

Felcanová, Zuzana; Felcan, Michal

**Geofyzikálny prieskum zaniknutých kláštorňých areálov v Spišskom Štiavniku
a Lučenci-Opatovej**

Archaeologia historica. 2024, vol. 49, iss. 1, pp. 209-224

ISSN 0231-5823 (print); ISSN 2336-4386 (online)

Stable URL (DOI): <https://doi.org/10.5817/AH2024-1-8>

Stable URL (handle): <https://hdl.handle.net/11222.digilib/digilib.80163>

License: [CC BY-NC-ND 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Access Date: 30. 07. 2024

Version: 20240723

Terms of use: Digital Library of the Faculty of Arts, Masaryk University provides access to digitized documents strictly for personal use, unless otherwise specified.

GEOFYZIKÁLNY PRIESKUM ZANIKNUTÝCH KLÁŠTORNÝCH AREÁLOV V SPIŠSKOM ŠTIAVNIKU A LUČENCI-OPATOVEJ

ZUZANA FELCANOVÁ – MICHAL FELCAN – TOMÁŠ KOPTÁK – ROMAN PAŠTEKA – DAVID KUŠNIRÁK – MICHAL SLIVKA

Abstrakt: Cieľom príspevku je prezentovať výsledky geofyzikálneho výskumu stredovekých cistercijských kláštorov na Slovensku. Georadarový a magnetometrický prieskum zaniknutého kláštora v Spišskom Štiavniku priniesol nové priestorové dáta, na základe ktorých bolo možné identifikovať jednotlivé časti kláštorného komplexu, aj s jeho zázemím. Ďalšou skúmanou lokalitou bola Opatová, ktorá je dnes súčasťou Lučenca. V rámci štúdia historických prameňov sa vedie diskusia o existencii kláštora, resp. jeho rádovej príslušnosti. V súčasnosti sa tu nachádza cintorín, ktorý značne limituje výskumné aktivity. Napriek tomu bol na prístupných miestach vykonaný georadarový prieskum, ktorý pravdepodobne zachytil deštruované murivá.

KLúčové slová: kláštory – cisterciti – geofyzikálny prieskum.

Geophysical survey of defunct monastery complexes in Spišský Štiavnik and Lučenec-Opatová

Abstract: This article seeks to present the results of the geophysical survey of medieval Cistercian monasteries in Slovakia. The GPR and magnetometric survey of the former monastery in Spišský Štiavnik yielded new spatial data, on the basis of which it was possible to identify the individual parts of the monastery complex, including its economic hinterland. The other site investigated was Opatová, which is now part of Lučenec. The study of historical sources involves a discussion about the existence of a monastery and its order affiliation. There is now a cemetery on the site, which significantly limits research activities. Nevertheless, a GPR survey was carried out in accessible places and it probably detected remains of masonry.

Key words: monasteries – Cistercians – geophysical survey.

Príspevok predstavuje zhrnutie výsledkov geofyzikálnych meraní, ktoré boli uskutočnené v rámci prieskumných aktivít zameraných na stredoveké mužské cistercijské kláštory a ich pozostatky na území dnešného Slovenska. Historicky a archeologicky je doložené len opátstvo Preblahoslavenej Panny Márie v Spišskom Štiavniku (Slivka 1991; Kopták 2012; 2014). Odlišný prípad reprezentuje kláštor v Opatovej, ktorá dnes administratívne patrí k Lučencu. Reálna existencia kláštora cistercitov totiž nie je spoľahlivo zdokumentovaná, viaže sa na historické pramene, ktoré však takisto nie sú jednoznačné (Hervay 1984; Pomfyová 2015). Rovnako toponymický názov miesta naznačuje, že tu mohol existovať kláštor cistercitov.

Naším zámerom preto bolo priniesť nové priestorové geofyzikálne dáta, ktoré by mohli doplniť obraz o dispozícii kláštora v Spišskom Štiavniku a zdokumentovať pozostatky komplexu pod zemským povrchom, keďže miesto je aktívne využívané majiteľmi pozemkov na rekreačné a ubytovacie aktivity a je tak možnosť narušenia archeologických vrstiev (obr. 1). Zároveň bolo našim cieľom prispieť novými dátami z geofyzikálnych meraní do skladačky informácií o možnom kláštore v Opatovej, ktoré sa v odbornej literatúre zbierajú už dlhšiu dobu, ale stále neprinesli jednoznačnú odpoveď o jeho existencii či rádovej príslušnosti, hoci v tomto prípade boli od začiatku zrejme výrazné limity pre akékoľvek geofyzikálne či archeologické výskumy, pretože miesto slúži ako cintorín, ktorý je stále v prevádzke. Pre vytvorenie celkového obrazu uvádzame aj krátky prehľad k historickému vývoju oboch kláštorov, ktorý je však podrobne rozpracovaný v citovanej historickej literatúre.

Zaniknutý kláštor cistercitov v Spišskom Štiavniku

Mužské Opátstvo Preblahoslavenej Panny Márie v Spišskom Štiavniku cistercijskej rehole bolo založené v roku 1223 (Hervay 1984, 172). Išlo o fundáciu uhorskej kráľovskej rodiny (Slivka 1993,



Obr. 1. Pracovný záber na aktuálny stav zaniknutého kláštora v Spišskom Štiavniku, v pozadí sýpka stojaca na mieste kláštorného kostola. Foto Z. Felcanová.

Abb. 1. Arbeitsaufnahme des aktuellen Zustandes des untergegangenen Klosters in Spišský Štiavnik, im Hintergrund ein an der Stelle der Klosterkirche stehender Getreidespeicher. Foto Z. Felcanová.

192). Zachované historické dokumenty a najmä archeologickým výskumom objavené nálezy a architektonické štruktúry naznačujú, že nový konvent dostal od fundátora dostatočnú podporu, aby sa mohol pomerne „rýchlo“ konsolidovať a začať s výstavbou kamenného kláštora (podrobne Kopták 2012 a najnovšie Slivka–Kopták 2023; k dejinám najnovšie Jakubčín 2017 a Števík 2021, 86–125).

Mnísi prišli do Štiavniku niekedy po roku 1223 a pravdepodobne nejaký čas existovali v drevenom provizóriu (podrobne Kopták 2014, 31–41). Zaujímavé však je, že v roku 1237 sa uvažovalo o translokovaní kláštora na miesto zvané *Luchanche* (Hervay 1984, 172). O nejaký čas na to prichádza do Uhorska pohroma v podobe mongolského vpádu. Napriek opakovanému naratívu o plienení Mongolov na Spiši a aj v Spišskom Štiavniku, nie je stále jasné, či tu reálne boli a prípadne vyplenili kláštor. Doklady k tomu nie sú žiadne (podrobne Kopták 2012, 42–46).

Svoje apogeuum zažíva opátstvo v 14. storočí. Vtedy boli najneskôr s veľkou pravdepodobnosťou dobudované aj všetky jeho stavebné štruktúry (Kopták 2012, 159). Pätnáste storočie prinieslo husitské vpády a neskôr aj vyčistiť bratříkov, čo malo neblahý vplyv na konvent, kláštor i jeho majetky. Po upokojení situácie za vlády Mateja Korvína sa opátstvo poslednýkrát pokúsilo o svoje pozdvihnutie (o čom svedčia aj archeologické nálezy z tohto obdobia). V prvej tretine 16. storočia však prichádza nezadržateľný pád. V roku 1530 už rehoľníci v kláštore nie sú (Jakubčín 2017, 58).

Keďže mnoho listinného materiálu k histórii opátstva sa stratilo a zaniklo, vo viacerých historických udalostiach značne tápeme a odpovede môže priniesť najmä archeologický výskum. Ten sa zrealizoval v rokoch 2006 a 2007 a mal zisťovací charakter. Pochádza však z neho veľké množstvo huteľného materiálu (Kopták 2012, 190–203). Ďalší čiastkový výskum sa realizoval v roku 2011 a bol vyvolaný komerčnými záujmami nového vlastníka. Z tohto výskumu (odkryl opevnenie kláštora) však pravdepodobne nie je výskumná dokumentácia a vychádzame len z autopsie a skromnej fotodokumentácie. Momentálne podmienky nie sú priaznivé a ďalšie pokračovanie archeologického výskumu spolu s precizovaním našich poznatkov je teda vecou budúcnosti.

