetrie, která doznala následně dalšího rozvoje v rámci projektu *Virtuální vědecký model velkomoravských Mikulčic (VMMVM; 2018–2022)*. Jedním z cílů projektu bylo zdokonalení metodiky fotogrammetrie a tvorby 3D modelů, a to při dokumentaci jak terénních kontextů, tak movitých nálezů (viz katalogovou část této publikace). Byl zahájen program fotogrammetrické dokumentace vybraných exemplářů mikulčického nálezového fondu a vznikaly první věrné digitální kopie artefaktů. Z hlediska dálkového průzkumu lokality se v posledním desetiletí výrazně uplatnily LIDAR a multispektrální snímkování terénu.

1.3.1

A brief overview of documentation methods
and processes used in Mikulčice
between 1954 and 2022

Documentation and visualisation are essential parts of archaeological research, from excavations through the processing of finds to broad theoretical research. This also applies to service and overlapping activities, particularly those related to the storage, conservation and restoration of finds and the popularisation of research results. In the case of Mikulčice and this catalogue, this concerns two documentation components: field documentation and documentation of portable finds. Technically, this is written, survey, drawing, photographic and video documentation. As for the technology of processing used, this is analogue and digital documentation. The transition from the former to the latter was a game-changing innovation in archaeology – as it was for the entire society. In Mikulčice, the use of digital technologies began at the turn of the 1980s and 1990s and gradually replaced the above types of documentation – texts, survey reports, drawings, photographs and video. It all started in the late 1980s. The Text602 word processor and the dBase III database system were introduced in Mikulčice. Shortly after, at the beginning of the 1990s – the process of systematic digitisation/vectorisation of the Mikulčice plans with the use of AutoCAD started. Ten years later, the era of digital photographic documentation began. Digital video was used in Mikulčice as late as 2008–2013 during the revision excavation of the churches and then for the aerial documentation of the stronghold. Another major innovation was the application of geographic information systems (GIS), which link spatial data to relational databases and other types of documentation (ArcView, ArcGIS). Since 2005, a total station has been used to survey the Mikulčice excavations. Single-image photogrammetry became the method to go to when creating photo plans of contexts and was soon complemented by multi-image photogrammetry. In 2010, multi-image photogrammetry became a standard part of the revision excavations of the masonry buildings in Mikulčice, which was subsequently further developed during the preparation of the project *Virtual Scientific Model of the Great Moravian Mikulčice (VMMVM, 2018–2022)*. One of the aims of this project was to improve photogrammetric methodology and 3D modelling to document excavation contexts and portable finds (see the catalogue in this book). A programme for the photogrammetric documentation of selected finds from the Mikulčice archaeological collection was launched and the first true digital copies of the artefacts were made. As for remote sensing, LIDAR and multispectral landscape imaging of the site have been widely used over the past decade.

Hradiště Mikulčice-Valy představuje se svými téměř sedmdesáti výzkumnými sezonami ideální lokalitu pro demonstrování vývoje metodických postupů a dokumentačních technik v archeologii; zahrnuje totiž období od 50. let dvacátého století po dnešek. Mementem při plánování a realizaci současné dokumentace v Mikulčicích jsou následky požáru „staré“ základny mikulčického detašovaného pracoviště ARÚB v roce 2007. Tehdy došlo ke ztrátě značné části originální dokumentace a náleзовého fondu. Tato traumatizující zkušenost byla jednou z motivací k záměru komplexní digitalizace staré plánové dokumentace a přípravy přesných digitálních kopií výjimečných historických artefaktů v rámci projektu VMMVM.

1.3.2 Terénní dokumentace

V oblasti terénního výzkumu mají dokumentace a vizualizace své nezapustitelné místo. Důvod je prostý a souvisí se skutečností, že archeologický terénní výzkum je ve své podstatě neopakovatelný a destruktivní proces, tj. při jeho aplikaci dochází k nenávratné destrukci náleзовých situací. Co nejméně a nejtrvalejší zachycení těchto situací je v zájmu vědeckého poznání, péče o kulturně-historické dědictví i popularizace výsledků výzkumu.

Pod dokumentací terénního archeologického výzkumu se skrývá několik svébytných postupů, z nichž každý má svou specifickou a jedinečnou výpovědní hodnotu prověřovanou v archeologické praxi již po několik desetiletí. Jedná se o měřickou (geodetickou), textovou, kresebnou a fotografickou dokumentaci.¹

„Klasická“ podoba dokumentace terénního výzkumu v Mikulčicích se pojí s téměř čtyřmi desítky let trvajícím obdobím velkoplošných odkryvů (etapa I: 1954–1992).² Jejím základem jsou záznamy vázané na jednotlivé výzkumné čtverce měřické sítě 5 × 5 metrů, uložené v archivu podle jednotlivých zkoumaných ploch.³ Kresebná dokumentace čtverce byla pořizována v měřítku 1 : 20, a to vesměs pro více úrovní (obr. 12–17). Doplněna byla fotografickou dokumentací a verbálním popisem včetně soupisu nálezů registrovaných ve čtverci (obr. 18). Nechyběla ani grafická dokumentace profilů, vesměs v měřítku 1 : 20. Plány čtverců a kresby profilů obsahovaly také informace o absolutní výšce. Sesazením jednotlivých plánů čtverců vznikaly přehledové plány zkoumaných ploch 1 : 50. Ty se staly podkladem pro přípravu zjednodušeného celkového plánu výzkumu 1 : 200 (obr. 19, 20).⁴ Zděné stavby byly navíc zaměřovány samostatně (obr. 21).⁵

V průběhu dosavadního archeologického zkoumání lokality Mikulčice-Valy byly použity snad všechny myslitelné postupy mapování. Od

1 Např. Sokol et al. 2017.
2 Poláček, Marek 1995, 23–40; Poláček, Marek 2005, 17–24.
3 Systematický průvodce „zkoumanými plochami“ etapy výzkumu 1954–1992 viz Poláček, Marek 2005; nejaktuálnější seznam všech zkoumaných ploch do roku 2020 viz Poláček et al. 2021a, zadní obálka knihy.
4 Poláček, Marek 1995, 25, Abb. 4.
5 Poláček 2018a, 26, obr. 18.

With seven decades of excavations, the Mikulčice-Valy stronghold is an ideal site to demonstrate the development of archaeological methodology and documentation from the 1950s to the present day. When planning and creating documentation today, there is still the memento of the 2007 fire at the base of ARÚB's on-site workplace in Mikulčice, which led to the loss of a significant part of the original documentation and finds. This traumatic experience is behind the motivation to make complex digitisation of the early plans and exact digital copies of the exceptional historical artefacts as part of the VMMVM project.

1.3.2 Field documentation

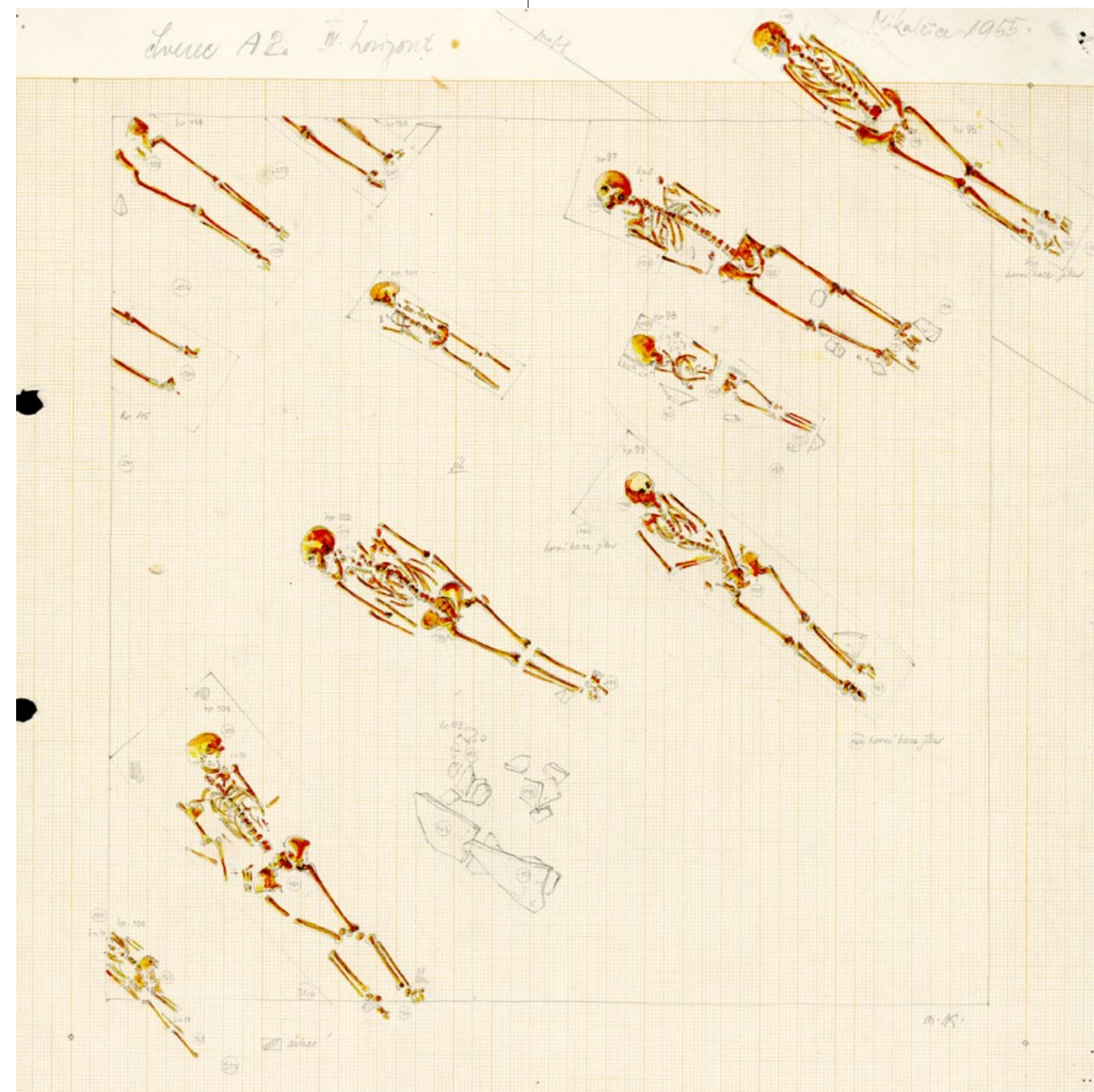
In fieldwork, documentation and visualisation are irreplaceable. The reason is simple. Archaeological excavations are an unrepeatable and destructive process by definition – they cause irreversible destruction to the archaeological contexts. Thus, capturing such contexts in the most exact and permanent form possible is in the interest of science, heritage and popularisation.

The documentation of archaeological excavations is a term that encompasses several processes, each of which has brought a different kind of value to archaeological work for several decades. This includes survey, text, drawing and photographic documentation.¹

The “traditional” form of documentation at the Mikulčice site is connected with the four decades of large-scale excavations (phase I took place between 1954 and 1992).² This constitutes records that are linked with the 5 × 5 metres square units that are part of a grid system. They are deposited in the archive based on the excavated areas they pertain to.³ They were 1 : 20 drawings of the square units, often depicting multiple levels (Fig. 12–17). These were supplemented by photographic documentation and verbal description, including an inventory of finds registered in the square unit (Fig. 18). Graphic documentation of the profiles made mostly in the 1 : 20 scale was also included. The square plans and profile drawings also contained information about absolute altitude. It was possible to create 1 : 50 overview plans of the excavated areas by putting together the square units' plans. In turn, these served as a basis for making simplified 1 : 200 overall excavation plan (Fig. 19, 20).⁴ Moreover, masonry structures were mapped individually (Fig. 21).⁵

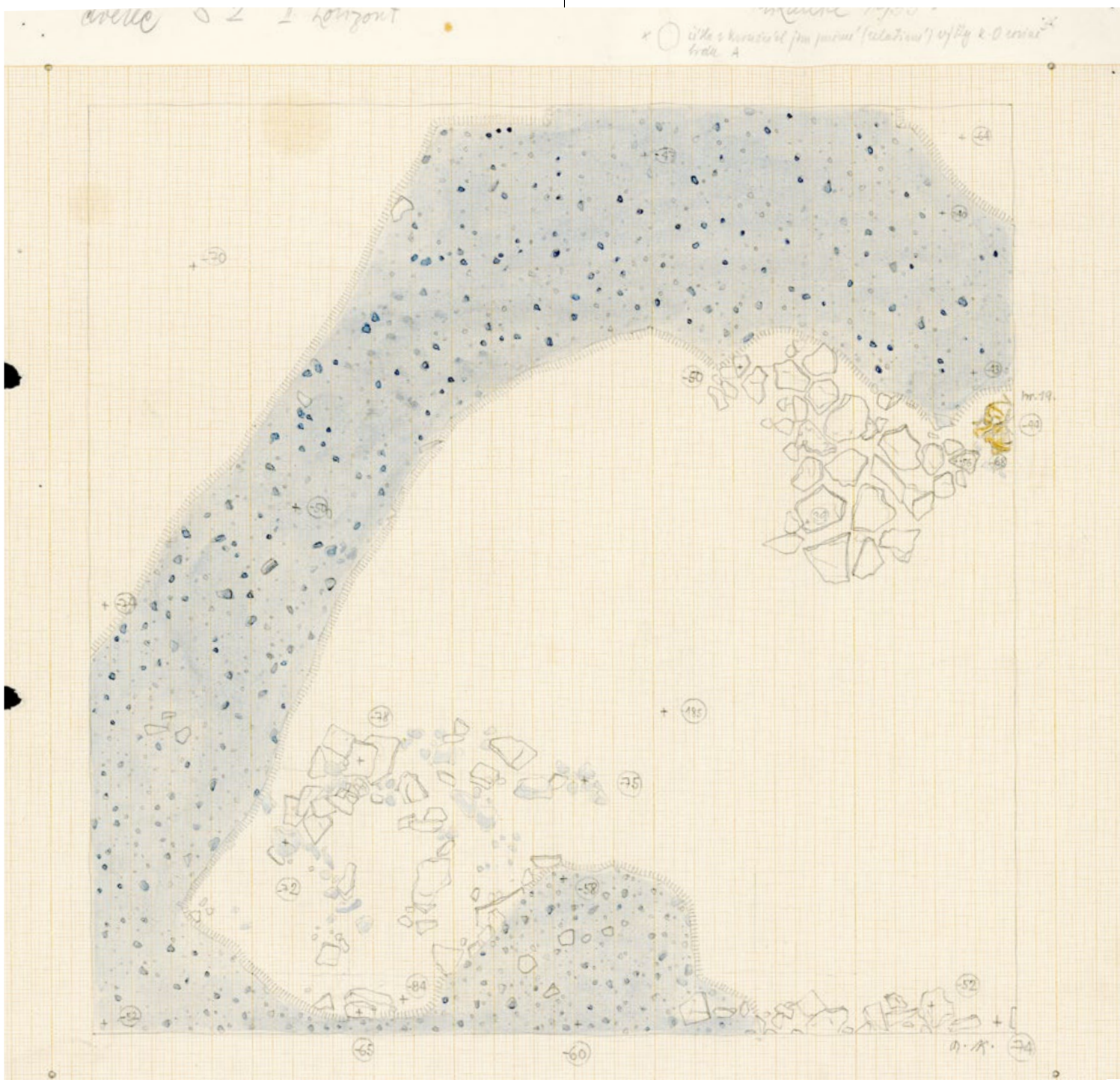
In the course of the archaeological research into the Mikulčice-Valy site, perhaps all conceivable methods of mapping have been used: from simple orthogonal measurement and drawing documentation on graph paper, through position intersection mapping, the polar

1 For instance, Sokol et al. 2017.
2 Poláček, Marek 1995, 23–40; Poláček, Marek 2005, 17–24.
3 Systematic guide to the “excavated areas” uncovered between 1954 and 1992, see Poláček, Marek 2005; for the updated list of all excavated areas by 2020, see Poláček et al. 2021a, back cover of the book.
4 Poláček, Marek 1995, 25, Abb. 4.
5 Poláček 2018a, 26, Fig. 18.



Obr. 12. Ukázka standardního plánu výzkumného čtverce 5 × 5 metrů na pohřebišti u 2. kostela v roce 1955 (čtverec A2, IV. horizont). Kresbám hrobů byla věnována největší pozornost v prvních letech výzkumu. Tehdy byly kostry na plánech, podobně jako další dokumentované struktury, zvýrazňovány technikou lavírování. Pro celé období klasické dokumentace minulého století v Mikulčicích platí, že se vybrané struktury na kresbách čtverců barevně zvýrazňovaly (např. malta modře, propálená místa červeně, dřevo a uhlíky černě, kosterní pozůstatky okrově, železné hrobové nálezy hnědo-červeně).

/ Fig. 12. Sample of a standard plan of a 5 × 5 metres square unit (trench). The excavation of the burial site at Church 2 in 1955 (trench A2, layer IV). In the early years of the excavations, most attention was focused on the drawings of graves. At that time, the skeletons drawn in the plans were highlighted by the wash art technique, as were the other structures documented. In the drawing documentation made in the 20th century, selected structures in the excavated square units were colour-coded: blue for mortar, red for burnt spots, black for wood and charcoal, ochre for skeletal remains, and brown red for iron grave finds).



Obr. 13. Ukázka standardního plánu výzkumného čtverce 5 × 5 metrů z výzkumu 2. kostela z roku 1955. Modře lavirované plochy znázorňují negativ základového zdiva kostela (severozápadní nároží lodi kostela; čtverec B2, II. horizont). Okrovou barvou jsou vyznačeny lidské kosterní pozůstatky. Původní barevně zvýrazněné plány čtverců v Mikulčicích máme k dispozici jenom v malém počtu případů. Tato originální dokumentace podlehla v roce 2007 požáru základny, proto se většina plánů výzkumných čtverců dochovala pouze v podobě černobílé xeroxové kopie původních plánů, dodatečně digitalizované.

Fig. 13. Sample of a standard plan of a 5 × 5 metres square unit. The 1955 excavation of a burial site at Church 2. The areas in blue wash represent the negative of the foundation masonry of a church (north-western corner of the church nave; trench B2, layer II). Human skeletal remains are marked in ochre. Only very few of the original colour-coded plans of the square units have been preserved in Mikulčice. As the original documentation was destroyed during the 2007 fire at the base, most plans of the square units have only been preserved in the form of black and white photocopies of the original plans, which were later digitised.

jednoduchého měření ortogonální metodou a kresebnou dokumentací na milimetrový papír, mapování metodou protínání vpřed, polární metodou měření za použití teodolitu a pásma i totální stanice, jednosnímková fotogrammetrie, vícesnímková fotogrammetrie až po 3D laserové skenování a určování polohy bodů metodou GNSS (globální navigační satelitní systémy).

První výškopisné zaměření lokality provedl v roce 1959 J. Holešovský (*Holešovský's 1 : 500 contour plan*, 2 sheets; **Fig. 22**). Profesionálním zaměřením celé lokality byl pověřen Ústav geodesie a kartografie; výsledkem byl *základní vrstevnicový plán 1 : 1 000* z let 1961 a 1964 (18 listů, měřítko 1 : 1 000; **obr. 19, 23**) ukotvený v souřadnicovém systému Křovák a výškopisném systému Balt po vyrovnání.⁶

V rámci projektu *VMMVM* byly porovnány všechny v Mikulčicích běžné i méně často používané metody měřické dokumentace.⁷ K tomu posloužil jak rozsáhlý archiv výzkumu, tak především velmi dobře zdokumentované revizní výzkumy z poslední doby (viz katalog II.2–II.3). Důležitý z hlediska testování různých metod mapování byl záchranný archeologický výzkum opevnění předhradí v roce 2018 (viz katalog II.2).⁸ Při realizaci tohoto výzkumu byly záměrně aplikovány všechny výše uvedené metody mapování i jejich kombinace. Tímto způsobem byl získán vzorek výstupů pro exaktní porovnání měřických metod. Výsledek byl publikován jako optimální metodika terénního výzkumu složitých stratigrafických situací raného středověku.⁹

Podobně byla v rámci projektu *VMMVM* definována obecná pravidla pro fotogrammetrickou dokumentaci nemovitých i movitých objektů. Při dodržení několika základních fotografických, geometrických a organizačních pravidel je možné takto získané snímky použít pro následné metrické analýzy a 3D modelaci nasnímaných objektů. Díky správně pořízené fotografické terénní dokumentaci je v postprocesním zpracování dat možné digitálně rekonstruovat celé zaniklé nálezové situace, zkoumané dnes nebo v minulosti.¹⁰

Díky použití jednotného souřadnicového a výškového systému po celou dobu výzkumu bylo možné v rámci projektu *VMMVM* sesadit mikulčickou plánovou dokumentaci do jednotné účelové digitální mapy lokality v prostředí CAD a GIS (**obr. 24**).¹¹ Sesazování do jednotného plánu probíhalo poměrně rychle, určité problémy nastaly až při kontrole detailů v místech dotyku jednotlivých ploch zkoumaných v různých časových obdobích. Problémy se týkaly napojení zkoumaných ploch výzkumu na styku dvou čtvercových sítí akropole – „starého“ a „nového“ čtvercového systému v širším prostoru a 2. a 3. kostela (**obr. 25**).¹² Kontrolní zaměření bodů „nového obecného čtvercového systému“ v terénu,¹³

measurement method using theodolites, tape lines and total stations, single-image photogrammetry, multi-image photogrammetry, to 3D laser scanning and positioning of points using the GNSS (Global Navigation Satellite Systems) method.

The first elevation surveying of the site was carried out in 1959 by J. Holešovský (*Holešovský's 1 : 500 contour plan*, 2 sheets; **Fig. 22**). The Research Institute of Geodesy and Cartography was contracted to carry out professional surveying of the site; the result was the *basic 1 : 1000 contour plan* from 1961 to 1964 (18 sheets, scale 1 : 1000; **Fig. 19, 23**), which is based on the Křovák coordinate system, with the Balt elevation system used for equalisation.⁶

The *VMMVM* project compared all methods of survey documentation used in Mikulčice, both common and less common ones.⁷ This was enabled by the extensive research archive and the superbly documented recent revision excavations (see catalogue II.2–II.3). The 2018 revision excavations of the fortification of the outer bailey were important for testing the various mapping methods (see catalogue II.2).⁸ All of the above survey methods and combinations were purposefully applied during them. Thus, output samples were obtained for a scientific comparison of the survey methods. The result was published as the optimum methodology for the excavations of complex early medieval stratigraphic situations.⁹

Similarly, the *VMMVM* project defined the general rules for the photogrammetric documentation of both non-portable and portable finds. By adhering to the basic rules of photography, geometry and organisation, the acquired images can be used for follow-up metric analyses and 3D modelling of the imaged objects. With the correct photographic field documentation, a digital reconstruction of entire defunct contexts, whether excavated now or in the past, is possible as part of post-processing.¹⁰

By using a uniform coordinate and elevation system throughout the *VMMVM* project, it was possible to convert the Mikulčice plans into a digital special-purpose map in CAD and GIS (**Fig. 24**).¹¹ Connecting the maps into a single plan was relatively fast, but problems occurred in the places where the maps of the areas excavated in different times intersected. These problems were detected at the connection of the “old” and the “new” square grid system depicting the wider area of Churches 2 and 3 at the acropolis (**Fig. 25**).¹² A revision excavation of the “new general square grid system” in the field,¹³ a digital reconstruction of the entire grid and its subsequent comparison with the historical plans showed that the historical 50 × 50 metres grid of

6 Poláček, Marek 1995, 20, Abb. 4.

7 Šindelář et al. 2020, 41–48.

8 Hladík, Mazuch, Poláček 2019.

9 Šindelář et al. 2020.

10 Viz speciální metodickou studii: Šindelář, Poláček, Krupičková 2019.

11 Mapa posloužila jako podklad pro webovou aplikaci *VMMVM* (www.mikulcice-valy.cz) a její tištěný doplněk – atlas *Mikulčice 900* (Poláček et al. 2021a).

12 Šindelář et al. 2020, 41–43.

13 Díky tomu, že základní body čtvercových sítí v rozestupu 50 metrů jsou dodnes v terénu signalizovány železnou trubkou fixovanou betonem, bylo možné v rámci projektu *VMMVM* ověřit přesnost usazení mikulčických měřických sítí.

6 Poláček, Marek 1995, 20, Abb. 4.

7 Šindelář et al. 2020, 41–48.

8 Hladík, Mazuch, Poláček 2019.

9 Šindelář et al. 2020.

10 Referring to the specialised methodological study: Šindelář, Poláček, Krupičková 2019.

11 The map was used as source material for the *VMMVM* web application (www.mikulcice-valy.cz) and its printed supplement – the atlas *Mikulčice 900* (Poláček et al. 2021a).

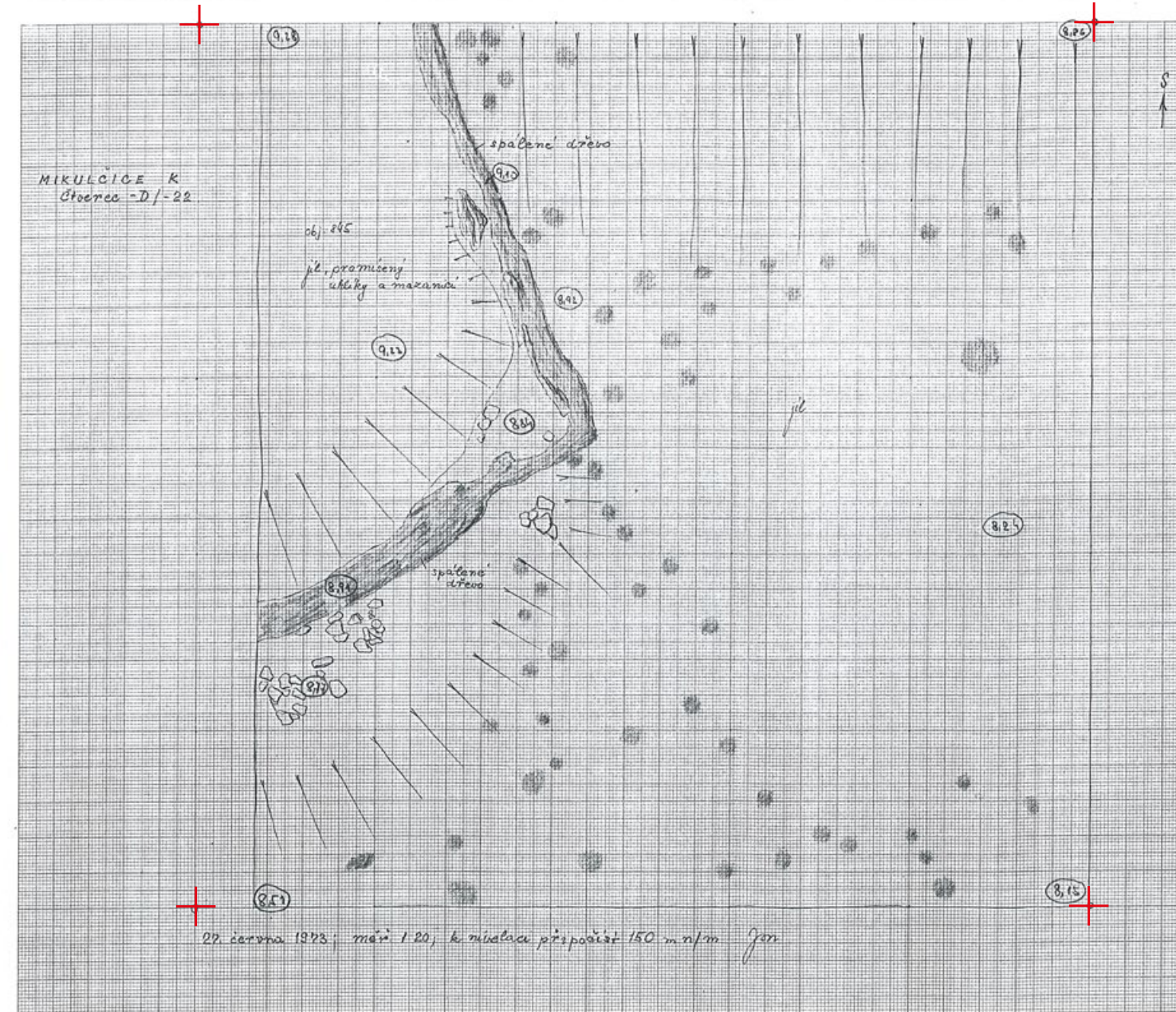
12 Šindelář et al. 2020, 41–43.

13 The *VMMVM* project was able to revise the precision of the Mikulčice excavation grids due to the fact that the basic points of the 50 × 50 metres square grid were staked out with iron tubes cast in concrete, which are still there.



Obr. 16. Ukázka standardního plánu výzkumného čtverce 5 × 5 metrů v podobě černobílé xeroxové kopie původní kolorované kresby (v této podobě se zachovala většina plánů čtverců měřické sítě v Mikulčicích po shoření originální dokumentace v roce 2007). Plán znázorňuje situaci v prostoru kameny vyplněných roubených komor bariéry postavené na dně řečiště při severním vyústění příkopu mezi akropolí a předhradím („koryto č. 2“, plocha K 1972-75, čtverec -17/-13).

Fig. 16. A standard plan of a 5 × 5 metres square unit in the form of a black and white photocopy of the original coloured drawing. Most of the plans of the square units that formed the Mikulčice grid system were preserved in this form after the original documentation was destroyed in 2007. The plan shows a context with the stone-filled timbered chambers of a barrier built on the bottom of the riverbed at the northern mouth of the ditch between the acropolis and the outer bailey (“Channel 2”, excavation area K 1972-75, trench -17/-13).



Obr. 17. Ukázka standardního plánu výzkumného čtverce 5 × 5 metrů v podobě černobílé xeroxové kopie původní kolorované kresby (v této podobě se zachovala většina plánů čtverců měřické sítě v Mikulčicích po shoření originální dokumentace v roce 2007). Plán znázorňuje situaci v místě povrchové zástavby v severním cípu předhradí (plocha P 1973, čtverec -D/-22). Dochování nadzemní stavby v podobě zuhelnatělého dřevěného základového věnce roubené konstrukce domu, jak je patrné u objektu 845, je v Mikulčicích ojedinělé.

Fig. 17. A standard plan of a 5 × 5 metres square unit in the form of a black and white photocopy of the original colour drawing. Most of the plans of the square units that formed the Mikulčice grid system were preserved in this form after the original documentation was destroyed in 2007. The plan shows the context of the above-ground buildings on the northern edge of the outer bailey (excavation area P 1973, trench -D/-22). It is unique in Mikulčice to see a preserved above-ground building, here in the form of a charred wooden foundation ring of what used to be a log house (feature 845).

digitální rekonstrukce celé vytyčovací sítě a následné porovnání s historickými plány ukázaly, že historická síť pevných bodů 50 × 50 metrů byla vytyčena v terénu bezchybně a drží si vysokou přesnost v systému JTSC, a to v celé ploše akropole, v prostoru zkoumaných říčních koryt u 2. a 6. kostela i v části podhradí (severní podhradí a Kostelisko). To stejné platí o „obecném systému předhradí“. Přesnost vytyčení bodů v síti 50 × 50 metrů se pohybuje v řádech jednotek centimetrů a jejich chyba určení do souřadnicového systému JTSC nepřekračuje nikde 30 centimetrů. Určitý nesoulad byl v rámci revize čtvercových sítí pozorován mezi plochami zkoumanými v 50. letech v prostoru mezi 2. a 3. kostelem na akropoli (**obr. 26**).¹⁴ Problém spočívá pravděpodobně v chybném zaměření „starého obecného čtvercového systému“, zavedeného na úplném počátku výzkumu a nahrazeného v roce 1958 „novým obecným čtvercovým systémem“. Protože starý systém nemá žádné fixované body v terénu, nebylo možné ověřit jeho správnost a provést případnou korekci. Náprava tohoto nedostatku zůstává úkolem pro další výzkum.

„Nová“ podoba dokumentace terénního výzkumu v Mikulčicích je určována sice převahou digitálních technologií a aplikací fotogrammetrických a dalších moderních metod (viz následující katalogový oddíl publikace), přesto zůstávají v platnosti „trvalé“ zásady věrné a kvalitní archeologické dokumentace. Jednou z nich je požadavek na existenci „prvotní dokumentace“ pořízené přímo při výzkumu v terénu. Jejím cílem je zdokumentovat postup práce v průběhu výzkumu, stejně jako popsat detaily nálezové situace. Veškeré poznatky, které archeolog nebo dokumentátor takto zapíše do deníku v době výzkumu, jsou naprosto nezastupitelným zdrojem informací. Nemůže je nahradit žádná sofistikovaná metodika ani moderní technika – na žádné fotografii, na žádném videozáznamu není nikdy zachováno vše. A při detailním zpracování výzkumu, ke kterému dochází vždy s určitou prodlevou po jeho ukončení, si autor výzkumu pamatuje již jen zlomek informací, které při pohledu do vykopané sondy považoval za samozřejmost.

Další „trvalou“ zásadou kvalitní dokumentace je kontrola měřických postupů. Proti očekávání nemusí použití nejmodernějších přístrojů a technologií znamenat automaticky nejvyšší výstupy. Ukazuje se totiž, že tyto přístroje (laserové skenery, totální stanice, dálkoměry, tzv. fotoskenery apod.) a jim odpovídající metody jsou na pečlivost práce, pochopení teoretických základů geometrie a kontrolu práce s nimi výrazně náročnější než nástroje tradiční. Chyba, která při použití takové techniky vzniká, je pak zpravidla špatně dohledatelná a mnohdy neopravitelná. Problémům lze předejít organizačně správně nastavenými kontrolními mechanismy, správnou volbou výstupů a ovládním přístrojů dobře proškolenou obsluhou. V praxi není reálné, aby každá vědecko-výzkumná organizace měla specializované dokumentační oddělení, základem je ale definovat měřické postupy ve vnitřní směrnici pro geodetickou dokumentaci.¹⁵

¹⁴ Šindelář et al. 2020, 41–43.
¹⁵ Šindelář et al. 2020, 48–49.

points was flawlessly staked out and that it is highly precise in the unified trigonometric cadastral grid (JTSC) system across the area of the acropolis, in the riverbeds near Churches 2 and 6 and part of the suburbium (northern suburbium and Kostelisko). The same applies to the “suburbium general system”. The points in the 50 × 50 metres grid were staked out to centimetre precision and the error of determination within the JTSC coordinate system never exceeded 30 centimetres. The revision of the square grid systems showed certain inconsistencies in the areas excavated in the 1950s between Churches 2 and 3 at the acropolis (**Fig. 26**).¹⁴ The problem is probably a flawed staking out of the “old general square grid system” introduced at the very beginning of the excavations and replaced in 1958 by the “new general square grid system”. Since the old system had no fixed points in the field, it was not possible to verify its accuracy and make corrections. The correction of this shortcoming is a challenge for further research.

The “new” form of excavation documentation in Mikulčice is dictated by the prevalence of digital technologies and the application of photogrammetry and other modern methods (see the following section of the catalogue); however, the “good old” principles of exact and high-quality archaeological documentation remain valid. One such principle is the requirement for the existence of “initial documentation” obtained directly in the field. It aims to document the work process in the course of the excavations and to describe context details. All the findings written in the log by archaeologists or the documentalist during excavations are irreplaceable sources of information. They cannot be replaced by sophisticated methodology or modern technology – even photos or video footage never convey everything. In addition, when processing their excavations – which always take place some time after they have finished – the researcher only remembers a fragment of the information that they took for granted when looking into the trenches.

