

Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta filozofická

Bakalářská práce

2017

Pavel Behenský

Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta filozofická

Bakalářská práce

**Možnosti identifikace silně
poškozených mohylových náspů
nedestruktivními metodami: případová
studie Sedlec - Hůrka**

Pavel Behenský

Plzeň 2017

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta filozofická

Katedra archeologie

Studijní program Archeologie

Studijní obor Archeologie

Bakalářská práce

**Možnosti identifikace silně
poškozených mohylových náspů
nedestruktivními metodami: případová
studie Sedlec - Hůrka**

Pavel Behenský

Vedoucí práce:

PhDr. Ladislav Šmejda, Ph.D.

Katedra archeologie

Fakulta filozofická Západočeské univerzity v Plzni

Plzeň 2017

Prohlašuji, že jsem práci zpracoval (a) samostatně a použil (a) jen uvedených pramenů a literatury.

Plzeň, duben 2017

.....

Poděkování:

Rád bych tímto poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce PhDr. Ladislavu Šmejdovi, Ph.D. za cenné rady, trpělivost a pomoc při psaní této práce. Dále bych poděkoval PhDr. Petru Křišťufovi, Ph.D. za poskytnutá lidarová data. Velké poděkování patří mé rodině a přátelům za obrovskou podporu při mém studiu.

OBSAH

1 ÚVOD	7
2 PŘÍRODNÍ PROSTŘEDÍ LOKALITY.....	7
3 HISTORIE ARCHEOLOGICKÉHO BĀDÁNÍ	9
4 POPIS MOHYLOVÉHO POHŘEBIŠTĚ	11
5 METODA PRÁCE	12
6 SHRUTÍ VÝSLEDKŮ NEDESTRUKTIVNÍHO VÝZKUMU	26
7 ZÁVĚR	32
8 RESUMÉ	33
9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	34
10 INTERNETOVÉ ZDROJE	37
11 PŘÍLOHY	37
11. 1 Seznam tabulek	37
11. 2 Seznam grafů	38
11. 3 Seznam obrázků.....	38

1 ÚVOD

Tématem této práce jsou možnosti identifikace silně poškozených mohylových naspů nedestruktivními metodami na mohylovém pohřebišti Sedlec-Hůrka. Jde o významné pohřebiště obsahující 12 pohřbů ze střední doby bronzové, 1 pohřeb z mladší doby bronzové a 3 pohřby z doby halštatské. Nejstarší doložený odborný zájem o tuto lokalitu se datuje na konec 19. století, kdy byla prokopána západočeským archeologem Františkem Xaverem Francem.

Cílem práce je testování několika metod nedestruktivního výzkumu, které budou použity na ploše mohylového pohřebiště Sedlec-Hůrka. Na vybraný transekt krajiny, obsahující známou polohu pohřebiště, budou použity vhodné způsoby prospekce: letecké snímky, ortofotomapy, historické a současné mapy, lidarová data, stará vyobrazení, archivní fotografie, ale také i způsoby identifikace jako např. povrchový průzkum či povrchový sběr. Na lokalitě bude proveden také geochemický průzkum. Veškerá zjištění budou podrobně popsána, interpretována a prostorově zaměřena. Výsledky jednotlivých metod budou porovnávány z hlediska jejich efektivity pro identifikaci silně poškozených mohylových naspů v zemědělské krajině. Dosažená zjištění lze doplnit pozorováními z jiných podobných lokalit.

2 PŘÍRODNÍ PROSTŘEDÍ LOKALITY

Mohylové pohřebiště, jemuž v práci věnuji pozornost, se nachází na východním svahu vrchu Hůrka u obce Sedlec v západních Čechách v okrese Plzeň-město (obr. 13). Nadmořská výška celého vrchu činí 431 m. n. m. Samotná obec Sedlec leží 2 km východně od města Starý Plzenec a necelých 12 km od města Plzně. Sedlec patří do katastrálního území Sedlec u Starého Plzece. V Sedlci dnes žije 759 obyvatel.

(<https://www.czso.cz/documents/10180/20537734/130084150323.pdf/d38a60d8-46ca-4e28-8b1d-8972faa61db4?version=1.2>, 16. 9. 2016;

<http://www.uir.cz/katastralni-uzemi/755141/Sedlec-u-Stareho-Plzece>, 16. 9. 2016).

Z geomorfologického hlediska spadá vrch Hůrka do Plzeňské kotliny, která tvoří střední část Plaské pahorkatiny. Plaská pahorkatina je jednou z hlavních součástí Plzeňské pahorkatiny. Je tvořena nepřeměněnými a slabě metamorfovanými proterozoickými horninami tepelsko-barrandienské oblasti, menšími tělesy variských granitoidů, pokryvy pemokarbonských zpevněných a třetihorních nezpevněných sedimentů a ojediněle neovulkanity. Jde o homogenní destrukční reliéf poměrně konsolidované oblasti, který je charakterizován rozsáhlými zbytky neogenních zarovnaných povrchů, strukturně denudačními sníženinami, mělkými a hluboce zaříznutými údolími s říčními terasami. Místy probíhají recentní svahové procesy lineární i plošné eroze (Demek a kol. 1987, 406). Geologické podloží Hůrky je složeno především z křemenného pískovce a jílovité břidlice (http://mapy.geology.cz/geocr_50/, 17. 9. 2016).

Lokalita leží v regionu, kde se projevují makroklimatické znaky přímořského podnebí, ale přes určité rozdílnosti odpovídá klima uspořádání mezoklimatické stupňovitosti podle výškové členitosti. Západočeská oblast se nachází v mírně teplé oblasti. Rozsáhlé území pahorkatin, které obklopuje Plzeňskou kotlinu lze charakterizovat jako mírně teplé a mírně suché s převážně mírnou zimou. Samotná lokalita se nachází v okrsku mírně vlhkém, vrchovitém. Většina těchto území s charakterem vrchovin, tj. s nadmořskou výškou 500 m, je v podoblasti mírně vlhké se studenou zimou (Mištera 1996, 26-29). Půdní pokryv dlouhodobě zalesněného vrchu je povětšinou složen z hnědé lesní půdy, kde se dlouhodobě vyskytuje les. Většina mohyl se rozkládala na dvou polích při silnici ze Sedlce do Tymákova (obr. 20-28). Na těchto polích se nacházejí tři typy půd: kambizem modální, kambizem luvická a hnědozem luvická slabě oglejená (http://mapy.geology.cz/geocr_50/, 17. 9. 2016). Nedaleko vrchu proudí řeka Úslava, která protéká Starým Plzencem; do ní se vlévá Tymákovský potok protékající Sedlcem. V blízkosti Sedlce se dnes nacházejí další vodní zdroje a to Starý a Nový rybník (<http://mapy.geology.cz/GISViewer/?mapProjectId=20>, 23. 9. 2016).

3 HISTORIE ARCHEOLOGICKÉHO BĀDÁNÍ

První archeologický průzkum probíhal na lokalitě koncem 19. století. Provedl ho známý západočeský archeolog František Xaver Franc, který v té době identifikoval 44 mohyl, z nichž 28 bylo již v podstatě zničeno, zbývajících 16 prozkoumal, ale i ty byly většinou poškozené. Terénní výzkum mohylového pohřebiště probíhal od 3. 8. do 3. 9. 1883. Důvodem zničení většiny mohyl byla zemědělská činnost, konkrétně přeměna pastvin, na kterých se nacházely mohyly, na ornou půdu. Ze zbývajících 16 mohyl patřilo 12 mohylové kultuře střední doby bronzové, jedna milavečské kultuře mladší doby bronzové, dvě halštatské mohylové kultuře doby halštatské a jedna pozdně halštatskému období.

V mohylách střední doby bronzové se nacházely kostrové pohřby vybavené nádhernými hrobovými přídávky, které zaujímaly Francem vytvořené sbírce nálezů z mohyl Plzeňska výjimečné místo. Ve dvou případech byl objeven žárový pohřeb, ve zbylých mohylách, z nichž některé byly poškozené, se nepodařilo pohřební ritus zjistit (Šaldová ed. 1988, 87-169). Z Francova rukopisu, ve kterém byla obsažena většina nálezových zpráv, je patrné, že byl přesvědčen jen o existenci kostrových pohřbů v mohylách, které se zachovaly někdy dobře, jindy hůře. Je pozoruhodné, že neuvažoval o tom, že se v některých případech mohlo jednat i o žárové pohřby. To je patrné z toho, že na několika jím zkoumaných lokalitách upozorňoval přítomnost žároviště se spálenými kostmi, ale nikdy je neinterpretoval jako spálené lidské ostatky. Považoval je vždy za zvířecí kosti, které vysvětloval jako zbytky pohřebních hostin. Tyto spálené kosti ovšem mohly být ve skutečnosti pozůstatky zachovaných žárových pohřbů, u nichž nalézány bronzky a keramika.

Dnes jsou původní Francovy závěry a určení nekontrolovatelné, protože kromě kostrových pohřbů, nakreslených na jeho tabulích a několika vybraných in situ, nejsou žádné další kosti zachovány, ani ty, jež považoval za zvířecí (Jílková 1961, 196). V letech 1885-1890 sestavil Franc kresebné tabule s nálezy i nákresy jednotlivých mohyl. Výsledky svých výzkumů z let 1878-1888 popsal ve svém rukopisu z roku 1890

nazvaném „Šťahlauer Ausgrabungen“, bohužel nepublikovaném až do 80. let 20. století, kde mimo jiné popsal podrobněji toto mohylové pohřebiště (Šaldová ed. 1988, s. 254, 262).

V roce 1911 uvádí Bohuslav Horák ve Sborníku Městského historického muzea v Plzni Francovy výzkumy mohylových pohřebišť, kde je zmíněno i pohřebiště Sedlec-Hůrka (Horák 1911, 2). V roce 1961 zmiňuje Eva Jílková některé z mohyl v článku o kostrových pohřbech ze střední doby bronzové v mohylách na Plzeňsku, kde se zaměřuje na problematiku kostrových pohřbů, jejich význam a úlohu ve společenské struktuře doby (Jílková 1961, 196-200).

V roce 1970 se rozhodl Archeologický ústav ČSAV přistoupit k revizi všech dosavadních nálezových fondů. V rámci tohoto plánu vytvořila Eva Čujanová-Jílková katalog středobronzových pohřebišť mohylové kultury v západních Čechách, který obsahoval veškerý hrobový inventář prozkoumaných pohřebišť včetně jednotlivých nákresů, kam bylo pochopitelně zahrnuto i námi sledované pohřebiště (Čujanová-Jílková 1970, 6). V roce 1971 popsala Věra Šaldová v Památkách archeologických 62 některé nálezy z pozdně halštatské mohyly 44 v článku, který se věnoval pozdně halštatským plochým hrobům v západních Čechách (Šaldová 1971, 84-98).

Francova původní dokumentace byla konečně zveřejněna ve dvou svazcích knihy „Šťahlauer Ausgrabungen-Přehled nalezišť v oblasti Mže, Úhlavy, Radbuzy a Klabavy“, vydané péčí Věry Šaldové (Šaldová ed. 1988), kde jsou uvedeny Francovy stěžejní výzkumy z let 1878-1887 a 1893-1896. V roce 2007 bylo pohřebiště zmíněno Ladislavem Šmejdou v článku o letecké prospekci a dokumentaci památek v západních Čechách pomocí šikmého snímkování, kde poukazuje na možnost identifikace zničených mohylových nálezů pomocí půdních příznaků (Šmejda 2007, 266-267).

Dále je lokalita uvedena v publikaci Archeologie pravěkých Čech 5 v rámci kapitoly o artefaktech mohylové kultury střední doby bronzové, kde jsou uváděny některé nálezy z jednotlivých mohyl (Jiráň et al. 2008, 98-116).

V roce 2009 byla vydána kniha Mapování archeologického potenciálu pomocí leteckých snímků, kterou publikoval Ladislav Šmejda, jejíž součástí byla i příloha leteckých fotografií a plánů archeologických lokalit, kde byla uvedena i letecká fotografie pohřebiště a Francův starý plán (Šmejda 2009). Poslední publikovanou prací, která se týkala pohřebiště Sedlec-Hůrka, byl článek analyzující prostorové uspořádání mohylových pohřebišť na Plzeňsku (Křišťuf – Praumová – Švejcar 2011).

4 POPIS MOHYLOVÉHO POHŘEBIŠTĚ

Jak už bylo zmíněno v kapitole Historie archeologického bádání, archeologický výzkum provedl v roce 1883 František Xaver Franc, který prozkoumal zbývajících 16 mohyl z původních 44, 28 již bylo zničeno zemědělskou činností. Většina zbývajících mohyl měla kamennou konstrukci a kruhový až oválný půdorys. Mohyly 9, 21, 35, 31, 27, 40, 8, 38, 26, 41 obsahovaly kostrové pohřby. Mohyla 39 obsahovala dokonce pět pohřbů, z nichž byly čtyři kostrové a jeden žárový.

Z kosterních pozůstatků jednotlivých hrobů se zachovala jen část lebky, množství zubů, kyčelní kost a část pánve. Hrobovou výbavu těchto hrobů tvořily převážně bronzové jehlice, šipky, meče, sekerky, dýky, nákončí dýk, bronzové rozpadlé puklice, zlaté svitky, keramické nádoby a střepy, zlaté svitky, kornoutovité závěsky, zlaté terče, náramky, zlomky bronzových plechů, bronzové pinzety, pásky z bronzové fólie, háčky, nýtky a bronzové srdcovité závěsky.

Mohyly 9, 21, 35, 40, 8 obsahovaly mužské pohřby. Soudě podle nálezů např. mečů, sekerek, dýk nebo šipek můžeme říci, že se nejspíše jedná o bojovnícké hroby. Mohylu 9 tvořil kromě mužského pohřbu i ženský pohřeb. Tento pohřeb byl kostrový a tvořily jej čtyři bronzové spirálové prsteny dva náramky a dvěma jantarovými perlami. Všechny pohřby v těchto mohylách náležely mohylové kultuře střední doby bronzové (Šaldová 1988, 168-169).

Mohyla 44 obsahovala dva hroby. První hrob byl kostrový a náležel halštatské mohylové kultuře. Hrobová výbava obsahovala deset nádob a zlomky dalších nádob,

pětiřadou šňůru asi z 2000 bronzových kroužků, ukončenou dvanácti bronzovými perlami a kroužkem, která byla umístěna na kyčelní kosti a části pánve. Druhý hrob náležel časně laténské kultuře. Hrobová výbava byla tvořena sedmi nádobami, železným kopím, železným sekáčem s bronzovou rukojetí, bronzovou pásovou záponou, kroužky; součástmi koňského postroje, mezi které patřily dvě železná udidla s bronzovými postranicemi, tři páry bronzových falér a jedna samostatná se železným pobitím, bronzové rourky a želené kroužky, dále hrobová výbava obsahovala součásti dvoukolého vozu, mezi které patřily železné obruče kol, železné osy kol s kováním, dvě železná táhla ukončená očky, jimiž je na jedné straně provlečen obloukový hák, hřeby, zbytky dalších železných a bronzových součástí vozu a železem okovaný křemencový oblázek. Pohřeb nebyl zjištěn, ale Franc předpokládá, že byl kostrový (Šaldová 1988, 168).