K stavebnej podobe kláštora a jeho architektúre nedisponujeme písomnými ani ikonografickými prameňmi. K rekonštrukcii môžeme využiť len dve existujúce pivnice, viacero zachovaných architektonických článkov, pri archeologických výskumoch objavené murivá a stavebné štruktúry, usporiadanie terénneho reliéfu priamo na lokalite, lidarové dáta či prieskum geofyzikálnymi metódami. Kombináciou týchto údajov a písomných prameňov sa však predsa len vieme dopátrať istého obrazu.

V prvom rade už situácia v teréne naznačuje, že pôdorysne išlo o menší kláštor, podobne ako u cisterciatských kláštorov v Malopolsku. To potvrdil aj starší geofyzikálny prieskum, neskôr lidarové snímkovanie a najnovšie eklatantne aj nový geofyzikálny prieskum. Zachované architektonické články majú časové rozpätie od prvej tretiny 13. storočia (päťky pilierov) po poslednú tretinu 13. storočia (hlavicové vlysy s vegetabilným dekorom značnej umeleckej kvality, pozri bližšie Pomfýová 2015a, 556–558). Výstavba zrejme postupovala rýchlejšie, ako sa skôr predpokladalo, lebo na východ od zaniknutého klaustra sa nachádza pivnica s románskym portálom (nad ňou zrejme stál opátsky dom, Slivka–Kopták 2023) a výskum v roku 2011 čiastočne zachytil aj obvodovú hradbu, ktorá podľa skladby muriva budí dojem, že je neskororománskeho pôvodu (Slivka–Kopták 2023). Môžeme teda extrapolovať, že ide o solidné vybudovaný kláštorňý komplex, ktorý bol dobudovaný celý a kostol bol vybudovaný snáď na tzv. bernardínskom pôdoryse (podrobne Kopták 2012, 131–136; Slivka–Kopták 2023).

Metóda geofyzikálneho prieskumu

Architektúra kláštora v Spišskom Štiavniku je v súčasnosti pod povrchom zeme, pričom areál je využívaný na chov koní, rekreačné a úžitkové účely. Najvhodnejším spôsobom ako plošne skúmať zaniknutý kláštor sa preto ukázali geofyzikálne metódy kvôli svojej časovej, priestorovej aj ekonomickej efektívnosti v porovnaní s archeologickým výskumom. Zvolená bola konkrétne georadarová metóda, ktorá je vhodná pri dokumentácii deštruovaných murív, dutín a pozostatkov architektúry. Výsledky prospekcie boli už čiastočne zhodnotené v rámci komplexnej publikácie geofyzikálnych prieskumov z rôznych lokalít (Felcanová–Felcan–Lieskovský 2021).

Georadar alebo GPR (z angl. Ground Penetrating Radar) je geofyzikálna metóda využívajúca radarové impulzy na zmapovanie štruktúr a objektov pod povrchom (napr. Milsom 2003). Vysielané vlny prechádzajú prostredím, pričom obalová krivka elektromagnetických vln má tvar kužeľa, rozširujúceho sa smerom do hĺbky. Keď vlna narazí na rozhranie vrstiev, ktoré majú rozdielne elektrické vlastnosti, časť energie sa odrazí späť a zvyšok pokračuje v šírení v danom prostredí. Odrazená energia sa zaznamenáva a zobrazuje vo forme časového priebehu, kde možno vidieť amplitúdy a čas prechodu cez jednotlivé vrstvy. Na základe parametrov zaznamenaných odrazených vln (veľkosť a frekvencia, časový posun medzi ich vyslaním a prijatím) sa získavajú informácie o stave diagnostikovaného prostredia. Prechodom cez jednotlivé vrstvy sa mení rýchlosť vln a znižuje sa ich intenzita z dôvodu odrazu časti energie na rozhraní rozdielnych materiálov. Šírenie a odraz impulzu vysielaného radarom závisí od elektrických vlastností materiálov prostredia, v ktorom sa impulz šíri. Najdôležitejšie elektrické vlastnosti ovplyvňujúce výsledky meraní georadarom sú elektrická permitivita prostredia a jeho vodivosť. Tieto ovplyvňujú rýchlosť šírenia signálu a jeho útlm v prostredí, čo má vplyv na výpočet hĺbky, v ktorej sa nachádza rozhranie materiálov, resp. na hĺbkový dosah metódy.

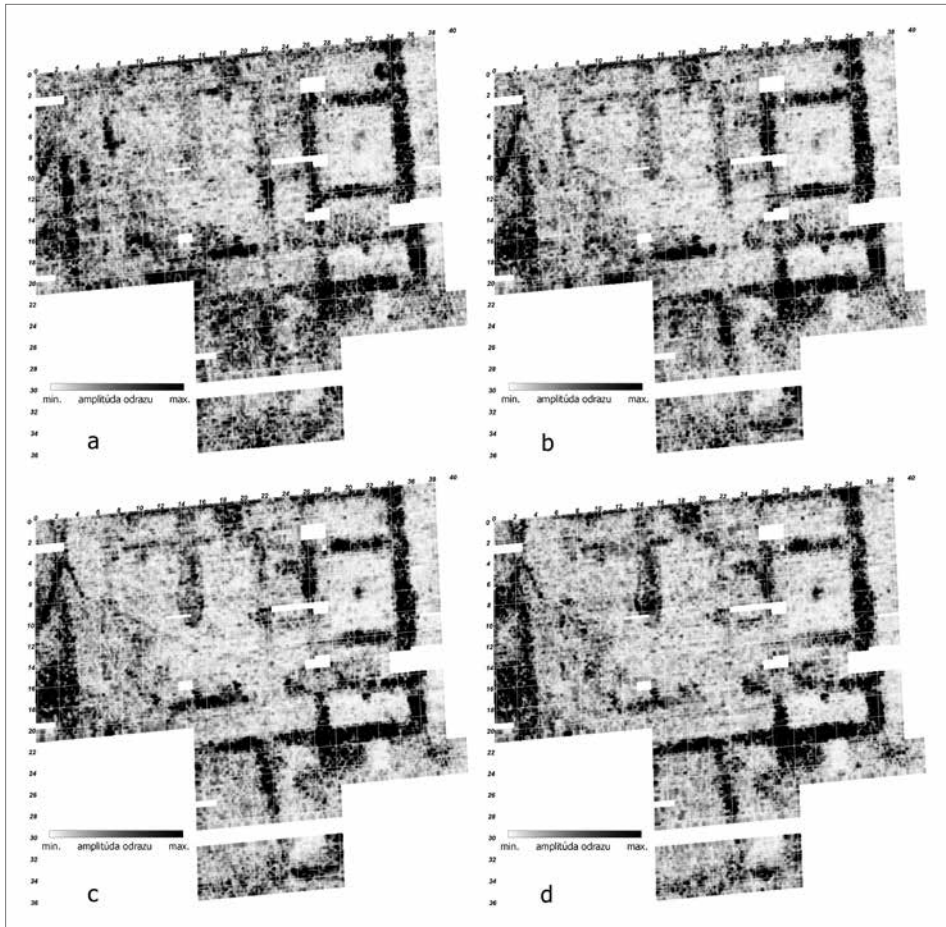
Meranie bolo realizované na konci augusta 2018 (v suchom prostredí) aparátúrou GSSI SIR3000 s použitím tienenej 400 MHz antény. Lokalizácia GPR meraní v záväznom súradnicovom systéme S-JTSK03 bola zabezpečená zameraním obvodových bodov meracích plôch georadarového prieskumu GNSS aparátúrou Trimble R8, ktorá s využitím služby SKPOS dosahuje presnosť merania na úrovni 2–3 cm. Georadarové merania boli realizované na ploche s rozmermi 40 × 37 m (obr. 2). Plošná výmera preskúmanej plochy je 0,15 ha a plocha bola vytýčená tak, aby boli v ideálnom prípade zachytené konventné budovy. Vplyv na lokalizáciu prieskumu malo aj to, že na mieste kláštorňého kostola dnes stojí baroková sýpka (obr. 1), ktorá je v súčasnosti využívaná na ustajnenie koní a ktorej



Obr. 2. Plocha geofyzikálneho prieskumu v Spišskom Štiavniku na ortofotomape. Autor M. Felcan.