Another “lasting” principle of quality documentation is the control of survey procedures. Contrary to expectation, the use of state-of-the-art devices and technologies does not necessarily mean the highest quality output possible. It turns out that such instruments (laser scanners, total stations, rangefinders, scanners) and the related methods are much more demanding than the traditional ones: for meticulousness, the understanding of basic geometry as well as job control. Any error that occurs when such technology is used is usually difficult to find and often beyond repair. Problems can be prevented by correctly setting the control mechanisms and outputs and by appointing well-trained operators to operate the instruments. In practice, it is not realistic for each and every scientific research organisation to have a specialised documentation department, however, a key task is to define the survey procedures in an internal directive for survey documentation.¹⁵

By way of conclusion, we should point out that the journey of archaeological documentation does not end with the archiving of the excavation report. Equally important is what we call data backup. We can

¹⁴ Šindelář et al. 2020, 41–43.
¹⁵ Šindelář et al. 2020, 48–49.

Obr. 18. Ukázka výpisu nálezů jako standardní součástí dokumentace každého výzkumného čtverce v době velkoplošných odkryvů 1. etapy mikulčického výzkumu. Tabulka obsahuje sloupce: inventární číslo, předmět, hloubku v centimetrech, nálezové okolnosti a nálezové číslo.

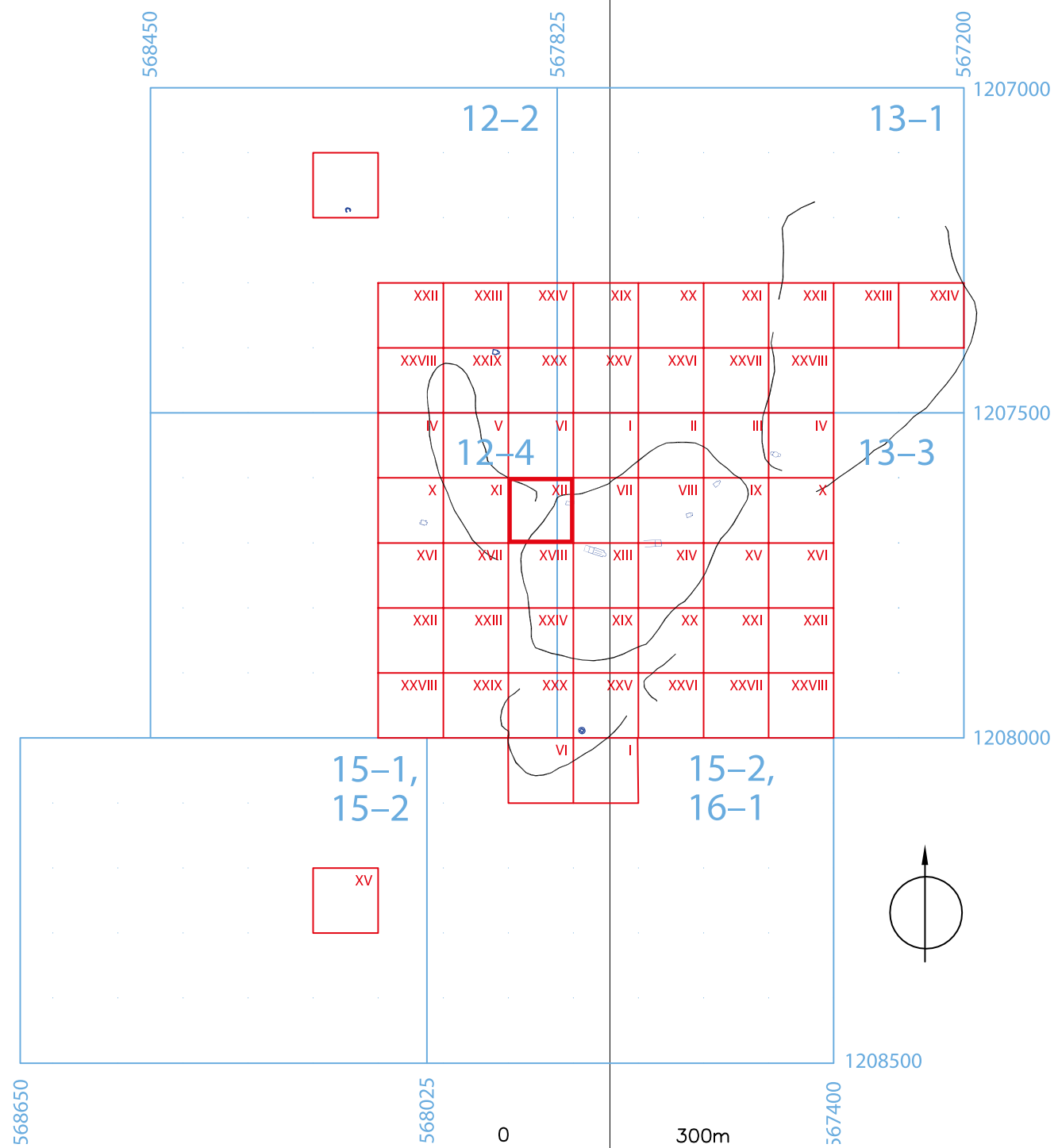
/ **Fig. 18.** A list of finds was a standard part of the documentation for each square unit at the time of the large-scale excavations in Mikulčice in the first stage. The table contains the following columns: inventory number, artefact, depth in centimetres, context and find number.

26/-6

Inv.čís 594-	P ř e d m ě t	hloubka cm	Nálezové okolnosti	Poznámka /nál.čís./
	střepey	100	naď propaďenou podlahou v jiřní ěásti ětverce	Z 1722/69
	mazanice	90	tm. hlinitá s uhlíky v severní polovině ětv.	Z 1728/69
	střepey	90	tm. hlinitá s uhlíky, v severní polovině ětv.	Z 1729/69
	zv. kosti	90		Z 1736/69
	kost. řídlo	110	v zásypu obj.v jiřní ěásti ětverce (tm. hlinitá výplň s množstvím uhlíků)	Z 1753/69
	kost. řídlo	110	v zásypu objektu v jiřní ěásti ětverce (tmavá hlinitá výplň s množstvím uhlíků)	Z 1754/69
	kost. jehla	110	v zásypu objektu v jiřní ěásti ětverce (tmavá hlinitá výplň s množstvím uhlíků)	Z 1755/69
	kost. řídlo	125	v tm. výplni s uhlíky, obj. 749, v sev. polovině ětverce	Z 1757/69
	kost. řídlo	125	v tmavé výplni s uhlíky, obj. 749, v severní polovině ětverce	Z 1758/69
	řel.struska se střepey	150	v tm. hlinitém zásypu s uhlíky, obj. 749	Z 1760/69
	řel. struska	150	v zásypu s uhlíky, obj. 749	Z 1761/69
	střepey	150	v tm. hlinitém zásypu s uhlíky	Z 1771/69
	přezka	100	řerná uhlíkovitá na jiřním svahu jámy, SJŠ-180, VZD-230	Z 1888/69
	střepey	90	promísený písek pod pískovými úpravami v SV ěásti ětverce	Z 1906/69

Závěrem této části kapitoly je potřeba zdůraznit, že záležitosti kolem dokumentace vědeckého výzkumu nekončí uložením nálezové zprávy do archivu. Stejně důležitá je i otázka zálohování informací. Nikdy není možné eliminovat všechny nebezpečné okolnosti, k nimž může dojít, ale vhodnou formou nastavení pravidel archivace a zálohování můžeme jejich negativní dopady snížit na minimum. To se týká všech technických částí dokumentace, ale také samotných artefaktů.

never eliminate all risky circumstances that might occur although negative effects can be minimised by implementing adequate archiving and backup processes. This applies to all technical parts of the documentation and also to artefacts.



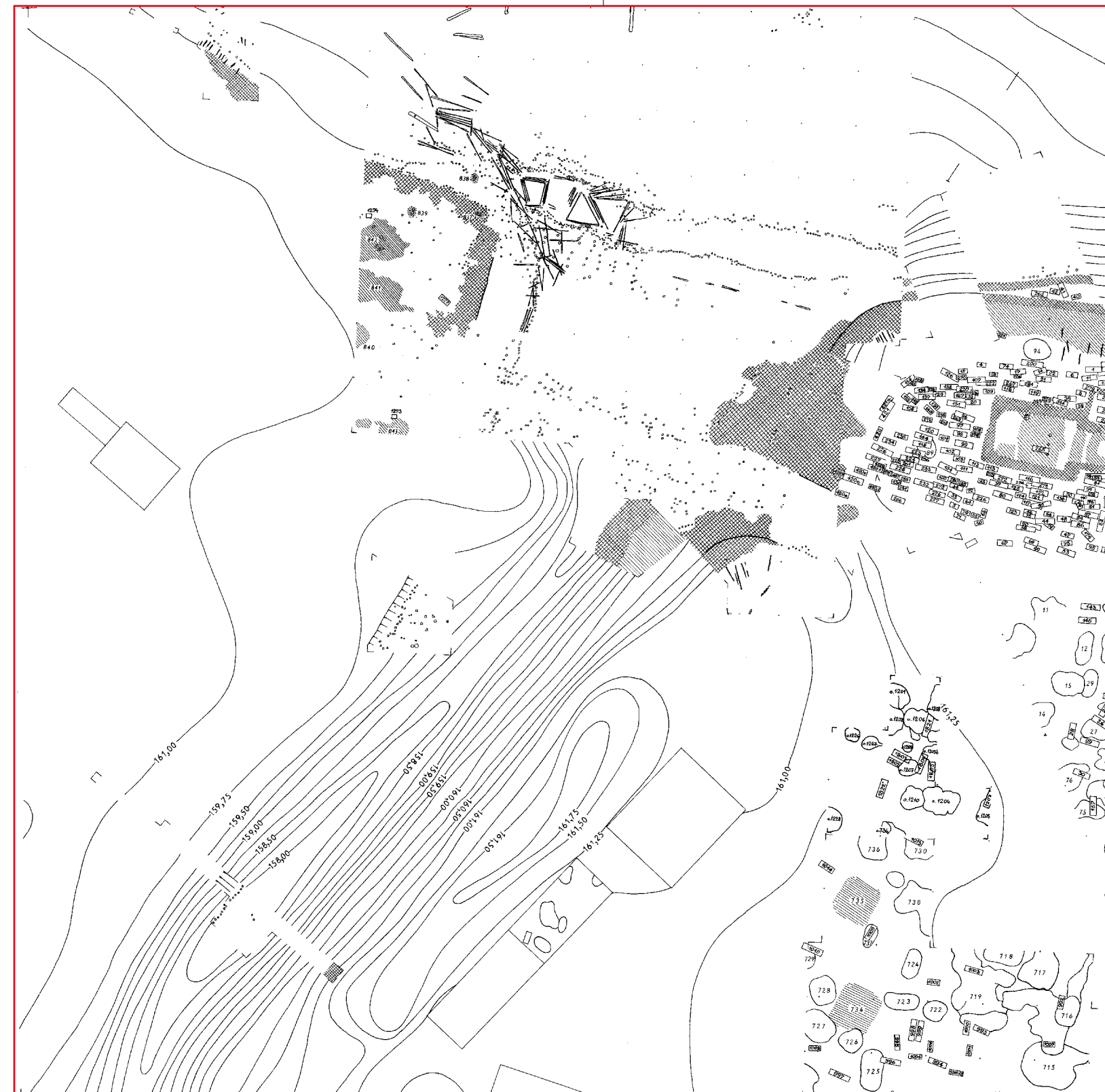
Obr. 19. Klad listů základního vrstevnicového plánu 1:1 000 (12-2, 13-1, ...; viz také obr. 23) a celkového plánu výzkumu 1:200 (XXII, XXIII, ...).

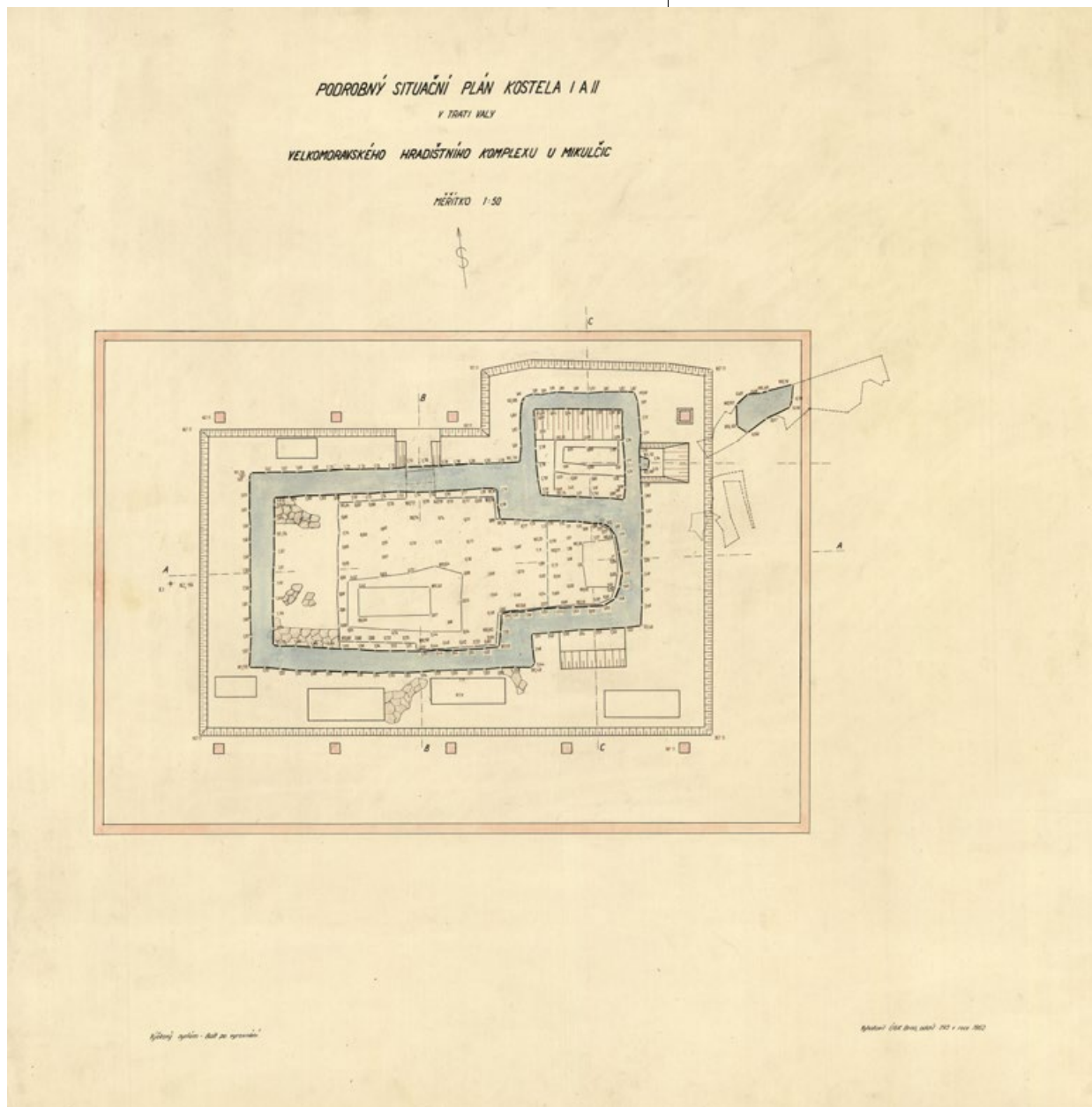
/ **Fig. 19.** Sheets of the basic contour plan, 1:1000 (12-2, 13-1, ...; see also Fig. 23) and the overall excavation plan, 1:200 (XXII, XXIII, ...).



Obr. 20. Ukázka jednoho z listů celkového plánu výzkumu 1:200. List XII dokumentuje prozkoumané plochy v západní části předhradí, východní části akropole a v příkopu mezi nimi.

/ **Fig. 20.** A sheet from the overall excavation plan, 1:200. Sheet XII documents the excavated areas in the western part of the outer bailey, the eastern part of the acropolis and in the ditch between them.





Obr. 21. Situační plán 2. kostela. Podobným geodeticky zaměřeným plánem disponují všechny do roku 1962 odkryté kostely v Mikulčicích. V případě 2. kostela je dispozice sakrální stavby doplněna o půdorys pavilonu, který byl nad kostelem vybudován v letech 1958–1959.

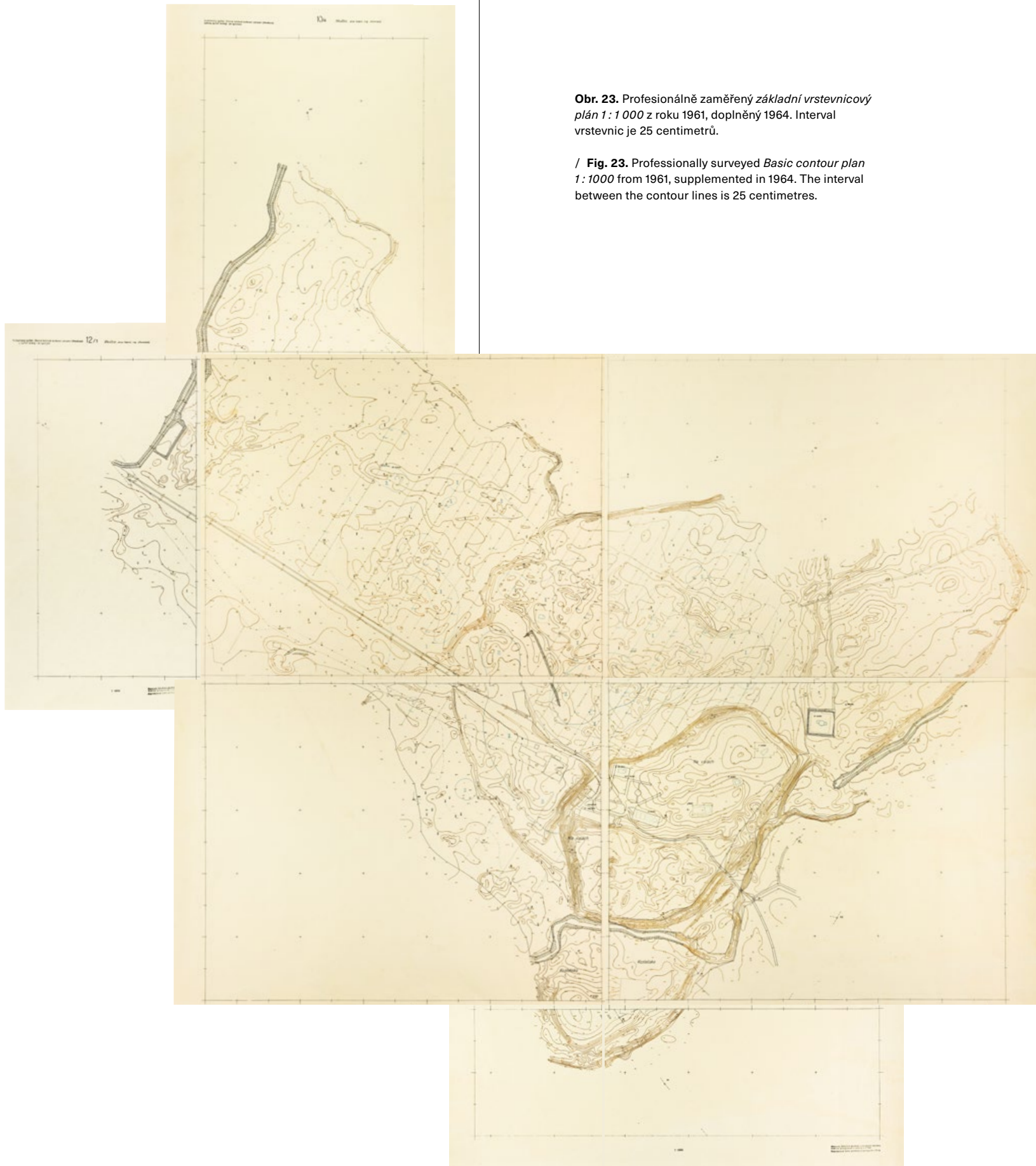
/ **Fig. 21.** Plan of Church 2. Before 1962, similar surveying plans were made for all the churches excavated in Mikulčice. The layout of Church 2 was amended with a ground plan of the pavilion, which was built above it between 1958 and 1959.



Obr. 22. První výškopisné zaměření lokality, označované jako *vrstevnicový plán Holešovský 1:500*. Vyobrazený plán se skládá ze dvou neoznačených listů. Byl vyhotoven geodetem Archeologického ústavu Františkem Holešovským v letech 1956–1957. Interval vrstevnic je 20 centimetrů.

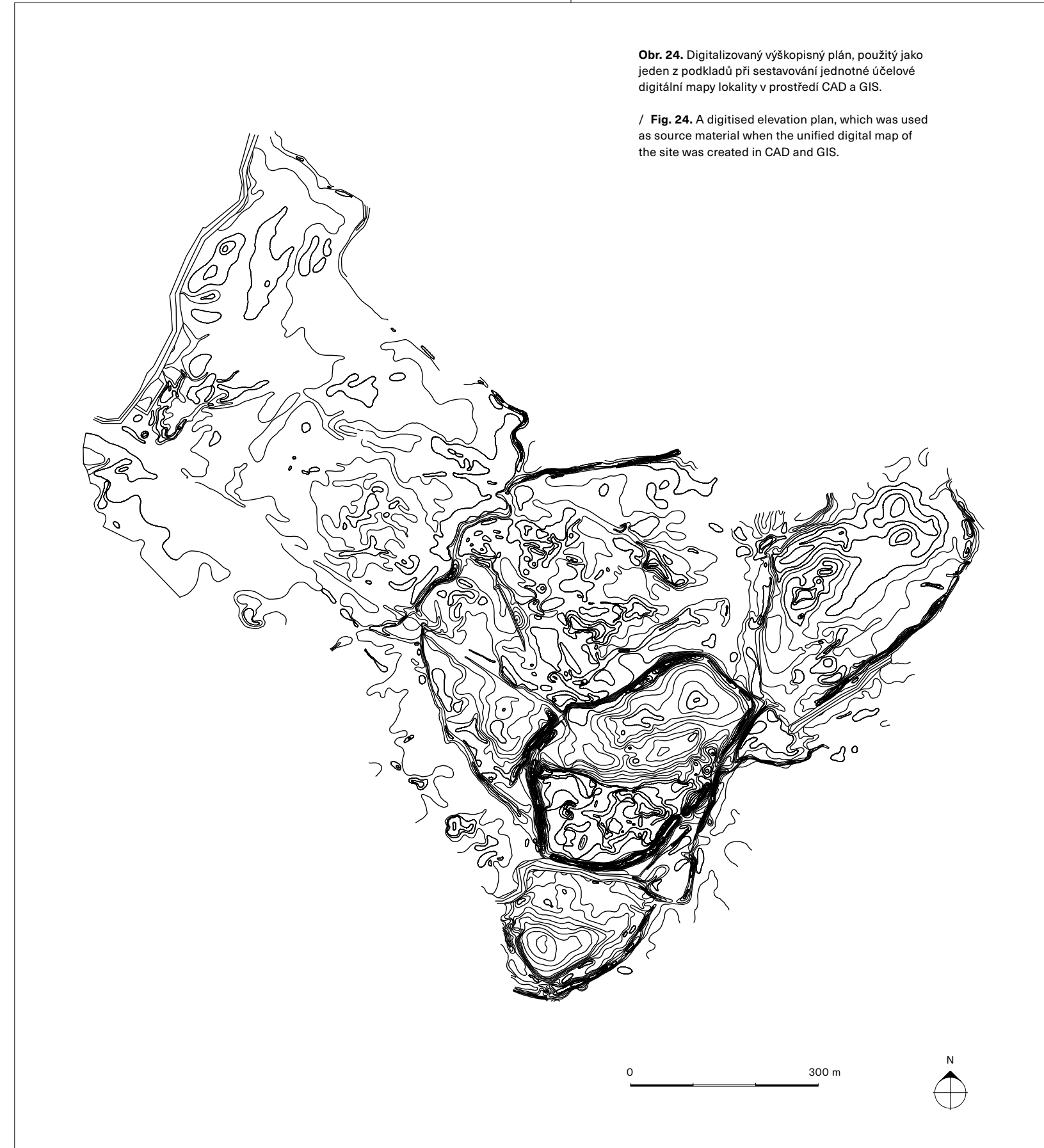
/ **Fig. 22.** The first topographic survey of the site, referred to as the *Holešovský contour plan 1:500*. The plan consists of two unmarked sheets and was made by a surveyor of the Institute of Archeology, František Holešovský, in 1956–1957. The interval between the contour lines is 20 centimetres.





Obr. 23. Profesionálně zaměřený základní vrstevnicový plán 1 : 1 000 z roku 1961, doplněný 1964. Interval vrstevnic je 25 centimetrů.

/ **Fig. 23.** Professionally surveyed *Basic contour plan* 1 : 1000 from 1961, supplemented in 1964. The interval between the contour lines is 25 centimetres.



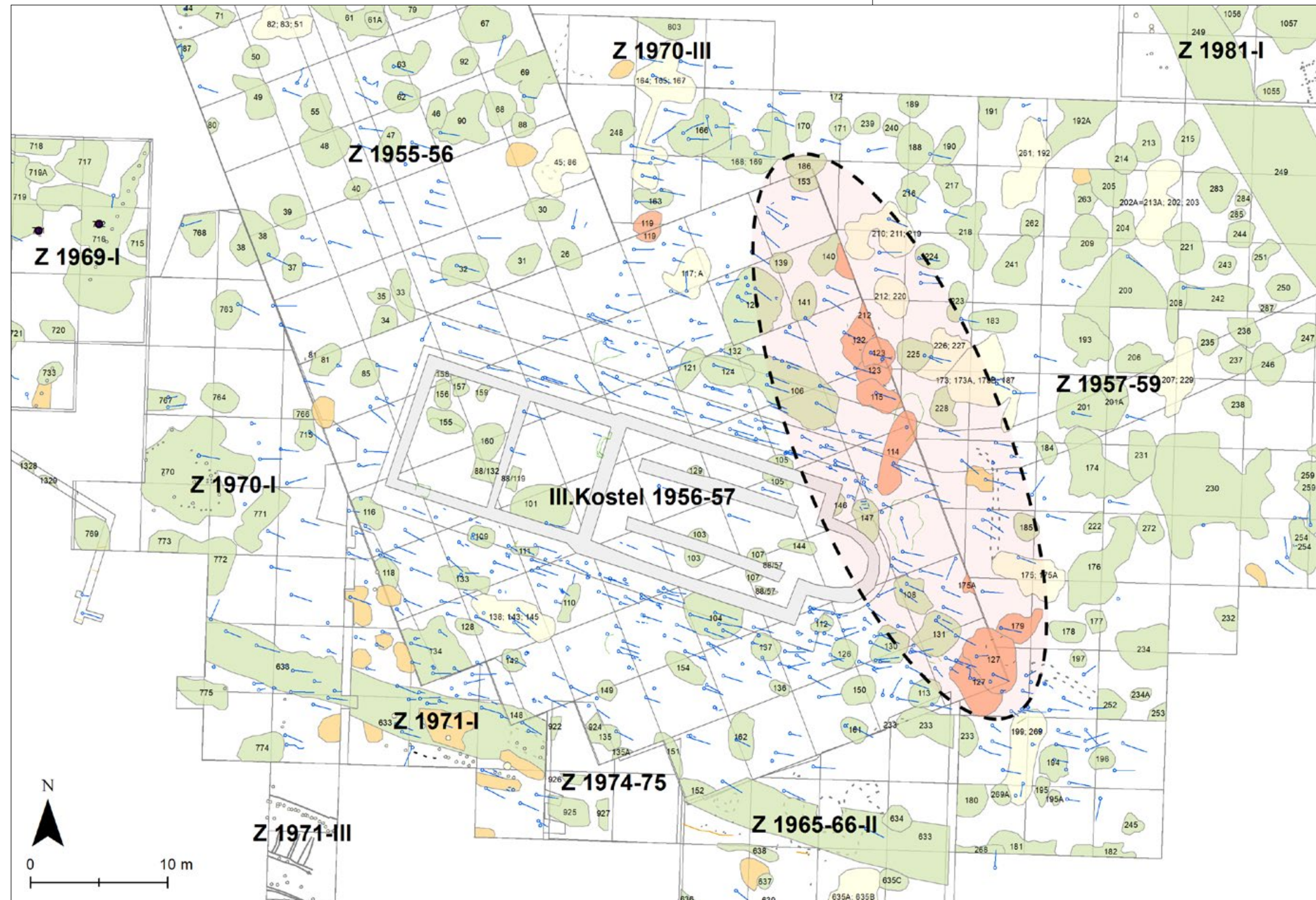
Obr. 24. Digitalizovaný výškopisný plán, použitý jako jeden z podkladů při sestavování jednotné účelové digitální mapy lokality v prostředí CAD a GIS.

/ **Fig. 24.** A digitised elevation plan, which was used as source material when the unified digital map of the site was created in CAD and GIS.



Obr. 25. Schéma čtvercových systémů použitých dosud při zaměření a výzkumu v Mikulčicích. S – starý obecný čtvercový systém, N – nový obecný čtvercový systém, P – obecný systém předhradí, L – lokální čtvercové systémy.

/ **Fig. 25.** Square grid system that has been used for surveying and excavations in Mikulčice. S – old general square system, N – new general square grid system, P – general system of the outer bailey, L – local square grid systems.



Obr. 26. Širší prostor 3. kostela (baziliky) na akropoli na jednotné digitální mapě hradiště Mikulčice-Valy v prostředí GIS s vyznačením nesouladu ve vynesení objektů na styku ploch III. kostel 1956-57 a Z 1957-59 (červeně zvýrazněné objekty).

/ **Fig. 26.** Wider area of Church 3 (basilica) in the acropolis on a unified digital map of the Mikulčice-Vally stronghold created in GIS, with a discrepancy in the plotting of excavation areas of Church 3 1956-57 and Z 1957-59 (features highlighted in red).

I.3.3 Dokumentace nálezů

„Tradiční“ způsob evidence a dokumentace nálezů v Mikulčicích byl platný po celou dobu velkoplošných odkryvů 1954–1992. Pracovní postup začínal rozčleněním každého nálezu do podsouborů podle materiálu (keramika, železné artefakty, nálezy z neželezných kovů, zvířecí kosti apod.), z nichž každý dostal své vlastní nálezné číslo a takto byl zapsán do nálezného deníku (**obr. 27**). Nálezné číslo neslo většinou informaci o přibližné lokalizaci nálezného souboru v rámci čtverce 5 × 5 metrů a hloubce nálezu od povrchu terénu. Součástí nálezného čísla byl zpravidla slovní popis charakteru odpovídající vrstvy/kontextu. Takto mělo nálezné číslo virtuálně propojit nálezný soubor s jeho terénním kontextem. Protože však dokumentace terénních kontextů probíhala v Mikulčicích často mechanicky, a navíc nálezné soubory odpovídající jednotlivým kontextům byly rozděleny dle výše uvedeného systému třídění do více podsouborů označených různými náleznými čísly, možnosti zpětného propojení terénního kontextu se všemi odpovídajícími nálezy se výrazně komplikovaly. Na druhé straně řada „drobných“ nálezů (kovové artefakty, kostěná a parohová industrie apod.) byla v nálezném deníku opatřena hrubým kresebným náčrtem (**obr. 27**).¹⁶

Po konzervátorském ošetření nálezů byly vybrané artefakty opatřeny inventárním číslem a spolu s orientační kresbou zaneseny do inventární knihy (**obr. 28**). Inventární číslo identifikovalo každý předmět jednotlivě a jednoznačně. Zbývající část fondu, která nebyla určena k inventarizaci, byla deponována jako „atypický“ materiál nebo jako „vzorky“ (v případě ekofaktů), z menší části byla dokonce skartována (především keramika).

Dnes probíhá evidence nálezů v Mikulčicích zásadně podle jednotlivých zkoumaných ploch. Každá taková plocha má svou vlastní evidenční číselnou řadu, která spojuje číslo plochy s nálezným a inventárním číslem. Každá plocha má i svůj elektronický nálezný deník a inventář. Uložení v depozitáři je na rozdíl od dřívější praxe organizováno důsledně podle zkoumaných ploch. Z hlediska odborného zpracování je základním požadavkem kladeným na evidenci spolehlivá a pohotově přiřazení každého nálezného souboru nebo nálezu k odpovídajícímu terénnímu kontextu.

Pomineme-li náčrty v nálezném deníku a orientační kresby v inventární knize, byla kresličská (profesionální) dokumentace nálezů v průběhu velkoplošných výzkumů 20. století pořizována výběrově, a to většinou jako součást zpracování dílčích částí nálezného fondu pro různé publikační záměry a projekty. V případě fotografické dokumentace bylo v dané době snahou pořizovat snímky alespoň nejvýznamnějších nálezů. Způsob výběru však nebyl jednotný a samotný záměr nebyl systematicky naplňován. Proto konvolut několika set fotografií nálezů z Mikulčic představuje v podstatě namátkový výběr (s výjimkou fondu NKP „Soubor movitých archeologických nálezů z hradiště Mikulčice

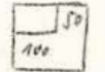



I.3.3 Documentation of finds

The “traditional” way of recording and documenting finds in Mikulčice was in place throughout the period of large-scale excavations between 1954 and 1992. The processing workflow began with the sorting of each assemblage into smaller units based on the material (ceramics, iron, non-ferrous metals, animal bones, etc.), each of which was numbered by a unique find number under which it was entered in the logbook of the finds (**Fig. 27**). The find number usually provided information about the approximate place of the assemblage within a 5 × 5 metres square grid and the depth under the ground. Part of the find number was usually a verbal description of the character of the corresponding layer/context. This is how the find number was supposed to be virtually linked to the find/assemblage set with the archaeological context. However, the documentation of the Mikulčice contexts was often carried out mechanically and the assemblages that corresponded to different contexts were divided based on the above system of sorting into several sub-assemblages under different find numbers. This made any later reconstruction of the links between the contexts and all the corresponding finds significantly complicated. On the other hand, a number of “small” finds (metal artefacts, bone and antler industry) were amended with a rough sketch in the logbook of the finds (**Fig. 27**).¹⁶

After conservation, selected artefacts were given inventory numbers, amended with an orientation drawing and entered in the inventory book (**Fig. 28**). Each inventory number uniquely and unambiguously identified each artefact. The remaining part of the finds, which were not intended for inventorisation, was deposited as “atypical” material or as “samples” (as was the case of ecofacts), while the smaller part was even discarded (mainly ceramics).


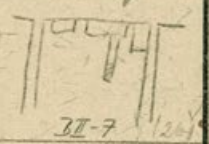



Nowadays, the recording of finds in Mikulčice is strictly linked with the excavated areas. Each area has its own record number series, which links an area number with an identification and inventory number. Each area also has its own electronic logbook and inventory. The storage in the depository is, contrary to how it was done before, based consistently on the excavated areas. From the point of view of professional processing, the basic requirement for registration is reliable and prompt linking of each assemblage to the corresponding context.

Apart from the sketches in the logbook and the orientation drawings in the inventory book, professional drawings of finds were only made selectively during the large-scale excavations in the 20th century, mostly as part of the processing of certain segments of the find collection for different projects and publication purposes. At least the most important finds were documented photographically at the time. However, the selection was not unified, and the photography was not systematic. Therefore, the set of several hundred photographs of the Mikulčice finds is basically a random selection (except for the national

P. 1939/65	Kooli	I 12-13	100cm	jilovito hlinita na jilovím podloží
P. 1940/65	Kooli	G 13		jáma s JV nálem (na podloží)
P. 1941/65	Přímý	H 12	100cm	hm. jilovito hlinita pod úbočí písku 5a a na podloží
P. 1942/65	Zelero (21)	H 14	75cm	hm. jilovito hlinita 
P. 1943/65	Pluska	H 13	85cm	jilovito hlinita 
P. 1944/65	Zelero	H 13	90cm	jilovito hlinita 
P. 1945/65	Zelero	H 12	90cm	hm. jilovito hlinita na pod. jilov. pod úbočí písku 5a
P. 1946/65	Brama	I 14	85cm	hm. jilovito hlinita suhle by pod jilovím podloží 

Obr. 27. Ukázka standardní strany nálezného deníku mikulčického výzkumu. Nálezný deník 1965-II. Tabulka obsahuje sloupce: nálezné číslo, předmět nebo soubor, čtverec, hloubka, nálezné okolnosti.