Mohyla 1 obsahovala jeden hrob, který byl žárový a náležel milavečské kultuře mladší doby bronzové. Hrobová výbava obsahovala dvě nádoby, střepy a bronzovou jehlici. Mohyla 37 obsahovala jeden hrob, který náležel halštatské mohylové kultuře a obsahoval jednu nádobu. Mohyla 34 byla tvořena jedním hrobem, který patřil pozdně halštatské mohylové kultuře a obsahoval jednu nádobu (Šaldová 1988, 169).

5 METODA PRÁCE

Na vybrané úseky mohylového pohřebiště budou aplikovány vybrané metody nedestruktivního výzkumu. Jedná se především o povrchový průzkum, sběr, geochemickou prospekci a data dálkového průzkumu Země, zejména letecké snímky a lidarová data. Jednotlivé metody a způsob jejich použití budou v této kapitole stručně popsány a vysvětleny.

Letecká prospekce je jednou ze základních metod nedestruktivní archeologie a patří k nejdůležitějším způsobům získávání nových archeologických dat. Žádné z dalších metod nepracují v prostoru tak velkém jako ona a neobjevují tolik nových archeologických lokalit a nových typů objektů. Letecká archeologie a dálkový

průzkum budou v blízké budoucnosti stále více využívány pro poznávání lidské minulosti a péče o kulturní dědictví. Pojem letecká archeologie lze označit jako soubor činností spojené s interpretací obrazových pramenů, s vizuálním průzkumem krajiny a pořizováním dokumentačních snímků z výšky. Kromě vlastní prospekce archeologických objektů a komponent se zajímá i o kategorie kulturní krajiny, které viditelné z výšky. V teoretickém výzkumu se letecká archeologie využívá zejména řešení otázek sídelní a krajinné archeologie, tj. např. způsobu využití krajiny, struktury sídelních areálů. Letecká archeologie přispívá do třech základních oblastí, které charakterizují náplň archeologie. Tyto oblasti jsou: tvorba pramenné základny, řešení teoretických témat a ochrana kulturního dědictví (Gojda 2004, 49-51).

Letecké laserové skenování. Další nedestruktivní metodou je letecké laserové skenování, označované často zkratkou Lidar. Termín lidar je zkratkou slovního spojení light detection and ranging, který dokáže trojrozměrně dokumentovat povrch objektů či reliéfu terénu pomocí laserového paprsku. Toto měření může probíhat 3 způsoby: ze země – a to z pevné nebo pohyblivé základny, či ze vzduchu, kdy nosičem skeneru je vrtulník či letadlo.

V našem pojetí můžeme laserové skenování definovat jako technologii, která slouží k 3D mapování, resp. k tvorbě výškopisného modelu terénu prostřednictvím dat získaných leteckým laserovým skenováním zemského povrchu (John – Gojda 2013, 8). Princip lidarů lze považovat za velmi jednoduchý. Celý přístroj se skládá z několika částí, mezi které patří zdroj laserového záření, optická soustava, mechanický prvek, detektor elektromagnetického záření a velmi přesné hodiny.

Jako zdroj laserového záření lze použít různé druhy emitorů. U výkonných lidarů se používají pevnolátkové lasery rubínové. Použití konkrétního typu laseru se řídí požadovaným výkonem a požadovanou vlnovou délkou záření. Nicméně musí být přeladěn i detektor, aby mohl dané záření rozeznat. Jako detektory jsou používány světlocitlivé diody, které jsou synchronizované na vlnovou délku jako vysílané záření. Protože je svazek paprsků laserového záření vysílán směrem k objektu, od něhož se

odražen vrací k detektoru, musí být detektor velmi citlivý. Optická soustava zajišťuje koncentraci záření do velmi úzkého svazku a zároveň souosost detektoru a emitoru pomocí polopropustného hranolu. Poslední optický člen soustavy (zrcadlo nebo hranol) je umístěn na mechanickém prvku, který zajišťuje směřování paprsku vždy pod stejným úhlem. Tím je zajištěno snímání určité roviny nebo prostoru, aniž by muselo být pootáčeno celým zařízením. Poslední částí lidarů jsou hodiny, které mají za úkol měřit čas od vyslání svazku paprsků po jejich detekci na detektoru (Dolanský 2004, 10-11).

Lidar je tedy v principu stejným druhem přístroje jako radar, jedná se o aktivní systém dálkového průzkumu, kterým se měří vzdálenost mezi nosičem lidarů a zemským povrchem na základě času, který uplyne mezi vysláním laserového paprsku, jeho odrazem od překážky a návratem do lidarového přijímače odražených impulsů (John – Gojda 2013, 9).

Letecké laserové skenování je jedna z metod tzv. dálkového průzkumu Země. Jde o metodu, jejímž úkolem je získávat informace o povrchové vrstvě Země (kde se, co nachází, jakou formu to má a jak je to daleko) bez kontaktu s ní (John – Gojda 2013, 8). Samotný sběr dat pomocí leteckého laserového skenování je založen na kombinaci několika přístrojů. Nejdůležitějším je laserový skener, který emituje vysokou rychlost laserových impulsů směřujících pod různými úhly směrem k zemskému povrchu. Ty jsou pak po odrazu od povrchu zachycovány detektorem. Díky sledování časových rozdílů mezi vysláním impulsu a přijetím jeho odrazu lze přesně určit polohu bodů, od nichž se signál odrazil. Skener může být umístěn na letounu, který je vybaven GPS přijímačem a vnitřním navigačním systémem. Tato kombinace přináší jednu z výhod leteckého laserového skenování, a to možnost rychlého sběru georeferencovaných dat na velkých plochách.

Podobně jako letecký průzkum založený na pořizování a analýze fotografií krajiny z výšky může být letecké laserové skenování využito pro dokumentaci známých krajinných prvků a památek, ale také pro vyhledávání neznámých lokalit. Surová data

leteckého laserového skenování jsou upravována do dvou typů modelů: model povrchu a model terénu či reliéfu. Poprvé byla metoda leteckého laserového skenování na území České republiky představena veřejnosti v roce 2007 na mezinárodní výstavě Lety do minulosti (Gojda – John – Starková 2011, 681).

Je také potřeba zmínit pozitivní aspekty využití leteckého laserové skenování, možnosti aplikace této metody v zalesněných oblastech, detekce objektů v celé ploše, včetně terénu s reliekty, které lze běžnými metodami obtížně lokalizovat, možnost analýz krajinných transektů a příležitost revidovat staré archeologické situace a zkoumat je novými prostředky. Je pravděpodobné, že v budoucnu by lidarová data pro území České republiky stávají běžně dostupným zdrojem informací, a mohou obohatit možnosti archeologického výzkumu, evidence, dokumentace a ochrany památek (Gojda – John – Starková 2011, 695-696).

Dále bych zde ještě uvedl lokální model reliéfu a digitální model reliéfu. Lokální reliéf je metoda, která je založena na identifikaci jemných rysů nebo terénních anomálií. V poslední době se metoda rozvíjí a to při dostupnosti digitálních výškopisných dat, zvláště dat z leteckého laserového skenování. V minulosti bylo těžké vytvořit LRM za vzniku plnohodnotných výsledků, protože topografické podklady neobsahovaly podrobná data (Pícek 2012, 47).

Lokální modely reliéfů jsou navrhovány jako nové nástroje pro archeologické vyhledávání. Zpracovaná data jsou prezentována přístupem, který vytváří lokální model reliéfu z lidarů odvozených vysokým rozlišením digitálních výškových modelů. LRM výrazně zvyšuje viditelnost malých měřítek, mělkých topografických znaků bez ohledu na úhel osvětlení a umožňuje jejich relativní výšky, stejně jako jejich objemy, které mají být přímo měřeny. Díky tomu je LRM lepší základnou pro prostorově rozsáhlé archeologické prospekce v širokém rozsahu krajiny.

Rastrová mapa LRM lokálních pozitivních a negativních reliéfních variací může být použita pro mapování a prospekce archeologických objektů jako jsou např. mohyly, lineární a kruhové zemní práce, propadlé silnice, zemědělské terasy, hřebeny a brázdy

polí, pece podíí a důlní/ těžební místa (Hesse 2010). Princip této metody spočívá ve vydělení jednotlivých prvků lokálního reliéfu. Mezi tyto prvky můžeme zařadit zářezy terénu, terasy nebo malé prohlubně. Princip této metody spočívá ve vydělení jednotlivých prvků lokálního reliéfu. Mezi tyto prvky můžeme zařadit zářezy terénu, terasy nebo malé prohlubně.

Druhou částí je vymezení hranic mezi pozitivními a negativními tvary lokálního reliéfu, kde se najdou místa, která se po jejich odstranění rovnají 0. Když vyjmeme hodnoty těchto míst z digitálního modelu reliéfu a ostatní místa interpolujeme tak dostaneme digitální model reliéfu bez prvků lokálního modelu reliéfu. Když odečteme tento nově vzniklý digitální model reliéfu od původní digitálního modelu reliéfu, dostaneme lokální reliéf (Picek 2014, 47). Lokální model reliéfu významně posouvá možnosti využití podrobných výškopisných dat v archeologii.

V archeologii se tato metoda používá především pro hledání, mapování a sledování archeologických nalezišť. Dále se metoda využívá u pozorování velkých krajinných celků, u kterých nejsou možnosti průzkumu a nacházení strukturních anomálií (Picek 2014, 48).

Digitální model reliéfu (DMR) je digitální reprezentace reliéfu zemského povrchu, která se nachází v paměti počítače. Je složena z dat a interpolačního algoritmu, který umožňuje odvozovat výšky mezilehlých bodů (Kadlčíková 2007). Při tvorbě digitálního modelu reliéfu bývají používána výškopisná data, která nezahrnují celou zájmovou oblast. Pro vytvoření kompletní reprezentace povrchu se používají interpolační metody, u kterých hodnota nadmořské výšky bývá odvozována od známých hodnot z okolí (Picek 2014, 14).

Tento model obsahuje údaje o povrchu terénu. Takový model terénu odvozený z dat leteckého laserového skenování je přesnější a detailnější než např. běžné mapy, ale nemusí být zcela přesný jako skutečný terén. Důsledkem bývají často nepřesnosti při skenování a klasifikaci. Zajímavých výsledků bývá dosahováno metodou nepravidelného trojúhelníkové sítě (TIN), metodou přirozeného souseda nebo také

krigováním. Řada výpočetních metod se používá k interpolaci bodových dat do podoby spojitého modelu. U vypočtených modelů vychází prostorové rozlišení z hustoty naměřených bodů. Běžně se používá prostorového rozlišení alespoň 1 m, které postačuje pro identifikaci většiny typů terénních reliktnů. Při konečném vyhodnocení dat leteckého laserového hodnocení je důležitý způsob vizualizace (John – Gojda 2013, 13-14).

V archeologii se nejčastěji používají digitální modely reliéfu 4. a 5. generace. Digitální model reliéfu 4. generace je nyní dostupný především pro střední a západní část České republiky. Data jsou generalizována do rastru 5x5 metrů. Na modelech lze identifikovat pouze rozsáhlejší památky. Jejich využití můžeme očekávat v oblasti predikce nebo při zjišťování přírodních poměrů archeologických lokalit (John – Gojda 2013, 12).

Digitální model reliéfu 5. generace je dostupný pouze pro střední část České republiky. Jednotlivé pásy skenování jsou překryté a dosahují hustoty kolem 1,6 bodu/m² a výškové přesnosti 0,18 metrů a v otevřeném terénu a 0,30 metrů v zalesněných oblastech. V některých případech musíme počítat s tím, že v místech, kde nebyla naskenována žádná data, budou jednotlivé body pro vytvoření DMR5G interpolována na základě bodů získaných z nejbližšího okolí.

Na výsledném digitálním modelu reliéfu mohou tímto vzniknout prázdná místa, která ale obsahují archeologické památky nacházející se pod vegetací. Kvalita dat DMR5G bude silně proměnlivá a to především v závislosti na stavu vegetace a období snímkování jednotlivých lokalit. V řadě případů budeme moci tato data použít a to hlavně při vyhledávání nových archeologických lokalit (John – Gojda 2013, 12). DMR5G je zpracován ve formě nepravidelně rozmístěných bodů. Tyto body slouží k vytvoření trojúhelníkové sítě TIN. Tento model je vytvářen z dat, která musela projít filtrací, manuální kontrolou a vyhlazováním. Toto vyhlazování obsahovalo vybrané body, které měly nejnižší výšku ve čtverci 1x1 metr, odstranění lokálních nerovností a

zředění původního mračna bodů. Skenování u DMR5G započalo v roce 2009 a v současnosti je zpracována jen zhruba polovina České republiky (Pícek 2014, 17).

Další metodou jsou **povrchové sběry**. Povrchový sběr zjišťuje a zkoumá stopy osídlení prostřednictvím movitých artefaktů, rozptýlených na povrchu terénu. Po technické stránce je shromažďování těchto předmětů postupem poměrně snadným, vyžadující jen určitou zkušenost a dostatečnou pozornost pracovníků. Povrchový sběr má tu výhodu, že přináší data, která jsou alespoň do určité míry datovatelná, a to běžným archeologickým postupem. Povrchový sběr se jako způsob archeologických informací uplatňuje od počátků archeologie. Stal se i rozšířenou formou archeologického průzkumu. Postupně se začal uplatňovat i jako metoda poznávání jednotlivých lokalit a jako metoda sídelně archeologického výzkumu.

Nejpočetnějším druhem předmětů shromažďovaných povrchovým sběrem je v našich podmínkách obvykle keramika, ovšem v případě nalezišť předzemědělského pravěku je to pochopitelně štípaná industrie. Ve srovnání s keramikou jsou ovšem četnosti ostatních artefaktů a ekofaktů malé (Kuna et al. 2004, 306-308). Při povrchových sběrech se využívají dvě metody: metoda hodnotící (syntetická) a metoda analytická.

Jako polygony sběru označujeme jednotlivé úseky krajiny, kde probíhá sběr; nejčastěji jde o jednotlivá pole a jejich části. Jako linii označujeme průchod polygonem. Linie se mohou dělit na několik úseků. Svazek sousedních linií procházených zároveň několika osobami označujeme jako trasu. Referenčními jednotkami jsou obecně ty úseky terénu, podle kterých jsou evidovány nálezy. Dalším důležitým pojmem je intenzita průzkumu čili odhadnutý podíl prozkoumané plochy v určitém polygonu (Kuna et al. 2004, 324).