Abb. 2. Fläche der geophysikalischen Untersuchung in Spišský Štiavnik auf einer Orthofotokarte. Erstellt von M. Felcan.

nový železobetónový poter interiéru znemožnil aplikáciu akejkoľvek z použitých metód, čo sme priamo na mieste aj otestovali. Ďalšou trvale zničenou časťou kláštora, kde nebolo možné realizovať merania, je jeho juhozápadné nárožie, na mieste ktorého bola vybudovaná pivnica. Plocha na meranie bola zvolená aj s ohľadom na súčasné využitie miesta (stromy, chov koní, ploty a hospodárske budovy). Napriek tomu na výstupoch vidno biele vynechané miesta bez záznamu, kde sa nachádzali stromy (obr. 3 a 4). Vzdialenosť medzi jednotlivými meracími profilmi, orientovanými v smere východ–západ, bola 30 cm, čo nám umožnilo detailné spracovanie plošných máp vo vybraných hĺbkach. V rámci spracovania nameraných údajov sa odfiltrovali z georadarového záznamu falošné signály a šum a zároveň sa softvérovo zosilnil signál v záujmových oblastiach. Na spracovanie nameraných údajov bol použitý softvér ReflexW v.8.2 (Sandmeier 2020). Rýchlosť šírenia elektromagnetických vln v prostredí na lokalite bola stanovená pomocou metódy adaptácie hyperbol na 0,1 m/ns, čo veľmi dobre koreluje s tabuľkovou hodnotou rýchlosti pre zrnité nestmelené hlinité a piesčité materiály (0,070–0,120 m/ns; Reynolds 2011). Pre definovanú meraciu plochu boli zostrojené hĺbkové rezy v hĺbke 0 až 2 m s krokom 0,1 m a v hĺbke 2–3 m s krokom 0,5 m. Jednotlivé rezy boli vizualizované v prostredí GS Surfer. Pre účely prehľadnejšej interpretácie získaných výsledkov sú zobrazené hĺbkové úrovne, na ktorých sú najčitateľnejšie zobrazené záujmové objekty (obr. 3). Ďalšie horizontálne rezy boli vyhodnotené už len na hĺbkovej úrovni 2,5 a 3 metre z dôvodu absencie archeologických štruktúr v týchto úrovniach. Murivá zaniknutého kláštora sa na jednotlivých hĺbkach prejavujú s drobnými odchýlkami vo vlnovom poli, ktoré sú typické pre prípady zaniknutých

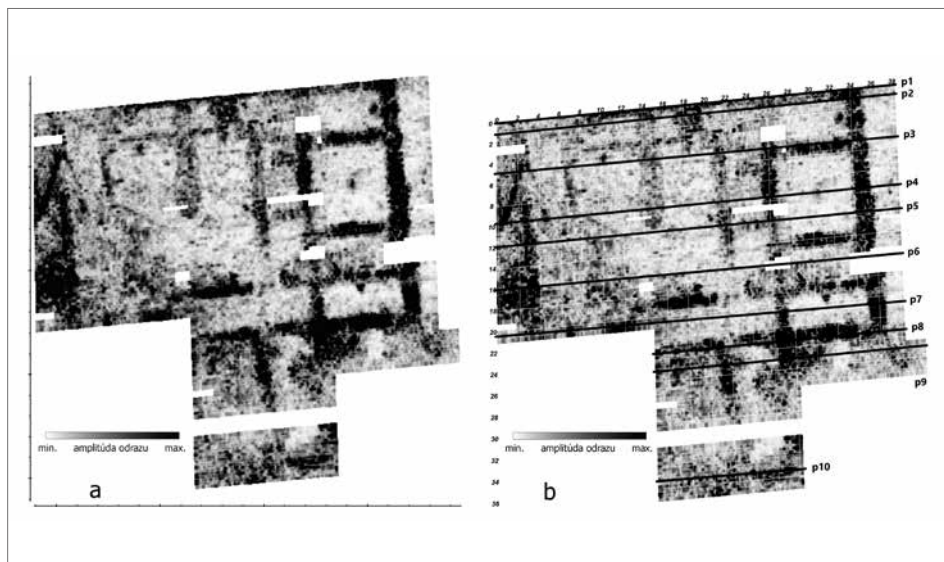


Obr. 3. Horizontálne rezy v hĺbkach 90 (a), 100 (b), 110 (c) a 120 (d) cm z georadarového prieskumu v Spišskom Štiavniku. Autor D. Kušnirák.

Abb. 3. Horizontalschnitte in den Tiefen von 90 (a), 100 (b), 110 (c) und 120 (d) cm von der Bodenradaruntersuchung in Spišský Štiavnik. Erstellt von D. Kušnirák.

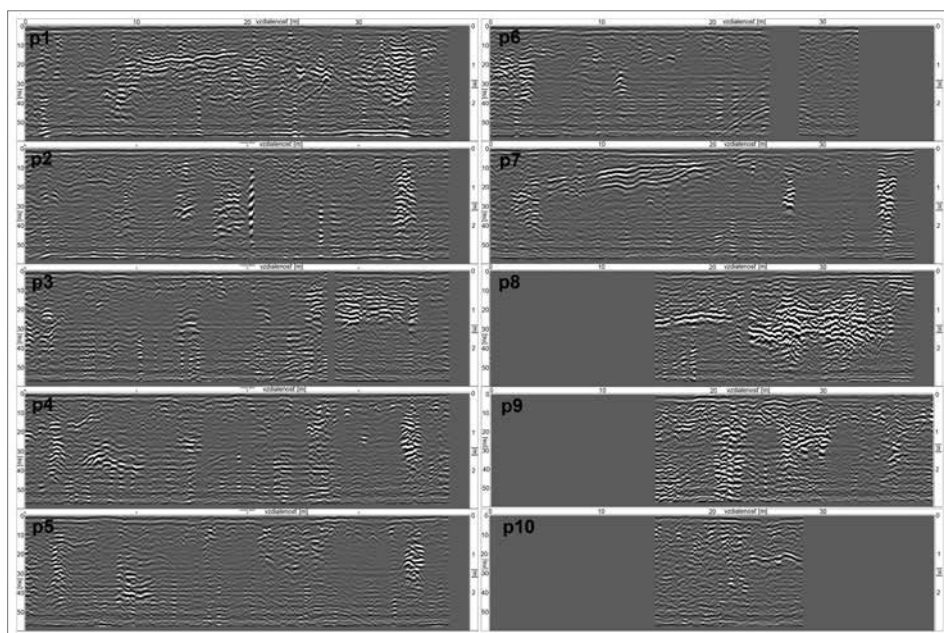
múrov. Pri spracovaní vo forme 3D spracovania, s využitím výpočtu tzv. obálok amplitúd, sa tieto drobné odchýlky zvýraznia – ako to je viditeľné na viacerých horizontálnych rezoch (obr. 3 a 4). V zásade možno tvrdiť, že múry zaniknutého kláštora sa dnes nachádzajú v hĺbkach 0,5 metra až 2 metre pod úrovňou súčasného terénu. Najväčšmi sa architektúra kláštora prejavuje približne na úrovni 1 m pod súčasným povrchom. Pre lepšiu identifikáciu zachovania hĺbok, či mocnosti múrov zachovaných pod zemou prinášame tiež vertikálne georadarové rezy v smere západ–východ (obr. 5), ktorých umiestnenie je zobrazené v rámci horizontálneho rezu (obr. 4b).