Fig. 27. A standard page of the logbook of finds of the Mikulčice excavations. Finds logbook 1965-II. The table contains the columns: find number, artefact or assemblage, trench, depth, circumstances of discovery.

Inv. číslo	POPIS	Naleziště	Kultura, druh nálezu	Poznámka
92/57	Želazný ohnivé křídlo s měkkou hlavou	F 17	75 cm	úzký plochý hlavo - pís.
93/57	Želazný křídlo, d - 8 cm	-	-	-
94/57	Želazný křídlo, d - 3 cm	-	-	H-I-1(4) - E-3
95/57	Kovová šídla, d - 3 cm	sektor X	40-90 cm	pod deskou hlava hlina  BT-3(7)
96/57	Želazný křídlo, d - 4 cm	sektor X	125-135 cm	nad obklem  BT-7
97/57	Želazný křídlo, d - 9 cm	-	-	BT-7 (27)
98/57	Želazný ohnivé křídlo	-	-	-
99/57 99/57	Stříbrný prsten granitovaný o perle 	sektor II.	85 cm	hrst 322 u pravého ramene
100/57	Stříbrný rozlaccový gombík (viz 6/57) b) páč. ocel. nepokřeno inf. č. 100157 - 4480157	sektor III - V.		hrst 318 uložení na fotografii a kresbě
c) d)	3 plátě lucerničkové gombíky modrými skly  1 ks = inv. č. 4481/57	sektor		
e) f)	3 plátě brožíčkové náušnice  1 ks = inv. č. 4482/57	sektor		
100a/57	Skaušina s gombíkem			

z období Velké Moravy nejvýznamnějších¹⁷ a exponátů pro mezinárodní výstavní projekt *Velká Morava* 1963–1968).

Velkým problémem mikulčického nálezuvé fondu je chybějící systematická dokumentace konzervátorsko-restaurátorských zásahů. Tento nedostatek se týká zejména kovových artefaktů z etapy velkoplošných výzkumů, a to včetně nejceněnějších trezorových nálezů.

Originální obrazová dokumentace movitých nálezů uložená v archivu mikulčického pracoviště ARÚB byla v roce 2007 vážně poškozena výše uvedeným požárem. To samé platí o vlastním nálezuvé fondu shromážděném v depozitáři základny. Reakcí na tuto tragickou a traumatizující událost byla snaha o systematickou dokumentaci nálezuvého fondu v posledních letech. Původní záměr *digitálního obrazového archivu* našel pokračování v projektu *VMMVM*, a sice v podobě 3D dokumentace vybraných nálezů a postupného vytváření skutečných digitálních kopií artefaktů. Ukázky této práce přináší výstava *Velkomoravské Mikulčice virtuálně*, která pomocí nejmodernějších technologií dává odborné i laické veřejnosti jedinečnou možnost seznámit se podrobně s vybranými artefakty z velkomoravských Mikulčic, jejichž originály jsou jinak uloženy v klimaticky kontrolovaném prostředí trezorového depozitáře.

Díky fotogrametrii a 3D technologiím si zájemci z řad badatelů, ale i širší veřejnosti mohou prohlížet vybrané historické artefakty do nejmenších detailů, aniž by k tomu potřebovali speciální optiku (lupy, mikroskopy apod.). Přesné a detailní digitální modely umožňují prohlížení artefaktů z nových úhlů pohledu a také z míst, která jsou v reálném světě nedostupná, případně dostupná jen velmi těžko a nákladně. Touto cestou lze široké veřejnosti představit například krásu velkomoravského šperku a odborné veřejnosti umožnit bádání bez nutnosti fyzického přístupu k vzácným a choulostivým artefaktům.

17 Soubor obsahující 417 movitých předmětů byl prohlášen za národní kulturní památku nařízením vlády České republiky č. 422/2005 Sb. ze dne 29. září 2005, viz Poláček et al. 2010b, 64–65.

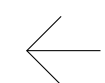
cultural monuments collection "Assemblage of the most important portable archaeological finds from the Great Moravian stronghold in Mikulčice"¹⁷ and the exhibits for the international exhibition *Great Moravia* 1963–1968).

A major problem of the Mikulčice archaeological collection is the lack of systematic documentation of conservation and restoration interventions. This shortcoming mainly concerns metal artefacts from the phase of large-scale excavations, including the most valuable finds stored in a safe-deposit box.

The original drawing documentation of portable finds archived at the Mikulčice research base of ARÚB was seriously damaged by the tragic fire in 2007 mentioned above. Unfortunately, the fate of the finds, which were in the depository at the base, was the same. In response to this tragic and traumatic event, archaeologists have pursued systematic documentation of the finds in recent years. The original intent of the *digital visual archive* was taken further by the *VMMVM* project in the form of 3D documentation of selected finds and the gradual creation of real digital copies of artefacts. The examples of this work are presented at the exhibition *Great Moravian Mikulčice Virtually*, which uses state-of-the-art technologies to give the professional and general public a unique opportunity to explore selected Great Moravian artefacts, the originals of which are stored in a climate-controlled environment of a safe-deposit box.

Through photogrammetry and 3D technologies, researchers and the general public can admire historical artefacts in the smallest detail without needing special magnifiers or microscopes. Accurate and detailed digital models allow us to view artefacts from new angles, some of which are normally inaccessible or are very difficult and expensive to access. It is a way of presenting the beauty of Great Moravian jewellery without the need for physical access to these rare and delicate artefacts.

17 The assemblage of 417 portable finds was declared a national cultural monument by the Regulation of the Government of the Czech Republic No. 422/2005 Coll. of 29 September 2005, see Poláček et al. 2010a, 64–65.



Obř. 28. Ukázka standardní strany inventární knihy mikulčického výzkumu. Inventář 1957-II. Tabulka obsahuje sloupce: inventární číslo, popis artefaktu, čtverec, sektor, hloubka, nálezuvé okolnosti.

/ Fig. 28. A page from an inventory book of Mikulčice excavations. Inventory 1957-II. The table contains the columns: inventory number, artefact description, trench, sector, depth, circumstances of discovery.

katalog

catalogue

Nemovité i movité archeologické nálezy jsme zvyklí vnímat v jejich běžných souvislostech. Nemovité nálezy – objekty – vidáme v kontextu terénního výzkumu, movité nálezy – artefakty – pak zkoumáme makroskopickým pozorováním a pod optikou mikroskopu nebo je vnímáme přenesené do depozitářů a muzejních vitrín. Moderní dokumentace a vizualizace ale přináší také nové možnosti pohledu. Díky nim dokážeme terénní objekty zmenšit, atraktivní formou rekonstruovat jejich zaniklé části, nebo se kdykoliv virtuálně vrátet pod povrch terénu k nálezové situaci, která již fyzicky neexistuje. Na drobných artefaktech umíme komplexně vizualizovat detaily, které by bylo možné jinak sledovat jen prostorově omezeným fokusem mikroskopu. Nejde ale pouze o atraktivitu obrazu. Díky použití vhodných dokumentačních metod jsme schopni dodržet vědecké parametry virtuálních obrazů. Vizualizace se tak stává i nástrojem vědecké práce. Moderní metody dokumentace a vizualizace a jejich význam pro archeologii vám představujeme prostřednictvím nálezů z hradiště Mikulčice-Valy.

II.1.1

Poslání moderní dokumentace a prezentace

Hlavním přínosem moderní dokumentace je uchování věrné, vědecky přesné a dále zpracovatelné podoby archeologických objektů a artefaktů. To je důležité s ohledem na památkovou a vědeckou dokumentaci, respektive archivaci. V případě objektů je to jediný způsob, jak zaznamenat odkrytou terénní situaci před jejím zánikem. U artefaktů jde mimo jiné o uchování záznamu pro případ degradace nebo zničení předmětu, ale také o omezení fyzické manipulace s křehkými a vzácnými originály. Vědecky přesný záznam umožňuje provádět virtuální výzkum; lze se tak vrátet k objektům a terénním situacím, které již fyzicky neexistují. Artefakty lze prohlížet ve vysokém rozlišení a sledovat klíčové detaily bez omezení úzkého zorného pole mikroskopu, případně vytipovat místa pro navazující specializované analýzy.

We are accustomed to observing portable and non-portable archaeological finds in common contexts. We are used to seeing non-portable finds – features and structures – in the context of excavations and studying portable finds – artefacts – macroscopically, under a microscope or in depositories and museum displays. However, modern documentation and visualisation offer new opportunities. They can scale down landscape features, make attractive reconstructions of their defunct parts or virtually return under the surface to a context that no longer exists in physical reality. They can also provide a complex visualisation of details in small artefacts, which we would otherwise be able to view only in the limited space under a microscope. However, this is not just about an attractive image. When using appropriate documentation methods, we can maintain the scientific parameters of virtual images. Visualisation is yet another scientific tool. We use the finds from the Mikulčice-Valy stronghold to present modern methods of documentation and visualisation.

II.1.1

Mission of modern documentation and presentation

The main benefit of good-quality archaeological documentation is the preservation of faithful, scientifically accurate images of archaeological features and artefacts, which can be further processed. This is important concerning monument preservation and scientific documentation, or to be more precise, archiving. For features, it is the only reliable way of recording excavated contexts before their inevitable destruction. It also is a way of preserving virtual copies of artefacts in the case of degradation or destruction of the items and also to protect rare and fragile originals by minimising physical manipulation. A scientifically accurate record enables a virtual study of artefacts and contexts that no longer exist in physical reality. Artefacts can be viewed in high definition and key details observed outside of the limited space under the microscope and spots worthy of further specialised analysis can be located.



Obr. 29. Mikulčice-Valy z dronu. Snímkování hradiště pochází z léta roku 2018. Průlet byl realizován po jižní straně lokality směrem od západu k východu. Travnaté zelené pásy na posekaných loukách evokují zaniklá říční ramena („travní řeka“) a vizualizují přibližný rozsah opevněné části hradiště.

Fig. 29. Mikulčice-Valy in a drone view. Imaging of the stronghold from 2018. The flight was performed from the south side in the direction from the west to the east. The green grass strips on the mowed meadows resemble silted-up river branches (“grass river”) and visualise the approximate range of the fortified part of the stronghold.



Základem moderní vědecké vizualizace v Mikulčicích je kvalitní fotogrammetrická dokumentace objektů v rámci terénních výzkumů hradiště v posledním desetiletí; metodou fotogrammetrie byla realizována dokumentace vybraných artefaktů. Ze sérií standardní metodikou pořízených fotografií vznikly 3D modely reliktních objektů i předmětů, zejména šperku. Areál moravské části hradiště jsme zdokumentovali z výšky pomocí dronu. K dispozici tedy máme jak průlet nad lokalitou (**obr. 29**), tak její trojrozměrný model (**obr. 30**).

The basic method used for modern scientific visualisation is high-quality photogrammetric documentation of features during the excavations at the stronghold over the past decade. Photogrammetry was used to document selected artefacts. A series of standard photographs were used to create 3D models of the remains of features and structures, and also artefacts, mainly jewellery. The Moravian part of the stronghold was documented by a drone. The result is a recording of the flight over the site (**Fig. 29**) and also a 3D model (**Fig. 30**).

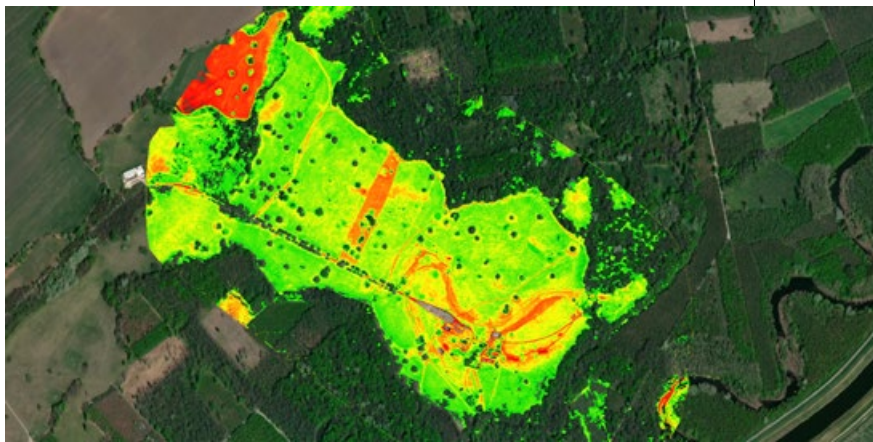
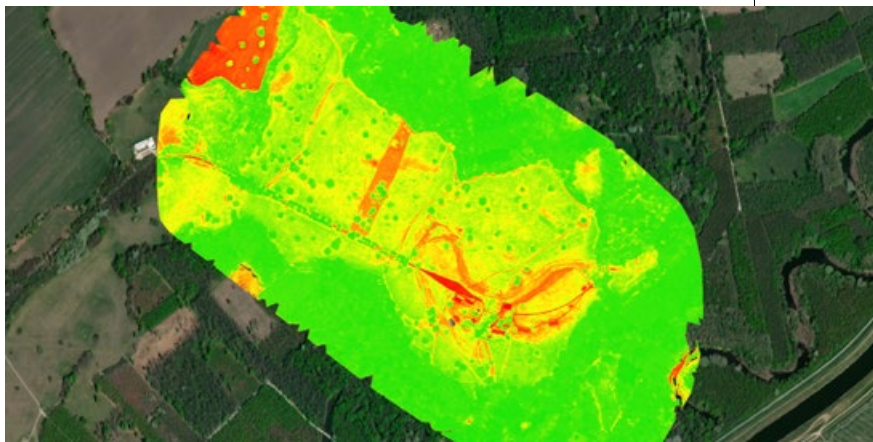




Obr. 30. Mikulčice-Valy ve 3D. Metodou vícenímkové fotogrammetrie byl vytvořen z leteckých snímků 3D model hradiště (stav 2019).



Fig. 30. Mikulčice-Valy in 3D. The model of the stronghold was made from aerial photos created through the multi-image photogrammetry method (2019).



II.1.2 Mikulčice z nadhledu

Při výzkumu rozsáhlejší lokality, případně většího objektu se vždy dostáváme do bodu, kdy je potřeba dostatečného vizuálního nadhledu. V takovém případě nám pomáhají metody tzv. dálkového průzkumu Země. Při průzkumu celých rozsáhlých území využíváme dnes již dobře dostupná data z vesmírných družic, v každodenní potřebě pak saháme po ortofotografických zobrazeních zemského povrchu z webu Google.com nebo Mapy.cz. V archeologii je to stejné, jenom s tím rozdílem, že nám podrobnost satelitních snímků většinou nedostačuje. Potřebujeme sice nadhled, ale s lepším rozlišením, tedy dokumentovaný z menší výšky. Donedávna to znamenalo start letadla se šikovním fotografem a kvalitní fotografickou technikou na palubě. Dnes tuto práci zastane malý a dálkově ovládaný model, tzv. bezpilotní letoun nebo dron.

Při aplikaci letecké archeologie z bezpilotních prostředků jsme v Mikulčicích vedle klasických kamer použili i kamery se speciálním čidlem, které zaznamenalo obraz lokality v neviditelných spektrech světla (**obr. 31**), a v archeologické praxi jsme využili map pořízených za pomoci LIDARU (**obr. 32**). Při testovacích letech bezpilotních prostředků nad lokalitou byla definována řada metodických postupů pro efektivní mapování rozsáhlých areálů. Mimoděk jsme tak uvedli do praxe novou metodiku optického 3D skenování – videogrammetrii.



Obr. 31. Mikulčice-Valy v multispektrálním snímkování. Plocha hradiště byla nasnímána v různých vlnových délkách elektromagnetického záření, jehož primárním zdrojem je slunce. Jednotlivé vlnové délky byly nasnímány speciálními čipy, které jsou citlivé na danou vlnovou délku.

/ **Fig. 31.** Mikulčice-Valy in a multispectral imaging. The area of the stronghold was photographed in different wavelengths of electromagnetic radiation, whose primary source is the sun. Individual wavelengths were detected by using specialised chips, which are sensitive to every specific wavelength.



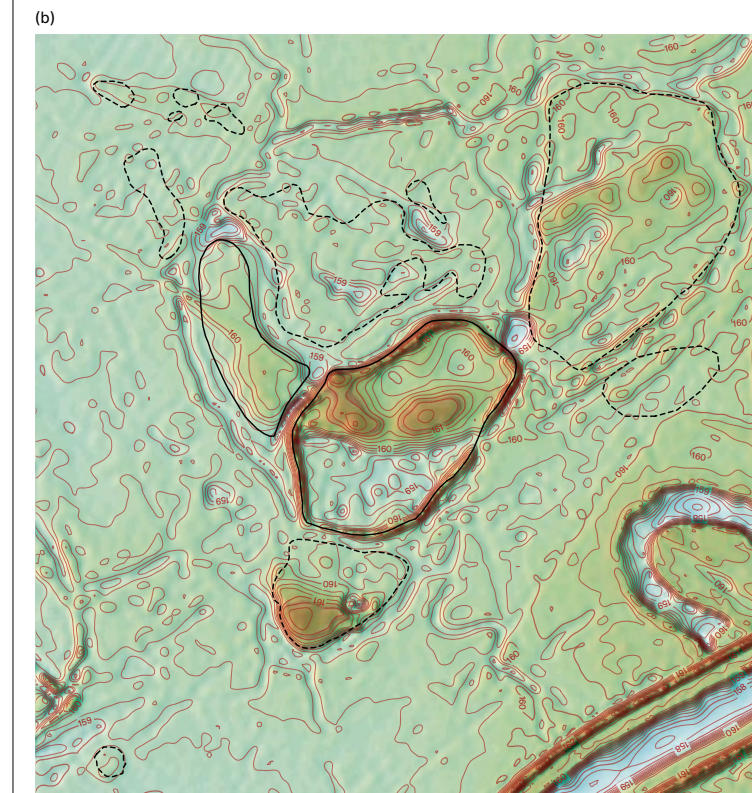
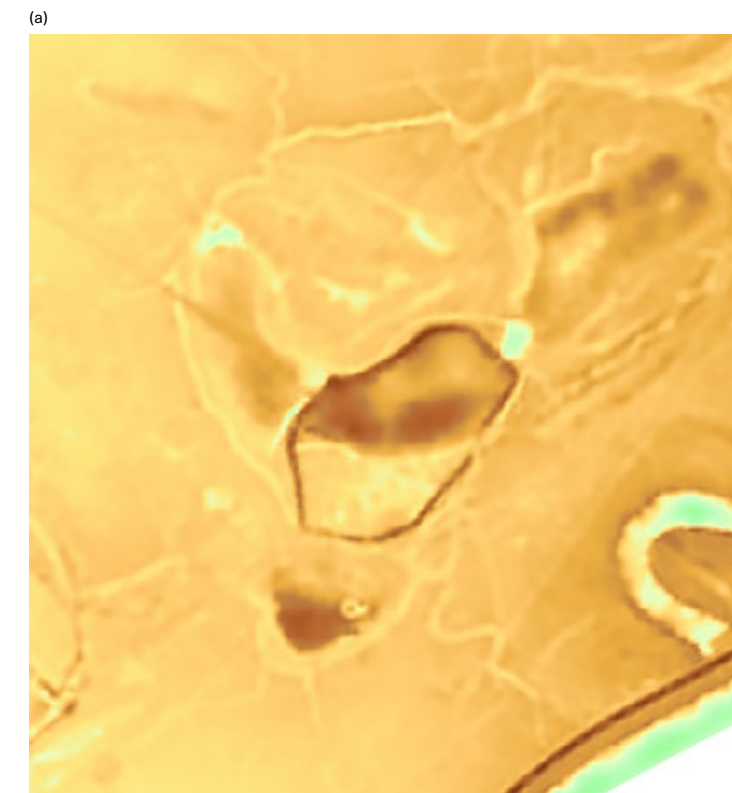
Obr. 32. Mikulčice-Valy z LIDARu (zkratka angl. Light Detection and Ranging). Jedná se o metodu bezkontaktního měření vzdálenosti na základě výpočtu doby šíření pulsu laserových paprsků, které se odrážejí od povrchu snímaného objektu. Tímto způsobem lze z výšky naskenovat zemský povrch a snímky interpolovat do podoby digitálního modelu nebo z nich vytvořit výškopisný model povrchu (a). Na výškopisný model lze aplikovat klasickou hypsometrickou škálu značící nadmořskou výšku jednotlivých částí hradiště od nejnižší položených míst dříve zaplavované nivy (zeleně) přes vyvýšené písčité duny po vystupující dochované těleso valu (odstíny hnědé) (b).

/ **Fig. 32.** Mikulčice-Valy in a LIDAR (Light Detection and Ranging) image. It is a method for determining ranges (variable distance) by targeting an object or a surface with a laser and measuring the time for the reflected light to return to the receiver. In this way, the Earth's surface can be scanned from a height and the shots can be interpolated into a digital model or an elevation model of the surface (a). The hypsometric tints can be applied to the elevation model. They visualise the difference in height above the sea level of the individual parts of the stronghold – from the lowest places of the floodplain (green) through raised sand dunes to the elevated preserved body of the rampart (shades of brown) (b).

II.1.2 Mikulčice from a bird's eye view

During the excavation of a large site or feature, we always reach a point where we need to see it from above. This is where remote sensing methods help. When surveying vast areas, we use satellite data, which are widely available today. For everyday work, we use orthophoto images of the Earth's surface from such websites as Google.com and Mapy.cz. However, and this also applies to archaeology, the resolution of the satellite images is usually insufficient for our work. What we need is a bird's eye view with a higher resolution, which means imaging closer to the ground. Until recently, this meant using a plane with a skilled photographer and a good-quality camera on the board. Today, the work can be done using a small, remotely controlled unmanned aircraft – a drone.

When applying aerial archaeology in Mikulčice, we used drones with both conventional cameras and those with a special sensor detecting the invisible spectrum to map the site (**Fig. 31**). In the archaeological work, we used LIDAR maps (**Fig. 32**). For testing unmanned aircraft flights, a number of methodical processes for an effective mapping of vast areas were defined. In doing so, we put into practice the basics of a new methodology of optical 3D scanning – videogrammetry.



Terénní archeologický výzkum je svou podstatou vždy destruktivní. Neoddiskutovatelný je jeho význam v případě záchrany stavbou či těžbou ohroženého území s archeologickými nálezy. Z hlediska řešení výzkumných otázek je ale také nutné získávání nových dat, a to prostřednictvím badatelských odkryvů vybraných klíčových lokalit nebo jejich částí. Jednou z těchto klíčových lokalit je i hradiště Mikulčice-Valy. U každého výzkumu je zásadní detailní dokumentace všech odkrytých terénních situací tak, aby bylo možné data archivovat a použít pro navazující postexcavační analýzu i budoucí teoretický výzkum. Toto paradigma určuje také současnou podobu terénního výzkumu na mikulčickém hradišti.

11.2.1 Fotogrammetrická dokumentace terénu a objektů

Vícesnímková fotogrammetrie je osvědčenou metodou vizualizace reality v podobě modelu vzniklého ze série fotografií. Tento obor má za sebou více než stoletou historii a v tuzemské archeologii byl použit poprvé již v 70. letech 20. století. Na oblibě získává v poslední době s rozmachem dostupné dokumentační a výpočetní techniky. Aby vznikly měřicky přesné 3D modely, je potřeba dodržet standardní metodiku práce v terénu. Ta spočívá ve vhodném rozprostření fotografických stanišť a současně v kombinování os záběru jednotlivých fotografií tak, aby bylo každé místo zájmového objektu kvalitně zachyceno alespoň na čtyřech různých snímcích (**obr. 33**).

Zahloubené archeologické terény představují vzhledem ke své obtížné přístupnosti dokumentačně mimořádně náročné objekty, kde je potřeba nadstandardně dbát na zaznamenání všech detailů. Například na dokumentaci základů jednoho mikulčického kostela pomocí fotogrammetrie bylo potřeba zhruba 120 snímků. Průměrný model celé archeologické situace (základů kostela) byl vytvářen speciálním výpočtem výkonného počítače. Celý proces ve výpočetní fázi zabral operátorovi dvě hodiny při přípravě projektu a následující tři hodiny trval automatický strojový výpočet. Odměnou za náročnost procesu je získání naprosto přesného modelu dokumentovaného objektu. Takový model uchovává cenná výzkumná data, jakými jsou výškopisné a polohopisné údaje, průběh a stratigrafie profilů, přesná poloha zachovaných stavebních konstrukcí, přítomnost nebo absence intaktního zdiva apod.

Archaeological excavations are a naturally destructive process. The importance of rescue excavations at sites with archaeological finds endangered by construction or mining is indisputable. On the other hand, when answering research questions, archaeologists often need to acquire new data, which is what systematic excavations at key sites are for. One such site is the Mikulčice-Valy stronghold. In archaeological fieldwork, detailed documentation of all excavated contexts is essential. It must enable the archiving of acquired data and their use in post-excavation analysis and theoretical study. This paradigm defines the current state of fieldwork at the Mikulčice stronghold.

11.2.1 Photogrammetric documentation of landscape and features

Multi-image photogrammetry is a proven method of visualisation. Its results are models created based on a series of photographs. Photogrammetry has been used for over a hundred years and was first used in the Czech archaeology in the 1970s. Its popularity has recently increased in connection with the advances in the available documentation and information technology. To obtain accurate 3D models with correct proportions, one must adhere to standard fieldwork methodology. This means a suitable distribution of imaging points and a combination of angles in which the photographs are taken so that each part of the documented artefact is captured by at least four images (**Fig. 33**).

It is extremely difficult to document terrain depressions in archaeology. They are difficult to access and particular attention must be paid to documenting all details. For instance, photogrammetric documentation of the foundations of a church in Mikulčice required 120 images. An average model of such a context is created by a special calculation made by a high-performance computer. It took an IT specialist two hours to prepare the project and three hours to do the machine computation. The result of this demanding process is a precise model of an object. Such a model preserves valuable details, such as elevation and topographic data, profile shape and stratigraphy, precise localisation of preserved buildings and the presence or absence of intact masonry.



Obr. 33. Systém vícenímkové fotogrammetrie objektů vizualizovaný na příkladu 5. kostela, zkoumaného na mikulčické akropoli. Každý jehlan představuje jednu standardní dokumentační fotografii objektu. Fotografie byly pořízeny ze všech stran a z více úhlů, aby bylo možné spočítat ve speciálním programu kompletní 3D model základů kostela.

Fig. 33. System of multi-image photogrammetry of features presented on Church 5, excavated on the Mikulčice acropolis. Each pyramid stands for one standard documentation photograph of a feature. The photographs were taken from all sides and from several angles to create a 3D model of the church's foundations in a special program.



II.2.2 Výzkum hradby, ke kterému se lze vrátet

Metodou fotogrammetrie jsou dokumentovány téměř všechny nové výzkumy na hradišti. Jedním z nich byl terénní odkryv hradby na jižní straně předhradí v roce 2018 (**obr. 34**). Podařilo se při něm zachytit návaznost hradby na dnes již zaniklé říční koryto. Zpevnění říčního břehu před hradbou zajišťovaly dubové kůly, jejichž zahloubené části byly odkryty výzkumem. Unikátním nálezem byl naplavený kmen dubu (**obr. 35**), zachycený v délce sedmi metrů ve výplni zaniklého říčního koryta před hradbou.

II.2.3 Základy kostelů v autentické podobě

V letech 2010–2013 proběhl v Mikulčicích revizní archeologický výzkum relikvů zděných staveb objevených v 50. až 60. letech 20. století. Jedná se dohromady o osm půdorysů kostelů, z toho čtyři na akropoli a čtyři v podhradí, a také o tzv. palác, jedinou profánní zděnou stavbou v Mikulčicích, spojující nejspíše shromažďovací, reprezentační a ceremoniální funkci.

Při příležitosti revizních výzkumů byly fotogrammetricky zdokumentovány základy většiny těchto staveb a tyto byly následně vizualizovány do podoby 3D modelu (**obr. 36**). Nejedná se přitom o klasické kompaktní základy, ale o kombinaci útržkovitě dochovaného originálního zdiva kamenných staveb, tzv. intaktního zdiva, a negativů, tj. základových rýh, z nichž bylo původní zdivo v minulosti (někdy po zániku hradiště, možná až v novověku) vybráno za účelem recyklace získaného stavebního materiálu. Výplň negativu tvoří kamenná drť a úlomky malt a omítek smíchané s hlínou. Díky přesnosti modelu je dnes možné terénní objekty virtuálně prohlížet a vědecky zkoumat, přestože jsou jejich relikty již opět ukryty pod zemí. V areálu hradiště připomínají umístění původních staveb nově zbudované půdorysy v podobě kamenných zídek.



Obr. 34. Vizualizace postupného odkrývání velkomoravské hradby. V šesti stratigrafických vrstvách byla zdokumentována zřícená hradba s čelní kamennou plentou a s předsunutými kůly zpevňujícími prostor mezi hradbou a říčním ramenem. Žlutý písek nanesený v někdejší korytě obsahoval naplavená dřeva. Výzkum byl zasypán v září 2018 a dnes v jeho místech vede hradištěm stezka směřující k lávce přes Moravu a dále do slovenských Kopčan.

II.2.2 Fortification excavations that can be revisited

Almost all new excavations at the fortified settlement are documented photogrammetrically. An example is a fortification excavated in the southern part of the outer bailey in 2018 (**Fig. 34**). The connection between the rampart and the silted-up riverbed was proven due to this excavation. The river bank was reinforced by oak stakes in front of the rampart, the recessed parts of which were discovered during the excavations. A unique find was made there: a seven-metre-long oak trunk (**Fig. 35**), deposited in the backfill of the silted-up riverbed in front of the rampart.

II.2.3 Authentic foundations of churches

In the years 2010–2013, Mikulčice saw the revision of archaeological excavations of the remains of masonry buildings discovered in the 1950s and 1960s. This concerned nine ground plans of churches, four of which were at the acropolis and five in the suburbium, and the “palace” – the only profane masonry building in Mikulčice, which most likely had assembly, representation and ceremonial functions.

During the revision excavations, the foundations of most of these constructions were photogrammetrically documented and made into 3D models (**Fig. 36**). These were not typical compact foundations, but a combination of preserved original masonry from stone buildings, their intact masonry, and negatives – foundation trenches from which the original masonry was taken before it was recycled as construction material at some point after the demise of the stronghold, perhaps as late as the modern era. The backfill of the negative consisted of stone grit and fragments of mortar and plaster mixed with clay. Due to the accuracy of the model, it is now possible to virtually view and examine the features, even though their remains are under the ground. The position of the original buildings is visualised by low stone walls copying the ground plans.

Fig. 34. Visualisation of the excavation layer by layer of a Great Moravian rampart: a collapsed fortification with stone facing and stakes reinforcing the ground between the rampart and the riverbed was documented in six stratigraphic layers. The yellow alluvial sand deposited in the silted-up riverbed contained wood brought there by the stream. The excavations were filled in September 2018 and today, there is a path across the stronghold that leads to a footbridge across the River Morava and continues to the Slovak village of Kopčany.



Obr. 35. Kmen dubu, jehož dřevo se podařilo dendrochronologicky datovat do roku 876, a víme tedy, že strom ukončil svůj růst v období největšího rozmachu Velké Moravy.

Fig. 35. A tree that finished its growth during the heyday of Great Moravia: an oak trunk dendrochronologically dated to 876.





Obr. 36. 3D modely základů 3., 4., 5., 6., 8., 9. a 10. kostela zachycené revizním výzkumem. Mikulčické kostely zastupují svými půdorysnými dispozicemi celou řadu architektonických typů předrománských sakrálních staveb. Od jednodolních podélných staveb s apsidou (kostel 4) nebo pravouhlej kněžištěm (kostely 5, 8, 10) přes centrální stavby – rotundy (kostely 6 a 9) po trojlodní baziliku (3. kostel). Bazilika vyniká mezi mikulčickými stavbami i velkomoravskou církevní architekturou obecně svou monumentalitou a musela být ve své době výjimečnou sakrální stavbou.

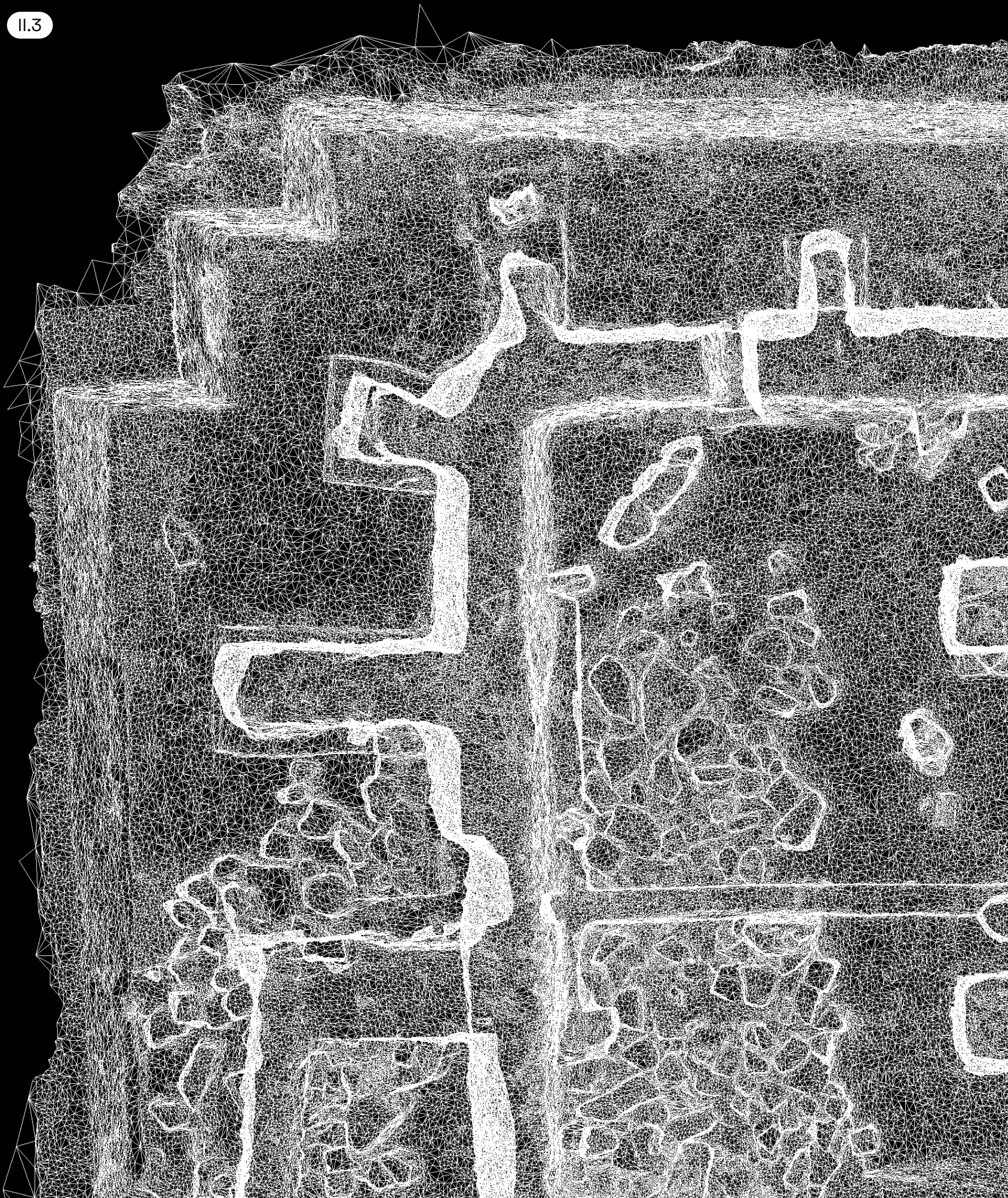
Fig. 36. 3D models of the foundations of Churches 3, 4, 5, 6, 8, 9 and 10, which were discovered during the revision excavations. The ground plans of the Mikulčice churches represent a wide range of architectural types of pre-Romanesque sacred buildings: from single-nave elongated buildings with an apse (Church 4) or with a rectangular chancel (Churches 5, 8, 10) through buildings with a circular ground plan – rotundas (Churches 6 and 9) to a three-nave basilica (Church 3). Due to its monumentality, the basilica stands out among the Mikulčice buildings and Great Moravian architecture in general. It must have been an exceptional building at its time.