Poslední použitou nedestruktivní metodou v této práci je **geochemický průzkum**. V této kapitole bude stručně popsán význam geochemických metod v archeologii. V současné době mohou k interpretaci archeologických kontextů přispívat chemické metody založené na detekci různých chemických prvků v půdě. Základním předpokladem pro úspěšné chemické půdní analýzy je lidská sídelní aktivita, která po

sobě zanechá chemické znaky a pozůstatky, které lze zachytit v půdě. Půdní analýza v archeologickém kontextu slouží především ke zjištění skladby a množství zastoupených prvků a sloučenin, jejichž výsledky a následná interpretace nám mohou povědět více o historii zkoumaných lokalit. Některé z těchto prvků jsou po staletí neměnné, ačkoli čas a zvětrávání mohou zničit veškeré fyzické stopy, které po sobě lidské aktivity zanechají.

Data z chemických půdních analýz nám také poskytují důležité informace o aktivitě uvnitř archeologických lokalit a to i v případě že se nepodaří zachytit žádné nálezy např. v prázdných hrobech či sídlištních objektech. Přesto můžeme na základě studia chemismu půdních horizontů získat chemická data, díky kterým můžeme pochopit procesy a prostředí, které se na tvorbě archeologických půdních uloženin podílely. Chemické složení půd nám tak podává obraz o minulých lidských aktivitách – jejich funkci, intenzitě a trvání (Rulíšková 2011, 10; Lendáková 2011, 10).

V archeologické prospekci je nejdůležitějším a nejčastěji zjišťovaným prvkem v zemi fosfor. Fosfor z půdy lze extrahovat různými způsoby a rovněž k jeho stanovení v extraktu lze užít řadu metod chemické analýzy i postupů fyzikálně chemických (Kuna et al. 2004, 215). Byla vyvinuta široká škála způsobů v pedologii a archeologii, jak extrahovat a měřit fosfor v půdě, což mělo za následek obrovské množství dat a širokou škálu výkladů, ale i značné zmatky ohledně vhodnosti metod a terminologie. Antropogenní přidání fosforu do půdy pochází z lidského odpadu, pohřbů, produktů z chovu zvířat ve stájích, kotcích, živočišných cest nebo úmyslných obohacení půdy hnojivem. Po přidání do půdy, je fosfor v jeho běžné podobě, jako fosfát stabilní a obecně imobilní v půdě (Holliday-Gartner 2007, 301).

Většina výzkumů týkajícího se fosforu v půdě se zaměřila na postupy extrakce, které pomáhají získat množství fosforu přidávaných do půd nebo je fosfor k dispozici pro absorpci rostlin nebo obojí. Různé archeologické přístupy extrahování fosforu lze rozdělit do čtyř až šesti základních kategorií, v závislosti na tom, jak vnímáme hranice a rozdíly mezi jednotlivými metodami. Tyto skupiny představují různé kombinace

extrakčních a měřících postupů, odlišujících se v následujících aspektech konkrétních studií: (1) dostupnost fosforu k extrakci ; (2) přenosné polní techniky (namátkový test nebo kruhový test); (3) chemická digesce půdních vzorků fosforu; (4) extrakce anorganického fosforu; (5) měření organického fosforu; a (6) extrakce pro celkovou analýzu pomocí ICP (Holliday-Gartner 2007, 309).

Ke stanovení obsahu fosfátů v půdě se používá především **fosfátová půdní analýza**. Změny koncentrace fosfátů v půdě nám mohou hodně říci o předešlých osídleních, pokud dojde v přírodě ke změně nebo odstranění fyzických stop těchto oblastí lidské aktivity (Lendáková 2011, 11). V současné době patří v příhodných půdně-geologických podmínkách k běžně používaným prospekčním metodám a čím dál tím více také k integrálním součástem terénních archeologických výzkumů. Používá se při vyhledávání nebo prostorovém vymezení archeologických lokalit, zaniklých areálů minulých lidských aktivit nebo jednotlivých objektů, především ale slouží k lokalizaci fosfátových anomálií v rámci zkoumaných archeologických situací, např. v půdorysech staveb, hrobů (Ernée 2005, 304).

Existuje velké množství metod fosfátové půdní analýzy. Mezi používané patří Gundlachův polní test na fosfor, zrychlený chemický polní test pro archeologický průzkum, terénní měření pomocí testovacích proužků, kvantitativní terénní měření, rychlý krokový test, kvantitativní metoda půdní fosfátové analýzy a relativní metoda fosfátové analýzy (Lendáková 2011).

Jako příklad bych uvedl postup Gundlachova polního testu na fosfor. Tento test je vcelku jednoduchý. Na filtrační papír o rozměru cca 8x8 cm nasypeme do středu malou hromádku zeminy, která přibližně odpovídá váze 0,2 g. Na zeminu kápneme 2 kapky molybdenové soluce (7,5 g molybdenanu amonného se rozpustí za tepla v 50 ml vody a po vychladnutí se vlije do 50 ml kyseliny dusičné hustoty 1,2 g/ml) a necháme ji 2 minuty působit, poté redukuje dalšími dvěma kapkami kyseliny askorbové (2 % roztoku ve vodě) vzniklý fosfomolybdenan na molybdenovou modř. Provedeme sérii analýz a subjektivně hodnotíme velikost a zbarvení skvrn. Zbarvení

skvrn můžeme posuzovat podle následujících hodnocení: žádná či stěží patrná skvrna, slabé zbarvení, střední, silné a i velmi silné zbarvení. Test neprovádíme na silném slunci, ale vždy ve stínu, nejlépe v místnosti. Silné sluneční světlo způsobuje vyblednutí skvrn a zkresluje vyhodnocování intenzity barvy. Gundlachův test se vyznačuje značnou rychlostí provedení a je vhodný zejména v situacích, kde se naměří velké rozdíly v koncentraci fosfátů, např. průzkum středověkých usedlostí a identifikace chlévů. Za den lze analyzovat i několik set vzorků, nevýhodou je však subjektivní posuzování barvy vzniklé skvrny a to, že skvrny nebývají pravidelné a stejně velké (Majer 2004, 217-218).

Mezi další geochemické metody kromě fosfátové půdní analýzy patří také ICP analýza, metoda Mehlich nebo XRF analýza. Další geochemickou metodou je **ICP analýza**. ICP spektrometr (Inductively Coupled Plasma) měří světelná spektra emitovaných prvků, které jsou spalovány v plazmovém hořáku. Stejně jako u kolorimetru se vzorek roztoku extrahuje pomocí kyselá digesční procedury. Potom je vzorek nastříkán do argonového plynu, který je ohříván na teplotu 10 000 K. Vzorek je při této teplotě okamžitě atomizován a tvoří plazmu, která sestává z konzistentních ionizovaných atomů. Každý atom vyzařuje výrazné světelné spektrum, které se uvolňuje při jejich návratu do základního stavu (Holliday-Gartner 2007, 309-312).

Emitované spektrum je vedeno do spektrometru, kde dochází k identifikaci a stanovení množství jednotlivých atomů (Lendřáková 2011, 33). V ICP analýze jsou používány tři přístupy: 1) DCP-OES (emisní spektrometrie s indukčně opticky vázaným plazmatem); 2) ICP-AES (emisní spektrometrie s indukčně vázaným atomovým plazmatem); 3) ICP-MS (hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem).

DCP-OES používá optický spektrometr k měření vlnové délky emitovaných atomů při jejich uvolňování do základního stavu s odpovídajícími koncentracemi jednotlivých prvků v roztoku vzorku. V ICP-AES plazma ohřívá atom a fotonka měří intenzitu barvy prvku. V praxi je ICP-AES nejlepší pro prvky, které snadno září za tepla; obecně horní a levá část periodické tabulky. ICP-MS používá plazmu pouze pro ionizaci atomů, které

pak nasává do magnetu vysokého napětí. Magnet je ohýbá po křivce k detektoru iontů, kde jsou tříděny podle hmotnosti. ICP-MS je citlivější, může měřit méně koncentrované prvky a pracuje dobře s těžkými kovy. Měření ICP je velmi přesné, ale měření obsahu fosforu je závislé na kapacitě čidla pro uvolňování fosforových molekul ze vzorku během digesce (Holliday-Gartner 2007, 312).

Geochemická metoda **Mehlich** je výluhem směsí kyselin a dalších chemických sloučenin. Existují tři postupy této metody: Mehlich 1, Mehlich 2 a Mehlich 3.

V dnešní archeologii se metoda Mehlich 1 vůbec nepoužívá. Další dvě metody se používají v terénu, ale jen za použití přenosného spektrofotometru. Mehlich 2 využívá pro extrakci fosfátů směs kyseliny octové, kyseliny chlorovodíkové, fluoridu amonného a chloridu amonného. Metoda je vhodná i pro použití v oblastech s alkalickými zeminami (Rulíšková 2011, 31).

Mehlich 3 (M3) je univerzální extrakční postup používaný při analýze rostlinných koncentrací mnoha prvků v zemědělských a lesních půdách v České republice a je široce používána i v dalších zemích, USA, Kanadě a zvláště na Slovensku. Tato metoda se používá i pro archeologické půdy např. pro zjištění z jakých půdních prvků se skládaly mohyly. Vzhledem k tomu, že existuje obrovské množství podkladových M3 dat, mohou být použity na velké množství vzorků a umožňují tak extrakci mnoha prvků. Metoda je běžně v praxi používána agronomy a lesníky a proto existuje obrovské množství srovnávacích údajů pro různé půdy a regiony. Koncentrace pozadí mnoha prvků mohou být snadno odhadnuty z dostupných údajů bez práce a drahých odběrů vzorků a analýz velkého množství půd v okolí archeologických lokalit.

Extrakce M3 roztoku je se svou extrakční silou na hranici mezi slabou (např. CaCl₂) a silnou extrakcí (např. lučavka královská - aqua regia). Nejsilnější "slabé roztoky", jako M3 jsou považovány za nejvhodnější pro extrakci prvků z celkového množství obsažených v půdě, které byly nejvíce postiženy lidskou činností. Dále se roztok M3 používá k extrakci širokého spektra archeologických, lesních a travnatých porostů, lesních půd v České republice. Z tohoto důvodu je možné velmi snadno efektivně

interpretovat koncentrace mnoha prvků a odpovědět tak na mnoho konkrétních archeologických a ekologických otázek (Hejcman a kol. 2013, 179-180).

Poslední geochemickou metodou je **XRF (rentgenová fluorescence) analýza**. XRF je analytická metoda, která za účelem zjišťování složení látek využívá charakteristické rentgenové záření (Königsmark 2012, 12). Metoda je založena na měření rentgenového záření vzbuzeného ozařováním zkoumaného vzorku. Zkoumaný vzorek můžeme ozařovat buď X zářením z rentgenové lampy, nebo zářením gama. K fotoefektu dochází na slupce K, načež dochází při přeskoky elektronů z vyšší slupky L na uvolněné místo k emisi X záření. Energie X záření je vždy určena protonovým číslem Z atomu. Podle takto vzniklého fluorescenčního záření lze spektrometrickou analýzou energie zjistit, jaké prvky se nachází ve zkoumaném vzorku.

Dále podle intenzity fluorescenčního záření můžeme stanovit množství těchto prvků ve zkoumaném vzorku. K detekci charakteristického X záření se používají scintilační detektory. Pro přesnější laboratorní analýzy musíme použít polovodičový detektor, který má vysoké rozlišení. Zdrojem záření může být radionuklid, rentgenka či synchrotron.

Synchrotronové zdroje záření jsou velmi vzácné a drahé. Rentgenka je známým zdrojem, je dostupná a levnější. Vyskytují se v mnoha modifikacích, dovolují měřit objemnější předměty nebo mohou nést speciální rentgenové optiky, které budí svazek záření tak úzký, že umožňuje mikroanalýzu.

Poslední radionuklidové zdroje se používají nejčastěji. Tyto zdroje jsou malé, levné a stabilní. Jejich velkou nevýhodou je omezený rozsah používání. Nejdůležitější část měření je vyhodnocení. K vyhodnocení dat se používají programy, které jsou založeny na kalibraci pomocí odezvy čistých kovů. K ověření korektnosti bývají použity referenční materiály, které jsou přesně definované vnitřním složením (standardy). Jde o jednu z moderních nedestruktivních metod, kterou lze používat v terénu i laboratoři. Tato metoda jako jedna z mála analýz dokáže stanovit svou dostatečnou přesností chemické složení jednotlivých zkoumaných vzorků. Dále je tato metoda

využívána ke studiu kovů, skla, keramiky nebo k měření archeologických nálezů (Horáková 2016, 42-43; Königsmark 2012, 12-15).

Dále byl v programu ArcGIS vytvořen georeferencovaný plán mohylového pohřebiště (obr. 1). Nejdříve byl v programu nastaven, v Data Frame Properties, konkrétně v Coordinate System souřadnicový systém S-JTSK Křovák EastNorth. Dále byl vložen starý plán pohřebiště F. X. France (obr. 14) a výřez digitálního modelu reliéfu lokality 5. generace (DMR 5G). Pomocí funkce Add Control Points byly na plánu vytyčeny tři vlíčovací body, kterými byl plán transformován do dnešního digitálního modelu reliéfu lokality.

Dalším krokem byla rektifikace neboli přerastrování mapového podkladu pomocí funkce Rectify (Škarda 2015, 19). Tímto krokem byl vytvořen nový georeferencovaný plán pohřebiště. Poté byl vytvořen nový shapefile mohyly-Franc. Po kliknutí na shapefile se zvolil nástroj Edit Features a zapnula se jeho funkce Start Editing. Objevil se nástroj Editor, na jehož panelu byla vybrána funkce Create Features. V tomto panelu byl shapefile nastaven na bodovou vrstvu. Dále byl v Editoru vybrán nástroj Point, kterým byly označeny jednotlivé mohyly na starém plánu a promítnuty do dnešního modelu reliéfu lokality.

Dále byla do programu vložena letecká fotografie mohylového pohřebiště, která byla použita pro porovnání s digitálním modelem reliéfu lokality, čímž se získaly předpokládané pozice jednotlivých mohyl, která byla opět pomocí tří vlíčovacích bodů transformována do modelu reliéfu lokality.

Dalším krokem bylo vytvoření čtvercové sítě s jejími středy pomocí funkce Fishnet. Po kliknutí na tuto funkci se otevřela tabulka, ve které byla funkce Output Feature Class nastavena jako shapefile mohyly-Franc a funkce Template Extent jako výřez digitálního modelu reliéfu lokality. Poté byly nastaveny souřadnice X a Y, výška a šířka sítě (rozměr 25 m mezi jednotlivými čtverci) a geometrický typ (nastaven jako Polygon).

První část terénního měření byla provedena dne 27. 2. 2017 na zemědělském poli vpravo od silnice ze Sedlce do Tymákova (pole A). Nejdříve byl vytvořen georeferencovaný plán mohylového pohřebiště se čtvercovou sítí a jejími středy v programu ArcGIS. Ten byl poté vložen do GPS stanice Trimble Nomad, aby mohla být podle souřadnic nalezena místa zaniklých mohyl v terénu.