V okolí klaustera a predpokladaných miestností kláštora bola využitá magnetometrická prospekcia, ktorou bolo možné zmerať rozsiahlejšiu plochu v porovnaní s georadarom (obr. 2). Hoci stavba samotného kláštora sa riadila podľa vopred daného plánu, v jeho bezprostrednom zázemí bolo možné očakávať rôzne usporiadanie štruktúr súvisiacich s hospodárskym chodom kláštora, nemuselo ísť nevyhnutne iba o deštruované murivá. Aj z toho dôvodu bola zvolená magnetometria, ktorá je schopná zachytiť široký diapazón archeologických objektov (napr. Fassbinder 2017). Magnetometrické prístroje sú vo väčšine prípadov založené na meraní veľkosti totálneho vektora



Obr. 4. Kombinácia horizontálnych rezov v hĺbkach 90–120 cm z georadarového prieskumu v Spišskom Štiavniku pre zvýraznenie nameraných údajov (a). Lokalizácia vertikálnych rezov s ich označením (p1–p10) z georadarového prieskumu v Spišskom Štiavniku (b). Autor M. Felcan.

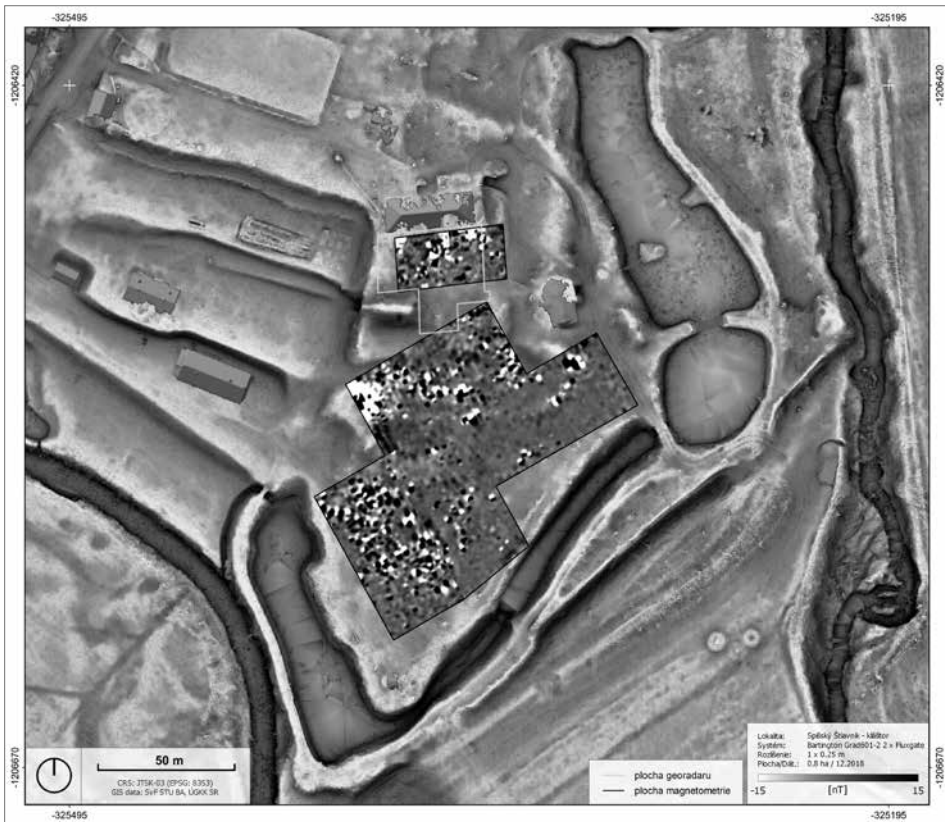
Abb. 4. Kombination von horizontalen Schnitten in einer Tiefe von 90–120 cm von der Bodenradaruntersuchung in Spišský Štiavnik zwecks Hervorhebung der gemessenen Angaben (a). Lokalisierung der vertikalen Schnitte mit ihrer Bezeichnung (p1–p10) von der Bodenradaruntersuchung in Spišský Štiavnik (b). Erstellt von M. Felcan.



Obr. 5. Vertikálne rezy z georadarového prieskumu v Spišskom Štiavniku, v ľavom stĺpci rezy p1–p5, v pravom stĺpci p6–p10, podľa označenia z obrázka 4. Autor R. Pašteka.

Abb. 5. Vertikale Schnitte von der Bodenradaruntersuchung in Spišský Štiavnik, in der linken Spalte die Schnitte p1–p5, in der rechten Spalte p6–p10, entspricht der Bezeichnung in Abbildung 4. Erstellt von R. Pašteka.

magnetickej indukcie. V prípade prieskumu v Spišskom Štiavniku bol využitý ručný magnetometer Bartington Grad601-2 s dvomi fluxgate senzormi. Metódou bola preskúmaná celá plocha okolo centrálnej časti kláštora a oblasti, kde bol predpoklad nenarušenia recentnými zásahmi. Celkovo bola magnetometrom preskúmaná plocha približne 0,8 ha. Vzdialenosť medzi meranými profilmi magnetometra bola 1 m a pri zbere údajov sa použil vzorkovací interval rovný 0,25 m. Vnútorňá presnosť nameranej veličiny vektora indukčného poľa bola $\pm 0,1$ nT (nanoTesla). Chyba merania (vonkajšie rozlíšenie) bola približne ± 1 nT. Umiestnenie meraných plôch bolo vykonané v lokálnom súradnicovom systéme (s použitím lokálneho smerovania) v podobe 10 gridov. Neskôr boli tieto údaje transformované do globálneho súradnicového systému S-JTSK03 zameraním diferenciálnou GNSS aparátúrou Trimble R8, ktorá s využitím služby SKPOS dosahuje presnosť merania na úrovni 2–3 cm. Po dokončení zberu údajov bola vykonaná základná kontrola kvality. Údaje boli opravené pre denné zmeny magnetického poľa Zeme pomocou mediánového filtra aplikovaného na každú dátovú linku v softvéri Matlab R2007b. Základná filtrácia a export nameraných dát do textových súborov boli vykonané v programe Grad601. Potom boli údaje interpolované metódou krigingu do bežnej siete s rozmermi buniek $0,1 \times 0,1$ m. Použil sa mediánový filter a normálne magnetické pole Zeme bolo odstránené, aby sa odvodilo anomálne magnetické pole (anomálne pole totálnej magnetickej indukcie). Gridy anomálneho magnetického poľa pre vybrané oblasti boli zobrazené ako obrazová mapa v sivej škále (obr. 6). Anomálne magnetické



Obr. 6. Magnetogram (± 15 nT) z prieskumu v Spišskom Štiavniku na podklade dát z leteckého laserového skenovania. Autor M. Felcan.

Abb. 6. Magnetogramm (± 15 nT) von der Untersuchung in Spišský Štiavnik auf Grundlage der mittels Airborne Laserscanning gewonnenen Daten. Erstellt von M. Felcan.

polia z niektorých meraných oblastí boli žiaľ deformované železným odpadom. Napriek tomu sa pri nastavení vyššej amplitúdy poľa zvýraznia niektoré možné archeologické anomálie, ktoré sa normálne prejavujú slabšie ako feromagneticky silný železný odpad.

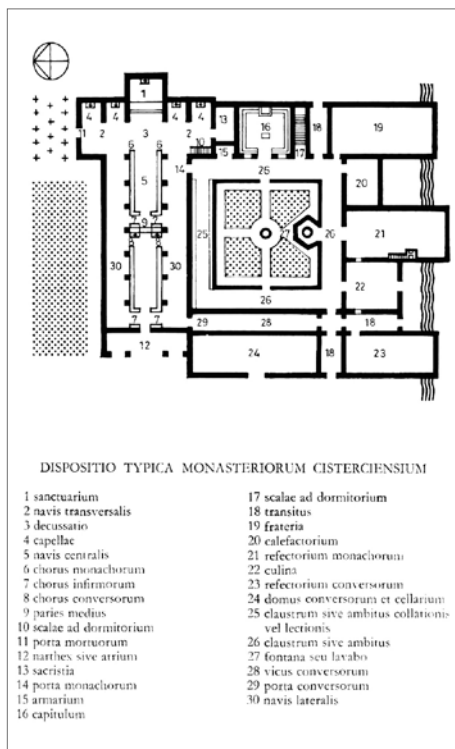
Interpretácia výsledkov geofyzikálneho prieskumu

Predmetný geofyzikálny prieskum bol už v poradí druhý. Prvý bol realizovaný pred vyše tridsiatimi rokmi (Tirpák 1993, 66–67). Aj ten zachytil architektonické štruktúry, ktoré čiastočne potvrdil zisťovací archeologický výskum v roku 2006–2007 (Kopták 2012, 140, 141, tab. VIII, IX). Rozvoj techniky v posledných desaťročiach prispel k tomu, že v roku 2018 realizovaný geofyzikálny prieskum priniesol oveľa presnejšie a detailnejšie výsledky (obr. 3, 8). Tie sa následne interpretovali nielen podľa tzv. ideálneho plánu cisterciackého kláštora (použitý práve pre svoju ideálnu architektonickú kompozíciu, obr. 7), ale aj podľa pôdorysu kláštora v malopoľskom Wąchocku, ktorý bol materským rehoľným domom cistercov v Spišskom Štiavniku (zo situácie v teréne aj z nameraných dát je zrejme, že v Štiavniku ide o veľmi podobné pôdorysné stvárnenie).