Rekonstrukce vzhledu dnes již neexistujících staveb nebo celých lokalit je v současnosti velmi oblíbenou disciplínou. Umožňuje přenést pozorovatele do různých historických období, a to někdy velmi názorně formou virtuální reality. Většinou stojí v popředí zájmu autorů vizuální atraktivita a zážitek pro pozorovatele. Vědecká přesnost ale nemusí zůstat stranou. V případě mikulčických staveb budujeme jejich virtuální rekonstrukci na reálných základech, a to doslova i přeneseně. Základy kostelů, paláce i hradby máme totiž uchovány v exaktních digitálních modelech a hmotová rekonstrukce z nich vychází.

11.3.1

Jak mohly vypadat mikulčické kostely?

Výzkumy hradiště Mikulčice-Valy přinesly jako zásadní objev nebyvalou koncentraci zděných kostelních staveb. Dohromady devět prokazatelných kostelů, z nichž ty nejvýznamnější byly situovány v západovýchodní ose akropole, souběžně s hlavní cestou, představují pestrou škálu stavebních typů a půdorysů. Rekonstrukce jejich zaniklých nadzemních částí je výzvou pro badatele již několik desetiletí. U jednoduchých staveb s apsidou nebo pravoúhlým chórem je rekonstrukce poměrně snadná; diskuse se zde týká především způsobu překrytí lodě a kněžiště, kde lze předpokládat plochý strop či prostor otevřený do krovu, případně valenou klenbu a konchu. Složitější je rekonstrukce 3. kostela – trojlodní baziliky, a 6. kostela – dvouapsidové rotundy. Třetí kostel jsme vizualizovali jako klasickou raně křesťanskou baziliku se vstupním atriem a s okny po stranách centrální lodi. U šestého kostela jsme se přiklonili k variantě se dvěma shodně vysokými apsidami (**obr. 37**).

Podkladem pro rekonstrukci nadzemních částí zděných staveb se staly kromě technických parametrů jejich relikvů zejména klasické rekonstrukce Josefa Pošmourného. Ty byly obohaceny o poznatky z dosud stojící raně středověké církevní architektury z oblasti Chorvatska, Tyrolska a Bavorska. Důležitá byla také detailní dokumentace revizním výzkumem ověřených pozůstatků intaktního zdiva mikulčických kostelů, a studium stavebních detailů na dosud stojícím předrománském kostele sv. Margity v nedalekých Kopčanech.

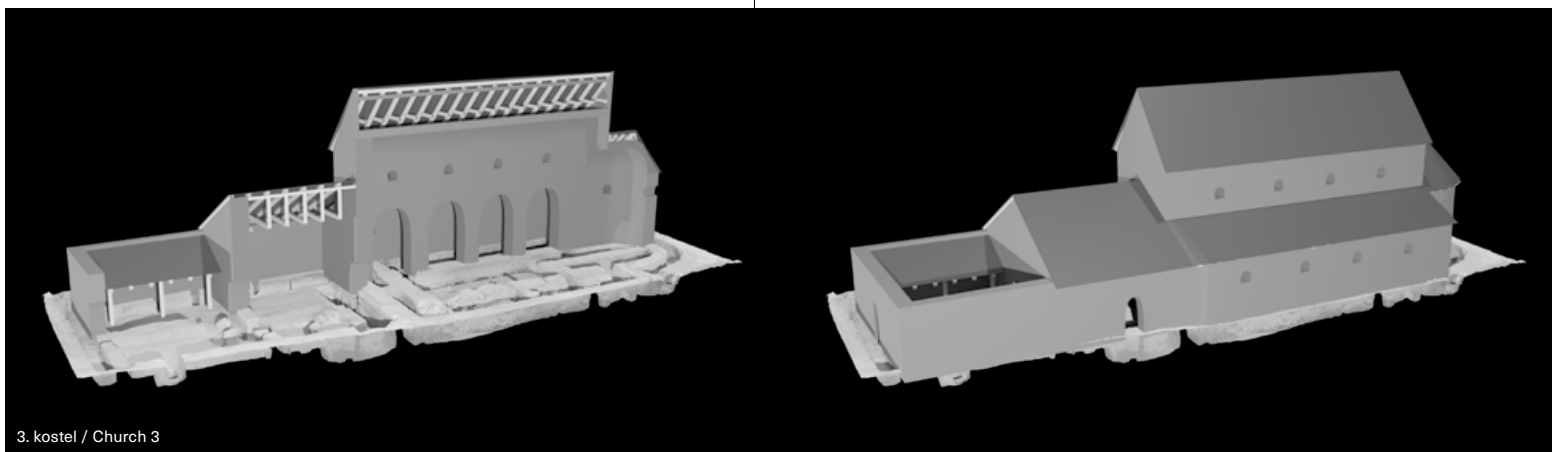
Reconstructing the appearance of derelict buildings – or entire sites – has become a popular discipline. It takes the observer to different historical periods, through virtual reality, which can be highly illustrative. Visual attractiveness and observer experience are usually what the creators are interested in the most. However, scientific accuracy does not have to stand aside. In the case of Mikulčice buildings, we build their virtual reconstruction on real foundations, both literally and figuratively. The foundations of churches, palace and fortifications are preserved by digital scientific models on which the reconstruction of the above-ground parts is based.

11.3.1

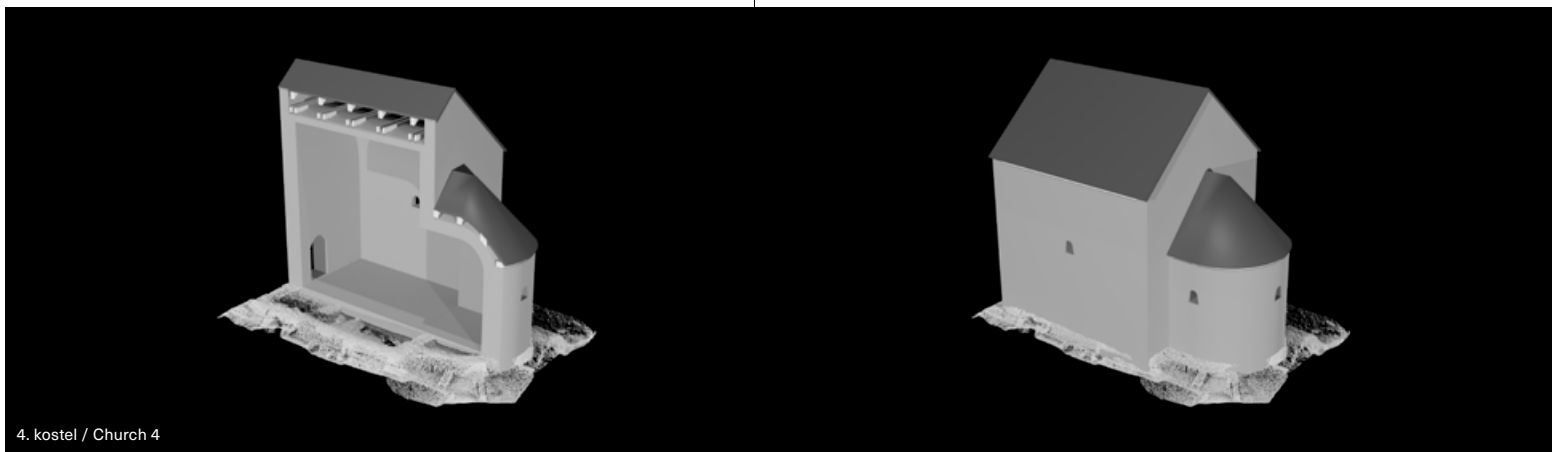
What might the Mikulčice churches have looked like?

The key discovery of the excavations at the Mikulčice-Valy stronghold was the unprecedented concentration of masonry churches. A total of nine proven church buildings, the most important of which were situated on the east-west axis of the acropolis, which ran parallel to the main road, represent a wide range of architectural types and ground plans. The reconstruction of their derelict above-ground parts has been quite a challenge for several decades. Reconstructing a simple church with an apse or rectangular chancel is relatively straightforward. The only thing to be discussed is the roofing of the nave and chancel: was it a flat roof, an open space under trusses or a barrel vault combined with a semi-dome? It gets more complicated when it comes to the reconstruction of Church 3 – the three-nave basilica – and Church 6 – the two-apse rotunda. Church 3 was visualised as a typical early Christian basilica with an atrium and windows on the sides of the central nave. As for Church 6, a rotunda with two equally high apses appears to be the most probable shape (**Fig. 37**).

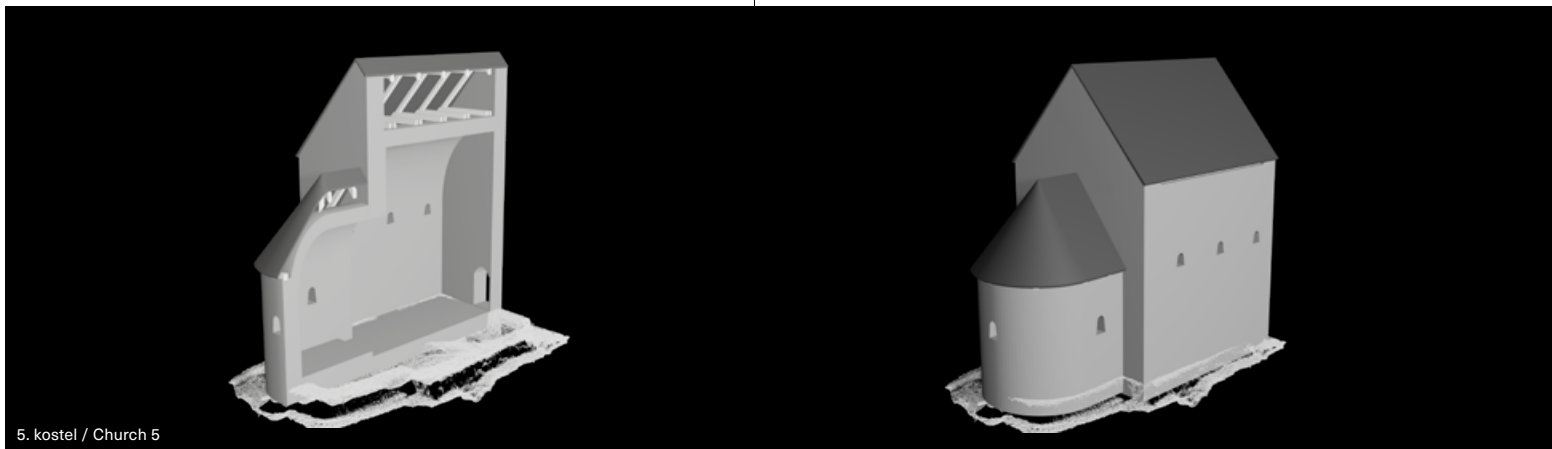
The reconstruction of the above-ground parts of the masonry buildings was based on the technical parameters and, importantly, the legendary reconstructions by Josef Pošmourný. These were perfected using the findings from early medieval sacred architecture in Croatia, the Tyrol and Bavaria, which still stand. Other important factors that helped the reconstruction were the detailed documentation of the remains of intact masonry from the Mikulčice churches verified by revision excavations and the study of architectural details of the extant pre-Romanesque Church of St Margaret near Kopčany.



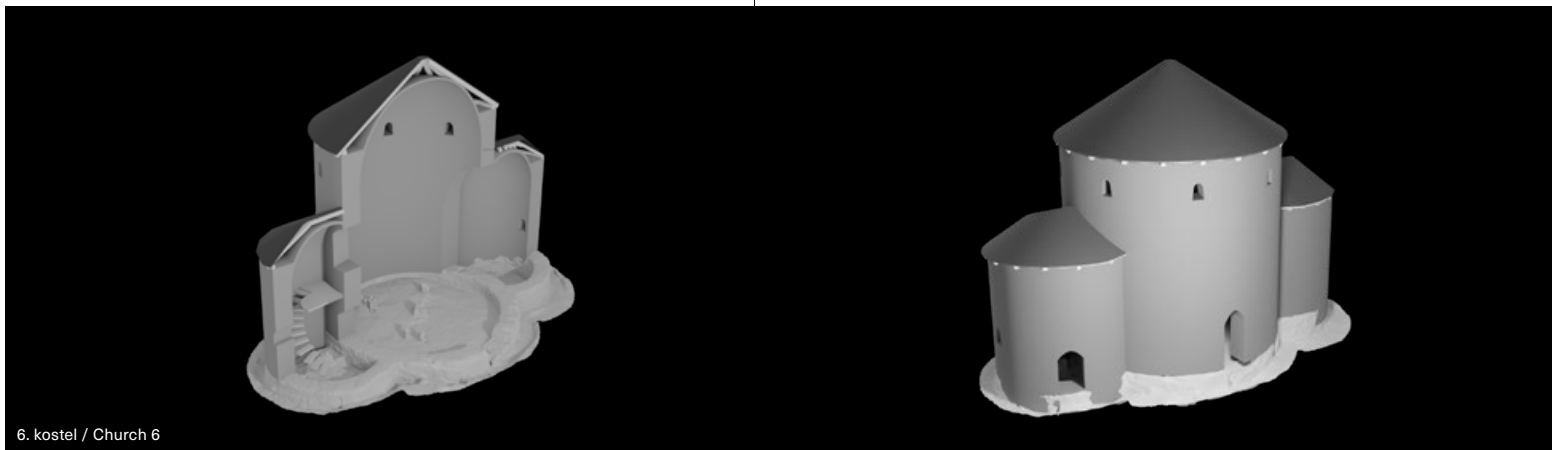
3. kostel / Church 3



4. kostel / Church 4



5. kostel / Church 5



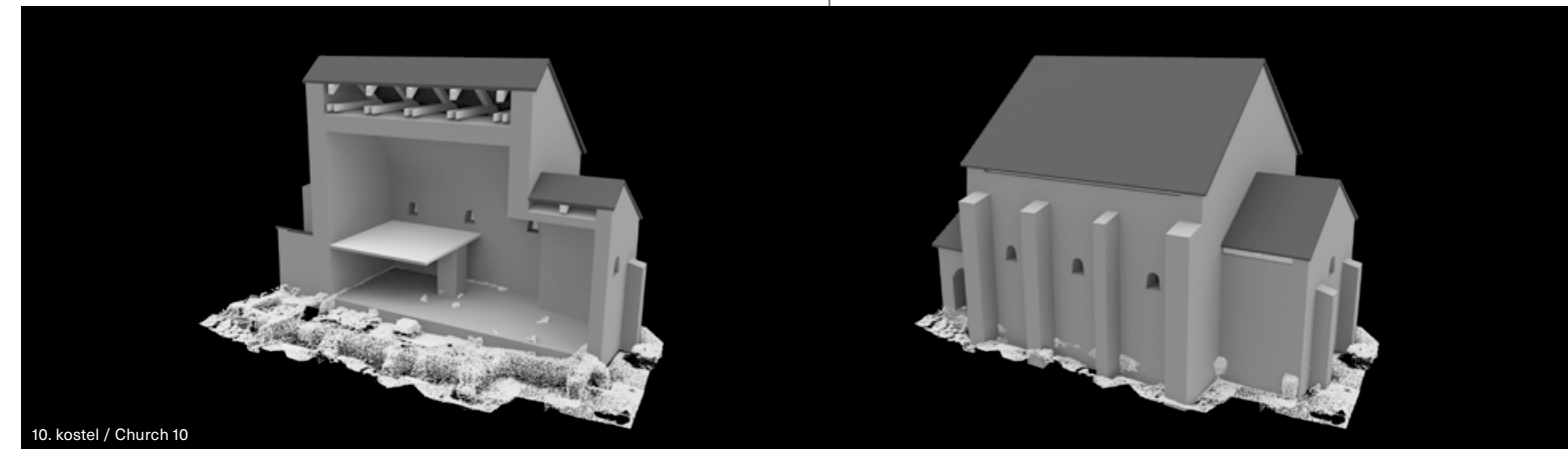
6. kostel / Church 6



8. kostel / Church 8



9. kostel / Church 9



10. kostel / Church 10

Obr. 37. Vizualizace nadzemních částí většiny mikulčických kostelů. Chybí stavba 2. kostela, kterou nebylo možné standardně dokumentovat s ohledem na její prezentaci v rámci návštěvního pavilonu, dále nerevidovaná stavba 7. kostela a trojice hypotetických kostelů 1, 11 a 12, jejichž existence není spolehlivě prokázána. Grafické řešení vizualizací je záměrně pojato minimalisticky, bez specifikace použitých stavebních materiálů.

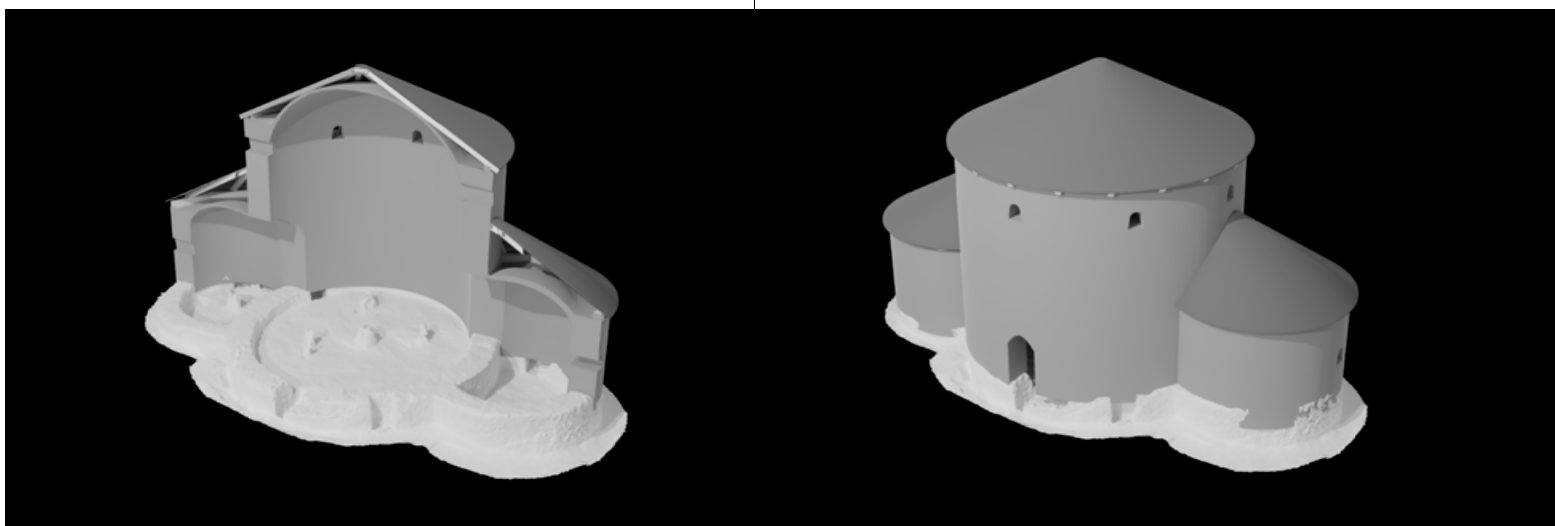
Fig. 37. Visualisation of the above-ground parts of most of the Mikulčice churches. Church 2 was not included because it could not be documented in a standard way as it is located in the visitor pavilion; Church 7 is missing because it has not been revised and Churches 11 and 12 were omitted as they are only hypothetical churches and their existence has not been reliably proven. The visualisations are intentionally minimalist and do not specify the building materials used.

II.3.2 Konstrukční varianty 6. kostela

3D vizualizace umožňují rekonstruovat zaniklé stavby v různých variantách, které lze následně mezi sebou porovnávat. Jako příklad můžeme uvést 6. kostel v podhradí, dvouapsidovou rotundu. Hlavním interpretačním problémem této stavby je podoba a funkce západní apsidy. V literatuře se objevují tři možné výklady. První z nich předpokládá na západní straně stejný prostor jako je východní apside, jenom s odlišnou funkcí, a sice předsíně, křtící kaple apod. (**obr. 38**). Další interpretace se váže na předpokládaný vlastnický charakter kostela, zvláště pokud byl součástí hledaného velmožského dvorce. Termínem vlastnický kostel bývá označován způsob založení sakrální stavby rozšířený zejména v 9. a 10. století ve Franské říši (u nás pak zejména v 11.–12. století), kdy si příslušníci elit na svých pozemcích stavěli kostelní stavby na své náklady a sami do nich dosazovali duchovní správce. Signifikanční architektonickou součástí vlastnických kostelů byly tribuny, tedy patra kostela otevřená do centrální lodi a se samostatným vstupem, která sloužila majiteli kostela a jeho rodině k soukromému sledování bohoslužby. Přítomnost tribuny je hlavním motivem druhého možného výkladu funkce západní apsidy, který počítá s jejím rozdělením do dvou pater: dřevěné schodiště v přízemí mělo zajišťovat přístup na tribunu

Obr. 38. Konstrukční varianta 6. kostela bez vnitřní tribuny s celkovou nižší výškou stavby. Západní apside by v tomto případě mohla sloužit jako vstupní hala nebo křtící kaple.

Fig. 38. Reconstruction variant of Church 6 without an internal tribune and with a lower height of the building. In this case, the western apse could serve as a vestibule or a baptismal chapel.



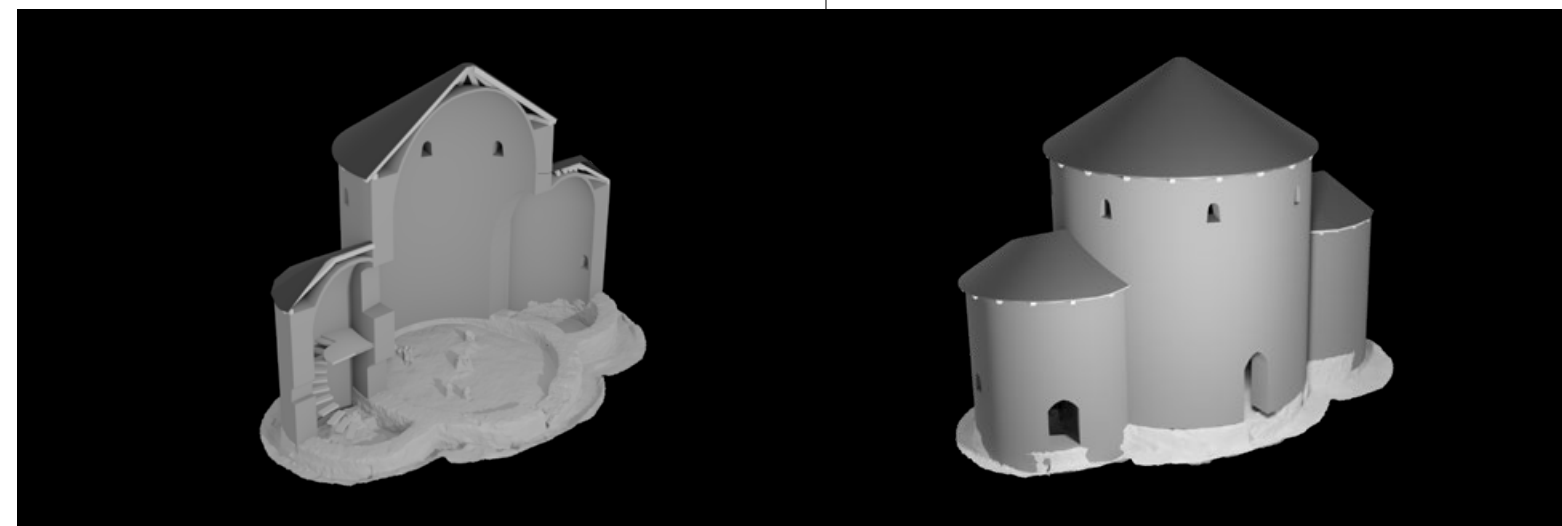
II.3.2 Possible variants of Church 6 construction

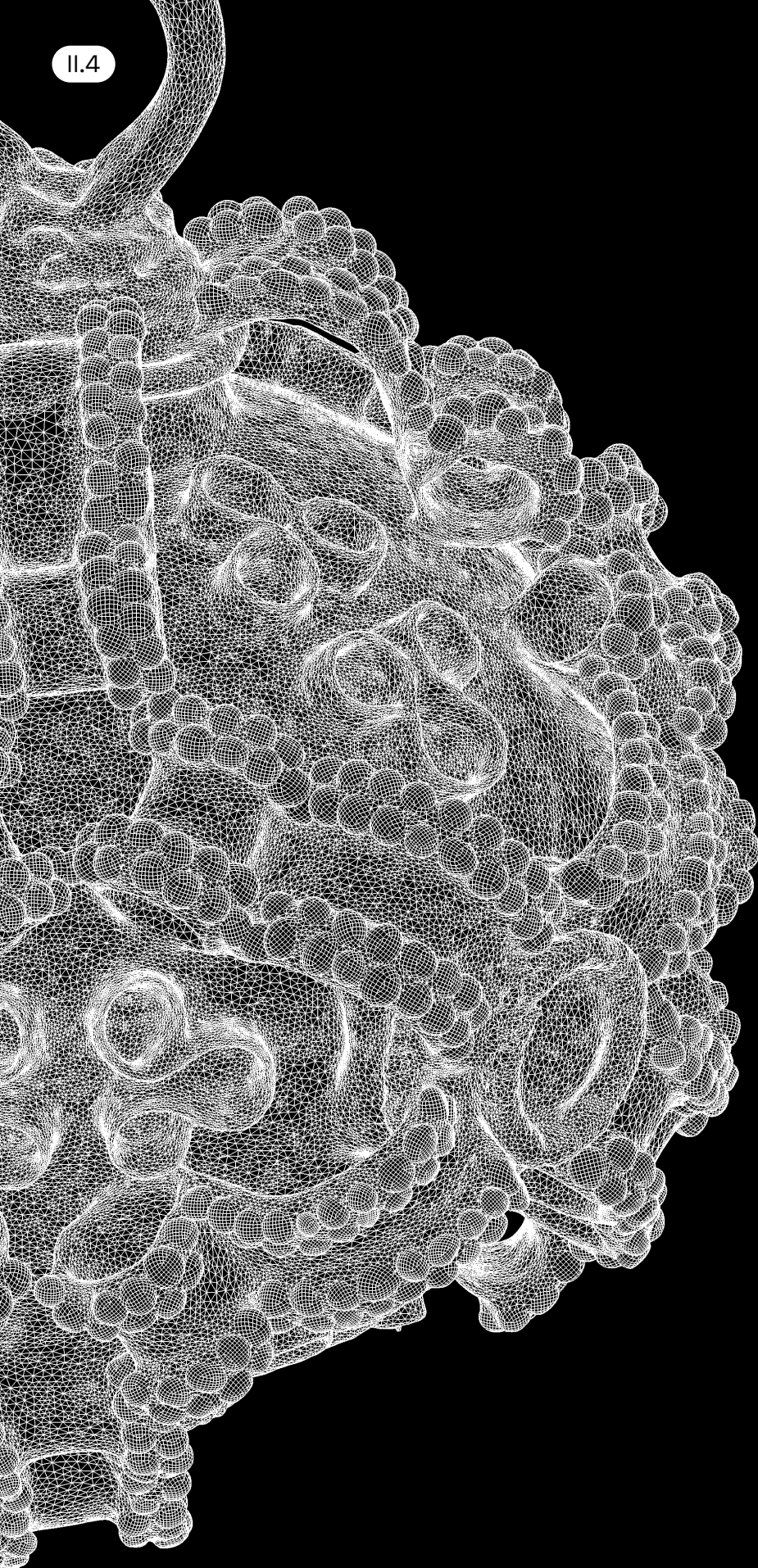
3D visualisations allow several variants of the reconstruction of derelict buildings, which can then be compared and discussed. As an example, we can show Church 6 in the extramural settlement, the two-apsed rotunda. The main interpretation issue of this building is the form and function of the western apse. Three possible interpretations appear in the literature. The first of them presupposes the same space on the west side as the eastern apse, only with a different function, namely a vestibule, baptismal chapel, etc. (**Fig. 38**). Another interpretation is related to the assumed proprietary character of the church, especially if it was part of the sought-after magnate's court. The term proprietary church comes from the 9th and 10th-century Frankish Empire and describes a church that was founded by the elite at their own expense and on their property and where they would install ministers of their choice. Proprietary churches had a stand – an above-ground gallery overlooking the central nave with a separate entrance, which enabled the church owner and his family to attend services privately. The presence of the tribune is the main motive of the second possible interpretation of the function of the western apse, which envisages its division into two floors: the wooden staircase on the ground floor

v patře apsidy. Ta by se pak otvírala širokým otvorem do válcové lodi kostela (**obr. 39**). Konstrukčně by to ovšem znamenalo značnou výšku samotných apsid, respektive celé stavby. Zaklenutí centrální lodi by v případě existence tribuny dosahovalo výšky nejméně deseti metrů. Řada dosud stojících předrománských kostelů skutečně dosahuje značných výšek, které kontrastují s jinak spíše menšími půdorysnými rozměry těchto staveb. Navíc, značná síla základového zdiva 6. kostela by zbudování vysoké stavby umožňovala. Existence tribuny v 6. kostele je tedy reálnou konstrukční možností. S existencí tribuny počítá i třetí výklad, který ji však vkládá do patra válcové věže, založené na půdorysu západní apsidy. Mikulčická stavba bývá v tomto případě srovnávána se známou, ale o dost mladší rotundou sv. Jiří na Řípě. Pro existenci věže však nenacházíme v terénním kontextu ani v technických parametrech stavby spolehlivé doklady. Vizualizace 6. kostela s použitím digitalizovaných autentických základů stavby tak podporuje první nebo druhou variantu výkladu západní apsidy a celkovou interpretaci stavby jako „dvouapsidové“ rotundy.

Obr. 39. Konstrukční varianta 6. kostela o celkové výšce stavby přes 10 metrů s tribunou v západní apsidě. Výška stavby umožňuje zbudování vnitřního schodiště na tribunu.

Fig. 39. Reconstruction variant of Church 6 with a total height of more than 10 metres with tribune in the western apse. The height of the building allows the construction of an interior staircase leading to the tribune.





Naší primární snahou je aplikovat nové možnosti vizualizace archeologických objektů a artefaktů do vědy. Jsme ale zároveň přesvědčeni, že v rámci principů otevřené vědy je klíčové předkládat atraktivní formou výsledky naší práce veřejnosti. Sdílení poznatků výzkumu vede k pochopení a pozitivnímu vnímání oboru, který se stává respektovanějším a zároveň přirozenou cestou podněcuje občany k uvědomělé péči o své kulturní dědictví. V rámci našeho výstavního projektu jsou špičkou v atraktivní prezentaci holografická projekce, inovativní 3D tisk a rozšířená realita.

II.4.1 Poutavá holografická projekce

Holografie je moderní metodou, která umožňuje pomocí dvojrozměrného nosiče obrazového záznamu vizualizovat zdánlivě trojrozměrné objekty. Název pochází z řeckého slova *holos* – úplný. Namísto laserového paprsku používaného ve skutečné holografii v našem případě docílujeme prostorového obrazu pomocí rotačního projektoru. Holografický rotační projektor je tvořen rychle rotujícími rameny, na nichž jsou umístěny RGB diody. Když se ramena roztočí (stejně jako například ventilátor) tak, aby pozorovatel nevnímal jejich pohyb, a blikání jednotlivých diod je synchronizováno s rychlostí rotace, získáváme barevný pohyblivý obraz. Ten je navíc zdánlivě transparentní, což budí dojem, že divák sleduje objekt vznášející se před ním volně v prostoru (**obr. 40: a**).

II.4.2 Dvouplášťový gombík na dosah

Dvojice nejpropracovanějších mikulčických gombíků, tzv. dvouplášťové gombíky, patří k vrcholu šperkařského uměleckého řemesla. Originální exempláře jsou zařazeny spolu s dalšími velkomoravskými šperky z Mikulčic mezi movité národní kulturní památky a není možné je běžně vystavovat. Šperkařskými technikami vyrobené kopie z drahého kovu budou jako součást připravované trvalé expozice v návštěvnickém centru Slovanského hradiště v Mikulčicích uloženy v uzavřené bezpečnostní vitrině. Díky vysoce kvalitnímu digitálnímu modelu bylo ale možné vytisknout jeden z exemplářů na 3D tiskárně, a to v originální velikosti i v desetinásobném zvětšení – tyto plastové gombíky jsou haptickými exponáty pro všechny návštěvníky (**obr. 40: b**).

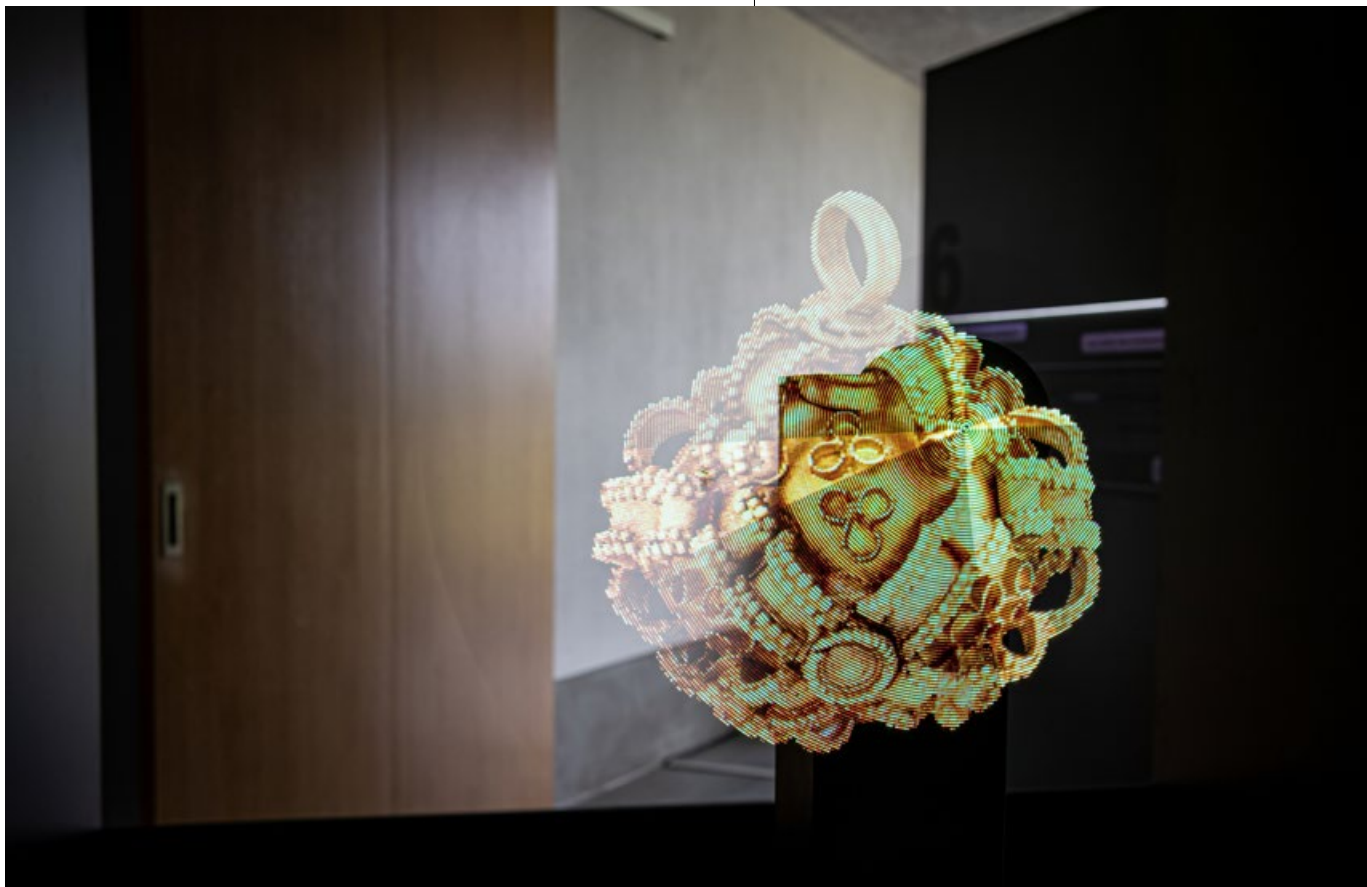
Our primary effort is to apply new visualisation possibilities of archaeological features and artefacts to science. However, we are also convinced that, within the framework of the principles of open science, it is crucial to present the results of our work to the public in an attractive form. Sharing research findings leads to an understanding and positive perception of archaeology, which is becoming more socially respected and at the same time naturally encourages citizens to consciously care for their cultural heritage. As part of our exhibition project, holographic projection, innovative additive manufacturing and augmented reality are at the top of the attractive presentation.