Poté přišlo na řadu samotné měření mohyl a odebírání vzorků. Podle plánu v GPS bylo pomocí příslušných souřadnic X a Y nalezeno místo, kde podle plánu zhotoveného F. X. Francem stávala mohyla. Toto místo se zaměřilo pomocí GPS a zároveň zde bylo provedeno měření spektrometrem Olympus Delta. Na daném místě se spektrometr přidržel přibližně jednu minutu, během které probíhala analýza jednotlivých chemických prvků obsažených v půdě. Po následné analýze se na displeji přístroje objevil seznam všech chemických prvků, které byly v půdě identifikované a jejich procentuální hmotnostní zastoupení. Přitom se odebral vzorek půdy pro případné kontrolní či navazující analýzy do připraveného sáčku, který byl následně popsán. Dále byla měřena i vzorkovaná místa, na kterých se mohyly vůbec nenacházely.

Důvod byl takový, že vzorky, které se z těchto míst odebraly, mohou být v budoucnu porovnávány se vzorky ze zaniklých mohyl. Zároveň bude možné zkoumat, jak se liší zastoupení jednotlivých prvků v obou skupinách vzorků a z jakých půd či sedimentů byly vytvářeny mohylové násypy. Celkem bylo provedeno 56 měření spektrometrem a odebráno 18 vzorků zeminy (obr. 3) pro případnou chemickou analýzu.

Druhá část terénního měření proběhla 4. 3. 2017 na druhém zemědělském poli ležícím vlevo od silnice Sedlec-Tymákov (pole B). Toto měření bylo zaměřeno především na zbylé mohyly zničeného mohylového pohřebiště v jihozápadní části obdělávaného zemědělského pole. K zaměření míst byla opět použita GPS stanice Trimble Nomad a k měření chemických prvků spektrometr Olympus Delta, který pro zjišťování chemického složení materiálů používá metodu rentgenové fluorescence (obr. 17). V terénu se postupovalo podle čtvercové sítě, která rozdělovala pohřebiště do jednotlivých sektorů, nahraných předem v GPS stanici. Všechna měření opět

probíhala stejným způsobem jako v první části. Zásadní věcí bylo vynechání prvních pěti mohyl, které se nacházely v severozápadní části přilehlého lesa. Důvodem bylo jiné chemické složení prvků v lesní půdě, kde bez destruktivního výzkumu není možné složení samotných mohyl ověřit.

Ve zmíněném lese se zachovala i část vynechaných mohyl. Konkrétně se jednalo o tři mohyly, které se na první pohled projevovaly hromadou navršené hlíny, která byla pokryta kamením a lesní vegetací (obr. 16). Půdorysy mohyl se vyznačovaly nepravidelným oválným tvarem, daným pravděpodobně tím, jak byly zkoumány F. X. Francem. Celkem bylo provedeno 81 měření spektrometrem a odebráno 40 vzorků zeminy (obr. 5), které budou později použity pro chemickou analýzu.

Pro první část terénního měření byla vytvořena přehledná mapa, do které bylo zaneseno, kde všude se měřilo pomocí spektrometru, a kde byly odebrány vzorky zeminy. Mapa byla vytvořena v prostředí programu ArcGIS. Stejným způsobem byla vytvořena i druhá mapa a to pro druhou část terénního měření. Dále byly v programu STATISTICA vytvořeny čtyři grafy vybraných prvků, které byly použity k porovnání. Nakonec byly vytvořeny dvě tabulky pro pole A a pole B s přehledem identifikovaných mohyl pomocí letecké archeologie, lidarů a geochemického průzkumu (tab. 3, 4).

6 SHRNUÍ VÝSLEDKŮ NEDESTRUKTIVNÍHO VÝZKUMU

Většina zaniklých mohyl se dá identifikovat v terénu leteckou prospekcí a to pomocí půdních příznaků. Ty se projevují náhlými změnami barevných odstínů půdy na zemědělsky obdělávaných plochách. Jejich půdorys má charakter plošného příznaku nebo liniově vymezeného obvodu (Šmejda 2009, 38). V našem případě jsou dobře viditelné plošné indikace mohyl. V případě identifikace podobných příznaků v poloze, u níž nemáme o někdejší přítomnosti mohyl žádné zprávy, bychom si ale nemohli být s interpretací jisti. Proto se ukazuje jako potřebné ověřovat zjištěné příznaky pokud možno i jinými prospekčními metodami, případně archeologickým odkryvem.

Všechny mohyly na lokalitě byly zničeny zemědělskou činností a archeologickým výzkumem, a pouhým okem je nešlo až na výjimky v terénu lokalizovat. V tomto případě musely přijít na řadu letecké fotografie lokality. K lokalizaci mohyl byl použit letecký snímek z roku 2004 (obr. 10) uvedený v publikaci *Opomíjená archeologie 2005 – 2006*. Hned na první pohled jsou na snímku patrné kruhovitě objekty projevující se světlou barvou. Jedná se o zaniklé mohyly. Jejich půdní příznaky vznikly narušením podpovrchových archeologických situací orbou. Pro identifikaci je nezbytné, aby byl kontrast mezi materiálem archeologického objektu, který byl narušen pluhem a okolní půdou dostatečně výrazný (Šmejda 2009, 38). Pro úspěšnou detekci je patrně nezbytné snímkovat polohu za vhodného stavu vlhkosti půdy, kdy se právě rozdíly dobře projeví. Výskyt optimálních podmínek má, ale náhodný charakter, což ztěžuje plánování takto zaměřené prospekce, místa pravděpodobného výskytu mohyl je v ideálním případě nutno monitorovat průběžně.

Na zmíněném leteckém snímku lze lokalizovat kolem 20 mohyl. Dále můžeme na snímku nalézt relikty zaniklé přístupové komunikace na zemědělské pole z hlavní silnice. Tato cesta se projevuje jako pruh světlé barvy. Pokud se podíváme na leteckou fotografii z roku 1956 (obr. 12), tak na ní můžeme vidět cestu ještě před destrukcí. Na první pohled si můžeme všimnout, že byla lemována stromořadím a protínala část zemědělského pole a travnaté plochy tvořené stromy a keři, která pravděpodobně sloužila jako pastvina pro dobytek. Komunikace byla nejspíše zničena v důsledku rozšiřování zemědělského pole nebo těžbou přítomných stromů.

Naši lokalitu se zaniklými mohylami bychom mohli srovnat s obdobnou situací poblíž části obce Zelené (obec Lužany, okres Plzeň-jih). Na této lokalitě se také nacházelo mohylové pohřebiště ze střední doby bronzové, které zkoumal Josef Ladislav Píč (Píč 1895, 521-546). Mohyly byly také pravděpodobně zničeny zemědělskou činností. Jediné, co prokazuje jejich přítomnost, jsou půdní příznaky (obr. 15). Tyto příznaky jsou podobné jako u námi zkoumané lokality. Projevují se opět světlou barvou a mají kruhový půdorys.

Při provádění terénního měření byly také provedeny povrchové sběry, během kterých byly objeveny střepy vrcholně středověkého charakteru (obr. 18). Některé ze střepů obsahovaly barevné glazury. Barva střepů odpovídala oxidačnímu a převážně redukčnímu výpalu. Mohlo se jednat o keramický odpad, který byl ve středověku vyhazován do hnojišť, kde se smísil s hnojem, kterým pak byla obdělávána zemědělská pole. Dále byly na lokalitě objeveny kusy černého materiálu podobného strusce (obr. 19). Může se jednat o odpadní materiál z bývalých železáren v Sedlci, kde se v 19. století začala rozvíjet železářská výroba (<http://www.staryplzenec.cz/obcan/historie-mesta/pocatky/>, 4. 3. 2017). Jinak na lokalitě nebyly nalezeny žádné jiné doklady, které by přispěly k novému poznání mohylového pohřebiště.

Dále byl k identifikaci mohyl použit lidarový snímek mohylového pohřebiště (obr. 11). Tato výškopisná data byla porovnávána se starým plánem F. X. France. Když se nejdříve podíváme na samotný lidarový snímek, tak na první pohled můžeme zjistit, že se většinu zaniklých mohyl, zanesených na Francově plánu, podařilo identifikovat i lidarem. Mohyly lze rozdělit do tří skupin. První skupina je tvořena 6 mohylami a nacházela se na východní straně přilehlého zemědělského pole. Mohyly 36, 40, 41, 42 a 43 se projevují kruhovým tvarem, který má světlý až tmavě hnědý odstín. Tyto kruhové tvary nejspíše naznačují zaniklé mohylové násypy. Mohyla 44 není na snímku moc dobře viditelná a neprojevuje žádným tvarem ani barvou. Důvodem může její velmi špatné dochování respektive úplné zničení.

Druhá skupina 33 mohyl se rozkládala v jihozápadní části druhého zemědělského pole podél silnice směrem na Tymákov. Mohyly 32, 33 a 34 se k sobě shlukují, pravděpodobně z důvodu, že se může jednat o jádro rodinného pohřebiště. Zemřelí jedinci pohřbení v mohylách mohli být navzájem příbuzní nebo blízcí a tak je jejich rodina pohřbila pospolu. Shluk těchto mohyl se projevuje nepravidelným oválným půdorysem a tmavohnědým zbarvením. Mohyly 39 a 35 můžeme na snímku

jednoznačně identifikovat. Tyto objekty mají nepravidelný kruhový půdorys, který může opět naznačovat zaniklý mohylový násep.

Mohylu 38 nelze na první pohled zachytit, ale přiblížením můžeme zjistit, že se projevuje nepatrnou světlou barvou, ale žádným reliéfním tvarem. Dle mého názoru se nejspíše nejedná o místo, kde býval mohylový násep, ale o terénní nerovnosti, kde byly určeny jako místo zaniklé mohyly. Mohylu 37 bychom mohly také interpretovat jako mohylový násep. Mohyla má nepravidelný oválný půdorys a projevuje se tmavohnědou barvou. Mohyly 13, 14, 16, 17, 20, 22, 23, 25, 27 a 30 opět nelze identifikovat. Všechny tyto uvedené mohyly nelze v dnešní zachytit v terénu z důvodu jejich zániku výzkumem a zemědělskou činností. Jedinou mohylou, kterou lze snad v terénu zachytit je mohyla 39, jejíž zbytky mohylové násypu, spíše tedy jeho převýšení, které lze po delším pozorování objevit. V severní části pohřebiště můžeme najít skupiny 5 mohyl. Dle mého názoru mohou mít tyto objekty nějakou spojitost.

Může se jednat o např. o rodinné pohřebiště. Objekty 11, 12, 15 bychom mohly opět interpretovat jako mohylové násypy. Tyto mohyly se opět projevují nepravidelným oválným půdorysem a tmavohnědou barvou.

Objekty 18, 19, 21, 24, 26, 28 bychom mohli interpretovat jako mohylové násypy. Projevují se kruhovým tvarem, který může naznačovat místo zaniklého mohylového násypu a svou tmavohnědou barvou. Mezi poslední objekty této skupiny patří mohyly 29 a 31. V tomto případě nemůžeme s jistotou určit, zda se jedná o mohylové násypy. Dle mého názoru se může opět jednat o přírodní terénní nerovnosti.

Poslední skupina je tvořena 5 mohylami v severozápadní části přilehlého lesa. Tři z těchto mohyl se vyznačují nepravidelným půdorysem, který opět může být zaniklým mohylovým násypem. Zbývající dvě mohyly nelze opět identifikovat, nejsme si jisti, zda se jedná o zaniklý mohylový násep nebo terénní nerovnost. V terénu lze z těchto mohyl identifikovat pouze tři, které se projevují hromadou navršené hlíny nepravidelného oválného půdorysu, která byla pokryta kamením a lesní vegetací.

Na závěr bych zde shrnul jednotlivé výsledky z terénního měření rentgenofluorescenčním spektrometrem. Když se podíváme na jednotlivé výsledky z měření tak na první pohled nevidíme žádný rozdíl mezi koncentracemi prvků v místech reliktní mohyl a v okolní ornici. Každé ze zkoumaných polí má svou vlastní historii a určité měřitelné rozdíly v chemickém složení. Chemické složení půdy jejich půdy je specifické pro každé pole, evidentně je závislé na jejich historii hospodaření a hnojení. Obě pole obsahují stejné chemické prvky, ale v odlišných koncentracích. Postupně na jejich výměře během let docházelo vlivem orby, hnojení a eroze k promíchávání ornice. Materiál z povrchové vrstvy půdy a z rozoraných či prokopaných mohyl byl postupně kontaminován. Došlo nepochybně k částečné homogenizaci místní ornice s materiálem, který byl použit na stavbu mohyl. Předpokládáme však, že materiál se použitý pro stavbu mohyl se původně od povrchové půdy odlišoval. Naším cílem bylo zjistit, zda v místech původních mohylových náspů stále přetrvávají určité chemické odchylky prvkového složení.

Snažili jsme se zjistit, zda se jejich hodnoty měřitelným způsobem od sebe liší či nikoli a v souvislosti s tím rozhodnout, jestli mohla být místní půda používána na stavbu mohylových náspů nebo byl k jejich stavbě spíše využíván jiný materiál, například podložní jíla.

První měření provedené 27. 2. 2017 probíhalo na zoraném poli vpravo od silnice ze Sedlce do Tymákova (pole A). Pomocí přenosného spektrometru Olympus Delta byla měřena jednotlivá místa zaniklých mohyl zjištěná georeferencováním plánu mohylníku F. X. France a místa, kde se podle jeho dokumentace mohly nevyskytovaly (obr. 2). Tyto dvě skupiny měření posloužily pro porovnání koncentrací chemických prvků.

Spektrometrem se podařilo naměřit vždy na určitém místě skupinu prvků a jejich procentuální zastoupení v půdě, mezi které patřil převážně hliník, křemík, fosfor, síra, draslík, vápník, titan, chrom, mangan, železo, nikl, měď, zinek, arsen, selen, rubidium, stroncium, zirkonium, kadmium, cín, olovo, bismut a thorium (tab. 1). Dále pak byl

zjištěn hmotnostní podíl skupiny prvků, která je ve výsledcích označována symbolem LE (light elements, lehké prvky), což jsou z pohledu použitého spektrometru všechny prvky nacházející se v periodické soustavě před hořčíkem (tab. 1).

Poté přišlo na řadu zkoumání a porovnávání jednotlivých hodnot naměřených prvků na zjištěných reliktech mohyl a v okolní ornici. Při analýze, kdy byly porovnávány koncentrace jednotlivých prvků pro místa původních mohyl, s hodnotami naměřenými v okolní ornici bylo zjištěno, že rozdíly mezi těmito skupinami jsou poměrně malé.