Zachytené architektonické štruktúry môžeme interpretovať nasledovne: sakristia, kapitulná sieň aj so stredovým pilierom, schodisko do dormitória, prechodová chodba (alebo parlatorium?), frateria, kafaktórium, časť refektáru, celý rajský dvor s krížovou chodbou (obr. 8). Zachytený bol pravdepodobne aj istý druh prívodného kanála prechádzajúceho diagonálne cez rajský dvor (obr. 8, čierna línia bez výplne). Časť obdobného vodovodného kanála (alebo trativodu?) bola zachytená aj pri archeologickom výskume v roku 2011 (Kopták 2012, tab. XL, 1).

Z objektov mimo samotného jadra kláštora sa bezprostredne nad zaniknutým kostolom predpokladá existencia cintorína (obr. 8, ovál s čiernymi bodkami). Prieskumom boli zachytené dve rozsiahle línie obopínajúce klaustrom z troch strán. Tie sú viditeľné aj priamo v teréne v podobe tiahleho návršia a terénnej depresie. Interpretujeme ich ako opevnenie (val?) a priekopu (obr. 8, šrafované). Pri archeologickom výskume v roku 2011 boli dvoma sondami objavené pozostatky pevnostného múru (Slivka–Kopták 2023). Keďže však z uvedeného výskumu, ako je spomenuté vyššie, zrejme nie je výskumná dokumentácia, nevieme povedať, či dve uvedené sondy by sa prekrývali s líniou opevnenia zachytenou geofyzikálnym prieskumom, aj keď je to pravdepodobné.

Ako posledné objekty boli zachytené väčšie a menšie štruktúry reprezentujúce archeologické objekty (obr. 8, polygóny s mriežkou). Tie môžu mať rôzne interpretácie. Môže ísť o pozostatky súčastí drevozemnej počiatočnej fázy kláštora, ktorú predpokladáme a aj niektoré archeologické nálezy by ju mohli dosvedčovať (Kopták 2014, 39–41). Rovnako môžu byť pozostatkom po

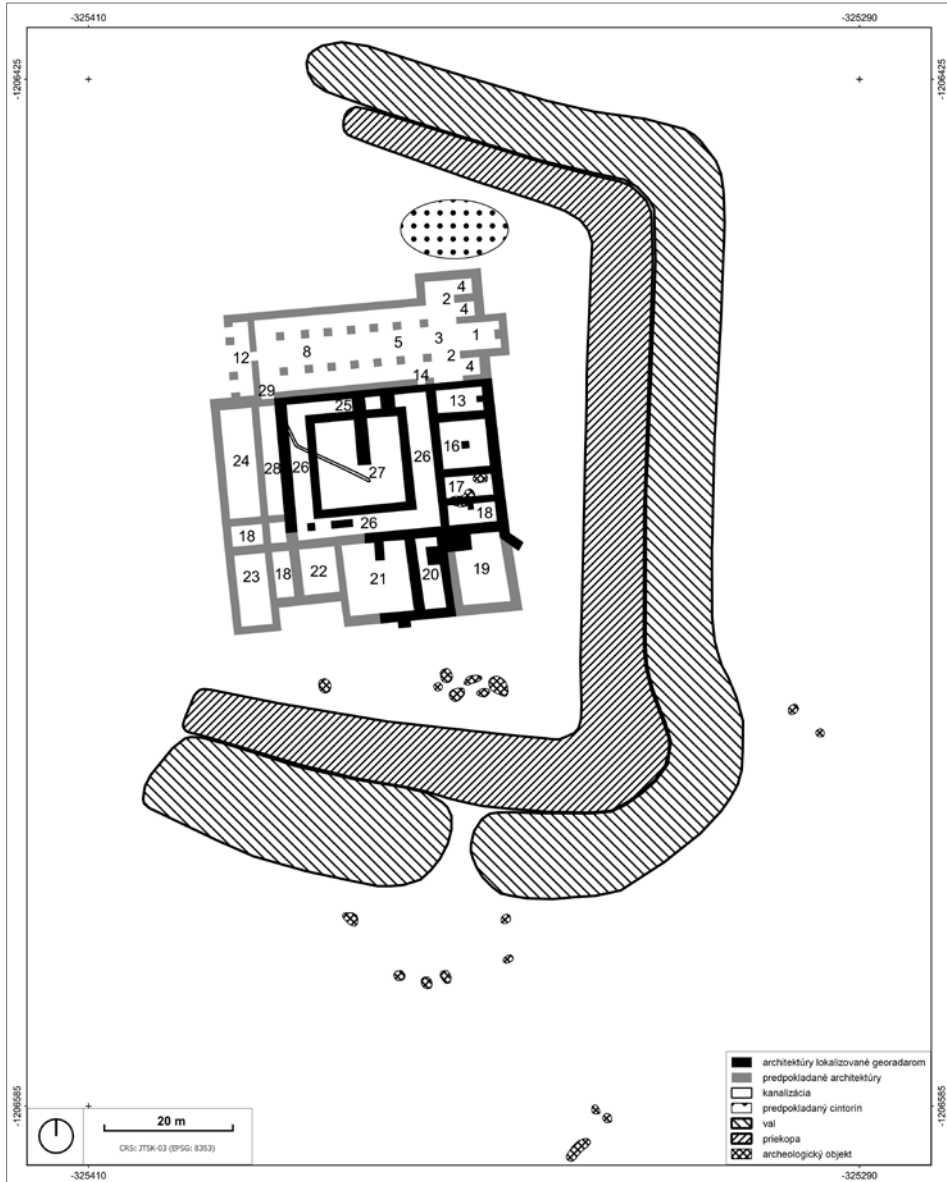


Obr. 7. Typický plán cisterciackého kláštora. Podľa Hervay 1984.

Abb. 7. Typischer Plan eines Zisterzienserklosters. Nach Hervay 1984.

technickom zázemí výstavby kláštora, hospodárskymi objektmi z čias jeho fungovania alebo aj sídliskovými objektmi predchádzajúcimi vznik kláštora. Staršie osídlenie je známe priamo z kláštorného areálu aj z jeho blízkeho a vzdialenejšieho okolia (napr. Kos 2006, 209; Lukáč 1993, 11).

Na záujmových plochách bolo zistené množstvo feromagnetického odpadu (recentné železné predmety ako železné podkovy koní, ale i odpad, ktorý je dôsledkom súčasného využitia



Obr. 8. Archeologická interpretácia údajov získaných geofyzikálnym prieskumom v Spišskom Štiavniku. Čísla miestností sú odvodené podľa typického plánu cisterciáckeho kláštora (pozri obr. 7). Autor M. Felcan.

Abb. 8. Archäologische Interpretation der mittels geophysikalischer Untersuchung in Spišským Štiavnikem gewonnenen Daten. Die Nummerierung der Räume wurden von einem typischen Plan eines Zisterzienserklosters abgeleitet (siehe Abb. 7). Erstellt von M. Felcan.

priestoru), čo sa odrazilo aj na výsledných magnetogramoch (obr. 6). Napriek nežiaducemu železnému odpadu sa podarilo filtráciou nameraných dát identifikovať archeologické objekty a štruktúry, ktoré boli popísané vyššie a ktoré sme sa pokúsili aj vizuálne ideálne zrekonštruovať (obr. 8).