II.4.1 Engaging holographic projection

Holography is a modern method that generates three-dimensional images using a two-dimensional record carrier. The name is derived from the Greek word *holos* – whole. Instead of using laser beams that are applied in real holography, the 3D image is achieved using a rotary projector. The holographic rotary projector consists of fast rotating arms with RGB diodes. When the arms rotate fast enough for the viewer not to perceive their movement (like a fan, for instance) and the flashing of the diodes is synchronised with the rotation speed, they create a coloured moving image. This image is transparent, which gives the viewers the impression that they see an object suspended in the space in front of them (**Fig. 40: a**).

II.4.2 Two-layered spherical hollow button within reach

The pair of the most sophisticated spherical hollow buttons (*gombíky* in Czech) found at Mikulčice, the two-layered buttons, represent the very top level of jewellery making. The originals, together with other Great Moravian jewellery, are listed as portable national cultural monuments and cannot normally be exhibited. Their copies, made from precious metal with the use of jewellery-making techniques, will become part of the future permanent exhibition in the visitor centre of the Slavic fortified settlement in Mikulčice displayed in a security showcase. Thanks to the digital model, it was possible to print one of



(a)

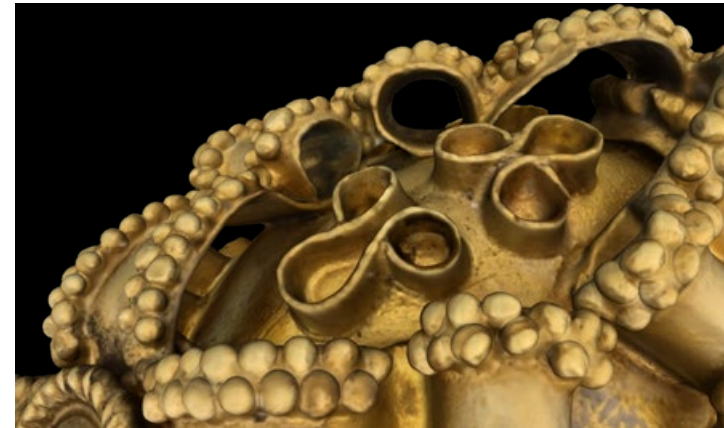


(b)



Obr. 40. Dvouplášťový gombík v holografické projekci, 3D výtisku a extrémně detailní projekci. V originále se jedná o gombík objevený spolu s párovým exemplářem v bohatém ženském hrobě 505 u 3. kostela v Mikulčicích. Dvojice zlatých gombíků mimořádné umělecko-řemeslné kvality nemá ve velkomoravském prostředí obdoby. Na jejich výrobu byla použita extrémně náročná technika spočívající v opakovaném pájení více než 50 komponent z filigránního drátu a téměř 2000 granulí. Výroba gombíku byla dokonale řemeslně zvládnutá. Artefakty byly vyrobeny z téměř ryzího zlata. Jejich reálná velikost je 3 centimetry včetně ouška.

/ **Fig. 40.** 3D model of a two-layered spherical hollow button in a holographic projection, 3D print and in extremely detailed projection. The original is a spherical hollow button discovered together with its pair piece in rich female grave 505 near Church 3 in Mikulčice. This pair of gold buttons are of exceptional artistic and craft quality and are unrivalled among Great Moravian finds. They were manufactured using an extremely demanding technique consisting of soldering more than 50 components made from filigree wire and almost 2,000 granules. Each button was perfectly crafted. The artefacts were made of almost pure gold. The height of the original spherical hollow button is 3 centimetres including the loop.



(c)



Extrémně zvětšené detaily modelu nabízejí „průlet“ jeho filigránní výzdobou v nástěnné projekci. Model je tentokrát zvětšený tak, jako by měl originál průměr přes sto metrů a pozorovatel projekce si může při pohledu na gombík připadat jako vesmírný objevitel nad povrchem neznámé planety (**obr. 40: c**).

II.4.3

Hrob bojovníka s mečem v rozšířené realitě

Při badatelském výzkumu mikulčického podhradí v poloze Kostelisko v roce 2016 byl odkryt mužský hrob, vybavený mečem. Jedná se o sedmnáctý – a dosud poslední objevený – hrob vybavený mečem z Mikulčic; byl označen číslem 2041. Nález zbraně je cenný mimo jiné pro dochování organického materiálu na čepeli meče. Pochva meče byla vyrobena z bukového dřeva, pokryta kůží a vyložena vzorovanou hedvábnou látkou, jejíž lem byl přetažen přes ústí pochvy a tvořil tak luxusní ozdobný detail podtrhující společenský význam nositele zbraně. Ačkoliv byl obsah hrobu již před několika lety vyzvednut, jáma zasypána a kosterní materiál s artefaktem jsou uloženy v depozitáři, nálezovou situaci je možné si díky fotogrammetrické dokumentaci prohlížet zpětně v podobě 3D modelu (**obr. 41**).

the specimens on a 3D printer, both in its original size and in a ten-time magnification. These plastic spherical hollow buttons serve as haptic exhibits for all visitors (**Fig. 40: b**).

Extremely enlarged details of the spherical hollow button model projected on a wall offer a spectacular view of the filigree decoration. The model is enlarged to a size that corresponds to a hundred-metre-wide original and the viewer of the projection may feel like a space explorer above the surface of an unknown planet when looking at the artefact (**Fig. 40: c**).

II.4.3

Grave of a warrior with a sword in augmented reality

In 2016, during the excavation of the Mikulčice suburbium at the Kostelisko site, a male grave equipped with a sword was discovered. This is the seventeenth – and so far the last discovered – grave equipped with a sword from Mikulčice; it was labelled with the number 2041. The find of the weapon is important, among other things, for the preservation of the organic material on the blade of the sword. The scabbard of the sword was made of beech wood, covered with leather and padded



with patterned silk fabric, the edge of which was pulled over the mouth of the scabbard to form a luxurious decorative detail underlining the social importance of the weapon's owner. Although the contents of the grave were collected several years ago, the pit was then filled in and the skeletal material and the sword are stored in a depository, it is possible to examine the context retrospectively in the form of a 3D model (Fig. 41) thanks to the photogrammetric documentation.

Obr. 41. Nálezová situace hrobu 2041 s mečem v rozšířené realitě. Dospělý muž byl pohřben na neopevněném jižním podhradí Mikulčic (trať Kostelisko). Aby bylo možné vžít se do role archeologa, který hrob právě vykopával, vizualizovali jsme nálezovou situaci v prostoru. Speciální aplikace zobrazí s pomocí grafického markeru hrob na čtecím zařízení (tablet, mobilu) v autentické podobě po jeho objevu.

/ **Fig. 41.** The archaeological context of grave 2041 in augmented reality. An adult man was buried in the unfortified southern suburbium of Mikulčice (Kostelisko site) with a sword. In order to be able to assume the role of an archaeologist who has just excavated the grave, we visualised the context in space. A special application displays the grave on a reading device (tablet, mobile phone) in an authentic form after its discovery with the help of a graphic marker.



Obliba a technické možnosti prezentace archeologických artefaktů v 3D zobrazení jsou v posledních letech na vzestupu. Atraktivní vizuální stránka představuje ovšem jen jednu rovinu 3D dokumentace. Velký význam má uchování datového záznamu předmětu pro případ jeho degradace, ztráty, nebo dokonce zničení. Ani tím ale přínos 3D dokumentace nekončí. Pokud je provedena metodicky správně a dostatečně detailně, může sloužit rovněž k vědecké práci. Na detailním modelu ve vysokém rozlišení lze provádět pozorování povrchu, odměřovat vzdálenosti nebo porovnávat artefakty mezi sebou. Originály přitom nemusejí opustit klimatizované a bezpečné prostředí trezoru, čímž se snižuje riziko jejich poškození. Kvalitní 3D model lze získat metodou fotogrammetrie.

11.5.1 Využití fotogrammetrie pro dokumentaci šperku

Pod kvalitou nafocení si obvykle představíme pořízení záznamu vhodnou technikou ve vysokém rozlišení za optimálních světelných podmínek. V případě fotogrammetrické dokumentace jde ale zároveň o pečlivé zdokumentování celého povrchu artefaktu přesně definovanou metodou. Pro šperk a jiné drobné předměty jsme vypracovali systém, kdy se výsledný 3D model jednoho artefaktu standardně skládá z více než dvou set snímků (**obr. 42**). U objektů prostorově složitějších, případně objektu s problematickým povrchem (materiál průhledný, průsvitný a silně lesklý) je potřeba počet snímků ještě násobně zvýšit.

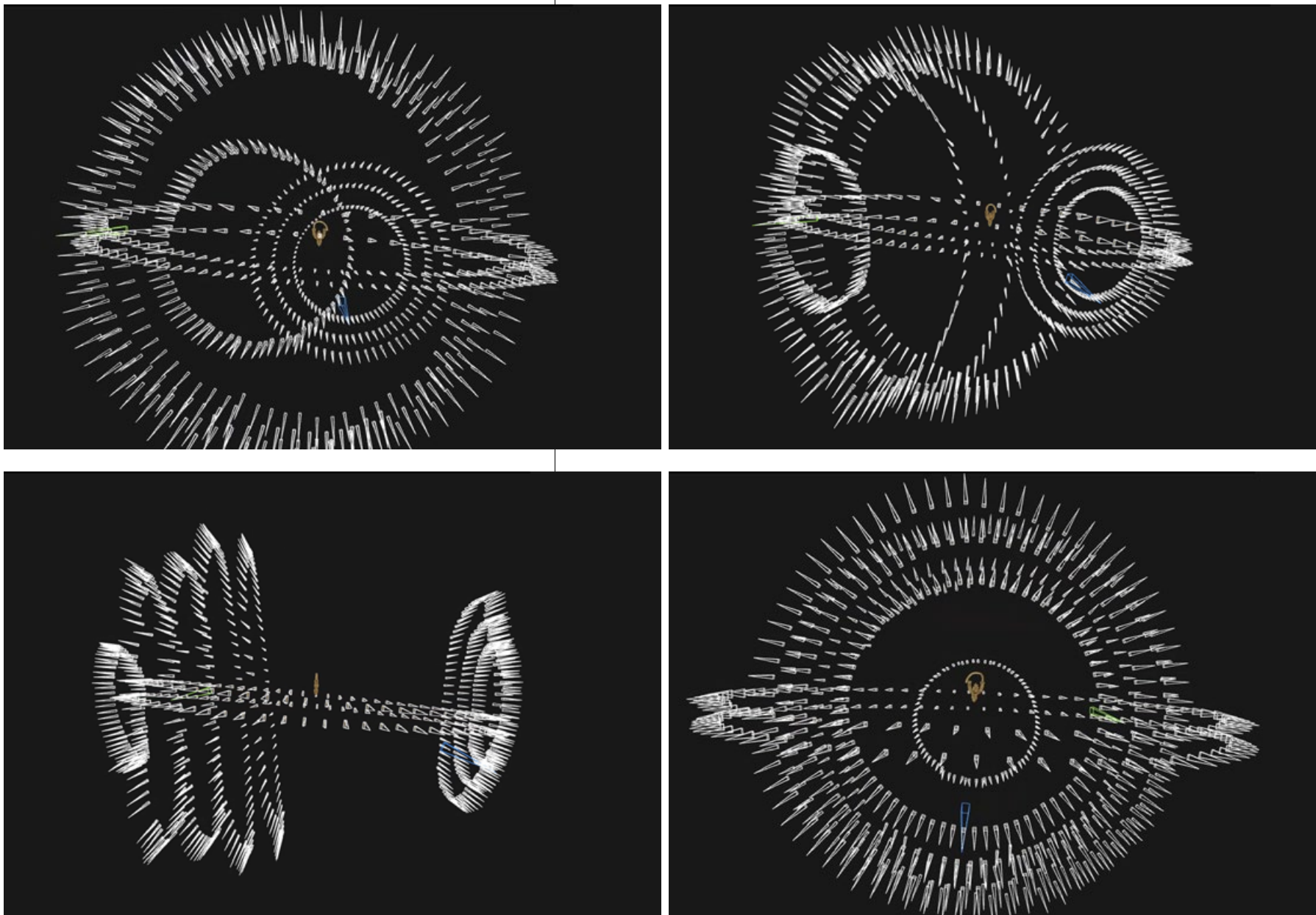
Samotné fotografování probíhá za pomoci automatizované pohyblivé točny, která je napojená na spoušť fotoaparátu a po spuštění otáčí předmět kolem jeho jedné osy vždy po pěti stupních. Vhodnou úpravou polohy předmětu, poté co byla dokončena celá otočka (360°), lze dosáhnout kompletní dokumentace celého jeho povrchu (**obr. 43**).

The popularity and technical opportunities for presenting archaeological artefacts in 3D have been on the rise in recent years. However, the attractive visual side is only one facet of 3D documentation. Keeping the data record of an artefact is of the utmost importance in the event of degradation, loss or even destruction. The benefits of 3D documentation do not stop there. When performed methodically and in sufficient detail, it can also serve scientific work. High-resolution models allow surface observation, measuring distances and the comparison of artefacts, while the originals stay in an air-conditioned safe, which reduces the risk of damage. A quality 3D model can be obtained by photogrammetry.

11.5.1 Use of photogrammetry for documentation of jewellery

What we mean by quality photography is recording using suitable technology and high resolution under optimal light conditions. In the case of photogrammetry, this also means careful documentation of the entire surface of the artefact by a precisely defined method. We have devised a system for jewellery and other small artefacts where the resulting 3D model of a single artefact consists of more than 200 images (**Fig. 42**). The number of images needs to be multiplied when there are complex features and problematic surfaces (transparent, translucent or highly glossy).

The shooting is done using an automated moving turntable connected to a camera shutter release, and after being turned on automatically, it rotates the object around its axis by five degrees. By appropriately adjusting the position of the object after an entire turn (360°) has been completed, overall documentation of the entire surface can be achieved (**Fig. 43**).



Obr. 42. Systém vícenásmímkové fotogrammetrie artefaktů vizualizovaný na příkladu zlaté hrozníčkové náušnice. Každý jehlan představuje jednu standardní dokumentační fotografii artefaktu. Fotografie byly pořízeny v několika sériích v horizontální i vertikální ose předmětu tak, aby bylo možné spočítat ve speciálním programu kompletní 3D model náušnice.

Fig. 42. The system of multi-image photogrammetry exemplified on a golden grape pendant earring. Each pyramid stands for one standard documentation photograph of the artefact. The photographs were taken in several series around the horizontal and vertical axes of the earring so that it enabled to calculate the complete 3D model of the artefact in a special program.



Obr. 43. Fotografování za pomoci automatizované točny, která je napojená na spoušť fotoaparátu. Pro dokumentaci běžného předmětu je potřeba 218 snímků, což je necelých 8 minut čistého fotografického času. Točna znamená výrazné urychlení a automatizaci celého procesu. Mnohem náročnější je nastavení vhodného osvětlení, usazení artefaktu, kontrola výsledných snímků a samozřejmě výpočet vlastního modelu, kdy je nutná zkušenost operátora a použití vhodné výpočetní techniky.

Fig. 43. Shooting with the use of an automated turntable connected to the camera shutter release. As many as 218 images are usually required to document an artefact, which takes just under 8 minutes. The use of a turntable has brought automation and a significant quickening to the process. Other aspects of the preparation of photogrammetry are more demanding, such as setting suitable lighting, positioning the artefact, examining the resulting images and, of course, calculating the model – this is where an experienced operator and suitable computing are necessary.

II.5.2 3D modely elitních šperků a oděvních součástí

Elitní šperky a oděvní součásti vyrobené ze zlata, stříbra a pozlacené slitiny mědi jsou atraktivními objekty pro laiky i odborníky. Jsou důležitými doklady sebereprezentace špiček velkomoravské společnosti a řemeslných kompetencí raně středověkých šperkařů. Podle detailní technologie jejich výroby, tvaru jednotlivých komponent nebo výrobních stop lze odvozovat jejich původ a distribuci v rámci společnosti. Předpokládá se, že byly důležitým nástrojem mocenské strategie obdarovávání mezi příslušníky vysokých společenských vrstev, kteří toto prestižní zboží distribuovali mezi své spojence.

Zároveň se jedná o drobné a křehké artefakty, jejichž prezentace i výzkum bez nutnosti manipulace se samotnými originály přispívá k jejich ochraně. Kvalitní 3D modely umožňují detailní vizualizaci šperků a dalších součástí oděvů, kterou ocení zájemci z řad široké veřejnosti i profesionální archeologové. Velkomoravské šperky a oděvní součásti pocházejí v naprosté většině z hrobového kontextu. Nejčastěji jsou vyráběny kombinováním klasických šperkařských metod v podobě tepaného plechu, filigránu a granulace, které v některých případech doplňují vložky ze skla a kamene, vzácně potom perly a email. Nejvíce zastoupeným velkomoravským šperkem, který byl vyhrazen ženám a dívkám, jsou náušnice. V hrobech se nacházejí často v párech nebo více kusech. Necelé jedno procento mikulčických hrobů obsahovalo alespoň jednu zlatou náušnici (**obr. 44**). Zcela významná velkomoravská ozdoba byly duté plechové kulovité závěsky označované jako gombíky. Menší kompaktní exempláře mohly sloužit jako oděvní spínadla, ale význam gombíků přesahoval do společenské sféry. Velké gombíky s tepanou výzdobou plnily úlohu statusového symbolu mužských i ženských elit (**obr. 45**). Typickou výbavou příslušníka velkomoravské elity byla rovněž zdobená opasková nákončí (**obr. 46**) a u mužů podkolenní vázání a ostruhy s upínacími přezkami (**obr. 47**).

II.5.2 3D models of elite jewellery and clothing accessories

Elite jewellery and clothing accessories made of gold, silver and gold-plated copper alloy are attractive to both the lay public and professionals. They are important documents of the self-presentation of the Great Moravian highest elite and the craftsmanship of the early medieval jewellery makers. Based on the details, technology, the shape of the components and the production marks, the origin and distribution of these artefacts within the society can be hypothesised. It is assumed that they were an important tool in a power strategy employed by the members of high social classes, which involved giving prestige goods as presents to one's allies.

The artefacts in question are small and fragile, and exhibiting and researching them without handling them contributes to their protection. Quality 3D models provide a detailed visualisation of jewellery and accessories, which is appreciated by the general public and professional archaeologists. A vast majority of Great Moravian jewellery and garment parts are grave finds. They were usually made using a combination of jewellery-making techniques, such as chasing, filigree and granulation and were sometimes complemented with glass and stone inserts, and also rarely with pearls and enamel. Earrings, the most numerous finds among Great Moravian jewellery, were worn by women and girls. Multiple pieces or pairs are often found in graves. Less than one per cent of the Mikulčice graves contained at least one gold earring (**Fig. 44**). The most typical Great Moravian embellishments were hollow spherical buttons made from sheet metal, called *gombíky* in Czech (*gombík* in singular). Smaller *gombíky* might have served as garment fasteners, however, their importance overlapped with the social sphere. Large *gombíky* with chased decorations played the role of a status symbol for both male and female members of the elite (**Fig. 45**). Among the typical equipment of a Great Moravian elite were also decorated strap ends (**Fig. 46**), calf straps and spurs with strap buckles that were used by men (**Fig. 47**).



Obr. 44. Hrozníčkové náušnice, které dostaly své pojmenování podle charakteristického granulovaného závěsku, jsou nejčastěji nacházeným typem honosných velkomoravských náušnic. Dvojice exemplářů z hrobu 1686, který byl objeven na pohřebišti v poloze Kostelisko v podhradí a patřil dospělé ženě, reprezentuje mimořádně kvalitně provedené kusy. Pro zhotovení originálního artefaktu byly použity čtyři gramy zlata, přes 10 centimetrů perlovaného drátu, více než 30 velkých a téměř 350 drobných makových granulí.

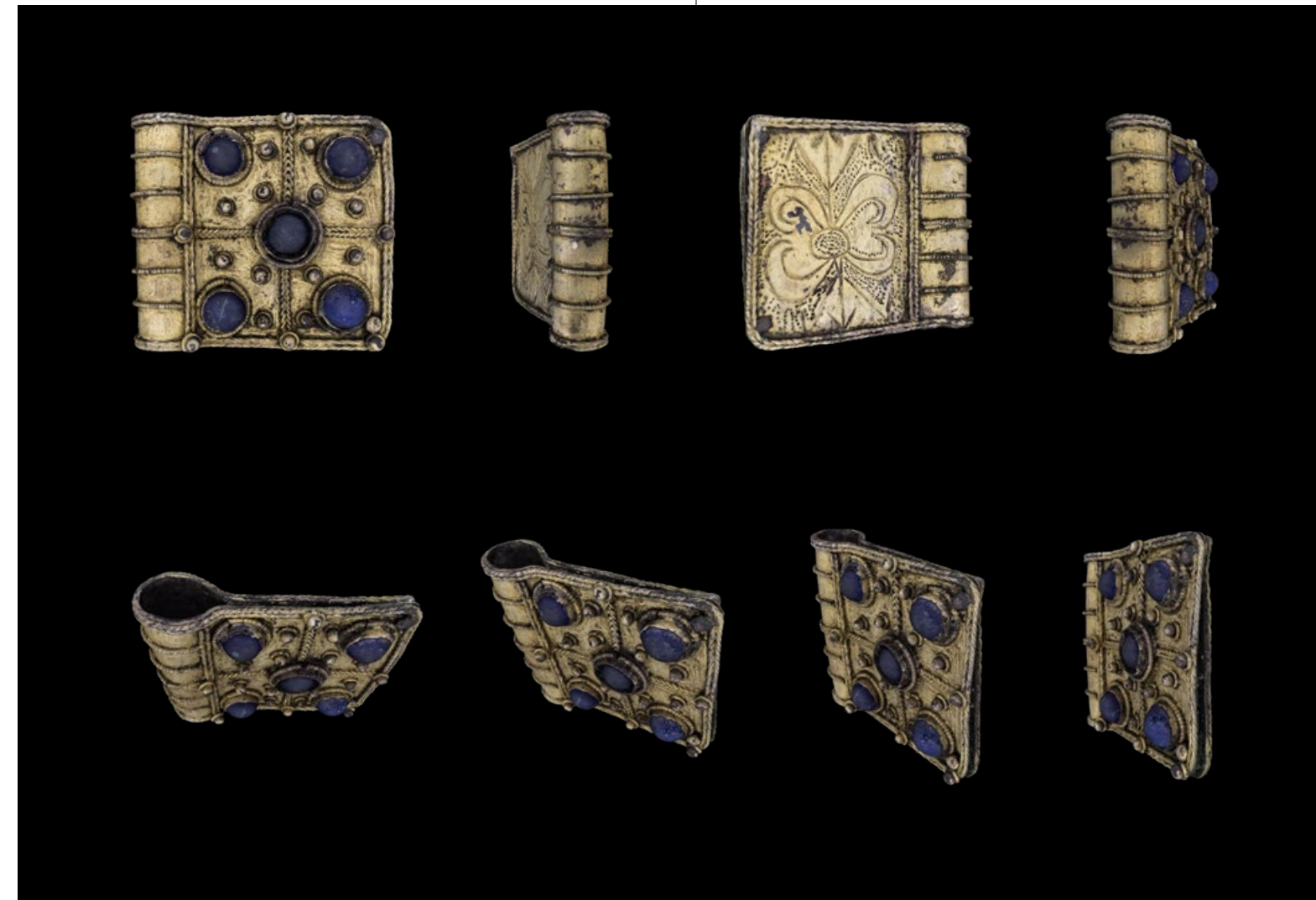
/ **Fig. 44.** Grape pendant earrings, which got their name after the characteristic granulated pendant, are the most frequently found type of Great Moravian earrings. A pair of grape pendant earrings from grave 1686 were discovered in the burial ground at the Kostelisko site in the suburbium. They are exceptionally well executed and belonged to an adult woman. Four grams of gold, more than 10 centimetres of beaded wire, and over 30 large and almost 350 small poppy granules were used to make the original artefact.





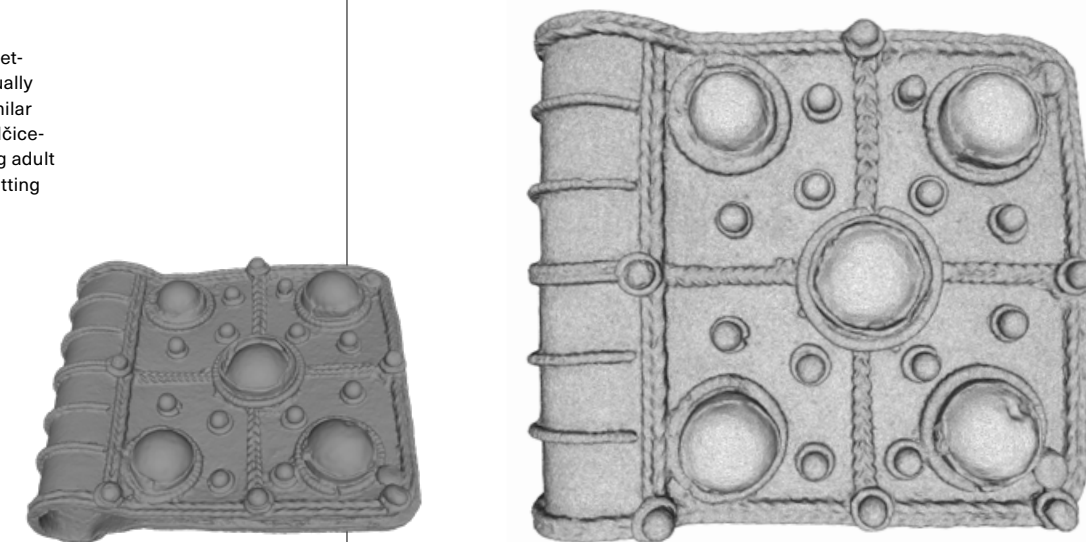
Obr. 45. Jeden ze dvou největších gombíků nalezených na lokalitě Mikulčice-Valy v hrobovém kontextu. Byla jimi ozdobena mladá žena pohřbená u 3. kostela v hrobě 216. Povrch gombíku zdobí motiv šesti rozet a modrých skel. Plášť gombíku byl v minulosti doplňován při restaurátorském zásahu. Originální artefakt přesahuje v průměru 4 centimetry, na výšku měří i s ouškem téměř 5 centimetrů.

/ **Fig. 45.** One of the two largest spherical hollow buttons (*gombíky* in Czech) found at Mikulčice-Valy in a grave context. They adorned a young woman buried at Church 3 in grave 216. The surface of the *gombík* is decorated with six rosettes and blue glass. In the past, the surface of the *gombík* was completed as part of a restorative intervention. The diameter of the original artefact exceeds 4 centimetres and the height, including the loop, is almost 5 centimetres.



Obr. 46. Jedno ze čtyř unikátních mikulčických plechových kování ve tvaru knihy, které se interpretuje jako opaskové nákončí. V hrobě mladého dospělého jedince neurčitelného pohlaví č. 1735 v mikulčickém podhradí na pohřebišti v poloze Kostelisko byly nalezeny hned tři podobné exempláře. Originální kování má výšku necelé 4 centimetry.

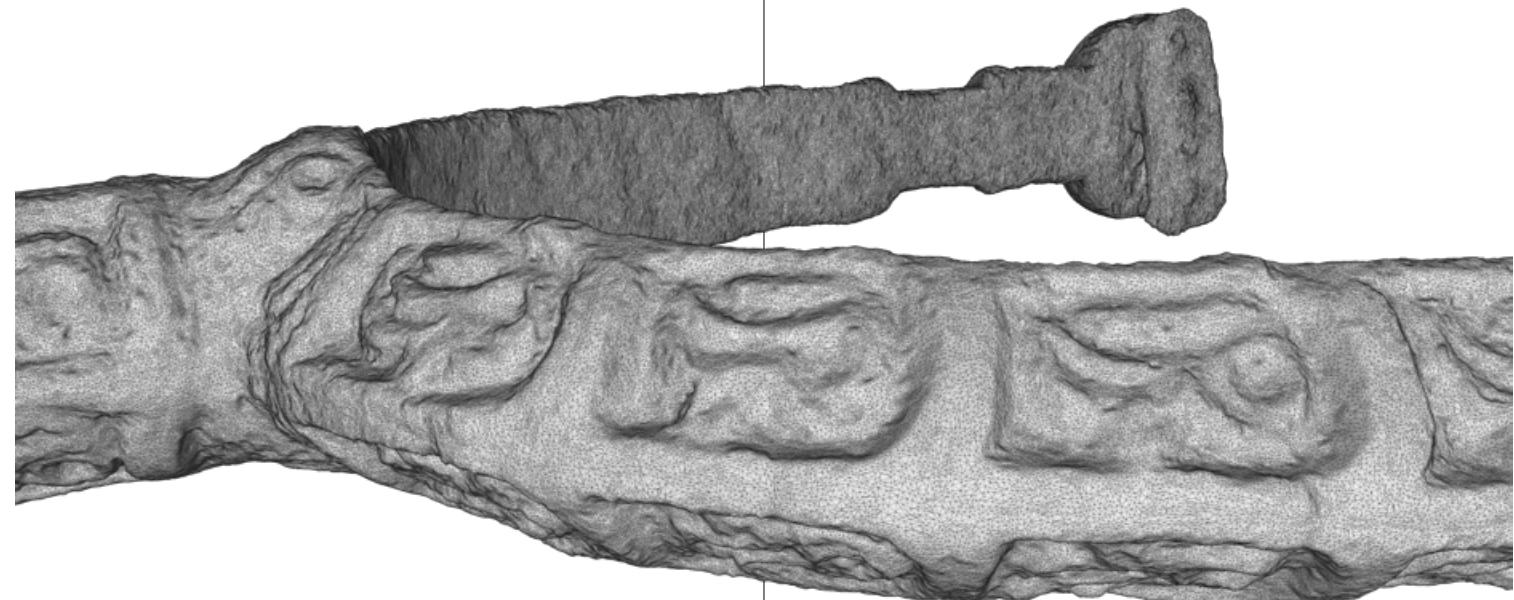
/ **Fig. 46.** One of four unique book-shaped sheet-metal fittings found at Mikulčice, which are usually interpreted as strap ends. As many as three similar examples were found in grave 1735 at the Mikulčice-Kostelisko site in the suburbium, where a young adult of undetermined sex was buried. The original fitting is almost 4 centimetres high.





Obr. 47. Ostruhy jsou symbolem mužských velkomoravských elit. Dvojice pozlacených litých exemplářů ze slitiny mědi s rostlinným ornamentem z hrobu dospělého muže 50/VI byla připínána přezkami s průvlečkami, které zdobily shodné vzory jako ostruhy. Jednotný výzdobný styl dodržovalo i opaskové kování honosného oděvu.

Fig. 47. Spurs symbolise male Great Moravian elites. A pair of gold-plated cast bronze spurs with a floral ornament from grave 50/VI, a burial of an adult male, were attached by buckles with sliders decorated with the same ornaments as the spurs. A uniform decorative style was also found on the belt fitting of the luxury garment.



Ne všechny archeologické artefakty lze převést do podoby 3D modelů pomocí standardní metodiky vícesnímkové fotogrammetrie. Mezi obtížně dokumentovatelné předměty patří například hladké gombíky s lesklým povrchem, nákončí s průsvitnými skleněnými vložkami a konstrukčně složité náušnice – košíčkové tvary vyrobené z jemných drátků nebo křehké náušnice s pohyblivými závěsnými řetízky. Dokumentaci těchto artefaktů je nutné řešit individuálně a zkusit specifické postupy, tak aby se zdařilo vytvořit jejich věrný obraz. V některých případech lze naopak fotodokumentaci realizovat bez problémů, ale je vhodné pro optimální vizualizaci obrazu přistoupit ke specifickým výpočetním postupům a pokročilemu zobrazování detailů.

II.6.1 Sklo, složité tvary a pohyblivé řetízky

Mezi vlastnosti artefaktů, které vedou k obtížím s tvorbou jejich 3D modelů, patří lesklý nebo průsvitný povrch, komplikovaná jemná struktura, pohyblivé komponenty nebo výrazná osová disproportion povrchu.

V případě lesklých a průsvitných povrchů bylo zapotřebí pracovat obezřetně se světlem a hlídat zaostření fotografií. Za normálních okolností se taková situace řeší zmatněním povrchu pomocí nejrůznějších barev a prášků. To je však postup, který je v případě vzácných historických artefaktů nepřijatelný. Kde nelze upravit podobu povrchu předmětu fyzicky, tam pomůže matematika a optika. I ty nejproblematictější povrchy je možné řešit vhodným způsobem nasvícení scény, případně cíleným filtrováním vlnové délky osvětlení. Předměty reagují na různé vlnové délky světla, kterému jsou vystaveny, odlišně. Toho lze dobře využít při měřické dokumentaci problematických povrchů, jakým je například almandin vsazený do zlaté relikviářové ozdoby s perlami (**obr. 48**).

Některé artefakty, jako například náušnice s deseti košíčky, bylo obtížné zdokumentovat ze všech úhlů tak, aby byl patrný každý detail – v tomto případě filigránní drát – ze všech stran. Zároveň musela být dodržena vhodná hloubka ostroty, aby byl výsledný model dostatečně ostrý ve všech detailech (**obr. 49**).

Výzvy mohou vyvstat i při výpočetní fázi. Týká se to standardně artefaktů, které mají v jedné ose výrazně menší rozměr než ve zbývajících

Not all archaeological artefacts can be converted into 3D models using a standard multi-image photogrammetry. These include spherical hollow buttons with smooth and glossy surfaces, strap-ends with translucent glass inserts and structurally complicated earrings – basket beads made from fine wire or fragile earrings with movable chain pendants. These artefacts must be addressed individually, and specific procedures must be tested to produce a realistic image. In some cases, photodocumentation is easy, but still, the optimum image is achieved using specialised computation procedures and advanced imaging of details.