Nejvyšší a statisticky významný rozdíl hodnot byl detekován u trojice prvků, a to u draslíku, manganu a titanu. Prostorové rozložení změřených vzorků ukazuje obr. 6-8. U těchto prvků dosahovaly hodnoty relativně většího zastoupení v mohyle než v ornici (Kruskal-Wallisův statický test prokázal rozdílné koncentrace těchto prvků pro obě kategorie na hladině významnosti $p < 5\%$ pro K a $p < 7\%$ u Mn a Ti, viz graf 1-3). Průkaznost zjištěného rozdílu je tedy u Mn a Ti poněkud menší, ale i tyto prvky je nutné vzít v úvahu. To tedy znamená, že v místech mohyl se nacházel materiál částečně jiného složení než v jejich okolí. Ke stavbě mohyl byl patrně používán jiný materiál, který byl bohatší na tyto zmíněné prvky. Tento materiál mohl, ale nemusel být v té době v nejbližším okolí dostupný, a proto ho mohli dovážet odjinud.

To ale zatím nepovažujeme za prokazatelné. Nelze vyloučit, že byl získáván přímo v místě těžbou v nějakém hliníku, ale jednalo se zřejmě o materiál odlišného chemického složení, než byla povrchová vrstva (např. se mohlo jednat o podložní jííl, to by ale bylo nutno ověřit na vzorcích, jež nebyly v době přípravy této práce dostupné). U mohyl bylo měřeno 8 vzorků, na nichž bylo sledováno 24 prvků, tedy celkem získáno 133 hodnot. U ornice měřeno 48 vzorků, celkem získáno 809 hodnot (tab. 1).

Další měření proběhlo na druhém zemědělském poli, ležícím vlevo od silnice Sedlec-Tymákov (pole B). Opět byla měřena stejným spektrometrem místa, kde se původně nacházely mohyly a místa, kde nebyly (obr. 4). Byla zde zjištěna víceméně stejná

skupina prvků jako v předchozím měření, ale tentokrát s jinými koncentracemi (tab. 2). Poté přišla na řadu statická analýza jednotlivých výsledků naměřených na mohyle a ornici. Při zkoumání bylo zjištěno, že výsledky mezi mohylami a ornici jsou prokazatelně velmi malé, menší než na sousedním poli na druhé straně silnice.

Byl zjištěn pouze jeden prvek, jehož koncentrace byla v ornici oproti vzorkům z mohyl zvýšená. Jednalo se o olovo. V grafu dosahovalo relativně vyšších hodnot v ornici než v místech mohyl (Kruskal-Wallisův statický test prokázal rozdílné koncentrace tohoto prvku pro obě kategorie na hladině významnosti $p < 5\%$, viz graf 4). Důvod není zatím dobře vysvětlen, může jím opět být hlavně odlišnost zdrojového materiálu pro stavbu. Olovo se v tomto materiálu použitém na stavbu mohylových naspů téměř nevyskytovalo (obr. 9). Měřeno bylo 31 vzorků mohyl, na nichž bylo sledováno 24 prvků, tedy celkem získáno 519 hodnot. U ornice měřeno 50 vzorků, celkem získáno 853 hodnot (tab. 2).

7 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo pomocí nedestruktivních metod identifikovat zaniklé mohylové náspy v zemědělské krajině. Jako případová studie bylo vybráno již dříve prozkoumané středobronzové a halštatské mohylové pohřebiště Sedlec-Hůrka, jehož převážná část se dnes nachází na orné půdě.

V úvodu jsem se zabýval obecnějšími tématy jako např. přírodním prostředím lokality či dějinami archeologického bádání na lokalitě. Další kapitoly se zabývají samotným mohylovým pohřebištěm a použitými nedestruktivními metodami. Poté následuje vlastní hodnocení, kde jsou interpretovány jednotlivé výsledky, zjištěné během mnou provedeného nedestruktivního výzkumu lokality.

Bylo ověřeno, že pomocí letecké prospekce a konkrétně půdních příznaků lze zaniklé mohyly bezprostředně za vhodných podmínek identifikovat. Pokud by ovšem lokalita nebyla evidována jako prozkoumané mohylové pohřebiště, mohli bychom na základě leteckého průzkumu pouze konstatovat, že se v dané poloze pravděpodobně

nacházejí zaniklé mohyly. Proto je zapotřebí pokusit se indicie pořízené leteckým snímkováním ověřit ještě dalšími metodami. Povrchovým sběrem byly sice nalezeny fragmenty keramiky, ale všechny byly pouze středověkého a novověkého stáří. Nové poznatky k mohylovému pohřebišti tedy nepřinesly.

Při geochemickém průzkumu šlo hlavně o to zjistit, zda se v místech původních mohylových náspů nenachází stopy po původním materiálu odlišného chemického složení než jeho okolní půda. Tato hypotéza byla skutečně potvrzena u prvního zkoumaného zemědělského pole (pole A), kde bylo ověřeno, že plochy zaniklých mohyl dosahují u některých chemických prvků relativně vyšších hodnot než prvky naměřené v okolní ornici (draslík, mangan, titan).

Takže zde nejspíše přetrvává zbytkové složení zaniklých mohylových náspů. V této práci šlo především ověřit, zda se vybranými nedestruktivními metodami dají identifikovat zaniklé mohyly na dnešní zemědělské půdě. Na dosavadní zjištění může navázat budoucí výzkum, kde bych se chtěl podrobněji zabývat analýzou v terénu odebraných vzorků půdy, a pokusit se zjistit, jaký byl původ materiálu používaného ke stavbě mohylových náspů.

8 RESUMÉ

This thesis is focused on the possibility of identifying heavily damaged barrow embankments using non-destructive methods. As researched context was chosen extinct burial mound Sedlec-Hůrka from the Middle Bronze Age and Hallstatt period, which examined Westbohemian archaeologist František Xaver Franc in the late 19th century. The thesis is divided into two parts. The first section describes the general objectives of this work, described further general information about the area eg. The natural environment of the site and the history of archaeological research. Then there is a chapter called method of work which are characterized by different non-destructive methods used and their contribution to archaeology. Finally, we briefly describe how geochemical survey and map making in ArcGIS.

In the second part we present the results of each of the methods and aerial archaeology, LIDAR, surface collection and geochemical survey. With air and land archaeology symptoms are extinct mounds immediately identified. Good results were obtained lidar data, which during the airborne laser scanning to detect all managed mound. Surface collections have not produced positive results. There were discovered ceramic fragments of medieval character and waste material (slag), but these findings have not brought any information on the state of knowledge of the test site. Better results were achieved with geochemical prospection. The original locations of extinct burial mounds provided elemental composition of original material, which was probably used for their construction.

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Čujanová-Jílková, E. 1970: Mittelbronzezeitliche Hügelgräberfelder in Westböhmen. Archeologické studijní materiály 8. Praha.

Demek, J. et al. 1987: Hory a nížiny. Zeměpisný lexikon ČSR. Praha.

Dolanský, T. 2004: Lidary a letecké laserové skenování. Acta Universitatis Purkynianae n. 99. Ústí nad Labem: UJEP FŽP.

Ernée, M. 2005: Využití fosfátové půdní analýzy při interpretaci kulturního souvrství a zahloubených objektů z mladší a pozdní doby bronzové v Praze 10 – Záběhlicích – The use of soil phosphate analysis in the interpretation of Late and Final Bronze Age cultural stratigraphy and sunken features at Prague 10 – Záběhllice. Archeologické rozhledy LVII, 303-330.

Gojda, M. – John, J. – Starková, L. 2011: Archeologický průzkum krajiny pomocí leteckého laserového skenování. Dosavadní průběh a výsledky prvního českého projektu. Archeologické rozhledy 63/ 4, 680-698.

Gojda, M. 2004: Letecká archeologie a dálkový průzkum. In: Kuna, M. (Ed.), Nedestruktivní archeologie: teorie, metody a cíle – Non – destructive archaeology: theory, methods and goals, 49-115. Praha: Academia.

Hejcman, M. – Součková, K. – Krištuf, P. – Peška, J. 2013: What questions can be answered by chemical analysis of recent and paleosols from the Bell Beaker barrow (2500–2200 BC), Central Moravia, Czech Republic? *Quaternary International* 316:179-189.

Hesse, R. 2010: LiDAR-derived Local Relief Models – a new tool for archaeological prospection. *Archaeological Prospection* 17/2, 67-72.

Holliday, V. T. – Gartner, G. W. 2007. Methods of soil P analysis in archaeology. *Journal of Archaeological Science* 34 (2):301-333.

Horák, B. F. 1911: Fr. X. Franc † 20. ledna 1910. *Sborník Městského historického musea v Plzni* 2, 1-8.

Horáková, S. 2016: Využití ionizujícího záření v archeologii. Nepublikovaná bakalářská práce ZSF JU České Budějovice.

Jílková, E. 1961: Kostrové pohřby ze střední doby bronzové v mohylách na Plzeňsku – Die Skelettgräber aus der mittleren Bronzezeit in der Hügelgräbern der Pilsener Gebietes. *Památky archeologické* 52/1, 195-200.

Jiráň, L. (Ed.) 2008. *Archeologie pravěkých Čech 5. Doba bronzová*. Praha.

John, J., & Gojda, M. 2013: Ex caelo lux. Principy leteckého laserového skenování a jeho využití pro dálkový archeologický průzkum. In M. Gojda - J. John (Eds.), *Archeologie a letecké laserové skenování krajiny*. Plzeň: Katedra archeologie, Západočeská univerzita v Plzni.

Kadlčíková, J. 2007: DMR a jeho vizualizace. PŘF UP, Olomouc, 15 s. Dostupné z: http://gis.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2007/sbornik/Referaty/Sekce7/Kadlcikova_GI SOstrava07.pdf

Königsmark, V. 2012: Rentgenová fluorescenční analýza a její využití v archeologii. Nepublikovaná bakalářská práce FF ZČU Plzeň.

Krištuf, P. - Praumová, R. - Švejcar, O. 2011: Prostorové uspořádání mohylových pohřebišť na Plzeňsku - Spatial structures within barrow cemeteries in Pilsen-region, Acta FF 4/11, 104-128.

Kuna, M. (Ed.) 2004: Nedestruktivní archeologie. Teorie, metody a cíle. Praha.

Lendáková, Z. 2011: Geochemické analýzy půd v archeologii. Fosfátová půdní analýza materiálu z lokality Olomouc-Nemilany. Nepublikovaná bakalářská práce PŘF UP Olomouc.

Majer, A. 2004: Geochemie v archeologii. In: Kuna, M. (Ed.), Nedestruktivní archeologie: teorie, metody a cíle – Non – destructive archaeology: theory, methods and goals, 195-235. Praha: Academia.

Mištera, L. 1996: Geografie západočeské oblasti. Plzeň.

Picek, J. 2014: Vizualizace digitálních modelů reliéfů vytvořených z dat leteckého laserového skenování. Visualization of digital terrain models made from airborne laser scanning data. Nepublikovaná bakalářská práce PŘF UK Praha.

Píč, J. L. 1895: Mohyly Lužanské. Památky archeologické a místopisné 16, 521-546.

Rulíšková, E. 2011: Geochemické analýzy půd v archeologii. Fosfátová analýza materiálu z lokality „Vrchoslavice – Vitčice“. Nepublikovaná bakalářská práce PŘF UP Olomouc.

Šaldová, V. 1971: Pozdně halštatské ploché hroby v západních Čechách a jejich vztah k současným mohylám. Památky archeologické 62/1, 1-134.

Šaldová, V. (ed.) 1988: František Xaver Franc: Štáhlauer Ausgrabungen 1890. Přehled nalezišť v oblasti Mže, Radbuzy, Úhlavy a Klabavy 1906. Praha.

Škarda, O. 2015: Environmentální historie lokality Sulkov. Nepublikovaná bakalářská práce FPE ZČU Plzeň.

Šmejda, L. 2007: Letecká prospekce a dokumentace památek v západních Čechách pomocí šikmého snímkování. In: P. Krištuf-L. Šmejda-P. Vařeka (eds.), Opomíjená

archeologie 2005-2006. Plzeň: Západočeská univerzita, Katedra archeologie, s. 266-267.

Šmejda, L. 2009: Mapování archeologického potenciálu pomocí leteckých snímků.

Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni.

Veselá, P. 2013: Pohřbívání v době halštatské: využití starších mohylových pohřebišť.

Nepublikovaná bakalářská práce FF ZČU Plzeň.

10 INTERNETOVÉ ZDROJE

<https://www.czso.cz/documents/10180/20537734/130084150323.pdf/d38a60d8-46ca-4e28-8b1d-8972faa61db4?version=1.2> 16. 9. 2016

<http://www.uir.cz/katastralni-uzemi/755141/Sedlec-u-Stareho-Plzence> 16. 9. 2016

http://mapy.geology.cz/geocr_50/ 17. 9. 2016

<http://mapy.geology.cz/GISViewer/?mapProjectId=20> 23. 9. 2016

<http://www.staryplzenec.cz/obcan/historie-mesta/pocatky/> 4. 3. 2017

<http://mapy.cz/> 25. 2. 2017

<http://kontaminace.cenia.cz/> 20. 2. 2017

11 PŘÍLOHY

11. 1 Seznam tabulek

Tab. 1 – Přehled jednotlivých naměřených prvků a jejich hodnot (první část terénního měření)

Tab. 2 – Přehled jednotlivých naměřených prvků a jejich hodnot (druhá část terénního měření)

Tab. 3 – Přehled identifikovaných mohyl pomocí letecké archeologie, lidarů a geochemického průzkumu (pole A)

Tab. 4 – Přehled identifikovaných mohyl pomocí letecké archeologie, lidarů a geochemického průzkumu (pole B)

11. 2 Seznam grafů

Graf 1 – Draslík- porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice

Graf 2 – Mangan-porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice

Graf 3 – Titan-porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice

Graf 4 – Olovo-porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice

11. 3 Seznam obrázků

Obr. 1 – Georeferencovaný plán mohylového pohřebiště

Obr. 2 – Plán pohřebiště s vyznačenými místy, kde proběhlo měření spektrometrem (první část terénního měření, 27. 2. 2017, pole A)

Obr. 3 – Plán pohřebiště s vyznačenými místy, kde byly odebrány vzorky zeminy (první část terénního měření, 27. 2. 2017, pole A)

Obr. 4 – Plán pohřebiště s vyznačenými místy, kde proběhlo měření spektrometrem (druhá část terénního měření, 4. 3. 2017, pole B)

Obr. 5 – Plán pohřebiště s vyznačenými místy, kde byly odebrány vzorky zeminy (druhá část terénního měření, 4. 3. 2017, pole B)

Obr. 6 – Koncentrace draslíku na mohylách (pole A)

Obr. 7 – Koncentrace manganu na mohylách (pole A)

Obr. 8 – Koncentrace titanu na mohylách (pole A)

Obr. 9 – Koncentrace olova v ornici (pole A, B)

Obr. 10 – Letecký snímek lokality, kde jsou vyznačena místa zaniklých mohyl; šipky označují zaniklou komunikaci (zdroj: Šmejda 2007, obr. 10)

Obr. 11 – Lidarový snímek mohylového pohřebiště, který zachycuje jednotlivé mohyly identifikované během leteckého laserového skenování (zdroj: zdrojová data ČÚZK, vizualizace lokálního reliéfu P. Krištuf)