Lučenec-Opatová a otázka existencie zaniknutého kláštora

Písomných zmienok o existencii kláštora v dnešnej Opatovej (dnes mestská časť Lučenca) je minimum. Jeho rádová príslušnosť sa prisudzuje dvom reholiam. V súvislosti s cistercitmi sú konkrétne zmienky len dve. Ide o záznamy generálnej kapituly rádu z rokov 1239 a 1240. V prvej sa uvádza, že opáti z Vertszentkeresztu a Kerzu majú vykonať inšpekciu miesta *Tusagar*, kde plánoval uhorský palatín (malo by ísť o Dionýza, syna Dionýza z rodu Tomaj) fundovať nové opátstvo (Hervay 1984, 121). V druhom zápise sa miesto spomína ako *Vallis Dyonisii*. Nová fundácia mala byť filiou opátstva v Spišskom Štiavniku (Hervay 1984, 121). Avšak palatín Dionýz padol počas mongolského vpádu a k plánovanému fundovaniu zrejme nedošlo. Keďže iné písomné pramene súvisiace s cistercitmi nie sú nateraz známe, pravdepodobne išlo o nevydarenú fundáciu (Hervay 1984, 40–41), aj keď spájanie s cistercitmi dodnes nevymizlo (Drenko 2001, 14).

V Opatovej kláštor nakoniec existoval v polohe Zenthkyral, ktorý mal patriť benediktínom a na počesť svätého kráľa Štefana ho mali založiť potomkovia palatína Dionýza (Györffy 1998, 299; Sitár 2019, 671). Výrazný nedostatok písomných prameňov zatiaľ nedoplnil ani archeologický výskum. Areál zaniknutého kláštora sa nachádza na funkčnom miestnom cintoríne, čo značne terénny výskum sťažuje. V rokoch 2001–2003 sa síce na lokalite čiastkový archeologický výskum realizoval, avšak pochádza z neho len veľmi stručná dokumentácia a výsledky neboli publikované. Výstupmi sú len popularizačné články na internete (internetový zdroj 1) a v tlači (internetový zdroj 2), kde sa uvádza, že „archeologické sondy“ boli hĺbené bankským šachtovým spôsobom kvôli prítomnosti novodobých hrobov. V hĺbke 200–230 cm boli zachytené kamenné bloky, avšak ich dokumentácia a popis sú nepostačujúce. To znemožňuje ďalšiu interpretáciu. Rovnako je opísaný nález mince Bela III z konca 12. storočia, ktorý bol vraj nájdený v sonde s murivom pomocou detektora kovov, avšak presné nálezové okolnosti nie sú uvedené (internetový zdroj 1). Napriek tomu ide o zaujímavé výsledky a jediné archeologické podklady, ktoré sú k dispozícii.

Metóda geofyzikálneho prieskumu

Ako už bolo spomenuté, plochu, kde mal existovať kláštor v Opatovej, prevrstvuje novodobý cintorín. Merania tak bolo možné realizovať iba pomedzi hrobové miesta a na miestach, kde zatiaľ hroby nie sú (obr. 9 a 10). Keďže má ísť, tak ako v prípade Spišského Štiavniku, o deštruované murivá pod zemských povrchoch, bola zvolená rovnaká metóda, čiže georadarový prieskum. Kvôli jej časovo a finančne náročnej aplikácii bola aplikovaná na centrálnu časť cintorína, na ploche približne 70 × 70 metrov. V rámci cintorína bola metódou georadarovej detekcie preskúmaná celá dostupná plocha medzi súčasnými hrobmi, pričom každá anomália zaznamenaná georadarom bola zameraná pomocou GNSS aparatúry, pripojenej na SKPOS. Premerané boli tiež dve plochy, ktoré mali rozmery 1,2 (X) × 5 (Y) m a 2,1 (X) × 4 (Y) m (obr. 10). Pri zbere GPR dát a ich spracovaní je pri plošných meraniach vždy počiatok lokálneho súradnicového systému vľavo hore, os X smeruje zľava doprava a os Y zhora nadol. Pre účely prehľadnejšej interpretácie získaných výsledkov sú vybrané hĺbkové úrovne, na ktorých sú najčitateľnejšie zobrazené záujmové objekty. Jednotlivé hĺbkové úrovne boli spracované od povrchu zeme každých 10 cm po hĺbku 2 m, hlbšie sa už anomálie neprejavovali. Murivá zaniknutého kláštora sa na jednotlivých hĺbkach prejavujú s drobnými odchýlkami, no v zásade možno tvrdiť, že ich prejavy možno zachytiť v hĺbkach 0,6 až 2 metre pod úrovňou súčasného terénu (najmä však v hĺbkach 0,6 až 1 meter). Zobrazené sú typické horizontálne rezy z oboch plôch zameraných georadarom v Lučenci-Opatovej, na ktorých je vidieť prejavy niekoľkých líniových anomálií



Obr. 9. Trasovanie detekcie georadarom a výsledný magnetogram okolia predpokladaného kláštora (škála ± 15 nT) v Lučenci-Opatovej. Autor M. Felcan.

Abb. 9. Trassierung der mittels Bodenradar gemachten Detektion und daraus resultierendes Magnetogramm der Umgebung des mutmaßlichen Klosters (Skala ± 15 nT) in Lučenec-Opatová. Erstellt von M. Felcan.

v smere osi X (obr. 10). V rámci plôch 1 a 2 je možné sledovať priebeh pravdepodobných murív pod zemou. Okrem týchto plôch bol areál cintorína prejdený georadarovou anténou metódou detekcie, pričom každý záznam signálu bol zameraný a vynesný na mapový podklad, spolu so záznamom priebehu pohybu (obr. 9, 10).

Vzhľadom na pozitívne výsledky, ktoré priniesla magnetometria pri prieskume kláštora v Spišskom Štiavniku, sme rovnako postupovali aj v prípade potenciálneho kláštora v Opatovej. Magnetometrickou metódou bola preskúmaná dostupná plocha okolia predpokladanej centrálnej časti kláštora, a teda okolia cintorína (obr. 9). Použitý bol ručný magnetometer Bartington Grad601-2 s dvomi fluxgate senzormi, pričom vzdialenosť medzi nameranými profilmi magnetometra bola 1 m a pri zbere údajov sa použil vzorkovací interval rovný 0,25 m. Vnútna presnosť nameranej veličiny vektora indukčného poľa bola $\pm 0,1$ nT (nanoTesla). Na záujmových plochách sme zistili množstvo feromagnetického odpadu (nežiaduci odpad v podobe železných predmetov, potrubi a stĺpov vysokého napätia), ktorý je pre metódu magnetometrie problematický a spôsobuje odchýlky merania a tzv. dipólové anomálie, čo sa odrazilo aj na výsledných mapách anomálneho magnetického poľa zeme. Po dokončení zberu údajov bola vykonaná základná kontrola kvality a nasledovalo ďalšie spracovanie, pričom postup bol rovnaký ako v prípade práce s dátami z prieskumu v Spišskom Štiavniku. Gridy anomálneho magnetického poľa pre vybrané oblasti



Obr. 10. Výsledky georadarového prieskumu (plochy 1 a 2 georadarového prieskumu, čierne krížik bodový záznam signálu antény georadaru) v Lučenci-Opatovej a ich možná interpretácia (bielou). Autor M. Felcan.

Abb. 10. Ergebnisse der Bodenradaruntersuchung (Flächen 1 und 2 der Bodenradaruntersuchung, schwarzes Kreuz punktuelle Aufnahme des Signals der Bodenradarantenne) in Lučenc-Opatová und ihre mögliche Interpretation (weiß). Erstellt von M. Felcan.

boli zobrazené ako obrazová mapa v sivej škále (obr. 9). Anomálne magnetické polia z niektorých meraných oblastí boli, žiaľ, deformované železným odpadom. Celkovo bola geofyzikálne fluxgate magnetometrom preskúmaná plocha približne 1,5 ha.