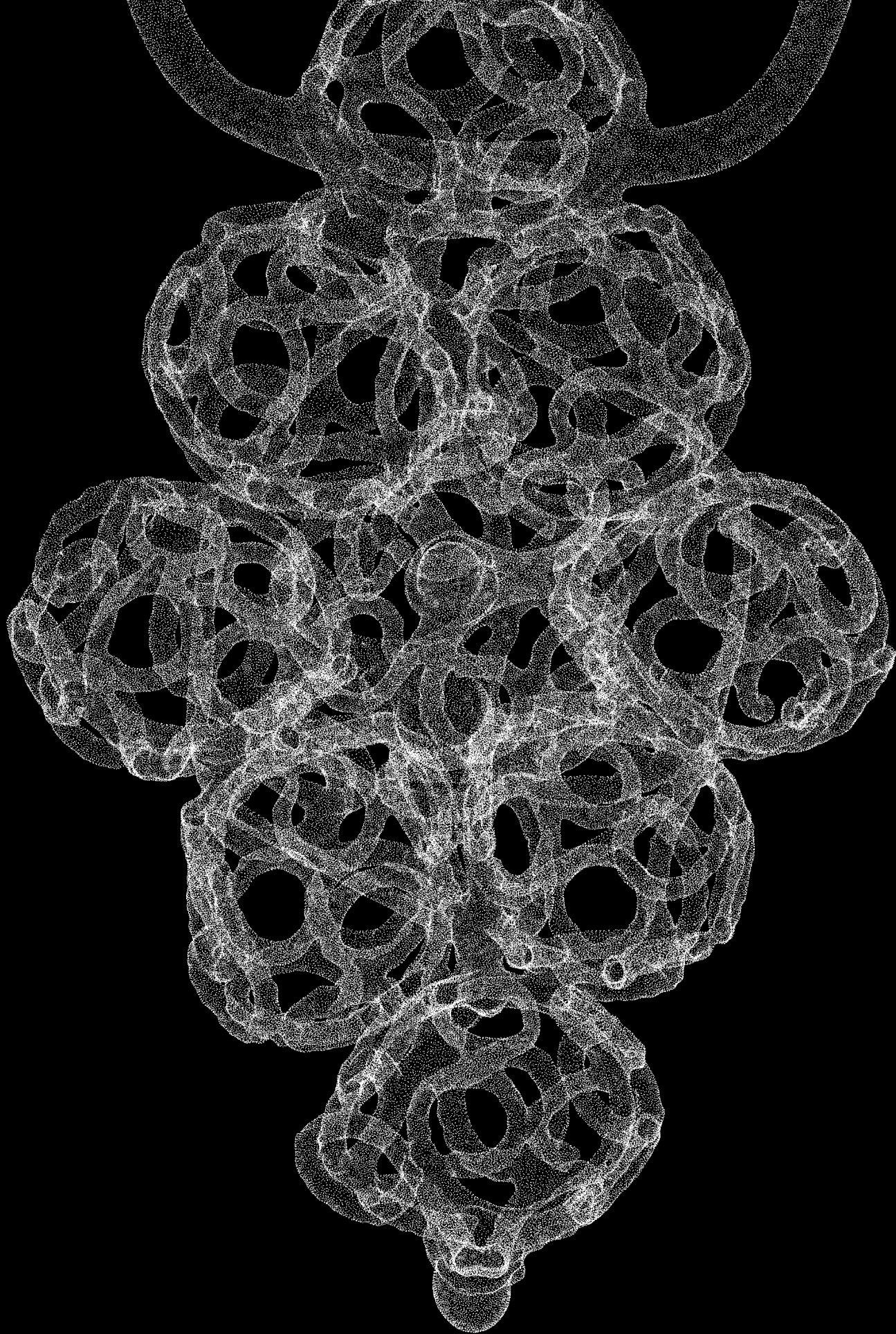
II.6.1 Glass, complex shapes and movable chains

Among the features that can cause difficulties in 3D modelling are glossy or translucent surfaces, complicated fine structures, movable components, or significant axial disproportion of the surface.

When photographing glossy and translucent surfaces, it was necessary to work carefully with light and focus. Under normal circumstances, such a situation is solved by making the surface matte using a variety of colours and powders. However, such solutions are unacceptable when treating rare historical artefacts. If a surface cannot be modified physically, mathematics and optics are used to help. Even the most problematic surfaces can be imaged with the help of suitable lighting of the scene or by targeted filtering of the light's wavelength. Different light wavelengths make artefacts react differently, which is something that can be taken advantage of and used in the documentation of problematic surfaces. This can be used when measuring problematic surfaces, such as almandine embedded in a gold reliquary adornment with pearls (**Fig. 48**).

Some artefacts – such as earrings with ten basket beads – were difficult to document from all angles to achieve good visibility of every detail from all sides – in this case, the filigree wire. At the same time, a suitable depth of field had to be achieved to ensure that the resulting model and all its details were sharp (**Fig. 49**).

Challenges can also arise in the computing phase. This usually applies to artefacts that have one axis significantly smaller than the other two, for instance, coins. The procedure included creating separate digital





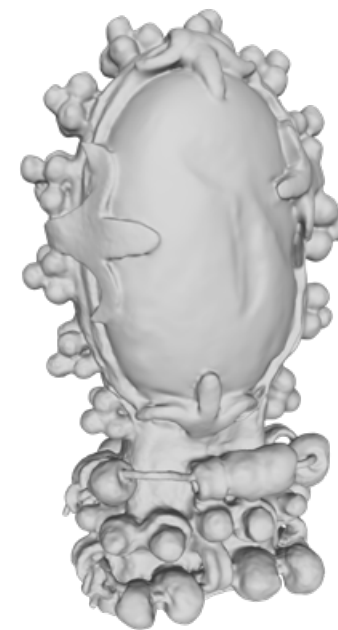
Obr. 48. Zlatá ozdoba se vsazeným průsvitným almandinem a perlami. Pravděpodobný import z byzantských šperkařských dílen byl objeven v blízkosti hrobu 554 u 3. kostela v Mikulčicích.

/ **Fig. 48.** Gold adornment with embadded translucent almandine and pearls. This was likely an import from the Byzantine jewellery workshops, it was discovered near grave 554 near Church 3 in Mikulčice.



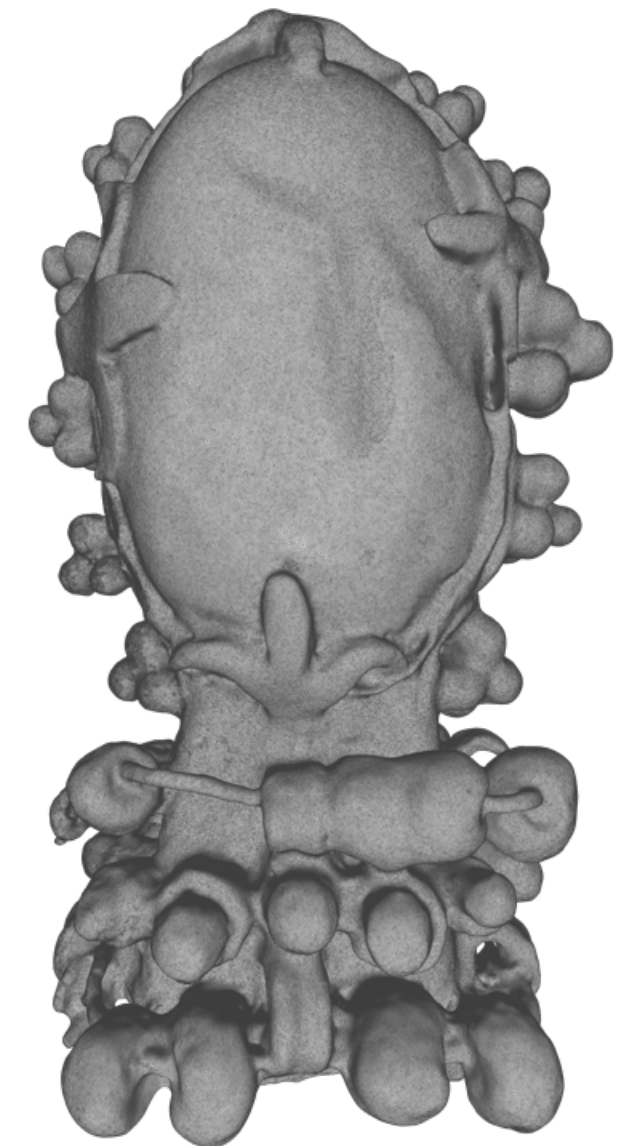
dvou. Jako příklad lze uvést mince. Pracovní postup zahrnoval vytvoření samostatných digitálních modelů pro obě strany mince. Průřezovou fotogrammetrií se podařilo modely složit v jeden celek (**obr. 50**).

Největší úkol představovalo zpracování artefaktů s pohyblivými komponenty, konkrétně šlo o řetízkové náušnice. Při každém pohybu točny se volně visící řetízky rozvíbrovaly, spojovací body se tím posunuly, a tak výpočet modelu nebylo možné provést. Jako nevhodné se ukázalo i obcházení točny s fotoaparát v ruce, které rovněž způsobovalo nežádoucí proudění vzduchu a pohyb jemných závěsků náušnic. Nakonec fungovalo přizpůsobení polohy předmětu tak, aby byly pohyblivé komponenty stabilizovány. Finální digitální kopie artefaktu se tak ve skutečnosti skládá z několika spojených modelů jeho různých částí (**obr. 51**).



models for both sides and then putting them together using intersection photogrammetry (**Fig. 50**).

The greatest challenge was posed by artefacts with movable components, namely chain earrings. Each time the turntable moved, the loosely hanging chains vibrated, thus shifting the connecting points and rendering the model calculation impossible. Another solution that proved inefficient was to walk around the turntable with a hand-held camera as this caused unwanted airflow and movement of the fine earring pendants. What finally worked was adjusting the artefacts in such a way that the movable components were stable. The final digital copy of an artefact thus consists of several connected models of its various parts (**Fig. 51**).





Obr. 49. Zlatá náušnice s deseti košíčky. Nalezena byla v ženském hrobě 250 u 3. kostela v Mikulčicích. V rámci dokumentace vzniklo 514 metrických snímků, výsledný model byl nakonec vytvořen zkombinováním 284 vhodných záběrů.

/ **Fig. 49.** Gold earrings with ten basket beads discovered in female grave 250 near Church 3 in Mikulčice. A total of 514 metric images were created as part of the documentation, from which 284 that were suitable were combined into the model.



Obr. 50. Zlatý byzantský solidus císaře Michaela III. Mince byla nalezena v hrobě 480 u 3. kostela v Mikulčicích. Jedná se o unikátní nález byzantské mince v kontextu velkomoravských lokalit. 3D model vznikl sestavením dvou samostatných modelů na základě odečtení šesti identických bodů propojujících obě strany mince.

/ **Fig. 50.** Gold solidus of Byzantine Emperor Michael III. This coin was found in grave 480 near Church 3 in Mikulčice. In the context of Great Moravian sites, it is a unique discovery. The 3D model was created by combining two separate models by deducting six identical points that connected the two sides of the coin.





Obr. 51. Stříbrná náušnice s řetízkou. Pochází pravděpodobně z rozrušeného hrobu v areálu pohřebiště kolem 3. kostela. Pro dokumentaci pohyblivých řetízků jsme rozložili náušnici na pevnou podložku a nafotili jsme takto ukotvený artefakt z obou stran a více úhlů.

/ **Fig. 51.** Silver earring with chains, which most probably comes from a disturbed grave on the burial site around Church 3 in Mikulčice. To document the movable chains, we spread the earring on a solid surface and took photos of the artefact from both sides and multiple angles.



Obr. 52. Parohový hrací žeton nalezený v kontextu dětského hrobu 251 u 3. kostela v Mikulčicích. Obtížně čitelnou animální kompozici vyrytou na jedné straně artefaktu je možné zvýraznit pomocí správně nastavených virtuálních zdrojů světla.

/ **Fig. 52.** An antler game token found in the context of child's grave 251 near Church 3 in Mikulčice. There is an animal arrangement engraved on one side of the artefact, which is difficult to read but can be accentuated using correctly adjusted virtual sources of light.



II.6.2 Pokročilé zobrazování detailů

Vedle optimálních dokumentačních podmínek existují i další metody, jak vizualizovat předmět tak, aby byly co nejlépe vidět všechny detaily. Ve virtuálním světě můžeme povrchu zájmového objektu přiřazovat nejrůznější vlastnosti, které originál ve skutečnosti nemá. Různou obměnou virtuálních zdrojů světla a definováním toho, jak má povrch předmětu na světlo reagovat, lze například zvýraznit morfologii a strukturu zkoumaného artefaktu. V digitálním světě tak lze studovat nejrůznější plastické změny na povrchu, které nejsou za běžných světelných podmínek na originálu patrné (**obr. 52**).

II.6.2 Advanced imaging of details

In addition to optimum documentation conditions, there are other ways of creating a visualisation of an artefact so that all the details are visible in the best possible quality. In the virtual world, it is possible to assign the surface of the artefact properties that the original does not actually have. By changing virtual light sources and defining the reaction of a surface to light, one can accentuate the morphology and structure of an examined artefact. In other words, the digital world enables us to study various structural surface changes, which cannot be observed in normal light conditions (**Fig. 52**).



Obr. 52. Parohový hrací žeton nalezený v kontextu dětského hrobu 251 u 3. kostela v Mikulčicích. Obtížně čitelnou animální kompozici vyrytou na jedné straně artefaktu je možné zvýraznit pomocí správně nastavených virtuálních zdrojů světla.

/ **Fig. 52.** An antler game token found in the context of child's grave 251 near Church 3 in Mikulčice. There is an animal arrangement engraved on one side of the artefact, which is difficult to read but can be accentuated using correctly adjusted virtual sources of light.



3D dokumentace archeologických artefaktů zefektivňuje jejich detailní výzkum a chrání originály, ale někdy je vhodné posunout výslednou vizualizaci ještě dále. Týká se to artefaktů, u kterých je v rámci výzkumu důležité vidět jejich povrch v celistvosti. Jde o předměty s celoplošnou a komplikovanou výzdobou, jakými jsou ve velkomoravském prostředí gombíky s tepanou výzdobou. Prohlídku celého povrchu gombíku umožňuje rozvinutí jeho pláště.

11.7.1

Kartografická projekce v archeologii

S měřicky přesným rozvinutím povrchu kulovitého tělesa má největší zkušenosti obor kartografie, kde stojí v popředí zájmu jiný objekt – planeta Země. A právě v tomto oboru jsme se inspirovali. Kulovitým tvarem je planeta velmi podobná charakteristickým velkomoravským ozdobám – gombíkům. Gombíky jsou plechové duté artefakty pájené ze dvou polokoulí, opatřené ouškem a povrchovou výzdobou. Exempláře s tepanou výzdobou dosahují často značných rozměrů (zpravidla 3 až 5 centimetrů v průměru). Nacházejí se v hrobech nejčastěji v párech a byly aplikovány na oděv v oblasti klíčních kostí. Sloužily velkomoravské elitě jako symboly jejího vysokého společenského statusu.

Zkusili jsme pláště gombíků rozvinout pomocí kartografických metod, konkrétně prostřednictvím azimutálního zobrazení, s použitím náhradního válcovitého tělesa a díky polyedrickému rozdělení jejich povrchu do klínů nebo pásem (**obr. 53**). Každá metoda má své výhody a nevýhody. Pro výzkum pravidelnosti a bezchybnosti výzdoby jsme vybrali jako optimální Marinovo zobrazení (tzv. ekvidistální válcovou projekci), při kterém jsou od sebe stejně vzdáleny hypotetické poledníky i rovnoběžky rozvinuté do úseček. Nejvíce odpovídá tato projekce skutečnosti ve středové vodorovné části kolem pomyslného rovníku, tedy v místech, kde se na gombících zpravidla nachází hlavní výzdobný pás. Směrem k „pólům“ se zvyšuje zkreslení. Pro vizualizaci závěsného ouška a protilehlého „pólu“ používáme doplňkově azimutální zobrazení.

3D documentation of archaeological artefacts makes their detailed study more effective and protects the originals, but sometimes it is convenient to take the visualisation process further. This applies to artefacts where the research requires that their surface is seen in its entirety. These include artefacts with complicated decoration on an entire surface, such as Great Moravian spherical hollow buttons (*gombíky* in Czech) with chased decoration. The study of an entire spherical hollow button is thus enabled by unfolding its surface.

11.7.1

Cartographic projection in archaeology

Cartography provides the most experience in the survey-precise unfolding of spherical surfaces, the focus of which is yet another sphere – the planet Earth. This is where we drew inspiration from. The spherical shape of planet Earth is similar to the characteristic shape of the Great Moravian spherical hollow buttons, called *gombíky* (*gombík* in singular). *Gombíky* are hollow metal artefacts soldered from two hemispheres with surface decoration and a loop attached. Specimens with chased decoration are often quite large – usually 3 to 5 centimetres in diameter. They are found in graves, chiefly in pairs, positioned around the clavicles. They served the Great Moravian elite as symbols of high social status.

We unfolded the surfaces of the *gombíky* using the cartographic methods of azimuthal projection, cylindrical projection and the polyhedral division of the surface into zones or gores (**Fig. 53**). Each method has its advantages and disadvantages. To assess the regularity and flawlessness of the decoration, we chose Marinus' projection (equirectangular projection), which maps meridians to vertical straight lines of constant spacing, and circles of latitude to horizontal straight lines of constant spacing. This projection is the closest to reality in the central horizontal part around the notional equator, which is in the places where the main decorative strip can usually be found on the artefacts. The distortion rises towards the poles. This is why we additionally visualise the hanging loop of the *gombík* and the opposite pole using azimuthal projection.



(a)

Obr. 53. Rozvinutí pláště gombíků s pomocí kartografických metod. Projekci na válcovité těleso, při které dochází ke zkreslení různých částí povrchu, zastupuje Mercatorovo (a) a Marinovo zobrazení (b). Nezkreslující metodou jsou polyedrická rozdělení povrchu na klíny nebo pásy (Sphere Zone Method – c, Sphere Gore Method – d), ale při tomto znázornění zase zaniká komplexní zobrazení výzdobného ornamentu. Azimutální pohled (e) představuje výseč artefaktu na jeho hypotetických „pólech“.



(b)

Fig. 53. Unfolding the surface of the spherical hollow button using cartographic methods. Cylindrical projection, which distorts some parts of the surface, is represented by the Mercator (a) and Marinus' (b) projections. Polyhedric surface division into segments or bands does not distort the image (Sphere Zone Method – c, Sphere Gore Method – d) but neither does it provide a complex depiction of the decorative ornament. The azimuthal projection (e) displays a slice of the artefact at its hypothetical poles.



(c)



(d)



(e)

II.7.2 Rozvinutí pláště gombíků

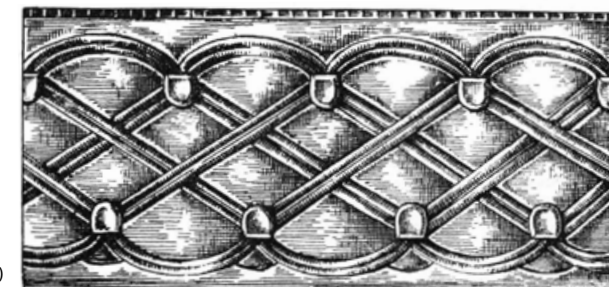
Rozvinutí pláště gombíků je metoda známá už od 50. let 20. století, kdy se používala idealizovaná schématická kresba výzdoby. Výzkum gombíků založený na srovnání individuálních detailů ale umožnilo až použití fotogrammetrické dokumentace. Metoda rozvinutí 3D modelů gombíků slouží k bližšímu poznání výrobního procesu a k odhalení chyb či nepřesností tepané výzdoby (**obr. 54, 55**). Řemeslná kvalita gombíku jako symbolu velkomoravských elit je přitom velmi důležitá pro ověřování socioekonomických modelů a chronologických otázek.

Metodu dále používáme při rozhodování, zda gombíky se shodnou tepanou výzdobou nalezené v různých hrobech v rámci mikulčické aglomerace pocházejí z jedné původní dvojice šperku. Doposud jsme testovali pět potenciálních párů gombíků nalezených v osmi hrobech na šesti pohřebištích odkrývaných postupně od roku 1957 do roku 2004 v rámci aglomerace Mikulčice–Kopčany. U tří zkoumaných párů se lze důvodně domnívat, že mohlo jít o současně a záměrně vyrobenou dvojici, uloženou ale následně do různých hrobů. Další dvojice vykazují obdobný ornament, ale výrazné rozdíly v kvalitě a jeho detailním provedení, a nelze je tedy označit za společně záměrně vyrobenou dvojici (**obr. 56**).

II.7.2 Unfolding the surface of *gombíky*

The unfolding of the spherical hollow button's surfaces is a method known since the 1950s when an idealised schematic drawing of the decoration was used. However, a study of *gombíky* based on comparing individual details was only possible due to photogrammetric documentation. This method serves for a closer understanding of the production process and the detection of flaws or inaccuracies in the chased decoration (**Fig. 54, 55**). The assessment of craftsmanship in *gombíky*, the symbols of Great Moravian elites, is crucial for the verification of socioeconomic models and chronological issues.

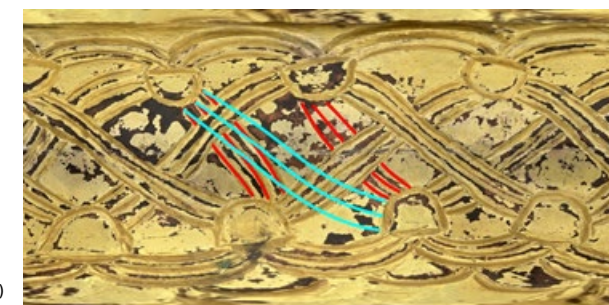
We also use this method to decide whether spherical hollow buttons with identical chased decoration found in different graves within the Mikulčice agglomeration belonged to the same pair. To date, we have tested five potential pairs of *gombíky*, which were found in eight graves at six burial grounds in Mikulčice and Kopčany that were excavated from 1957 to 2004. Three of the examined pairs can be reasonably assumed to have been manufactured contemporaneously and intentionally as a pair, which was later deposited in different graves. Although other pairs contain similar ornament, there are significant differences between the quality and detailing and thus they cannot be described as contemporaneously and intentionally manufactured pairs (**Fig. 56**).



(a)



(b)



(c)

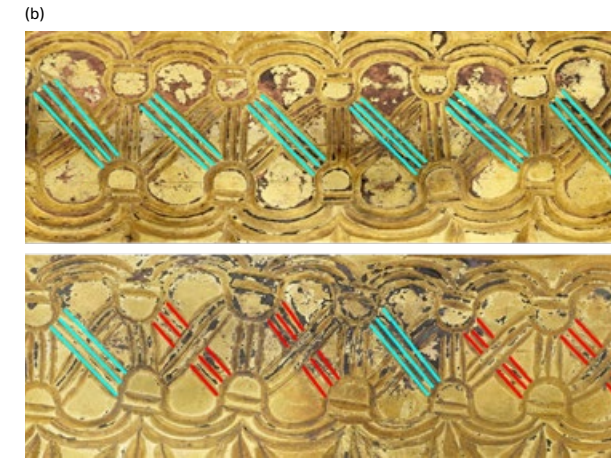
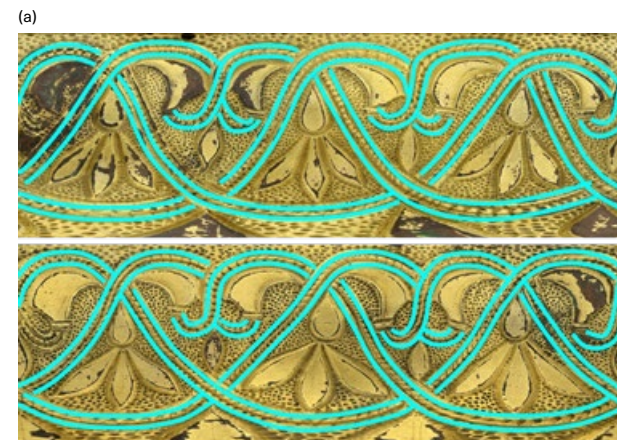
Obr. 54. Gombík z pozlacené slitiny mědi s geometrickým ornamentem. Pochází z hrobu 42/VI u 6. kostela. Mezi schématickou kresbou ze 70. let 20. století a rozvinutím pláště 3D je vidět markantní rozdíl. Teprve po rozvinutí 3D modelu byly odhaleny dvě chyby ve výzdobě, které při běžném pozorování nebyly patrné a ani schématická kresba je nezachycuje. První chybou je špatné rozvržení povrchu, druhou chybou je jemnější zahloubení jednoho ze svazků rýh.

Fig. 54. *Gombík* made of gold-plated copper alloy with geometric ornament, which comes from grave 42/VI near Church 6. There is a significant difference between the 1970s schematic drawing and the model based on surface unfolding. Only after unfolding the 3D model was it possible to discover two decoration flaws, which were not normally visible and went unrecorded on a schematic drawing. The first is the poor layout and the second is the shallowness of one of the groups of parallel lines.



Obr. 55. Stříbrný gombík s tepaným rostlinným ornamentem, který byl objeven v hrobě 343 u 3. kostela. Na povrchu artefaktu jsou dobře patrné výrobní stopy. Jedná se o vyryté linie, kterými si šperkař rozvrhl výzdobu předtím, než ji začal tepat. Rozvinutí pláště posloužilo k výzkumu přesnosti rozvržení výrobních stop.

Fig. 55. Silver *gombík* with a chased plant ornament, which was discovered in grave 343 near Church 3. The surface bears production marks. These are lines engraved on the surface that helped the jewellery-maker to divide the surface before chasing. The unfolding of the surface of the *gombík* helped us to study the accuracy of the layout of the production marks.



Obr. 56. Příklad pravděpodobně rozděleného původního páru gombíků versus příklad dvojice gombíků s obdobným ornamentem, které k sobě ale nikdy nepatřily. Rozdělený pár (a) představují pravděpodobně gombíky nalezené v hrobě 420b u 2. kostela (objevený v roce 1958) a v hrobě 550 u 3. kostela (objevený v roce 1957), které od sebe byly vzdáleny 100 metrů. Rozvinutí pláště 3D modelů i následná výrobně-technologická analýza prokázaly, že byly vyrobeny shodným způsobem. Naopak podobné artefakty z hrobu 42/VI u 6. kostela (objevený v roce 1960) a z hrobu 3 u kostela sv. Margity na území slovenských Kopčan (objevený v roce 2004), které byly od sebe vzdáleny 1 595 metrů, nevykazují obdobný charakter zpracování (b). Gombík nalezený u 6. kostela má precizněji rozvrženou výzdobu, jemnější stopy po nástrojích a ornament dodržuje pravidelný rytmus střídání linií. Na gombíku od kostela sv. Margity je výzdoba méně pravidelná s porušeným střídáním rytých linií a artefakt byl vyroben nástrojem s širší pracovní stopou.

Fig. 56. An example of a probably divided pair of buttons versus an example of two buttons with a similar ornament which never belonged together. The divided pair (a) consists probably of a *gombík* found in grave 420b near Church 2 (discovered in 1958) and another that was found in grave 550 near Church 3 (discovered in 1957), which were 100 metres apart. The unfolding the surface of 3D model and analysis of the technology and production process has shown that they were produced identically. On the other hand, the artefact from grave 42/VI near Church 6 (discovered in 1960) and the one from grave 3 near the Church of St Margaret in Kopčany, Slovakia (discovered in 2004), which were 1,595 metres apart, do not show any similarities in the way they were produced (b). The decoration on the *gombík* found near Church 6 is more precisely laid out, has finer traces of tools and the ornament follows a regular rhythm of changing lines, while the decoration on the *gombík* found near the Church of St Margaret is less regular, has a broken pattern of alternating engraved lines and was made with a tool with a wider tip.

výstava

- II.1 Velkomoravské Mikulčice virtuálně. Nové pohledy otevírají prostor novým objevům / Great Moravian Mikulčice virtually. A new perspective enables new discoveries**
Poláček 2014b; Poláček 2014c; Poláček 2016; Poláček 2018b;
Poláček et al. 2021a
- II.2 Kvalitní dokumentace jako záruka uchování výzkumných dat / Professional documentation – A guarantee of preserving research data**
Hladík, Mazuch, Poláček 2019; Mazuch, Hladík 2020; Poláček 2014a;
Poláček 2014d; Poláček et al. 2021a; Šindelář et al. 2020
- II.3 Vizualizace zaniklých staveb / Visualisation of derelict buildings**
Konečný 1978; Konečný sest. 2009; Pojsl 2014; Poláček 2014a;
Poláček 2014d; Poláček et al. 2021a; Poulík 1963; Poulík 1975;
Pošmourný 1965; Pošmourný 1971
- II.4 Atraktivní prezentace jako podstatná součást vědy / Attractive presentation as an essential part of science**
Březinová 2020; Gordon 2017; Hošek, Košta, Žakovský 2019; Krupičková 2022;
Krupičková, Ottenwelter, Poláček v tisku / in press; Kouřil ed. 2014a;
Kouřil ed. 2014b
- II.5 Význam 3D artefaktů: atraktivita, ochrana i věda / The importance of 3D artefacts: Attractiveness, protection and science**
Kouřil ed. 2014a; Kouřil ed. 2014b; Šindelář, Poláček, Krupičková 2019
- II.6 Obtížně dokumentovatelné artefakty / Artefacts that are difficult to document**
Kouřil ed. 2014a; Kouřil ed. 2014b; Šindelář, Poláček, Krupičková 2019
- II.7 3D modely ve službách vědy / 3D models in the service of science**
Krupičková 2020; Krupičková 2022

exhibition

**VELKOMORAVSKÉ MIKULČICE
VIRTUÁLNĚ**

NOVÉ POHLEDY OTEVÍRAJÍ PROSTOR NOVÝM OBJEVŮM

VÝZKUMNÁ ZÁKLADNA ARÚB / MIKULČICE-TRAPÍKOV
25. 8. – 31. 10. 2022

Výstava je jedním z výstupů projektu Virtuální vědecký model velkomoravských Mikulčic jako systém interaktivní dokumentace, prezentace a archivace dlouholetého systematického archeologického výzkumu, financovaného Ministerstvem kultury v rámci programu NAKI II (DG18P020VV029).

Realizaci výstavy podpořila Akademie věd České republiky

V M VIRTUÁLNÍ VEDECKÝ MODEL
VELKOMORAVSKÝCH MIKULČIC

ARÚB Archeologický ústav
AV ČR, Brno

MINISTERSTVO
KULTURY

A Akademie věd
České republiky

SLOVANSKÉ
HRADIŠTĚ
V MIKULČICÍCH

**VÝSTAVA
VELKOMORAVSKÉ MIKULČICE VIRTUÁLNĚ**

Místo a doba trvání: Výzkumná základna Archeologického ústavu AV ČR, Brno, Mikulčice-Trapíkov, 25. 8. – 31. 10. 2022 (první instalace)
Autoři výstavy: Lumír Poláček, Jiří Šindelář, Šárka Krupičková
Architektka a autorka grafického řešení: Barbora Tesařová
Realizace a stavba: Expogon
Autor fotografií: Matouš Bárta

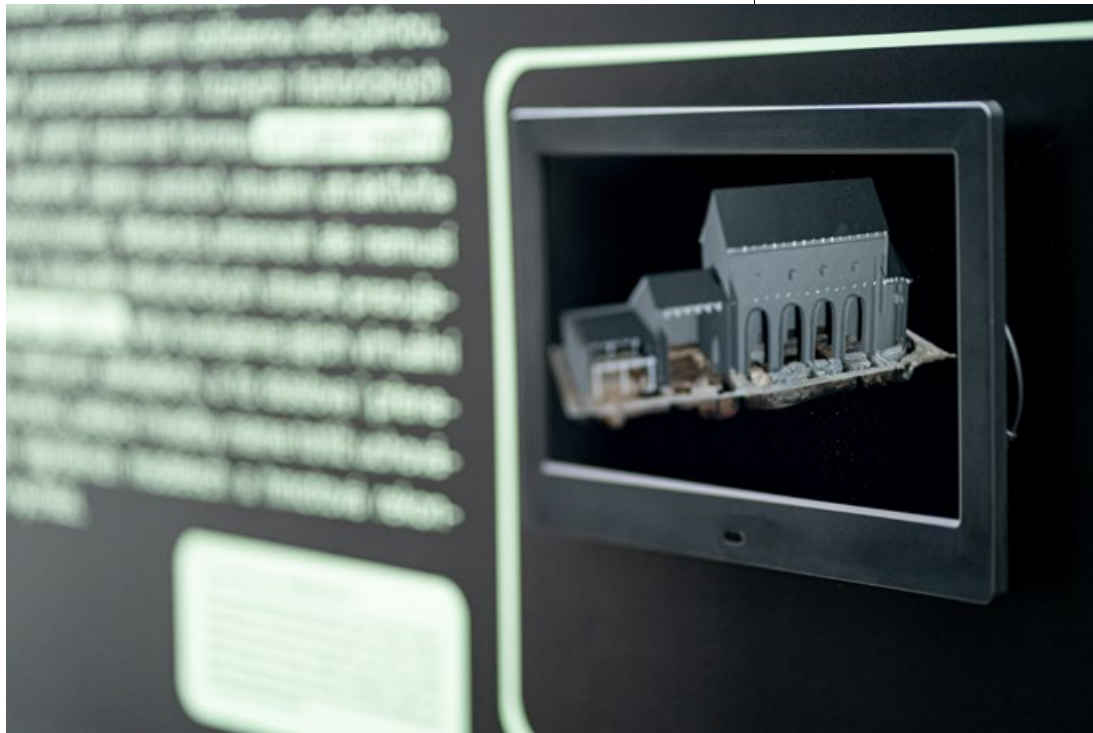
Výstava byla koncipovaná jako sedm samostatných boxů, představujících postupně lokalitu, terénní výzkum, a vybrané elitní hrobové nálezy, zejména šperky a oděvní součásti.

**EXHIBITION
GREAT MORAVIAN MIKULČICE VIRTUALLY**

Location and duration: Research Base of the Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology, Brno, in Mikulčice-Trapíkov, 25th August – 31st October 2022 (the first installation)
Authors of the exhibition: Lumír Poláček, Jiří Šindelář, Šárka Krupičková
Architect and graphic designer: Barbora Tesařová
Execution and construction: Expogon
Photographer: Matouš Bárta

The conception of the exhibition consisted of seven separate boxes, representing consecutively the site, excavations and selected elite grave finds, especially jewellery and clothing components.

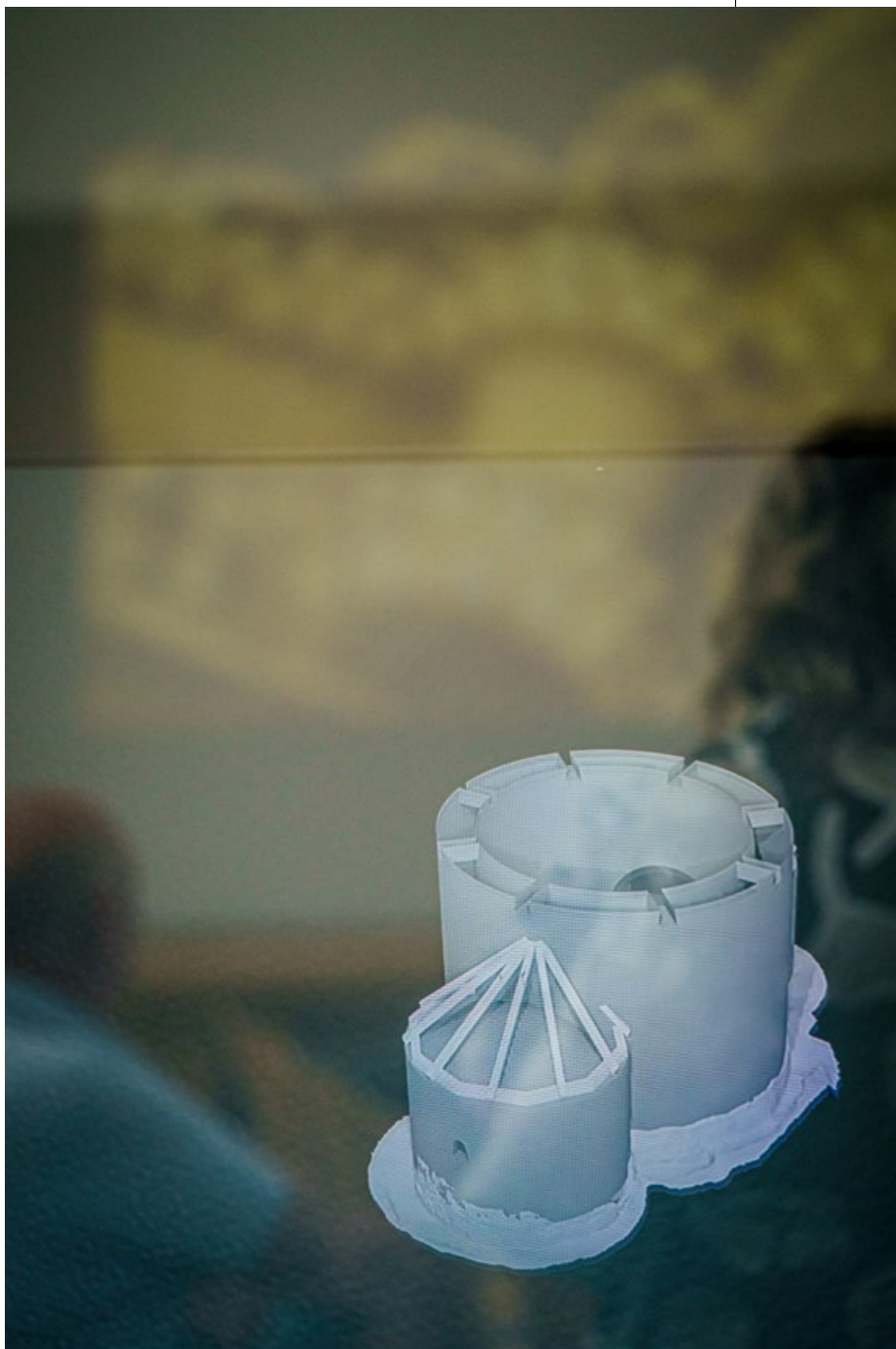




Informace v boxech nesla tištěná grafika, ale byly rovněž názorně komunikovány prostřednictvím videorámečků a obrazovek umístěných uvnitř boxů. Stavby i artefakty byly vizualizovány formou 3D modelů a animací.