Obr. 12 – Historická ortofotomapa lokality Sedlec-Hůrka z roku 1956; šipky označují komunikaci protínající zemědělské pole (zdroj: <http://kontaminace.cenia.cz>)

Obr. 13 – Sedlec-Hůrka (okr. Plzeň-město); ortofotomapa současného stavu lokality (zdroj: <http://mapy.cz>)

Obr. 14 – Starý plán mohylového pohřebiště podle F. X. France (zdroj: Veselá 2013, obr. 4)

Obr. 15 – Zelené (obec Lužany, okr. Plzeň-jih); ortofotomapa lokality, kde jsou vyznačeny zaniklé mohyly (zdroj: <http://mapy.cz>)

Obr. 16 – Sedlec-Hůrka (okr. Plzeň-město); jedna z částečně zachovaných mohyl v SZ části přilehlého lesa (r. 2017)

Obr. 17 – Použité přístroje během terénního měření (GPS stanice Trimble Nomad a přenosný spektrometr Olympus Delta)

Obr. 18 – Keramika z povrchového sběru

Obr. 19 – Struska (odpadní materiál) z povrchového sběru

Obr. 20 – Současný stav lokality (r. 2017)

Obr. 21 – Současný stav lokality (r. 2017)

Obr. 22 – Současný stav lokality (r. 2017)

Obr. 23 – Současný stav lokality (r. 2017)

Obr. 24 – Současný stav lokality (r. 2017)

Obr. 25 – Současný stav lokality (r. 2017)

Obr. 26 – Současný stav lokality (r. 2017)

Obr. 27 – Současný stav lokality (r. 2017)

Obr. 28 – Současný stav lokality (r. 2017)

FID	Shape	OBJECTID	DATE	XRF	NOTE	OBJECTID_1	SAMPLE	GIS	Al	Si	P	S	K	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe	Mi	Cu	Zn	Arsen	Se	Rb	Sr	Zr	Cd	Sn	Pb	Bi	Th	LE	
1	Point	1	27.2.2017	2	ornice	2	ornice	2	6,49	25,3	0,0638	0	1,4039	0,0639	0,5303	0	0,0561	2,7663	0	0,0026	0,0065	0,0018	0	0,009	0,0079	0,0327	0	0	0,0028	0	0	61,9	
2	Point	2	27.2.2017	3	ornice	3	ornice	3	5,62	23,0	0,0408	0	1,2963	0,0679	0,4874	0,1102	0,0562	2,4239	0,002	0,0029	0,0059	0,0015	0	0,0092	0,0079	0,0328	0	0	0,0032	0	0	66,8	
3	Point	3	27.2.2017	5	ornice	5	ornice	5	5,54	22,0	0	0	1,3158	0,0959	0,5104	0	0,0545	2,5402	0,022	0,0041	0,0071	0,0013	0	0,01	0,0083	0,0351	0	0	0,003	0	0	67,8	
4	Point	4	27.2.2017	6	ornice	6	ornice	6	6,06	22,5	0	0	1,4247	0,1065	0,5294	0,0075	0,0508	2,4528	0,023	0,0032	0,0055	0,0016	0	0,0097	0,008	0,0334	0	0	0,003	0	0	65,7	
5	Point	5	27.2.2017	7	ornice	7	ornice	7	6,36	24,5	0	0	1,5828	0,0989	0,5238	0	0,0521	2,7215	0,021	0,0037	0,0064	0,0016	0	0,0091	0,008	0,0355	0	0	0,0029	0	0,0024	62,9	
6	Point	6	27.2.2017	8	ornice	8	ornice	8	5,19	23,5	0	0	1,3964	0,053	0,5309	0	0,0383	2,3937	0	0,003	0,0051	0,0014	0	0,0095	0,0081	0,0371	0	0	0,0032	0	0,0028	64,8	
7	Point	7	27.2.2017	9	ornice	9	ornice	9	5,35	23,5	0	0	1,2068	0	0,5613	0,0095	0,0471	2,5615	0,019	0,0027	0,0059	0,0016	0	0,0098	0,0084	0,0376	0	0	0,0029	0	0,0019	64,7	
8	Point	8	27.2.2017	10	ornice	10	ornice	10	5,32	24,4	0	0	1,4453	0,0727	0,5288	0,0076	0,0453	2,1475	0,002	0,0023	0,0056	0,0012	0	0,0092	0,0084	0,034	0	0	0,0025	0	0	61,3	
9	Point	9	27.2.2017	11	ornice	11	ornice	11	6,28	27,4	0	0	1,4285	0,0375	0,5743	0	0,066	2,4936	0,024	0,0037	0,0069	0,0016	0	0,0097	0,009	0,0354	0	0	0,0023	0	0	65,9	
10	Point	10	27.2.2017	12	ornice	12	ornice	12	5,72	23,8	0	0	1,2383	0,0375	0,5743	0	0,0555	2,493	0,0032	0,0027	0,0069	0,0016	0	0,0096	0,0088	0,0358	0	0	0,003	0	0	65,2	
11	Point	11	27.2.2017	13	ornice	13	ornice	13	5,65	24,4	0	0	1,4257	0,0463	0,5529	0	0,0511	2,493	0,0032	0,0027	0,0069	0,0016	0	0,0096	0,0088	0,0358	0	0	0,003	0	0	65,7	
12	Point	12	27.2.2017	14	ornice	14	ornice	14	5,49	23,2	0,0321	0	1,5208	0,1297	0,4092	0	0,05	1,7126	0,0017	0,0022	0,0051	0,0013	0	0,0077	0,0073	0,0305	0	0	0,0018	0	0	64,9	
13	Point	13	27.2.2017	15	ornice	15	ornice	15	6,25	24,0	0,0578	0	1,4612	0,0988	0,5093	0,0071	0,0617	2,4635	0,017	0,0031	0,0073	0,0019	0	0,0086	0,0084	0,0318	0	0	0,0029	0	0,0024	64,6	
14	Point	14	27.2.2017	16	ornice	16	ornice	16	6,14	23,9	0,0307	0	1,5201	0,0762	0,5543	0,0073	0,0554	2,9035	0,022	0,0028	0,0076	0,0019	0	0,0095	0,0085	0,0342	0	0	0,0028	0	0	64,9	
15	Point	15	27.2.2017	17	ornice	17	ornice	17	6,57	27,6	0,0383	0	1,3624	0	0,5392	0,0087	0,0593	2,5447	0,023	0,0037	0,007	0,0017	0	0,0092	0,0085	0,0349	0	0	0,003	0,002	0	60,2	
16	Point	16	27.2.2017	18	ornice	18	ornice	18	5,83	24,4	0	0	1,4899	0,0239	0,5085	0,0076	0,0573	2,6425	0,025	0,0032	0,0057	0,0019	0	0,0092	0,0081	0,036	0	0	0,0027	0	0	64,9	
17	Point	17	27.2.2017	19	ornice	19	ornice	19	4,53	22,5	0	0	1,2467	0,049	0,5042	0	0,0537	2,4084	0	0,0025	0,0056	0,0016	0	0,0089	0,0077	0,0352	0	0	0,0031	0	0	68,5	
18	Point	18	27.2.2017	20	ornice	20	ornice	20	6,9	23,9	0	0	1,2149	0,0528	0,4454	0,0083	0,0526	2,6153	0,029	0,0026	0,0092	0,0008	0	0,0085	0,0083	0,0292	0	0	0,0061	0,0024	0	63,6	
19	Point	19	27.2.2017	21	ornice	21	ornice	21	4,73	20,3	0,048	0	1,1468	0,0607	0,426	0	0,0546	1,6689	0,0018	0,0023	0,0051	0,0013	0	0,0088	0,008	0,0306	0	0	0,0028	0	0	71,4	
20	Point	20	27.2.2017	22	ornice	22	ornice	22	5,67	21,5	0,0348	0	1,1757	0,0825	0,5062	0,0076	0,0705	2,5768	0,018	0,004	0,0158	0,0017	0	0,0084	0,0083	0,0315	0	0	0,0031	0	0	66,3	
21	Point	21	27.2.2017	23	ornice	23	ornice	23	4,71	19,7	0,039	0	1,0222	0,0862	0,4153	0	0,0471	2,1097	0	0,0029	0,0072	0,0018	0	0,0084	0,0083	0,0294	0	0	0,0027	0	0	71,7	
22	Point	22	27.2.2017	24	ornice	24	ornice	24	4,83	22,1	0	0	1,0341	0	0,5088	0,008	0,0639	2,296	0	0,0026	0,0049	0,0014	0	0,0083	0,0075	0,0348	0	0	0,0033	0	0	69,0	
23	Point	23	27.2.2017	25	ornice	25	ornice	25	4,41	19,1	0,0398	0	0,8424	0	0,4788	0,0096	0,0492	1,5951	0,022	0,0022	0,0046	0,0012	0	0,0088	0,0085	0,0302	0,0024	0	0,0023	0	0	73,3	
24	Point	24	27.2.2017	26	ornice	26	ornice	26	5,12	22,2	0,0465	0	1,0649	0	0,4992	0,0084	0,0506	1,7024	0	0,0027	0,0064	0,0011	0	0,0079	0,007	0,0325	0	0	0,0031	0	0	68,6	
25	Point	25	27.2.2017	27	ornice	27	ornice	27	5,22	22,7	0,0285	0	1,1225	0	0,5226	0,0075	0,0581	2,1051	0	0,0027	0,0055	0,0011	0	0,0072	0,0067	0,0312	0	0	0,0023	0,0021	0	0	68,6
26	Point	26	27.2.2017	28	ornice	28	ornice	28	5,48	21,6	0,0422	0	1,2388	0,0783	0,4737	0,0078	0,0554	2,2947	0	0,0028	0,0059	0,0012	0	0,0086	0,0073	0,0302	0	0	0,0041	0	0,0019	68,6	
27	Point	27	27.2.2017	29	ornice	29	ornice	29	5,82	24,4	0	0	1,3214	0,0363	0,4753	0	0,0502	2,165	0	0,0022	0,0057	0,0018	0	0,009	0,0077	0,0338	0	0	0,0028	0	0	65,6	
28	Point	28	27.2.2017	30	ornice	30	ornice	30	5,36	22,8	0	0	1,1606	0	0,4649	0,0078	0,0706	2,0793	0	0,003	0,0051	0,0015	0	0,0087	0,0077	0,0344	0	0	0,0031	0	0	67,9	
29	Point	29	27.2.2017	31	ornice	31	ornice	31	5,32	20,7	0	0	1,1605	0,0687	0,4944	0	0,0506	2,3087	0	0,0027	0,0054	0,0013	0	0,0093	0,0075	0,0351	0	0	0,0029	0	0	69,9	
30	Point	30	27.2.2017	32	ornice	32	ornice	32	6,41	25,6	0,0318	0	1,5678	0,036	0,5402	0,0097	0,0624	2,4314	0	0,003	0,0065	0,0019	0	0,0097	0,0075	0,0362	0	0	0,0029	0	0	63,2	
31	Point	31	27.2.2017	33	ornice	33	ornice	33	5,68	22,9	0,0338	0	1,3632	0,0632	0,4961	0	0,0542	2,434	0,026	0,0033	0,0063	0,0016	0,0003	0,0091	0,0079	0,0333	0	0	0,0033	0	0	66,8	
32	Point	32	27.2.2017	34	ornice	34	ornice	34	6,16	26,7	0,0301	0	1,3487	0	0,4812	0,0091	0,071	2,2339	0,018	0,0031	0,0065	0,0019	0	0,0091	0,0081	0,0377	0	0	0,0029	0	0	62,1	
33	Point	33	27.2.2017	35	ornice	35	ornice	35	5,45	23,5	0	0	1,2052	0,0374	0,4804	0,0094	0,056	2,4348	0,026	0,0031	0,006	0,0013	0	0,0088	0,0082	0,0354	0	0	0,0035	0,003	0	66,1	
34	Point	34	27.2.2017	36	ornice	36	ornice	36	6,16	25,7	0	0	1,2558	0,0403	0,5033	0,013	0,1462	2,2198	0,024	0,0031	0,0064	0,0013	0	0,0088	0,0082	0,0354	0	0	0,0028	0	0	62,9	
35	Point	35	27.2.2017	37	ornice	37	ornice	37	5,62	21,1	0	0	1,104	0,0678	0,4576	0	0,0495	2,6218	0	0,004	0,0069	0,0019	0	0,0089	0,0081	0,0323	0	0	0,0028	0	0	68,8	
36	Point	36	27.2.2017	38	ornice	38	ornice	38	6,16	23,8	0	0	1,2589	0,0335	0,4897	0,0091	0,0481	2,3437	0	0,003	0,0067	0,0014	0	0,0088	0,008	0,0335	0	0	0,0035	0	0	65,3	
37	Point	37	27.2.2017	39	ornice	39	ornice	39	5,67	21,9	0	0	1,1465	0,0648	0,52	0,0112	0,0578	2,5121	0,025	0,003	0,0073	0,0015	0	0,009	0,0079	0,0366	0	0	0,003	0	0	68	
38	Point	38	27.2.2017	40	ornice	40	ornice	40	5,83	20,4	0,0312	0	1,1693	0,1188	0,4603	0,0096	0,0457	2,5124	0,027	0,0038	0,0071	0,0017	0	0,0089	0,008	0,0306	0	0	0,0027	0	0	69,2	
39	Point	39	27.2.2017	41	ornice	41	ornice	41	7,86	24,8	0,0436	0	1,4302	0,0767	0,5018	0,0107	0,0485	3,0383	0,039	0,0043	0,0088	0,002	0	0,0104	0,0083	0,0336	0	0	0,0032	0,0022	0	0	68,1
40	Point	40	27.2.2017	42	ornice	42	ornice	42	6,23	21,0	0,0338	0	1,2049	0,1841	0,443	0,0096	0,0464	2,5671	0,026	0,0035	0,0078	0,0015	0	0,0096	0,0085	0,0332	0	0	0,0029	0	0	60,4	
41	Point	41	27.2.2017	43	ornice	43	ornice	43	6,09	20,4	0,0427	0	1,1825	0,1298	0,4346	0,0074	0,0481	2,5641	0,033	0,004	0,0073	0,0017	0	0,0093	0,0082	0,0302	0	0	0,0022	0	0	67,6	
42	Point																																

Tab. 2 – Přehled jednotlivých naměřených prvků a jejich hodnot (druhá část terénního měření)

Table with columns: OBJECTID, Datum, Cas, Vysledok, ARF, Mod, Uplivnuti_ca, Uplivnuti_cas_2, Cas_celkem, LOD_sigma, Al, AI, Si, P, S, Si, K, Ca, P, Ti, Cr, S, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Se, Rb, Sr, Zr, Cd, Sn, Pb, Bi, Th, LE. The table contains 137 rows of data, each representing a specific measurement point and its results for various elements.