Interpretácia výsledkov geofyzikálneho prieskumu

Geofyzikálne merania boli v minulosti uskutočnené aj na miestach potenciálneho kláštora v Opatovej, konkrétne išlo o metódu multielektrodového sondovania (MES), ktorej výsledky, žiaľ, ostali nepublikované vo forme diplomovej práce (Hajach 2004), a teda pre väčšinu archeologickej odbornej obce neznáme. Celkovo bolo premeraných sedem profilov, avšak podobne ako v prípade nášho georadarového prieskumu boli výsledky ovplyvnené pomerne nepravidelnou sieťou meraných profilov kvôli existencii cintorína. Z vertikálnych aj horizontálnych odporových rezov možno najväčšiu hĺbku muriva stanoviť na 2–2,5 m, pričom hodnoty odporu s hĺbkou klesajú a najvýraznejšie sú v hĺbkach 1–2 m. Na výsledkoch z hĺbok 1,85 a 2,5 metra do popredia vystupuje dominantná línia, hoci je ťažké povedať, či ide o súvislý múr alebo o spojenie najvýraznejších (neporušených) častí viacerých múrov (Hajach 2004, 55).

Georadarový prieskum, ktorý bol realizovaný v roku 2022, ukázal, že pod zemou sa nachádzajú pozostatky kamenných deštrukcií, pravdepodobne murív, ktoré však nemožno sledovať vo forme línií, keďže nie je možné vyčleniť súvislú rozsiahlu plochu na prieskum. To je ukázané aj na novej interpretácii rozsahu kláštora (obr. 10), kde sme vychádzali opäť z ideálneho plánu cisterciatského kláštora, pretože prieskum bol zameraný na kláštory cistercov. Zároveň je tým vizuálne vyjadrené, že výsledkami GPR prieskumu sú jednotlivé záznamy, na základe ktorých možno detekovať murivá, ale z nich nemožno odvodiť datovanie murív ani rádovú príslušnosť kláštora. Vzhľadom na viaceré miesta výskytu pravdepodobnej architektúry, ktoré potvrdil georadar (obr. 10), ako aj vzhľadom na odporové merania (Hajach 2004) a výsledky pokusov o archeologický výskum (internetový zdroj 1), je zrejme, že v Opatovej v polohe Zenthkyral existuje zaniknutá stredoveká architektúra, avšak priamejšie doklady o nej ostávajú prekryté novodobým pochovávaním na miestnom cintoríne. V rámci okolia predpokladaného kláštora boli preskúvané magnetometrom okolité plochy poľa a lúky, ktoré boli pre prospekciu pri súčasných podmienkach dostupné. Z výsledných magnetogramov však nemožno identifikovať žiadne okolité osídlenie, ani prípadné opevnenie, ktoré malo súvisieť s bitkou pri Lučenci v roku 1451. Na magnetogramoch sa výrazne ukazujú iba súčasné prvky ako inžinierske siete a odpad (obr. 9).

Záver

Príspevok sumarizuje výsledky geofyzikálnych meraní na mieste zaniknutého stredovekého cisterciatského kláštora v Spišskom Štiavniku a na mieste predpokladaného stredovekého cisterciatského kláštora v Lučenci, časti Opatová. V oboch prípadoch bol zvolený rovnaký postup realizácie, spracovania a vyhodnotenia údajov, ako aj rovnaké geofyzikálne metódy – georadarová metóda na prieskum klaustra a magnetometria na prospekciu zázemia kláštora. Obe metódy boli aplikované na dostupné miesta, ktoré boli čo najmenej zasiahnuté súčasným využitím polohy.

Výstupy zo Spišského Štiavniku umožňujú identifikovať jeho pôdorysnú dispozíciu a interpretovať jednotlivé miestnosti kláštorného komplexu, ktorého súčasťou sú aj architektonické prvky sú pod zemou. Rovnako aj samotný kláštorný kostol je zaniknutý a na jeho základoch je postavená baroková sýpka, dnes stajňa pre kone upravená pre súčasné potreby. Na základe ideálneho plánu cisterciatského kláštora a na základe analógie plánu materského rehoľného domu z Wąchocka sa nám podarilo stotožniť základné prvky cisterciatského kláštora – sakristiu, kapitulnú sieň aj so stredovým pilierom, schodisko do dormitória, prechodovú chodbu (alebo parlatorium?), fratériu, kalfaktórium, časť refektáru, celý rajský dvor s krížovou chodbou. Zachytený bol pravdepodobne aj prívodný kanál prechádzajúci diagonálne cez rajský dvor, podobný bol zachytený aj pri archeologickom výskume. Slúžil ako prívod vody alebo trativod. Georadarovou metódou sa múry kláštora podarilo zdokumentovať od hĺbky 0,5 m až do 2 m, potom postupne vyznievajú. V hĺbkach 2,5 až 3 m sa už murivá na dátach neprejavujú.

Prieskum v rámci areálu kláštora v Spišskom Štiavniku priniesol rovnako zaujímavé výsledky. Okrem potvrdenia priebehu opevnenia v podobe násypu (valu) a priekopy, ktoré boli zachytené aj pri archeologickom výskume a sú dodnes badateľné v teréne, sa ukázali aj viaceré archeologické kontexty, ktoré môžu byť pozostatkom hospodárskeho fungovania kláštora, indíciou drevozemnej fázy kláštora, resp. ich datovanie nemusí vôbec súvisieť s vývojom opátstva, keďže poloha bola osídlená aj v starších obdobiach.

Rovnaký postup zberu dát a ich interpretácie bol zvolený aj pre druhý prípad kláštora v Lučenci-Opatovej. Tu je však situácia odlišná, pretože na základe dostupných zdrojov nebolo jasné, či sa na tejto polohe naozaj stredoveký mužský cisterciatský kláštor nachádzal. Cieľom nášho prieskumu bolo priniesť nové archeogeofyzikálne a priestorové dáta, ktoré by pomohli objasniť túto otázku. Vzhľadom na to, že miesto je aktívne využívané ako cintorín, bol prieskum pomocou georadaru realizovaný pomedzi novodobé hroby aj na zatiaľ voľných priestranstvách. Z uvedených dôvodov nie je možné jednoznačne určiť, či zachytené stopy po murivách či kamených architektonických prvkoch sú skutočne dôkazom existencie cisterciatského kláštora na tomto

mieste. Magnetometrický prieskum na dostupnej ploche v okolí cintorína nepriinesol žiadne významnejšie doklady archeologických zahĺbených objektov ani opevnenia, či hospodárskeho zázemia predpokladaného kláštora. Vzhľadom na ďalšie podklady z historických prameňov, archeologického výskumu (žiaľ, bez riadnej publikácie) a iných geofyzikálnych metód možno tvrdiť, že murivá sa v Opatovej pod zemou nachádzajú, ale ich datovanie a príslušnosť k cistercitom ostáva otázkou pre ďalší výskum, ktorý ale zatiaľ stále limituje súčasné využitie miesta.

Prieskumné aktivity boli podporené dotačným programom Ministerstva kultúry SR v rokoch 2018 a 2022 na základe zmlúv MK-2599/2018/1.3 a MK-9237/2021-180.