The information in the boxes was given on printed graphics and also communicated through tablets and screens placed inside the boxes. Buildings and artefacts were visualised in the form of 3D models and animations.



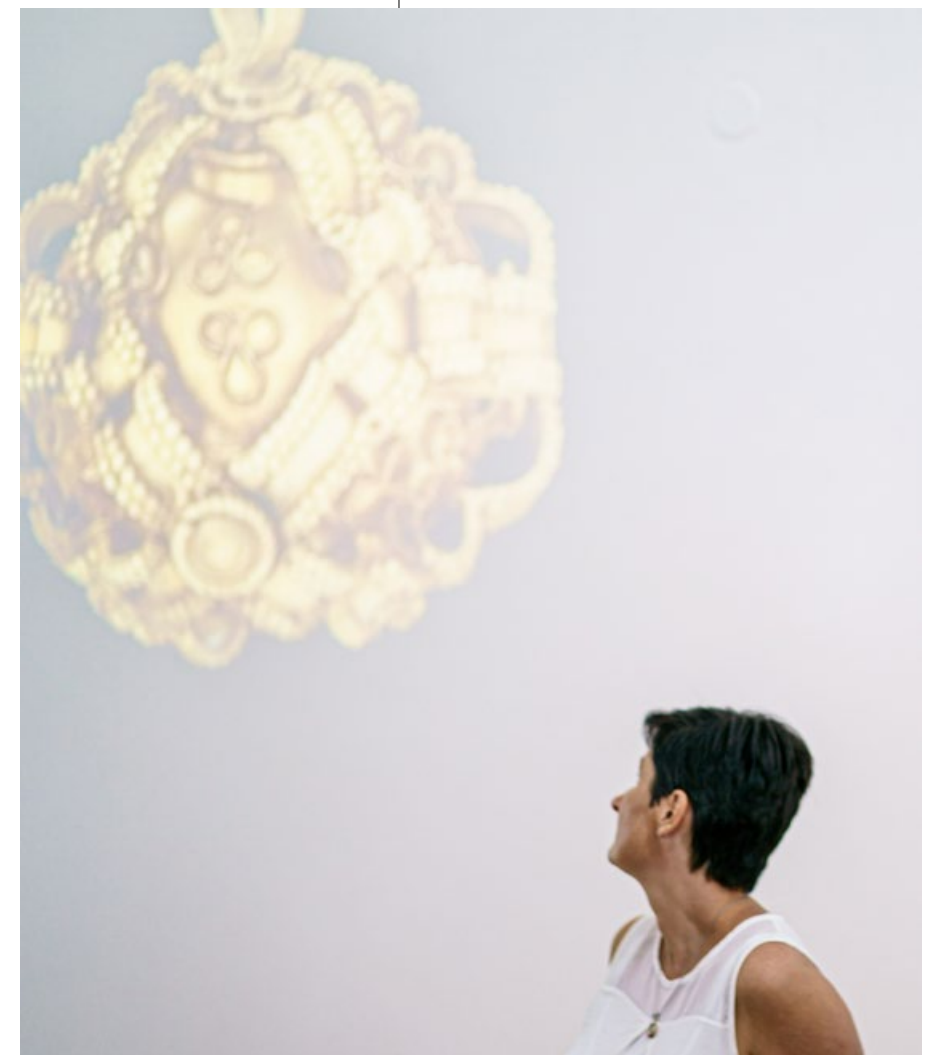
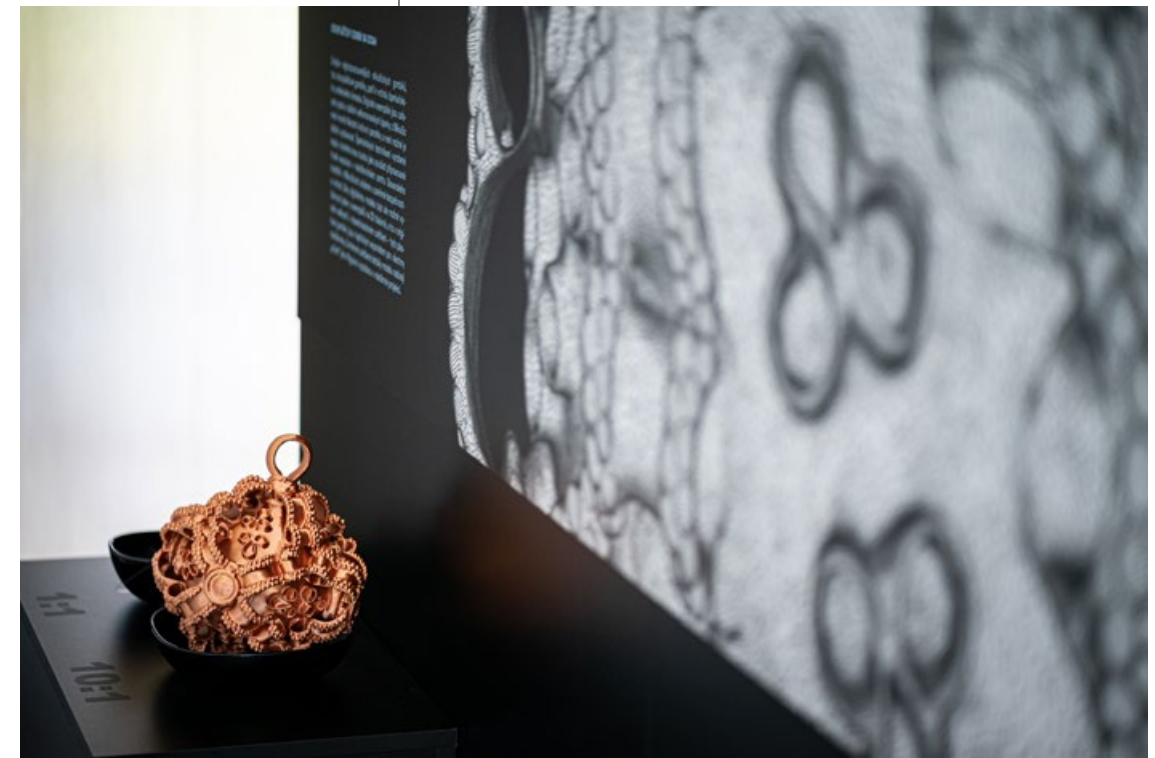


Ve dvou boxech nahradila klasickou obrazovku holografická vitrína. Prostřední, čtvrtý box byl koncipován jako prostor pro holografickou projekci na rotačním projektoru.

In two boxes, a holographic showcase replaced the classic screen. The central, fourth box, was designed as a space for holographic projection on a rotary projector.

Haptickou složku výstavy představovaly dva výtisky gombíku na 3D tiskárně. Výstavu doplňovala prezentace hrobu formou rozšířené reality a velkoplošná videoprojekce.

The haptic component was represented by two models of the button on a 3D printer. The exhibition was complemented by a presentation of the grave in the form of augmented reality and a large-scale video projection.



3D laserové skenování

Bezkontaktní metoda 3D dokumentace. Jde o neselektivní určování prostorových souřadnic objektu a jejich ukládání do paměti. Provádí se pomocí tzv. laserového skeneru automaticky podle předem nastavených parametrů a je řízeno jednoduchým počítačem. Výsledkem laserového skenování je tzv. mračno bodů, které věrohodně kopíruje povrch dokumentovaného objektu.

Čtvercová síť

V archeologii se jedná o vytyčení plochy terénního výzkumu v podobě čtverců měřické sítě. Čtverce mají zpravidla rozměry 5 × 5 metrů a v terénu mohou být odděleny kontrolními bloky zeminy. Veškeré terénní kontexty a artefakty jsou prostorově vztahovány k číslu daného čtverce.

Digitální kopie

Předmět zájmu převedený z reálného světa do světa číselného. V digitálním prostředí vytvořená kopie objektu, která přesně odpovídá tvarem, velikostí, barvou apod. originálu. Digitální kopie je v základu přesnou 3D dokumentací konkrétního reálného objektu. Může být prostřednictvím metadat doplněna o celou řadu dalších informací (definování fyzikálních vlastností, nastavení interakce povrchu s vnějšími vlivy, analytické informace, jako jsou materiálové složení, provenience použitých materiálů, technologický výrobní postup, určení stáří atd.).

Geografický informační systém (GIS)

Počítačový systém, který umožňuje ukládat, spravovat, vizualizovat a analyzovat prostorová data vztahovaná k mapovaným objektům. Umožňuje propojení polohy s dalšími zdroji dat popisujícími také neprostorové vlastnosti objektů.

Globální navigační satelitní systémy (GNSS)

Metoda umožňující za pomoci družic autonomní prostorové určování polohy s celosvětovým pokrytím. Funguje na bázi rádiových přijímačů, které vypočítají na základě signálů odeslaných z družic svou polohu (dnes nejčastěji mobilní telefony). Alternativní označení jsou *globální družicový polohový systém* nebo *satelitní navigace*.

Holografie

Metoda, která umožňuje pomocí dvojrozměrného nosiče obrazového záznamu vizualizovat zdánlivě trojrozměrné objekty. Název pochází z řeckého slova *holos* – úplný.

Inventář

Slouží k dlouhodobé evidenci nálezů po jejich konzervátorsko-restaurátorském ošetření. Inventární číslo identifikuje každý předmět jednoznačně a jedinečně. V klasické podobě mikulčické dokumentace bylo inventární číslo dvojdílné – pořadové číslo bylo lomeno rokem inventarizace (např. 1/58), dnes se skládá ze tří částí: čísla zkoumané plochy, čísla terénního kontextu a pořadového čísla předmětu (např. 119/45/1). V klasickém mikulčickém inventáři byl každý předmět vybaven stručným popisem se základní druhovou, tvarovou a materiálovou charakteristikou a byl doplněn jednoduchou kresbou; nechyběly údaje o nálezových okolnostech, případně o místě uložení v depozitáři. Inventáře měly dříve podobu svázaných knih uspořádaných po letech a svazcích, dnes mají digitální podobu propojenou s databázemi a náleзовými zprávami.

Jednosnímková fotogrammetrie

Bezkontaktní měřická metoda vhodná pro plošnou dokumentaci méně členitých povrchů. Měření neprobíhá na předmětu zájmu, ale na jeho fotografiích. Metoda je použitelná pouze pro předmět měření rovinný nebo rovinně blížký. Zdroj informací jsou jednotlivé fotografie. Výstupem bývá zpravidla tzv. ortofoto – tj. georeferencované ortografické zobrazení (fotografie = středový průmět, ortografické zobrazení – „deformace fotografie“ do pravouhlého průmětu), případně fotoplán (obraz polohopisu vzniklý překreslením transformovaných snímků).

3D laser scanning

A non-contact 3D documentation method. This is the non-selective determination of the spatial coordinates of an object and its storage in memory. It is done automatically by a laser scanner based on pre-set parameters and is controlled by a simple computer. The result of laser scanning is a point cloud that reliably follows the surface of the documented object.

Grid system

In archaeology, the excavation area is divided into square units that constitute a grid. The squares are usually 5 × 5 meters large. They are sometimes separated in the field by a freestanding wall of earth known as a baulk. Spatially, all contexts and artefacts are linked with the number of the square.

Digital copies

The physical reality of an artefact transferred into a system of numbers. A copy of an object created in the digital environment that corresponds with the shape, size, colour and other properties of the original. A digital copy is the exact 3D documentation of a real artefact. Using metadata, it can be amended with many more items of information (physical properties, surface interaction with external influences) and analytical information such as material composition, provenance of material, production process technology and dating.

Geographical information system (GIS)

A computer system that enables the storage, management, visualisation and analysis of spatial data linked with mapped objects. It allows us to link the position with other data sources that describe other than spatial properties.

Global navigation satellite systems (GNSS)

A method with global coverage that allows autonomous spatial positioning using satellites. This is based on radio receivers (nowadays usually mobile phones) that calculate their position based on signals sent from satellites. Alternative labels are *global satellite positioning system* or *satellite navigation*.

Holography

Holography is a method that generates 3D images using a 2D record carrier. Its name is derived from the Greek word *holos* – whole.

Inventory

The inventory serves for the long-term storage of finds after conservation and restoration. Each artefact is identified uniquely and unambiguously by an inventory number. In Mikulčice, the early inventory numbers had two parts – a serial number slash year of inventorisation (e.g. 1/58); today they have three: the number of the excavated area, the context number and the serial number of the artefact (e.g. 119/45/1). In the early Mikulčice inventory, each artefact was fixed with a brief description with a basic characteristic of type, form and material and was supplemented by a simple drawing, as well as information on discovery circumstances and its place in the depository. Early inventories had the form of bound books arranged by years and volumes, while today they are in a digital format and are linked with databases and excavation reports.

Single-image photogrammetry

A non-contact survey method suitable for the documentation of less complex surfaces. It is not the subject that is measured, but its photographs. The method is only applicable to flat or almost flat surfaces. The sources of information are photographs. The output is usually called an orthophotograph, which is a georeferenced orthographic image (a photograph shows a central projection while an orthogonal projection is a “deformation of the photograph” in an orthogonal projection). Another output is a photoplan, which is a topography captured by the drawing of transformed images.

Lidar

Metoda dálkového (bezkontaktního) měření vzdálenosti na základě výpočtu doby šíření pulsu laserových paprsků, které se odrážejí od povrchu snímaného objektu. Výstupem může být 3D model snímaného povrchu. Zkratka angl. *Light Detection and Ranging*, česky se používá označení *systém laserového skenování*.

Lidar

Multispektrální snímkování
Metoda, při které se měří množství elektromagnetického záření vyzařovaného nebo odraženého zemským povrchem. Výslednými daty jsou pak multispektrální snímky, které zobrazují specifické fyzikální vlastnosti různých částí povrchu.

Lidar

Nálezový deník
Nálezový deník zajišťoval prvotní dokumentaci nálezů prováděnou bezprostředně po jejich vyzvednutí v terénu, respektive po jejich rozřídění na jednotlivé materiálové skupiny (střepy, kosti, jednotlivé kovové nálezy, vzorky apod.). Nálezové číslo obsahovalo informaci o přibližné lokalizaci nálezu/nálezového souboru v rámci lokality, čtverce 5 × 5 metrů o hloubce nálezu od povrchu terénu a o charakteru odpovídající vrstvy/kontextu. Klasické nálezové číslo v Mikulčicích bylo dvojdílné (obsahovalo pořadové číslo lomené rokem výzkumu) a byl mu předřazen tzv. lokalizační kód určující přibližné polohu výzkumu v rámci celé lokality (např. P 1/62). Dnes je nálezové číslo vázané na konkrétní prozkoumanou plochu a terénní kontext.

Lidar

Ortofotografie
Grafické znázornění plochy zájmu (může to být cokoliv, co je definováno nějakou rovinou, terén, polohopis lokality, plocha sondy, profil v sondě, fasáda domu, líc zdi, konkrétní plocha artefaktu atd.). Vzniká jako produkt z fotogrammetrie. Jde o převod ze středového promítání (fotografie) do zobrazení pravouhlého (plán).

Lidar

Ortogonalní metoda
Měřická metoda, při níž se podrobné body zaměřují pravouhlými souřadnicemi – tzv. staničení a kolmicí k měřické přímce. Staničení je délka měřená od počátku po měřické přímce a kolmice je kolmá vzdálenost určovaného bodu od měřické přímky. Měřická přímka je na začátku měření jasně definována dvěma známými body v prostoru měření. Od bodu „A“ (počátek měřické přímky) měříme staničení.

Lidar

Polární metoda
Měřická metoda pro zaměření polohopisu a výškopisu z jednoho místa. Poloha bodů je určována pomocí úhlu a vzdáleností od stanoviska (známého bodu v prostoru) na nově určované body. Úhel je měřen mezi orientačním směrem (pomyslná přímka od stanoviska na druhý známý bod v prostoru) a směrem na určovaný bod (pomyslná přímka mezi stanoviskem a nově určeným bodem), vzdálenost je odečítána mezi stanoviskem, na němž stojí měřicí přístroj, a určeným bodem.

Lidar

Protínání vpřed
Jednoduchá měřická metoda. Může být metoda protínání vpřed z délek, kdy se měří délky ze dvou, případně více známých stanovisek na neznámý bod. Protnutím vnesených kružnic ze stanovisek o poloměru změřených délek pak definujeme polohu nového bodu. Může být také metoda protínání vpřed z úhlů. Tato metoda je nejčastěji využívána při měření nepřístupných (případně špatně přístupných) bodů. Jde tedy potom o metodu nepřímou, při níž je poloha nového bodu získána jako průsečík dvou orientovaných směrů vytyčovaných z dvojice výchozích (známých) bodů.

Lidar

Prozkoumaná plocha
Prozkoumaná plocha představuje v dokumentaci mikulčického výzkumu *terminus technicus*. Slouží k označení každé souvisle zkoumané plochy, resp. odpovídající terénní akce. Zkoumané plochy v Mikulčicích jsou definovány jednak popisným označením (např. plocha P 1962-68, označení skládající se z lokalizačního kódu a údaje o vročení výzkumu), jednak číselným kódem (pořadovým číslem od začátku výzkumu v Mikulčicích; v daném případě č. 16). „Prozkoumaná plocha“ představuje základní prostorovou a organizační jednotku terénního výzkumu v Mikulčicích. Aktuálně dosahuje řada prozkoumaných ploch čísla 124.

Lidar

Rozšířená realita
Jedná se o princip, kdy je virtuální objekt montovaný do kulisy reálného světa. Děje se tak zpravidla prostřednictvím vhodného zobrazovacího zařízení (telefon, tablet) s nainstalovanou speciální aplikací.

Lidar

Rozšířená virtualita
Pojem vyjadřující reálný objekt zobrazený ve virtuálním světě.

Lidar

A remote (non-contact) sensing method to measure a distance by targeting a surface with a pulsed laser and calculating the time for the reflected light to return to the receiver. The output is a 3D model of the imaged surface. Short for *Light Detection and Ranging*.

Lidar

Multispectral imaging
A method of measurement where the amount of electromagnetic radiation emitted or reflected by the surface of the Earth is measured. The results of this method are multispectral images that display specific physical properties of different parts of the given surface.

Lidar

Logbook of the finds
A logbook served for the early documentation of finds, immediately after their collection in the field, or better, after their classification into individual material groups (sherds, bones, individual metal finds, samples, etc.). A find number included information on the approximate location of the find/assemblage within the site (the 5 × 5 metres square, the depth of discovery from the surface and the character of the layer/context). The early find numbers in Mikulčice had two parts (a serial number slash excavation year) and were given a localisation code, which determined the approximate findspot within the site (e.g. P 1/62). Today, find numbers are linked to excavated areas and context.

Lidar

Orthophotography
Graphical representation of an area (anything defined by a flat surface: a terrain, site topography, bottom of an excavated unit, profile of an excavated unit, façade of a house, front of the wall or a specific area of an artefact) and is a product of photogrammetry. This is a conversion from a central projection (photograph) to an orthogonal projection (a plan).

Lidar

Orthogonal method
A surveying method where the points are defined by orthogonal coordinates – with a perpendicular to the survey line. “Stationing” is the distance from a starting point along the survey line and the perpendicular is the distance of the point from the survey line on a perpendicular. The survey line is clearly defined at the beginning of the measurement by two known points in the surveyed area. We start our “stationing” from point “A”, which defines the survey line.

Lidar

Polar method
A measurement method for surveying topography and elevation from a single spot. The position of the points is determined by the angle and distance from the position (a known point in space) to the determined points. The angle is measured between the orientation direction (an imaginary line from the position to a second known point in space) and the direction of the determined point (a notional line between the position and the determined point); the distance is taken between the position of the measuring instrument and the determined point.

Lidar

Intersection mapping
A simple surveying method. There is the length intersection mapping method where the lengths of two or more known positions determine an unknown point. By intersecting the plotted circles, the radiuses of which correspond to the measured lengths, the position of a new point is defined. There is also angle intersection mapping. This method is usually used to measure inaccessible (or hard-to-reach) points. It is thus an indirect method whereby the position of a new point is the intersection of two oriented directions drawn from a pair of known points.

Lidar

Excavated area
In the Mikulčice research, the excavated area is a term of its own. It describes each continuously examined area or a corresponding fieldwork event. The excavated areas are defined by a description (e.g. area P 1962-68: the denotation consists of a localisation code and the dating of the excavation) or by a numerical code (serial number from the beginning of the Mikulčice excavations). The "excavated area" is a basic spatial and organisational unit of the Mikulčice fieldwork. Currently, the numerical series of excavated areas ends with the number 124.

Lidar

Augmented reality
A montage of a virtual object into a real-world backdrop. It is usually done using a suitable device (phone, tablet) by means of a special application.

Lidar

Augmented virtuality
Pojem vyjadřující reálný objekt zobrazený ve virtuálním světě.

Smišená realita
Zastřešující pojem pro všechny typy počítačově upravené nebo vytvořené reality. Alternativní označení je *mixovaná realita*. V praktické rovině může jít o použití specifických technických zařízení, která umožňují spojení různých typů reality.

Souřadnicový systém JTSK
Jednotná trigonometrická síť katastrální (JTSK) je síť geodetických bodů na území bývalého Československa, budovaná v letech 1920–1957. Tato síť je geodetickým základem pro *Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální*.

Lidar

Souřadnicový systém JTSK/S-JTSK
Jednotná trigonometrická síť katastrální (JTSK) je síť geodetických bodů budovaná na území Československa v letech 1920–1957. Tato síť se stala základem pro současný *Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální* (S-JTSK). Jedná se o pravouhlou souřadnicovou síť používanou v geodézii na území České republiky a Slovenska pro zeměměřické práce v civilním sektoru. Vznik sítě byl motivován snahou usnadnit geodetické výpočty zavedením takového pravouhlého souřadnicového systému, v němž by se celé území Československa nacházelo v prvním kvadrantu, a mělo tedy obě souřadnice kladné.

Terénní kontext/Kontext
V terénní archeologii se jedná o prostorovou (stratigrafickou) jednotku výzkumu (vrstvu), která by měla odpovídat jedné konkrétní aktivitě v původní živé kultuře lokality. Kontext propojuje nálezovou situaci s odpovídajícími nálezy, vzorky apod. Je tak základní jednotkou terénní dokumentace i evidence nálezů.

Lidar

Totální stanice
Zeměměřický přístroj pro měření a registraci hodnot vodorovných úhlů, výškových úhlů, vzdáleností a jejich přepočet na pravouhlé souřadnice. Vznikl spojením teodolitu, elektronického dálkoměru a jednoúčelového počítače do jednoho celku. V archeologii se používá pro kompletní prostorové a výškové zaměření terénního výzkumu – od výzkumné plochy jako celku po jednotlivé nálezy.

Lidar

Vícesnímková fotogrammetrie
Bezkontaktní měřická metoda pro plánovou rekonstrukci tvarů, měření rozměrů a určování polohy předmětů, které jsou zobrazeny na fotografiích. Měření se neprovádí na samotném objektu zájmu, ale na fotografiích onoho předmětu. Metoda využívá vždy nejméně dvou překrývajících se snímků, jejichž polohu známe, a můžeme tak dopočítat prostorovou polohu zobrazovaného předmětu (v případě mikulčického výzkumu pracujeme se čtyřmi překrývajícími se snímky). Významným posunem proti jednosnímkové fotogrammetrii je výstup v podobě 3D modelů.

Lidar

Videogrammetrie
Obdoba fotogrammetrie; zdrojem pro výpočty zde však nejsou fotografie, ale videozáznam.

Lidar

Virtuální realita
Jedná se o kompletně umělé vytvořený svět za použití digitální techniky. K umocnění emocionálního zážitku se používají speciální brýle, které uživatele zdánlivě přenesou do virtuálního světa.

Vlnová délka osvětlení
Světlo je elektromagnetické záření charakterizované vlnovou délkou a frekvencí. Tyto veličiny určují barvu světla a také vymezují interval světla viditelného. Předměty reagují odlišně na různé vlnové délky světla, kterému jsou vystaveny. Toho lze dobře využít při měřické dokumentaci problematických povrchů.

Lidar

Výškový systém Bpv
Balt(ský) po vyrovnání (Bpv) je pojmenování pro mezinárodní výškový systém, ve kterém je výchozím bodem (tedy bodem s nulovou nadmořskou výškou) nula na vodočtu umístěném na břehu Baltského moře ve městě Kronštadt (Něvský záliv u Petrohradu, Rusko). Systém byl u nás zaveden v r. 1957. Systém je dále definován souborem normálních výšek z mezinárodního vyrovnání nívelačních sítí.

Augmented virtuality
A real object displayed in a virtual world.

Lidar

Mixed reality
An umbrella term for all types of computer-modified or created reality. In practical terms, it may include the use of specific technical equipment that connects different types of reality.

Lidar

JTSK coordinate system
In Czech, JTSK stands for *unified trigonometric cadastral network* and is a network of geodetic points built between 1920 and 1957 on the territory of former Czechoslovakia. This network is a geodetic platform for the *Uniform trigonometric cadastral network system*.

Lidar

JTSK/S-JTSK coordinate system
In Czech, JTSK stands for *unified trigonometric cadastral network* and is a network of geodetic points built between 1920 and 1957 on the territory of former Czechoslovakia. This network become the foundation for the current *Uniform trigonometric cadastral network system* (S-JTSK) and is an orthogonal coordinate network used in surveying on the territory of the Czech Republic and Slovakia for land surveying works in the civil sector. The building of the network was motivated by the attempt to simplify geodetic calculations by introducing an orthogonal coordinate system in which the entire territory of Czechoslovakia would be in the first quadrant and thus have two positive coordinates.

Lidar

Field context/Context
In archaeological excavation, it is a spatial (stratigraphic) research unit (layer), which corresponds to a single specific activity in the original living culture at the site. The context links the excavated layer with corresponding finds, samples, etc. It is thus the basic excavation unit of field documentation and records of finds.

Lidar

Total station
A survey instrument for measuring and recording horizontal and vertical angles, distance and their conversion to rectangular coordinates. It is a combination of a theodolite, an electronic rangefinder and a dedicated computer into a single unit. In archaeology, it is used for complex spatial and elevation surveying of excavations – from the site to individual finds.

Lidar

Multi-image photogrammetry
A contactless measurement method for creating plans with the reconstruction of shapes, and for measuring dimensions and determining the position of objects shown in photographs. Measurements are not taken on the objects but on their photographs. The method uses at least two overlapping images with known positions to calculate the position of the depicted object (in the Mikulčice research, we work with at least four overlapping images). The output is a 3D model, while in single-image photogrammetry it is 2D.

Lidar

Videogrammetry
A variant of photogrammetry where the source for calculations is video footage.

Lidar

Virtual reality
A completely artificial world created with the use of digital technology. A special headset is used, which take the users to the virtual world and make the experience more emotional.

Lidar

Lighting wavelength
Light is electromagnetic radiation of a certain wavelength and frequency. These quantities determine the colour of light and delimit the interval of visible light. Objects react differently to different wavelengths. This can be used in the documentation of problematic surfaces.

Lidar

Baltic Vertical Datum
The *Baltic Vertical Datum – After Adjustment* is an international altitude system with the zero altitude point at the Baltic Sea shore in Kronstadt (Neva bay near St Petersburg, Russia). In the Czech Republic, the system was introduced in 1957. It is further defined by a set of normal heights from an international adjustment of levelling networks.

Eseje / Essays

Obr. 1

Foto J. Šindelář 2018. Grafika Z. Pavková. Podle Poláček et al. 2021b, 168, obr. 151.

/ Fig. 1

Photo by J. Šindelář 2018. Graphics by Z. Pavková. After Poláček et al. 2021b, 168, obr. 151.

Obr. 2

Ortofoto ČÚZK; mapový podklad Ortofoto ČR 2020 © Český úřad zeměměřický a katastrální, www.cuzk.cz. Grafika Z. Tuka/Atelier Zidlicky; Z. Pavková. Podle Poláček et al. 2020, 110, Fig. 53.

/ Fig. 2

OrtoPhoto by ČÚZK; map base Ortofoto ČR 2020 © State Administration of Land Surveying and Cadastre, www.cuzk.cz. Graphics by Z. Tuka/Atelier Zidlicky; Z. Pavková. After Poláček et al. 2020, 110, Fig. 53.

Obr. 3

DMRG 5G ČÚZK; mapový podklad Digitální model reliéfu ČR 5. generace 2020 © Český úřad zeměměřický a katastrální, www.cuzk.cz. Grafika Z. Tuka/Atelier Zidlicky, Z. Pavková. Podle Poláček et al. 2021a, 40, I.3.3.

/ Fig. 3

DMRG 5G ČÚZK; map base Digital relief model of the Czech Republic 5th generation 2020 © State Administration of Land Surveying and Cadastre, www.cuzk.cz. Graphics by Z. Tuka/Atelier Zidlicky; Z. Pavková. After Poláček et al. 2021a, 40, I.3.3.

Obr. 4

Satelitní snímek; mapový podklad Landsat 8 NASA, United States Geological Survey. Správní hranice ČR ČÚZK; mapový podklad Soubor hranic 2021 © Český úřad zeměměřický a katastrální, www.cuzk.cz. Správní hranice SR; mapový podklad 2021 © Základná báza pre geografický informačný systém SR. Grafika Z. Tuka/Atelier Zidlicky, Z. Pavková. Podle Poláček et al. 2021a, 16–17, I.1.2.

/ Fig. 4

Sattelite image; map base Landsat 8 NASA, United States Geological Survey. Administrative border of Czech Republic ČÚZK; map base Set of boundaries 2021 © State Administration of Land Surveying and Cadastre, www.cuzk.cz. Administrative border of Slovakia; map base 2021 © The base for the geographic information system of the Slovakia. Graphics by Z. Tuka/Atelier Zidlicky; Z. Pavková. After Poláček et al. 2021a, 16–17, I.1.2.

Obr. 5

Grafika Z. Tuka/Atelier Zidlicky, Z. Pavková. Podle Poláček et al. 2020, 113, Fig. 54.

/ Fig. 5

Graphics by Z. Tuka/Atelier Zidlicky; Z. Pavková. After Poláček et al. 2020, Fig. 54.

Obr. 6

Foto Krejčí 1960. Archiv Archeologického ústavu AV ČR, Brno, v. v. i., č. negativu N 9753_15.

/ Fig. 6

Photo by Krejčí 1960. Archive of the Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology, Brno, negative No. N 9753_15.

Obr. 7 / Fig. 7

<https://mikulcice-valy.cz/>

Obr. 8

Obálka knihy Poláček, L. et al. 2021a.

/ Fig. 8

Book cover Poláček, L. et al. 2021a.

Obr. 9

Obálka knihy Poláček et al. 2020.

/ Fig. 9

Book cover Poláček et al. 2020.

Obr. 10

Foto J. Šindelář 2012. Grafika Z. Pavková. Podle Poláček 2016, 13, obr. 1.

/ Fig. 10

Photo by J. Šindelář 2012. Graphics by Z. Pavková. After Poláček 2016, 13, obr. 1.

Obr. 11

Grafika Z. Tuka/Atelier Zidlicky, Z. Pavková. Podle Poláček et al. 2020, 140, Fig. 69.

/ Fig. 11

Graphics by Z. Tuka/Atelier Zidlicky; Z. Pavková. After Poláček et al. 2020, 113, 140, Fig. 69.

Obr. 12

Kresba Kuda 1955. Archiv Archeologického ústavu AV ČR, Brno, v. v. i. Prozkoumaná plocha č. 2, čtverec A2, kresba č. 27.

/ Fig. 12

Drawing by Kuda 1955. Archive of the Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology, Brno. Excavated area No. 2, trench A2, plan No. 27.

Obr. 13

Kresba Kuda 1955. Archiv Archeologického ústavu AV ČR, Brno, v. v. i. Prozkoumaná plocha č. 2, čtverec B2, kresba č. 46.

/ Fig. 13

Drawing by Kuda 1955. Archive of the Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology, Brno. Excavated area No. 2, square B2, plan No. 46.

Obr. 14

Kresba, autor neznámý, 1958 (xerokopie). Archiv Archeologického ústavu AV ČR, Brno, v. v. i. Zkoumaná plocha č. 6, čtverec 30/-7, plán č. 2.

/ Fig. 14

Drawing, author unknown, 1958 (photocopy). Archive of the Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology, Brno. Excavated area No. 6, trench 30/-7, plan No. 2.

Obr. 15

Kresba J. Ovesná 1968 (xerokopie). Archiv Archeologického ústavu AV ČR, Brno, v. v. i. Zkoumaná plocha č. 25, čtverec 26/-8, plán č. 6.

/ Fig. 15

Drawing by J. Ovesná 1968 (photocopy). Archive of the Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology, Brno. Excavated area No. 25, trench 26/-8, plan No. 6.

Obr. 16

Kresba J. Marková 1973 (xerokopie). Archiv Archeologického ústavu AV ČR, Brno, v. v. i. Prozkoumaná plocha č. 43, čtverec -17/-13, plán č. 6.

/ Fig. 16

Drawing by J. Marková 1973 (photocopy). Archive of the Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology, Brno. Excavated area No. 43, trench 26/-8, plan No. 6.

Obr. 17

Kresba J. Marková 1968 (xerokopie). Archiv Archeologického ústavu AV ČR, Brno, v. v. i. Prozkoumaná plocha č. 44, čtverec -D/-22, plán č. 5.

/ Fig. 17

Drawing by J. Marková 1968 (photocopy). Archive of the Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology, Brno. Excavated area No. 44, trench -D/-22, plan No. 5.

Obr. 18

Kolektiv autorů. Archiv Archeologického ústavu AV ČR, Brno, v. v. i. Seznam nálezů 1969, prozkoumaná plocha č. 30, čtverec 26/-6, seznam č. 6.

/ Fig. 18

Collective of the authors. Archive of the Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology, Brno. List of finds 1969, excavated area No. 30, trench 26/-6, list No. 6.

Obr. 19

Grafika O. Marek, P. Čáp, Z. Pavková. Podle Poláček, Marek 1995, Abb. 4.

/ Fig. 19

Graphics by O. Marek, P. Čáp, Z. Pavková. After Poláček, Marek 1995, Abb. 4.

Katalog / Catalogue

Obr. 20 Archiv Archeologického ústavu AV ČR, Brno, v. v. i. Celkový plán výzkumu 1 : 200, list č. XII. / **Fig. 20**

Archive of the Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology, Brno. Overall excavation plan, 1 : 200, sheet No. XII.