Literatúra

- DRENKO, J., 2001: Kláštor v Lučenci. Lučenec.
- FASSBINDER, J. W. E., 2017: Magnetometry for Archaeology. In: Gilbert, A. S. et al., Encyclopedia of Geoarchaeology, 499–514. Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4409-0_169
- FELCANOVÁ, Z.–FELCAN, M.–LIESKOVSKÝ, T., 2021: Archeológia neviditeľného. Prípady ne-deštruktívneho výskumu v archeológii. Bratislava.
- GYÖRFFY, G., 1998: Az Árpád-kori Magyarországtörténeti földrajza. IV. Budapest.
- HAJACH, M., 2004: Použitie multielektrodového sondovania na riešenie archeologických úloh. Diplomová práca, Univerzita Komenského v Bratislave. Nepublikované.
- HERVAY, F. L., 1984: Repertorium historicum ordinis cisterciensis in Hungaria. Roma.
- JAKUBČIN, P., 2017: Kláštor cistercitov v Spišskom Štiavniku. Trnava.
- KOPTÁK, T., 2012: Cisterciti na Slovensku. Dizertačná práca, Trnavská univerzita v Trnave. Dostupné z: https://www.academia.edu/21504310/Cisterciti_na_Slovensku, cit. 17. 11. 2023.
- 2014: K stavebným dejinám cistercitského opátstva v Spišskom Štiavniku, Historický zborník 24, 1–2, 31–59.
- KOS, R., 2006: Osídlenie severovýchodného Slovenska v dobe rímskej. Diplomová práca, Trnavská univerzita v Trnave.
- LUKÁČ, G., 1993: K počiatkom stredovekého osídlenia Spiša (do konca 12. stor.) – Zu den Anfängen der mittelalterlichen Besiedlung des Territoriums der Zips (bis Ende des 12. Jh.), AH 18, 9–18.
- MILSON, J., 2003: Field Geophysics. John Wiley and Sons Ltd.
- POMFYOVÁ, B., 2015: Ranostredoveké kláštory na Slovensku: Torzálna architektúra – torzálné poznatky – torzálna hypotézy – Frühmittelalterliche Klöster in der Slowakei: torsale Architektur – torsale Erkenntnisse – torsale Hypothesen, AH 40, 733–777.
- POMFYOVÁ, B. a kol., 2015a: Stredoveký kostol. Historické a funkčné premeny architektúry I. Bratislava. <https://doi.org/10.5817/AH2015-2-20>
- REYNOLDS, J. M., 2011: An Introduction to Applied and Environmental Geophysics. John Wiley and Sons Ltd.
- SANDMEIER, K. J., 2020: REFLEXW, Version 9.5. User's guide. Manuscript. Karlsruhe.
- SC – Statuta Capitulum Generalium ordinis Cisterciensis ab anno 1116 ad annum 1786, t. II. Ab anno 1221 ad annum 1261. Jozeph Maria Canivez. Louvain 1934. <https://doi.org/10.2307/1842427>
- SITÁR, T., 2019: Osídlenie Novohradskej stolice v stredoveku. Lučenec.
- SLIVKA, M., 1991: Cisterciti na Slovensku – Die Zisterzienser in der Slowakei, AH 16, 101–117.
- 1993: Fundačný proces cistercitských kláštorov na Slovensku, Východoslovenský pravek 4, 191–195.
- SLIVKA, M.–KOPTÁK, T., 2023: Cisterciti na Slovensku – nové pohľady. In: Klášter cisterciáček na Starém Brně a jeho zakladateľka kráľovna Alžběta. Brno, v tlači.
- ŠTEVÍK, M., 2021: K dejinám cistercitského kláštora v Spišskom Štiavniku do roku 1530. In: Hudák, M.–Števík, M. a kol., Spišský Štiavnik, 86–125. Spišský Štiavnik.
- TIRPÁK, J., 1993: Výsledky geofyzikálnych meraní pri precizovaní základov sakrálnych stavieb na Spiši – Ergebnisse der geophysikalischen Messungen der Sakralbauten in Zips, AH 18, 63–68.

Internetové zdroje

- 1) https://www.drobny.sk/download/Bitka_pri_Lucenci.doc, cit. 22. 11. 2023.
- 2) Lučenec: Objav 800-ročnej mince potvrdil existenciu kláštora – SME Cestovanie. Dostupné z: <https://cestovanie.sme.sk/c/150714/lucenec-objav-800-rocnej-mince-potvrdil-existenciu-klastora.html>, cit. 26. 11. 2023.

Zusammenfassung

Geophysikalische Untersuchung untergegangener Klosterareale in Spišský Štiavnik und Lučenec-Opatová

Der vorliegende Beitrag präsentiert eine Zusammenfassung der Ergebnisse von mittels Bodenradar (Ground Penetrating Radar) und Magnetometer gemachten geophysikalischen Untersuchungen, die an der Stelle von zwei mittelalterlichen Zisterzienserklöstern in der Slowakei durchgeführt wurden. Bei dem ersten Kloster handelt es sich um die Abtei der Allerseligsten Jungfrau Maria in Spišský Štiavnik, die sowohl aus historischen Quellen, als auch durch archäologische Grabungen bekannt ist, jedoch wurde bisher kein Gesamtplan dieses Klosterkomplexes veröffentlicht. Deshalb war es unser Ziel, die Anordnung des Klosters und seiner Teile durch zerstörungsfreie Methoden festzustellen. Die zur Erfassung von unterirdischen Mauern geeignete Bodenradaruntersuchung war aus diesem Grund auf den zentralen Teil des Komplexes ausgerichtet. Die Ergebnisse des Bodenradars zeigen deutlich Klostergebäude und einzelne Räume, die anhand eines typischen Plans eines Zisterzienser Klosters interpretiert wurden. Die Magnetfelduntersuchung hatte dann zum Ziel, die Umgebung des zentralen Teils zu untersuchen, da alle Zisterzienserklöster nach dem gleichen Prinzip gebaut wurden: an die Kirche schloss der Kreuzgang und die um ihn angeordneten Klosterzellen an, während die Gebäude für die Arbeit und den üblichen Klosterbetrieb davon getrennt waren. Die Ergebnisse der Magnetfeldmessung weisen auf das Vorhandensein gerade solcher Objekte hin, die mit den üblichen Bewirtschaftungsaktivitäten der Mönchsgemeinschaft zusammenhängen. Mit der Magnetfeldmessung wurde auch der Verlauf einer Befestigung in Form eines Walls und eines Grabens dokumentiert.

Die zweite untersuchte Fundstelle war die Lage Opatová in Lučenec, obgleich das Vorhandensein eines Zisterzienser Klosters dort bisher nicht klar nachgewiesen wurde. Es existieren lediglich indirekte Belege in historischen Quellen, auch der toponymische Name des Ortes ist ein Indiz dafür. Eine archäologische Grabung oder ausgedehntere geophysikalische Untersuchung ist wegen der derzeitigen Nutzung des Ortes nicht möglich, da sich dort ein Friedhof befindet, der immer noch genutzt wird. Deshalb wurde die Bodenradaruntersuchung zwischen den bestehenden Gräbern und an zwei kleineren grabfreien Stellen durchgeführt. Ihre Ergebnisse machen es möglich, die Existenz von zerstörten Mauern bzw. von Teilen einer Architektur zu bestätigen. Ihre Interpretation ist jedoch nicht eindeutig, da kein zusammenhängender Verlauf der Linien beobachtet werden konnte und es wegen der vorhandenen Gräber auch nicht möglich war, die Datierung der lokalisierten Objekte zu präzisieren, weswegen nicht mit Sicherheit gesagt werden kann, dass sie mit dem mutmaßlichen Zisterzienser Kloster in Lučenec-Opatová zusammenhängen.

Die Untersuchungen wurden von dem Förderprogramm des Ministeriums für Kultur der Slowakischen Republik aus den Jahren 2018 und 2022 und auf Grundlage der Verträge MK-2599/2018/1.3 und MK-9237/2021-180 gefördert.

Mgr. Zuzana **Felcanová**, PhD., ArcheoPro s. r. o., Trnavská cesta 772, 925 32 Veľká Mača, Slovenská republika, *litviakova.z@gmail.com*

Mgr. Michal **Felcan**, PhD., ArcheoPro s. r. o., Trnavská cesta 772, 925 32 Veľká Mača, Slovenská republika, *info.archeopro@gmail.com*

Mgr. Tomáš **Kopták**, PhD., Krajský pamiatkový úrad Žilina, Mariánske námestie 19, 010 01 Žilina, Slovenská republika, *tkoptak@gmail.com*

prof. RNDr. Roman **Pašteka**, PhD., Katedra inžinierskej geológie, hydrogeológie a aplikovanej geofyziky Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave, Ilkovičova 6, 842 15 Bratislava, Slovenská republika, *roman.pasteka@gmail.com*

Mgr. David **Kušnirák**, PhD., GEODATA Surveying and Monitoring Group, Hans-Kudlich-Straße 28, 8700 Leoben, Rakúsko, *d.kusnirak@gmail.com*

doc. PhDr. Michal **Slivka**, CSc., Pračanská 29, 83 107 Bratislava, Slovenská republika



Toto dílo lze užit v souladu s licenčními podmínkami Creative Commons BY-NC-ND 4.0 International (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode>). Uvedené se nevztahuje na díla či prvky (např. obrazovou či fotografickou dokumentaci), které jsou v díle užity na základě smluvní licence nebo výjimky či omezení příslušných práv.