Obr. 21 Ústav geodézie a kartografie Brno, 1962. Archiv Archeologického ústavu AV ČR, Brno, v. v. i. / **Fig. 21** Institute of Geodesy and Cartography Brno, 1962. Archive of the Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology, Brno.

Obr. 22 Zaměření a kresba F. Holešovský 1956–1957. Archiv Archeologického ústavu AV ČR, Brno, v. v. i. / **Fig. 22** Mapping and drawing by F. Holešovský 1956–1957. Archive of the Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology, Brno.

Obr. 23 Zaměření Středisko geodesie v Hodoníně, reprodukce plánu Ústav geodesie a kartografie v Brně 1961, 1964. Archiv Archeologického ústavu AV ČR, Brno, v. v. i. / **Fig. 23** Mapping the Centre of Geodesy in Hodonín, reproduction of the plan Institute of Geodesy and Cartography Brno 1961, 1964. Archive of the Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology, Brno.

Obr. 24 Zaměření Středisko geodesie v Hodoníně 1961 a 1964, digitalizace O. Marek 2010. Archiv Archeologického ústavu AV ČR, Brno, v. v. i. / **Fig. 24** Mapping the Centre of Geodesy in Hodonín 1961 and 1964, digitalisation O. Marek 2010. Archive of the Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology, Brno.

Obr. 25 Podle Poláček, Marek 1995, 25, Abb. 6. / **Fig. 25** After Poláček, Marek 1995, 25, Abb. 6.

Obr. 26 Podle Šindelář et al. 2020, 42, obr. 3. / **Fig. 26** After Šindelář et al. 2020, 42, obr. 3.

Obr. 27 Nálezový deník 1965-II, 121. Archiv Archeologického ústavu AV ČR, Brno, v. v. i. / **Fig. 27** Logbook of finds 1965-II, 121. Archive of the Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology, Brno.

Obr. 28 Inventární kniha 1957-1, str. 12. Archiv Archeologického ústavu AV ČR, Brno, v. v. i. / **Fig. 28** Inventory book 1957-1, p. 12. Archive of the Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology, Brno.

Obr. 29 Foto J. Šindelář. / **Fig. 29** Photo by J. Šindelář.

Obr. 30 Foto J. Šindelář, 3D model B. Vácha. / **Fig. 30** Photo by J. Šindelář, 3D model by B. Vácha.

Obr. 31 Foto J. Šindelář. / **Fig. 31** Photo by J. Šindelář.

Obr. 32 DMR 5G ČÚZK; mapový podklad Digitální model reliéfu ČR 5. generace 2020 © Český úřad zeměměřický a katastrální, www.cuzk.cz. Grafika Z. Tuka/Atelier Zidlicky, Z. Pavková. Podle Poláček et al. 2021a, 58, Il.3.1; 59, Il.3.3. / **Fig. 32** DMRG 5G ČÚZK; map base Digital relief model of the Czech Republic 5th generation 2020 © State Administration of Land Surveying and Cadastre, www.cuzk.cz. Graphics by Z. Tuka/Atelier Zidlicky; Z. Pavková. After Poláček et al. 2021a, 58, Il.3.1; 59, Il.3.3.

Obr. 33 Foto J. Šindelář, J. Škojec, 3D model B. Vácha. / **Fig. 33** Photo by J. Šindelář, J. Škojec, 3D model by B. Vácha.

Obr. 34 Foto J. Šindelář, J. Škojec, 3D model B. Vácha. / **Fig. 34** Photo by J. Šindelář, J. Škojec, 3D model by B. Vácha.

Obr. 35 Foto J. Šindelář, J. Škojec, 3D model B. Vácha. / **Fig. 35** Photo by J. Šindelář, J. Škojec, 3D model by B. Vácha.

Obr. 36 Foto J. Šindelář, J. Škojec, 3D model B. Vácha. / **Fig. 36** Photo by J. Šindelář, J. Škojec, 3D model by B. Vácha.

Obr. 37 3D vizualizace M. Šindelář, S. Vácha. / **Fig. 37** 3D visualisation by M. Šindelář, S. Vácha.

Obr. 38 3D vizualizace M. Šindelář, S. Vácha. / **Fig. 38** 3D visualisation by M. Šindelář, S. Vácha.

Obr. 39 3D vizualizace M. Šindelář, S. Vácha. / **Fig. 39** 3D visualisation by M. Šindelář, S. Vácha.

Obr. 40 Foto M. Bárta, M. Frouz, 3D model J. Šindelář. / **Fig. 40** Photo by M. Bárta, M. Frouz, 3D model by J. Šindelář.

Obr. 41 Foto M. Bárta. / **Fig. 41** Photo by M. Bárta.

Obr. 42 Foto M. Frouz, 3D model B. Vácha. / **Fig. 42** Photo by M. Frouz, 3D model by B. Vácha.

Obr. 43 Foto M. Bárta. / **Fig. 43** Photo by M. Bárta.

Obr. 44 Foto M. Frouz, 3D model B. Vácha. / **Fig. 44** Photo by M. Frouz, 3D model by B. Vácha.

Obr. 45 Foto M. Bárta, 3D model B. Vácha. / **Fig. 45** Photo by M. Bárta, 3D model by B. Vácha.

Obr. 46 Foto M. Frouz, 3D model B. Vácha. / **Fig. 46** Photo by M. Frouz, 3D model by B. Vácha.

Obr. 47 Foto M. Frouz, 3D model B. Vácha. / **Fig. 47** Photo by M. Frouz, 3D model by B. Vácha.

Obr. 48 Foto M. Frouz, 3D model by J. Šindelář, M. Šindelář, B. Vácha. / **Fig. 48** Photo by M. Frouz, 3D model by J. Šindelář, M. Šindelář, B. Vácha.

Obr. 49 Foto M. Frouz, 3D model by J. Šindelář, M. Šindelář, B. Vácha. / **Fig. 49** Photo by M. Frouz, 3D model by J. Šindelář, M. Šindelář, B. Vácha.

Obr. 50 Foto M. Frouz, 3D model J. Šindelář, M. Šindelář, B. Vácha. / **Fig. 50** Photo by M. Frouz, 3D model by J. Šindelář, M. Šindelář, B. Vácha.

Obr. 51 Foto M. Frouz, 3D model J. Šindelář, M. Šindelář, B. Vácha. / **Fig. 51** Photo by M. Frouz, 3D model by J. Šindelář, M. Šindelář, B. Vácha.

Obr. 52 Foto M. Frouz, 3D model J. Šindelář, M. Šindelář, B. Vácha. / **Fig. 52** Photo by M. Frouz, 3D model by J. Šindelář, M. Šindelář, B. Vácha.

Obr. 53 Foto M. Frouz, 3D model a rozvinutí pláště J. Šindelář. / **Fig. 53** Photo by M. Frouz, 3D model and unfolding the surface by J. Šindelář.

Obr. 54 a – Podle Poulík 1963, 62, obr. 29(2); b – foto M. Bárta, 3D model a rozvinutí pláště J. Šindelář; c – foto M. Bárta, 3D model a rozvinutí pláště J. Šindelář, grafika B. Vácha. / **Fig. 54** a – After Poulík 1963, 62, obr. 29(2); b – photo by M. Bárta, 3D model and unfolding the surface by J. Šindelář; c – photo by M. Bárta, 3D model and unfolding the surface by J. Šindelář, graphics by B. Vácha.

Obr. 55 Foto M. Bárta, 3D model a rozvinutí pláště J. Šindelář, grafika B. Vácha. / **Fig. 55** Photo by M. Bárta, 3D model and unfolding the surface by J. Šindelář, graphics by B. Vácha.

Obr. 56 a – Foto M. Bárta, 3D model a rozvinutí pláště J. Šindelář, grafika B. Vácha; b – foto M. Bárta, 3D model a rozvinutí pláště J. Šindelář, grafika B. Vácha. Gombík z hrobu 3 z Kopčan, inv. č. 2485a, je součástí sbírky Pamiatkového úradu Slovenskej republiky, Odboru archeológie. / **Fig. 56** a – Photo by M. Bárta, 3D model and unfolding the surface by J. Šindelář, graphics by B. Vácha; b – photo by M. Bárta, 3D model and unfolding the surface by J. Šindelář, graphics by B. Vácha. The spherical hollow button from grave 3 in Kopčany, Inv. No. 2485a, is a part of collection of the Monuments Board of the Slovak Republic, Department of Archaeology.

Beale, Reilly 2017: G. Beale, P. Reilly, After Virtual Archaeology: Rethinking Archaeological Approaches to the Adoption of Digital Technology. *Internet Archaeology* 44.

Březinová 2020: H. Březinová, Luxury Textiles From the Great Moravian Elite Graves. In: L. Poláček et al., *Great Moravian Elites from Mikulčice*. Brno: Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology, Brno, 339–349.

Duden 2013: Duden. *Die deutsche Rechtschreibung*. Berlin: Bibliographisches Institut GmbH.

Freddoso 2015: A. J. Freddoso, *Actus and Potentia*: From Philosophy of Nature to Metaphysics. Thomistic Philosophy Workshop Mt. St. Mary College, Newburgh, June, 2015. University of Notre Dame. Dostupné online/ Available online: <https://www3.nd.edu/~afreddos/papers/actus%20and%20potentia.pdf>.

Fyzika 1996: In: A. Kříž (translation, preface, notes), *Fyzika* [Aristotelés]. Praha: Rezek.

Hemke, Splissgart 2019: Ch. Hemke, Ch. Splissgart, Virtuelle Vergangenheit. *Archäologie in Deutschland* 2019(6), 20–23.

Hladík 2014: M. Hladík, *Hospodárske zázemie Mikulčíc. Sídlna štruktúra na strednom toku rieky Moravy v 9. – 1. polovici 13. storočia*. Spisy Archeologického ústavu AV ČR Brno 48. Brno: Archeologický ústav AV ČR, Brno.

Hladík 2020: M. Hladík, *Mikulčice and its Hinterland. An Archaeological Model for Medieval Settlement Patterns on the Middle Course of the Morava River (7th – Mid-13th Centuries)*. East Central and Eastern Europe in the Middle Ages, 450–1450, Volume 61. Leiden, Boston: Brill.

Hladík, Mazuch, Látková 2022: *Great Moravian Settlement in Mikulčice-Trapíkov and Economic Hinterland of the Power Centre Rural Economy, Centres and Organisational and Functional Principles of Great Moravia*. Studien zum Burgwall von Mikulčice XIII, Spisy Archeologického ústavu AV ČR v Brně 62. Brno: Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology, Brno.

Hladík, Mazuch, Poláček 2019: M. Hladík, M. Mazuch, L. Poláček, Mikulčice (okr. Hodonín). *Mikulčice-Valy, plochy R 2018 (č. 119) a P 2018 (č. 120). Přehled výzkumů* 60(2), 284–286.

Hladík, Mazuch, Poláček 2020: M. Hladík, M. Mazuch, L. Poláček, *Zázemí hradiště Mikulčice-Valy v 9. století*. Mikulčice – průvodce, svazek V. Brno: Archeologický ústav AV ČR, Brno.

Hošek, Košta, Žákovský 2019: J. Hošek, J. Košta, P. Žákovský, *Ninth to mid-sixteenth century swords from the Czech Republic in their European context, Part I: The finds*. Brno: Masaryk University Press.

Jasink et al. 2017: A. M. Jasink, C. Faralli, E. Kruklidis, MUSINT II: a complex project on a virtual and interactive museum involving institutions in Florence, Rome and Heraklion. *Studies in Digital Heritage* 1(2), 282–296.

Konečný 1978: L. J. Konečný, Emporové rotundy s válcovou věží. *Umění* 26(5), 385–415.

Konečný (sest.), 2009: J. Konečný (sest.), *Mikulčice. Sakrální architektura knížecího hradu*. Hodonín: Masarykovo muzeum v Hodoníně.

Kouřil ed. 2014a: P. Kouřil (ed.): Katalog. In: P. Kouřil (ed.), *Velká Morava a počátky křesťanství*. Brno: Archeologický ústav AV ČR, Brno, 281–483.

Kouřil ed. 2014b: P. Kouřil (ed.): Catalogue. In: P. Kouřil (ed.), *Great Moravia and the Beginnings of Christianity*. Brno: Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology, Brno, 290–490.

Kritika 2001: In: J. Loužil et al. (překl.), *Kritika čistého rozumu* [Kant]. Praha: Oikomenh.

Krupičková 2020: Š. Krupičková, Gombíky. The Unique Symbols of Great Moravian Elite. In: L. Poláček et al., *Great Moravian Elites from Mikulčice*. Brno: Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology, Brno, 296–308.

Krupičková 2022: Š. Krupičková, *Gombíky: původ, účel a vývoj artefaktů v živé kultuře 9. století*. Nepublikovaná disertační práce, Masarykova univerzita, Brno / Unpublished dissertation, Masaryk university, Brno. Dostupné online/ Available online: https://is.muni.cz/th/x59wl/disertacni_prace_Krupickova.pdf.

Kruse, Grabbe 2013: P. Kruse, L. Grabbe, Virtualität. (Ausg. 1). In: J. R. J. Schirra, M. Halawa, D. Liebsch (Hrsg.), *Glossar der Bildphilosophie*. Dostupné online/ Available online: http://www.gib.uni-tuebingen.de/netzwerk/glossar/index.php?title=GIB_-_Glossar_der_Bildphilosophie:Hauptseite.

Marín-Buzón et al. 2021: C. Marín-Buzón, A. Pérez-Romero, J. L. López-Castro, I. Ben Jerbanía, F. Manzano-Agugliaro, Photogrammetry as a New Scientific Tool in Archaeology: Worldwide Research Trends. *Sustainability* 2021(13), 5319, 1–27.

Matsuda 2004: A. Matsuda, The Concept of 'the Public' and the Aims of Public Archaeology. *Papers from the Institute of Archaeology* 2004(15), 66–76.

Mazuch 2005: M. Mazuch, *Mikulčice-Valy (okr. Hodonín). Plocha P2005 (č. 79) v severním podhradí*. Nálezová zpráva, č./Excavation report No. MTX200600128. Uloženo / stored in: Archiv Archeologického ústavu AV ČR, Brno.

Mazuch 2020: M. Mazuch, Floor Backfills as an Evidence of Surface Buildings. In: Poláček et al., *Great Moravian Elites from Mikulčice*. Brno: Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology, Brno, 152–153.

Mazuch, Hladík 2020: M. Mazuch, M. Hladík, Island Stronghold. In: L. Poláček et al., *Great Moravian Elites from Mikulčice*. Brno: Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology, Brno, 121–137.

Měřinský 2011: Z. Měřinský, Slovanská sídelní aglomerace Mikulčice–Kopčany jako vynikající příklad rozvoje nejstarších prvotních městských formací ve slovanském světě. In: *Národní kulturní památka slovanské hradiště v Mikulčicích a kostel sv. Markéty Antiochijské v Kopčanech: Památka světové hodnoty na Seznam světového kulturního dědictví UNESCO. Mezinárodní odborné sympozium, Hodonín 30. 11. – 1. 12. 2010. Sborník příspěvků a výběrová bibliografie* SHM/NKP. Břeclav: Malovaný kraj Břeclav, 17–61.

Metafyzika 2008: In: A. Kříž (překlad, poznámky). *Metafyzika* [Aristotelés]. Praha: Rezek.

Nováček 2011: K. Nováček, Říp a jeho kostel. K vývoji a kontextu rotundy sv. Jiří. In: M. Gojda, M. Trefný (eds), *Archeologie krajiny pod Řípem*. Opomíjená archeologie 2. Plzeň: Západočeská univerzita, 127–142.

Pojsl 2014: M. Pojsl, *Velkomoravské otazníky*. Olomouc: Uherské Hradiště: Historická společnost Starý Velehrad.

Poláček 2001: L. Poláček, K poznání přírodního prostředí velkomoravských nížinných hradišť. In: L. Galuška, P. Kouřil, Z. Měřinský (eds.), *Velká Morava mezi východem a západem*. Spisy Archeologického ústavu AV ČR Brno 17. Brno: Archeologický ústav AV ČR, Brno, 315–325.

Poláček 2002: L. Poláček, Mikulčice. In: *Hoops Reallexikon der Germanischen Altertumskunde* 20. Berlin, New York: Walter de Gruyter, 12–17.

Poláček 2014a: L. Poláček, Great Moravian sacral architecture. New research, new questions. In: P. Kouřil et al., *The Cyril and Methodius Mission and Europe – 1150 Years Since the Arrival of the Thessaloniki Brothers in Great Moravia*. Brno: The Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology, Brno, 66–73.

Poláček 2014b: L. Poláček, Mikulčice. In: P. Kouřil (ed.), *Great Moravia and the beginnings of Christianity*. Brno: The Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology, Brno, 184–188.

Poláček 2014c: L. Poláček, Mikulčice. In: P. Kouřil (ed.), *Velká Morava a počátky křesťanství*. Brno: Archeologický ústav AV ČR, Brno, 174–177.

Poláček 2014d: Pohled na Velkou Moravu z pohledu z jihovýchodu

Poláček 2014d: L. Poláček, Velkomoravská sakrální architektura. Nové výzkumy, nové otázky. In: P. Kouřil et al., *Cyrlometodějská misie a Evropa – 1150 let od příchodu soluňských bratří na Velkou Moravu*. Brno: Archeologický ústav AV ČR, Brno, 66–72.

Poláček 2016: Pohled na Velkou Moravu z pohledu z jihovýchodu

Poláček 2016: L. Poláček, *Hradiště Mikulčice-Valy a Velká Morava*. Mikulčice-průvodce II. Brno: Archeologický ústav AV ČR, Brno.

Poláček 2018a: Pohled na Velkou Moravu z pohledu z jihovýchodu

Poláček 2018a: L. Poláček, *Mikulčice – genius loci. Příběh objevování velkomoravských Mikulčic*. Brno: Archeologický ústav AV ČR, Brno.

Poláček 2018b: Pohled na Velkou Moravu z pohledu z jihovýchodu

Poláček 2018b: L. Poláček, *The Mikulčice-Valy Stronghold and Great Moravia*. Mikulčice-guide, vol. III. Brno: The Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology, Brno.

Poláček 2010a: Pohled na Velkou Moravu z pohledu z jihovýchodu

Poláček et al. 2010a: L. Poláček,P. Baxa,V. Kučová,J. Vlčková, *Monuments of Great Moravia. Slavonic Fortified Settlement at Mikulčice Church of St Margaret of Antioch at Kopčany*. Praha: National Heritage Institute, Central Office.

Poláček 2010b: Pohled na Velkou Moravu z pohledu z jihovýchodu

Poláček et al. 2010b: L. Poláček,P. Baxa, V. Kučová, J. Vlčková, *Památky Velké Moravy. Slovanské hradiště v Mikulčicích. Kostel sv. Markéty Antiochijské v Kopčanech*. Praha: Národní památkový ústav, ústřední pracoviště.

Poláček 2014: Pohled na Velkou Moravu z pohledu z jihovýchodu

Poláček et al. 2014: L. Poláček, M. Mazuch, M. Hladík, Š. Krupičková, Between Science and Show – on the State of Research and Presentation of the early medieval Power Centre in Mikulčice (Czech Republic). In: C. von Carnap-Bornheim (ed.), *Quo vadis? Status and Future Perspectives of Long-Term Excavations in Europe*. Neumunster, Hamburg: Wachholtz Verlag GmbH, 179–209.

Poláček et al. 2020: L. Poláček, P. Baxa, Š. Bejdová, L. Bigoni, H. Březinová, P. Brukner Havelková, J. Brůžek, H. Brzobohatá, S. Drtikolová Kaupová, L. Galuška, M. Harvát, M. Hladík, M. Hlavica, J. Hošek, A. Ibrová, D. Kalhous, J. Košta, P. Kouřil, L. Kovačiková, Š. Krupičková, J. Langr, M. Látková, J. Macháček, M. Mazuch, E. Ottenwelter, R. Procházka, D. Rohanová, H. Sedláčková, V. Sládek, P. Stránská, Š. Ungerman, L. Valášková, J. Velemínská, P. Velemínský, E. Zazvonilová, *Great Moravian Elites From Mikulčice*. Brno: Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology, Brno.

Poláček et al. 2021a: L. Poláček, P. Baxa, M. Hladík, M. Hlavica, Š. Krupičková, M. Mazuch, E. Stuchlíková, J. Šindelář, *Mikulčice 900. Atlas velkomoravské aglomerace*. Brno: Archeologický ústav AV ČR, Brno.

Poláček et al. 2021b: L. Poláček, J. Čížmářová, J. Doležel, M. Hlava, D. Jelínková, B. Komoróczy, Z. Kosarová, P. Kouřil, M. Lečbych, O. Lečbychová, Z. Loskotová, J. Mazáčková, M. Novák, D. Novotná, R. Procházka, P. Růžičková, S. Sázelová, S. Stuchlík, J. Svoboda, L. Šebela, P. Škrdla, J. Tejral, J. Unger, Š. Ungerman, M. Vlach, R. Vlček, R. Vlčková Kryčerová, D. Vorlíčková, *Jdeme pod povrch. Příběhy Archeologického ústavu Akademie věd ČR v Brně. 1920 – 1970 – 2020*. Brno: Archeologický ústav AV ČR, Brno.

Poláček 2019: Pohled na Velkou Moravu z pohledu z jihovýchodu

Poláček, Marek 1995: L. Poláček, O. Marek, *Die Grabungen in Mikulčice 1954–1992. Geschichte, Grabungsmethoden und Dokumentation*. In: F. Daim, L. Polaček (Hrsg.), Studien zum Burgwall von Mikulčice I. Spisy Archeologického ústavu AV ČR Brno 2. Brno: Archäologisches Institut der Akademie Wissenschaften der Tschechischen Republik, Brno, 13–82.

Poláček 2005: Pohled na Velkou Moravu z pohledu z jihovýchodu

Poláček, Marek 2005: L. Poláček, O. Marek, *Grundlagen der Topographie des Burgwalls von Mikulčice. Die Grabungsflächen 1954–1992*. In: L. Poláček (Hrsg.), Studien zum Burgwall von Mikulčice VII. Spisy Archeologického ústavu AV ČR Brno 24. Brno: Archäologisches Institut der Akademie der Wissenschaften der Tschechischen Republik, Brno, 9–358.

Poloprutský et al. 2022: Pohled na Velkou Moravu z pohledu z jihovýchodu

Poloprutský et al. 2022: Z. Poloprutský, E. Frommeltová, J. Münzberger, K. Sedlická, 3D digital reconstruction of defunct rural buildings based on archival sources. *Stavební obzor – Civil Engineering Journal* 31, 196–210.

Pošmourný 1965: Pohled na Velkou Moravu z pohledu z jihovýchodu

Pošmourný 1965: J. Pošmourný, Dvouapsidová rotunda v Mikulčicích. In: *Almanach Velká Morava*. Brno: Moravské muzeum, 104–109.

Pošmourný 1971: Pohled na Velkou Moravu z pohledu z jihovýchodu

Pošmourný 1971: J. Pošmourný, Provenience stavebního umění velkomoravských Slovanů. *Zborník Filozofickej fakulty UK Bratislava* 22, 1971, 41–60.

Poulík 1975: Pohled na Velkou Moravu z pohledu z jihovýchodu

Poulík 1975: J. Poulík, *Mikulčice. Sídlo a pevnost knížat velkomoravských*. Praha: Academia.

Poulík 1963: Pohled na Velkou Moravu z pohledu z jihovýchodu

Poulík 1963: J. Poulík, *Dvě velkomoravské rotundy v Mikulčicích*. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd.

Reilly 1991: P. Reilly, Towards a virtual archaeology. In: S. Rahtz, K. Lockyear (eds.), *Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology 1990*. BAR International series 565. Oxford: Tempus Reparatum, 132–139.

Slováček 2010: Pohled na Velkou Moravu z pohledu z jihovýchodu

Slováček 2010: P. Slováček, *Filozofické základy psychologie Tomáše Akvinského. Studie k filozofické psychologii a metafyzice vrcholného středověku*. Nepublikovaná disertační práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Filozofická fakulta, Katedra filozofie. Dostupné online/Available online: https://theses.cz/id/6cjm4q/Filozofick_zklady_psychologie_Tome_Akvinskho_disert_prce.pdf.

Sokol et al. 2017: P. Sokol, J. Havlice, A. Knechtová, J. Kypťa, F. Laval, Z. Neustupný, R. Stránská, R. Tišerová, M. Tomášek, P. Vítula, *Metodika terénní prostorové identifikace, dokumentace a popisu nemovitých archeologických památek*. Odborné a metodické publikace 91. Praha: Národní památkový ústav.

Svoboda 2012: Pohled na Velkou Moravu z pohledu z jihovýchodu

Svoboda 2012: D. Svoboda, *Metafyzické myšlení Tomáše Akvinského*. Praha: Krystal OP.

Šindelář et al. 2020: Pohled na Velkou Moravu z pohledu z jihovýchodu

Šindelář et al. 2020: J. Šindelář, M. Mazuch, M. Hladík, L. Poláček, Dokumentace výzkumu ve složitých archeologických situacích raně středověké lokality – Experimentální geodetická dokumentace v archeologii. *Živá archeologie* 22, 39–50.

Šindelář, Poláček, Krupičková 2019: Pohled na Velkou Moravu z pohledu z jihovýchodu

Šindelář, Poláček, Krupičková 2019: J. Šindelář, L. Poláček, Š. Krupičková, Doporučená metodika fotodokumentace v archeologii pro následné metrické analýzy obrazu. *Přehled výzkumů* 60(2), 201–224.

Thomas, Lea (eds.) 2014: Pohled na Velkou Moravu z pohledu z jihovýchodu

Thomas, Lea (eds.) 2014: S. Thomas, J. Lea (eds.), *Public Participation in Archaeology*. Woodbridge: The Boydell Press.

Tucci, Cini, Nobile 2011: Pohled na Velkou Moravu z pohledu z jihovýchodu

Tucci, Cini, Nobile 2011: G. Tucci, D. Cini, A. Nobile, Effective 3D Digitization of Archaeological Artifacts for Interactive Virtual Museum. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 38-5(16), 413–420.

Unger et al. 2020: Pohled na Velkou Moravu z pohledu z jihovýchodu

Unger et al. 2020: J. Unger, Ch. Hemker, Ch., Lobinger, J. Mařík, VirtualArch: Making Archaeological Heritage Visible, *Internet Archaeology* 54. Dostupné online/ Available online: https://intarch.ac.uk/journal/issue54/2/index.html.

Ústava: Pohled na Velkou Moravu z pohledu z jihovýchodu

Ústava: In: F. Novotný 2001 (translation, preface, notes). Ústava [Platón]. Knihovna antické tradice 18. Praha: Oikoymenh.

Welsch 1998: Pohled na Velkou Moravu z pohledu z jihovýchodu

Welsch 1998: W. Welsch, „Wirklich“. Bedeutungsvarianten – Modelle Wirklichkeit und Virtualität. In: Krämer, Sybille (Hrsg.), *Medien, Computer, Realität. Wirklichkeitsvorstellungen und Neue Medien*. Frankfurt: Suhrkamp, 175.

Šárka Krupičková, Lumír Poláček, Jiří Šindelář

Velkomoravské Mikulčice virtuálně
Great Moravian Mikulčice Virtually

Editoři / Managers: Šárka Krupičková, Lumír Poláček

Technická redakce / Production project managers: Hedvika Břínková,

Martina Kudlíková, Klára Matulová

Jazyková korektura CZ / Proofreading CZ: Kateřina Štěpančíková

Překlad a jazyková korektura EN / Translation and proofreading EN:

Tereza Pohořelická Bartošková, Paul Simpson, Klára Matulová

Obálka / Cover design: Zdeněk Tuka (Atelier Zidlicky)

Obrázek na titulní straně / Figure on the cover: 3D model gombíku inv. č. 1122a/57 (hrob 505,

3. kostel, Mikulčice-Valy, Archeologický ústav AV ČR, Brno) / 3D model of a spherical hollow

button Inv. No. 1122a/57 (grave 505, Church 3, Mikulčice-Valy, Czech Academy of Sciences,

Institute of Archaeology, Brno)

Grafická úprava a předtisková příprava / Graphic design and prepress: Zdeněk Tuka,

Milena Havlíčková (Atelier Zidlicky)

Sazba / Layout: Milena Havlíčková, Zdeněk Tuka (Atelier Zidlicky)

Tisk / Print: Tiskárna Helbich, a. s., Valchařská 36, 614 00, Brno

První vydání, 500 kusů

First print, 500 copies

Vydal Archeologický ústav AV ČR, Brno, v. v. i.

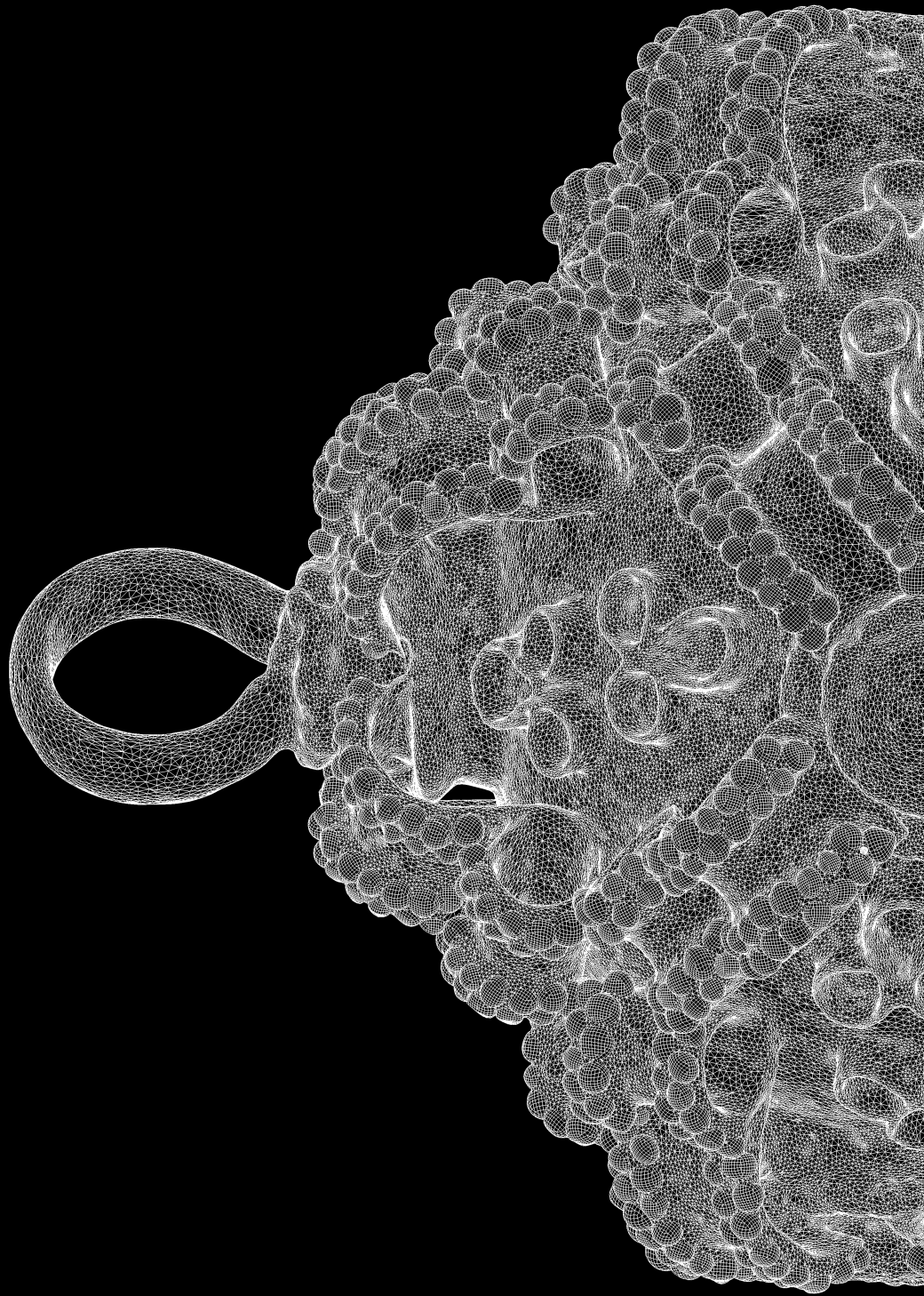
Published by the Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology, Brno

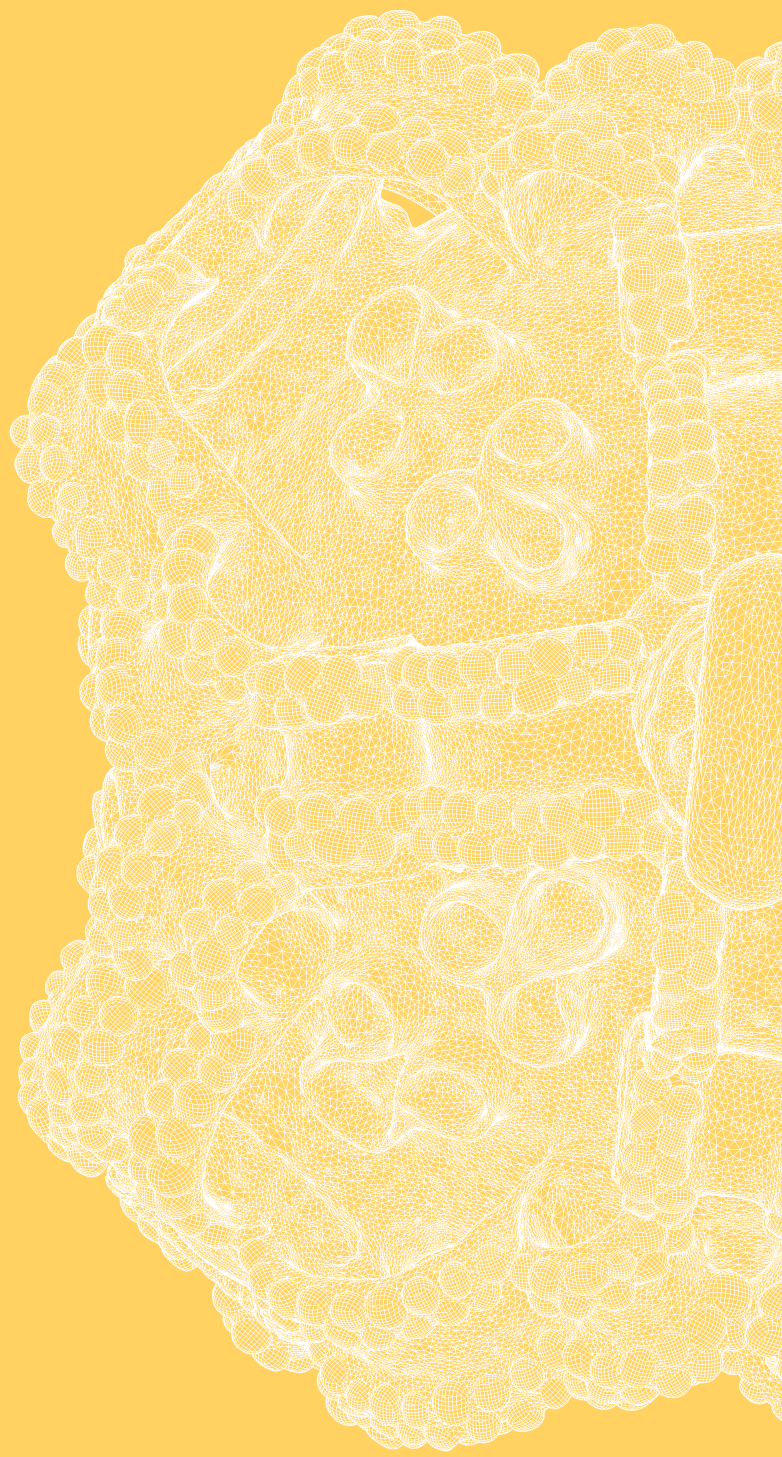
Čechyňská 363/19, 602 00, Brno

www.arub.cz

Brno 2022

ISBN 978-80-7524-052-1





ISBN 978-80-7524-052-1