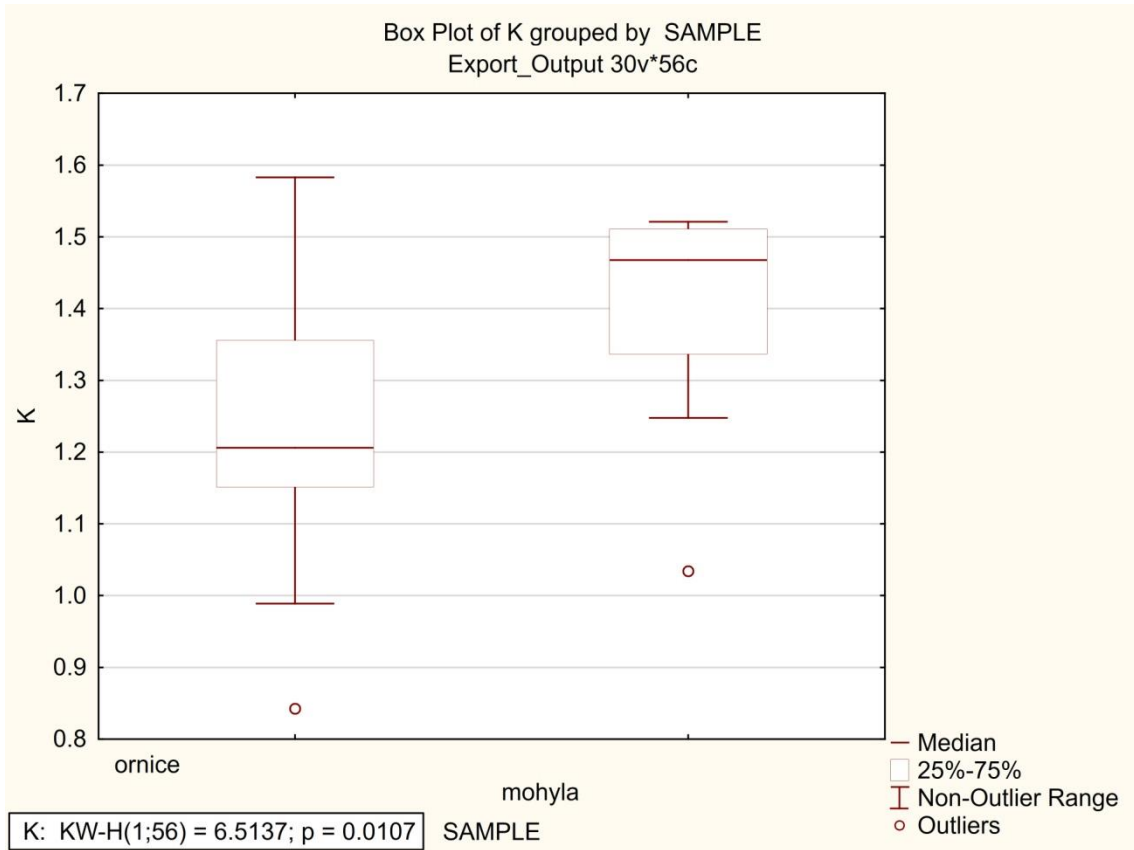
mohylové pohřebiště Sedlec-Hůrka (pole A)	LETECKÁ ARCHEOLOGIE	LIDAR	GEOCHEMICKÝ PRŮZKUM
mohyla 36	X	✓	✓
mohyla 40	✓	✓	✓
mohyla 41	✓	✓	X
mohyla 42	✓	✓	✓
mohyla 43	✓	✓	✓
mohyla 44	X	✓	X

Tab. 3 – Přehled identifikovaných mohyl pomocí letecké archeologie, lidaru a geochemického průzkumu (pole A)

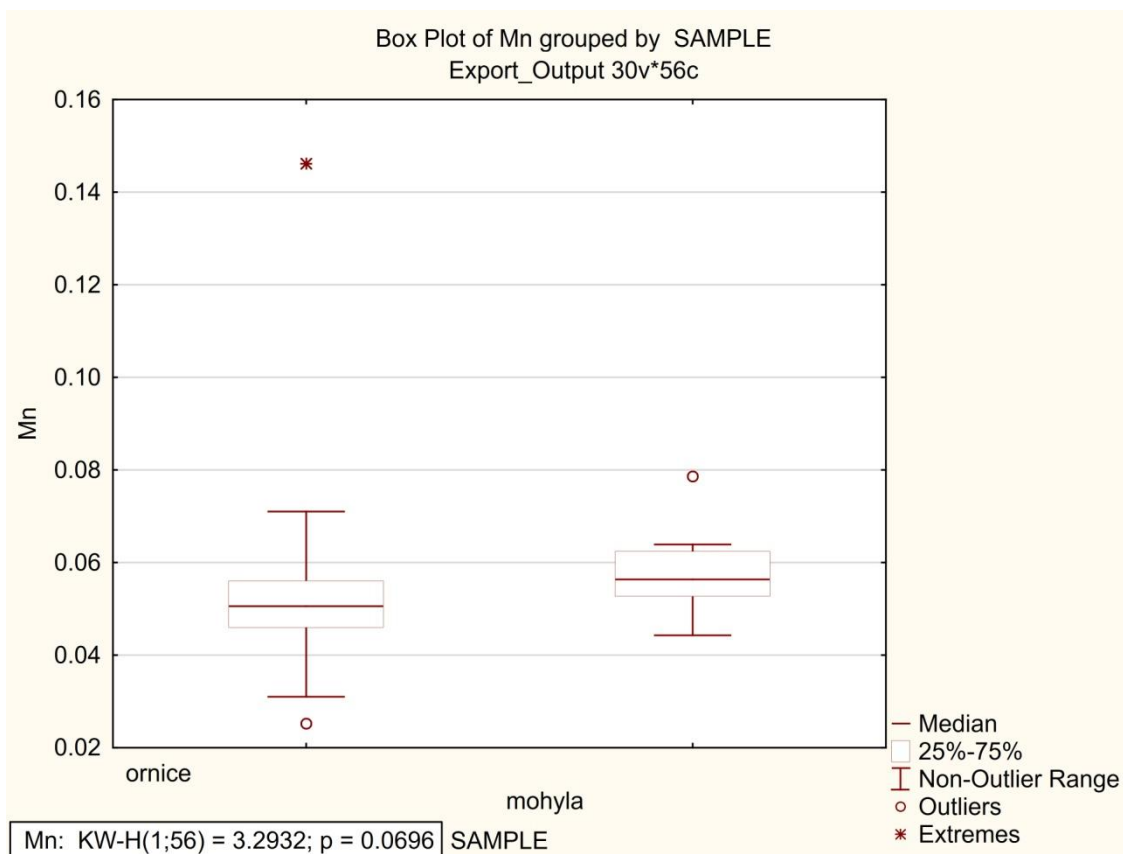
mohylové pohřebiště Sedlec-Hůrka (pole B)	LETECKÁ ARCHEOLOGIE	LIDAR	GEOCHEMICKÝ PRŮZKUM
mohyla 1	X	✓	X
mohyla 2	X	✓	X
mohyla 3	X	✓	X
mohyla 4	X	✓	X
mohyla 5	X	✓	X
mohyla 6	X	✓	✓
mohyla 7	X	✓	✓
mohyla 8	X	✓	X
mohyla 9	✓	✓	X
mohyla 10	X	✓	✓
mohyla 11	✓	✓	✓
mohyla 12	X	✓	✓
mohyla 13	X	✓	✓
mohyla 14	✓	✓	X
mohyla 15	✓	✓	✓
mohyla 16	X	✓	X
mohyla 17	X	✓	X
mohyla 18	X	✓	✓
mohyla 19	X	✓	✓
mohyla 20	X	✓	X
mohyla 21	✓	✓	✓

mohyla 22	✓	✓	✓
mohyla 23	X	✓	✓
mohyla 24	✓	✓	X
mohyla 25	X	✓	✓
mohyla 26	✓	✓	✓
mohyla 27	✓	✓	✓
mohyla 28	✓	✓	✓
mohyla 29	✓	✓	X
mohyla 30	✓	✓	✓
mohyla 31	✓	✓	✓
mohyla 32	✓	✓	✓
mohyla 33	✓	✓	✓
mohyla 34	X	✓	✓
mohyla 35	✓	✓	X
mohyla 37	✓	✓	X
mohyla 38	✓	✓	X
mohyla 39	✓	✓	X

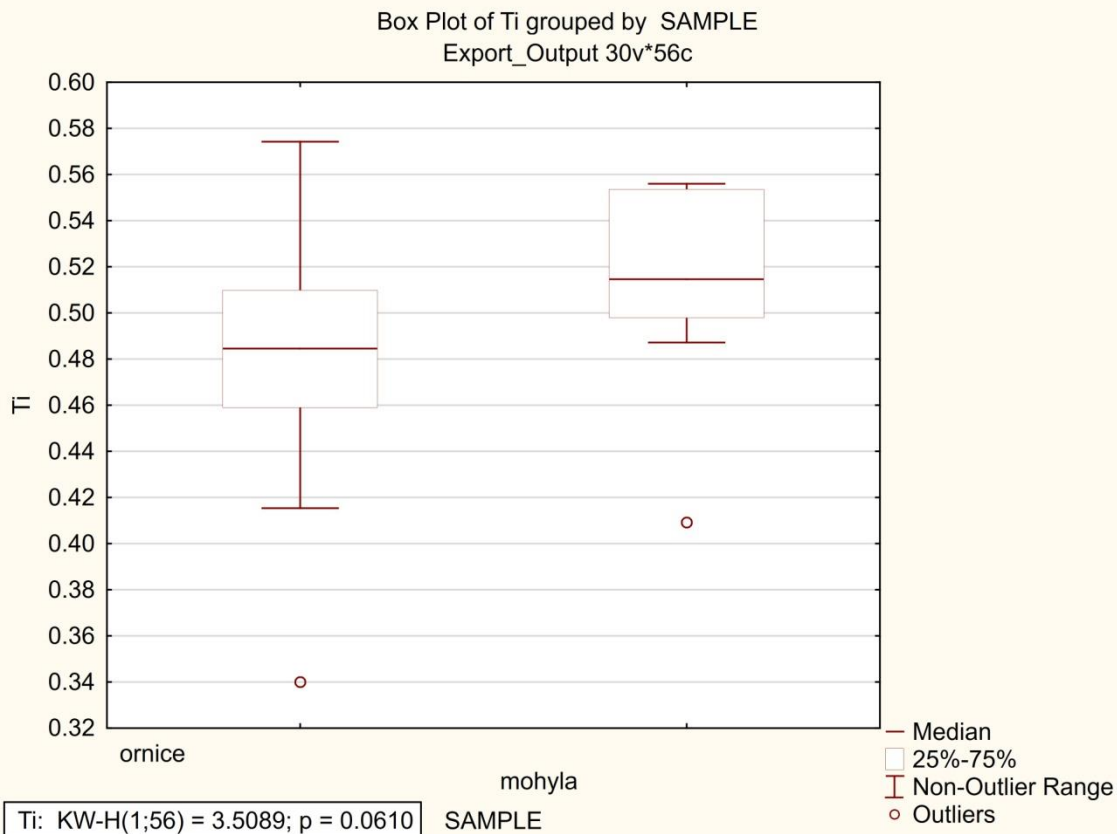
Tab. 4 – Přehled identifikovaných mohyl pomocí letecké archeologie, lidarů a geochemického průzkumu (pole B)



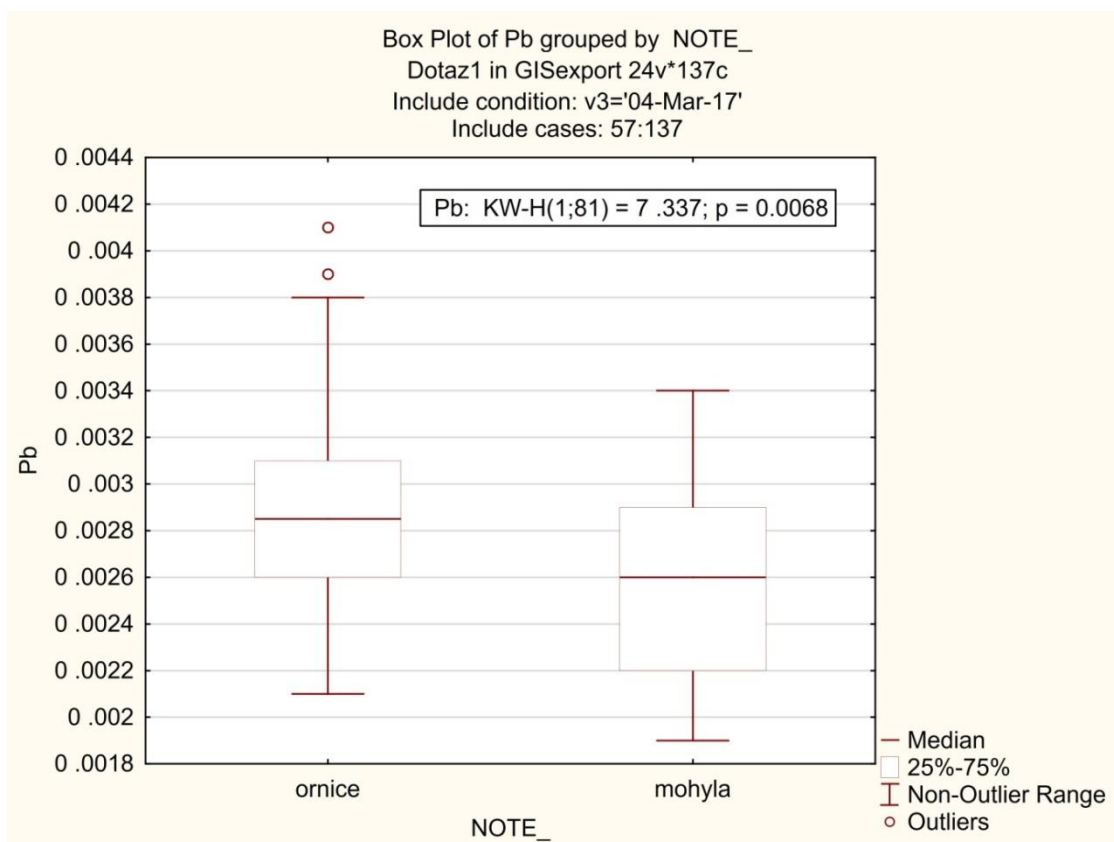
Graf 1 – Draslík-porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice



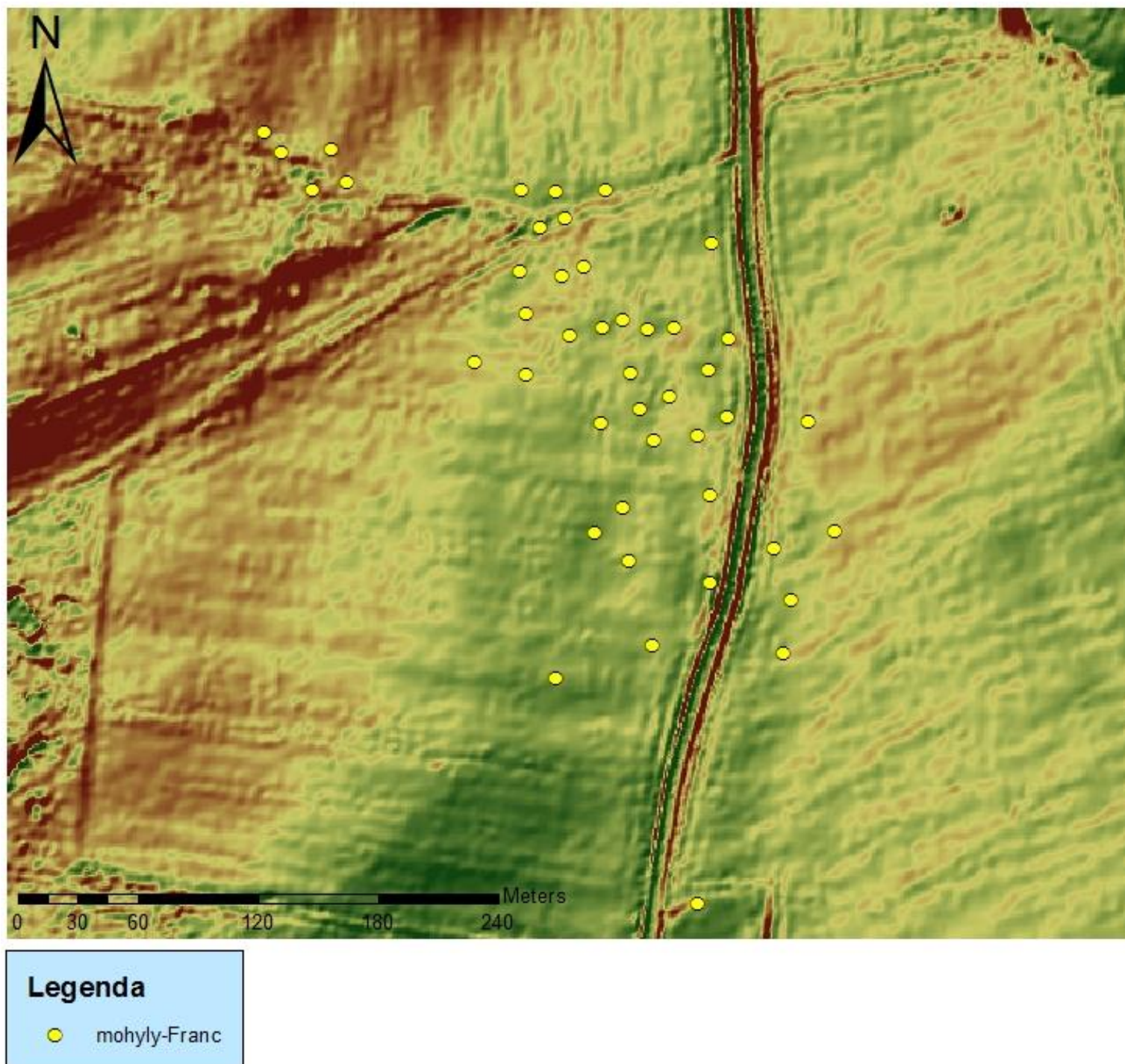
Graf 2 – Mangan-porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice



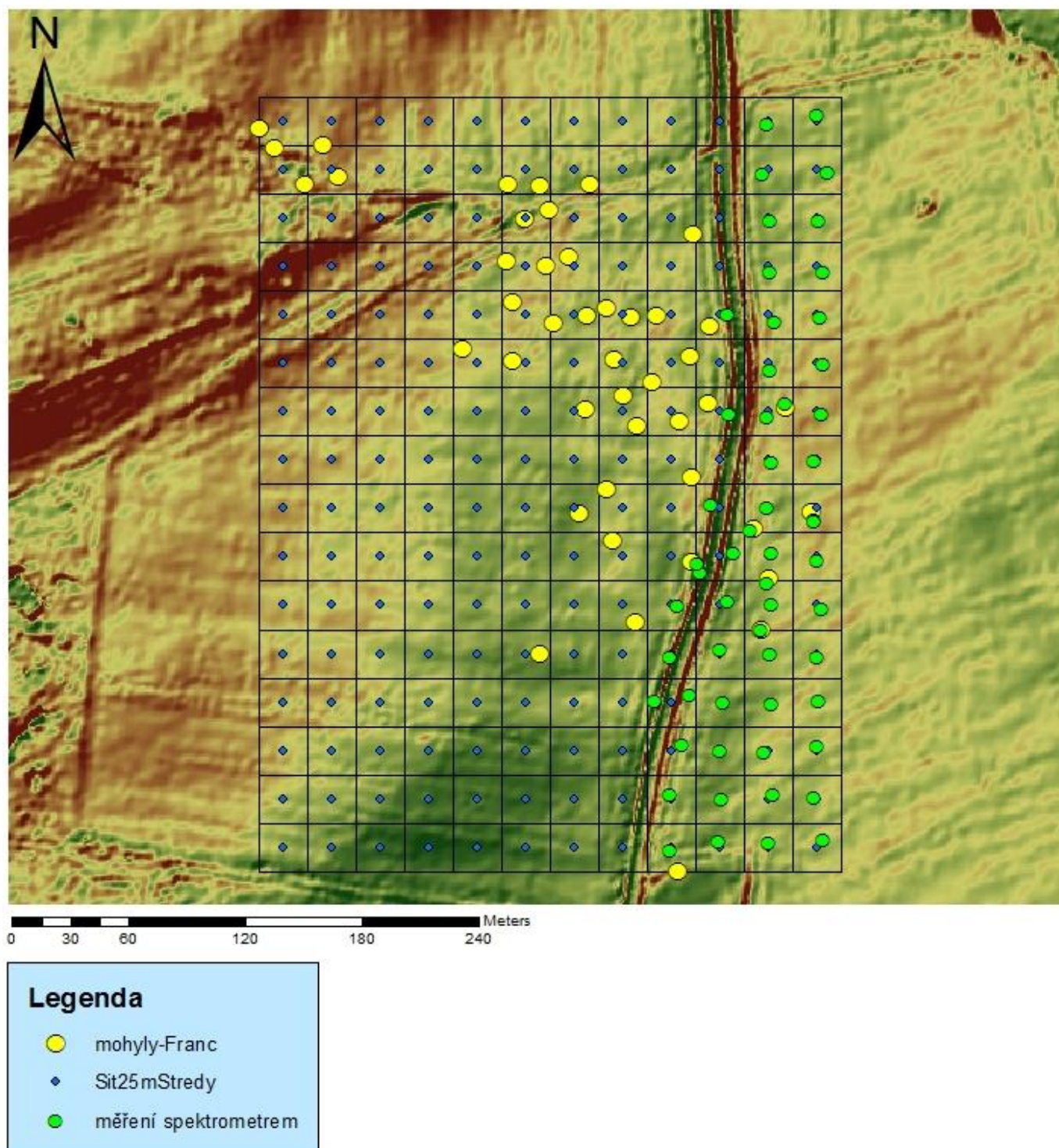
Graf 3 – Titan-porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice



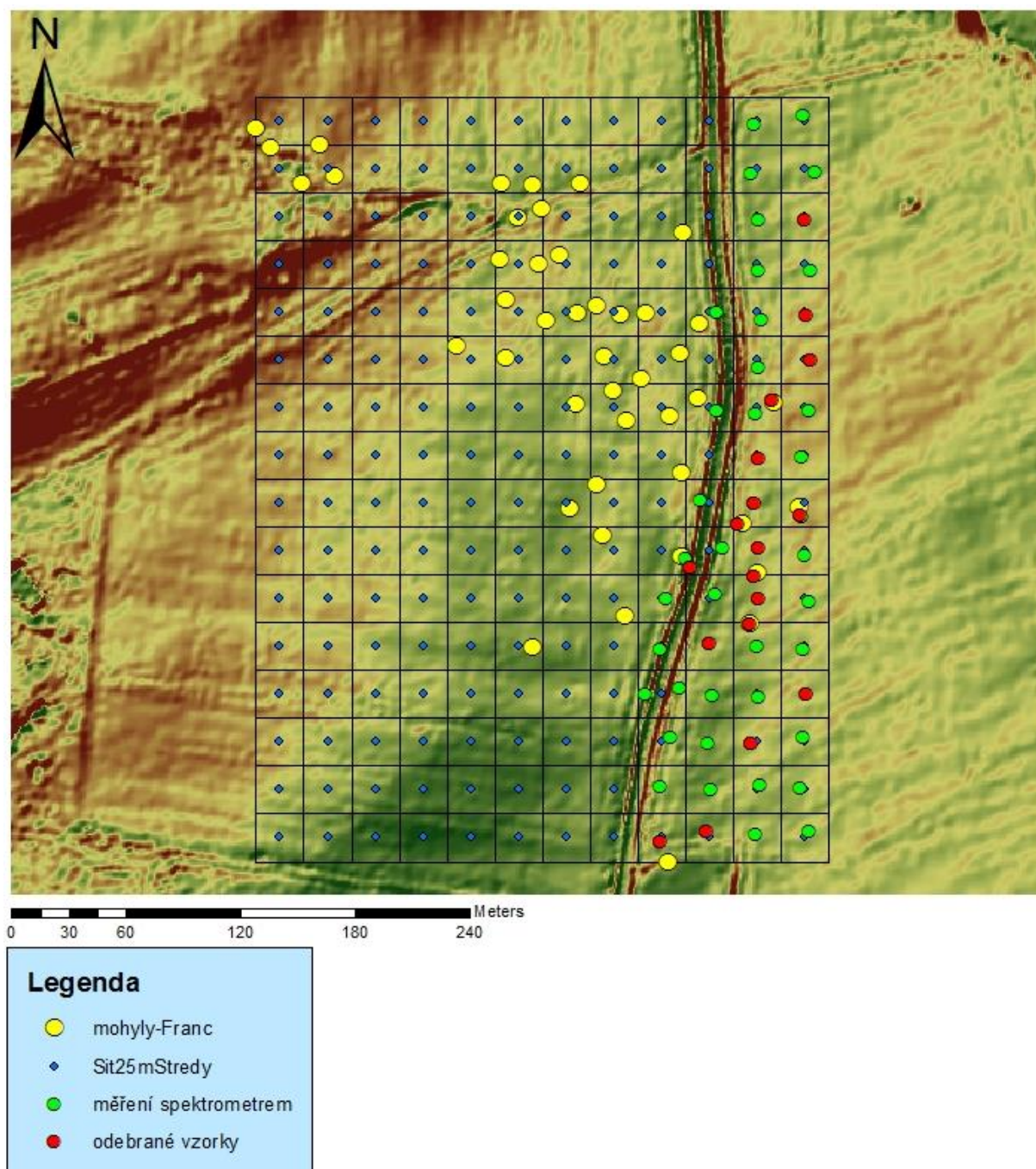
Graf 4 – Olovo-porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice



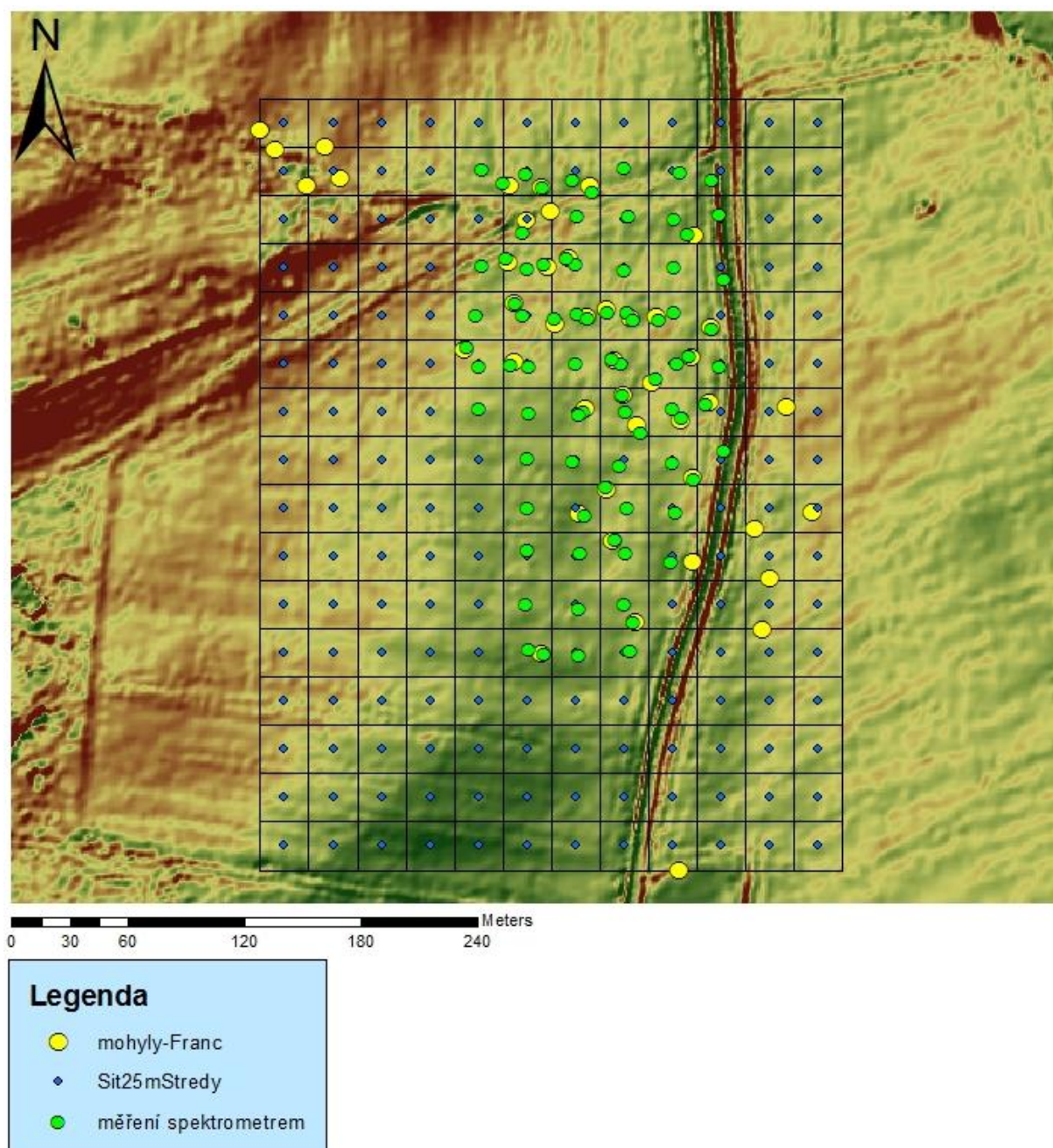
Obr. 1 – Georeferencovaný plán mohylového pohřebiště



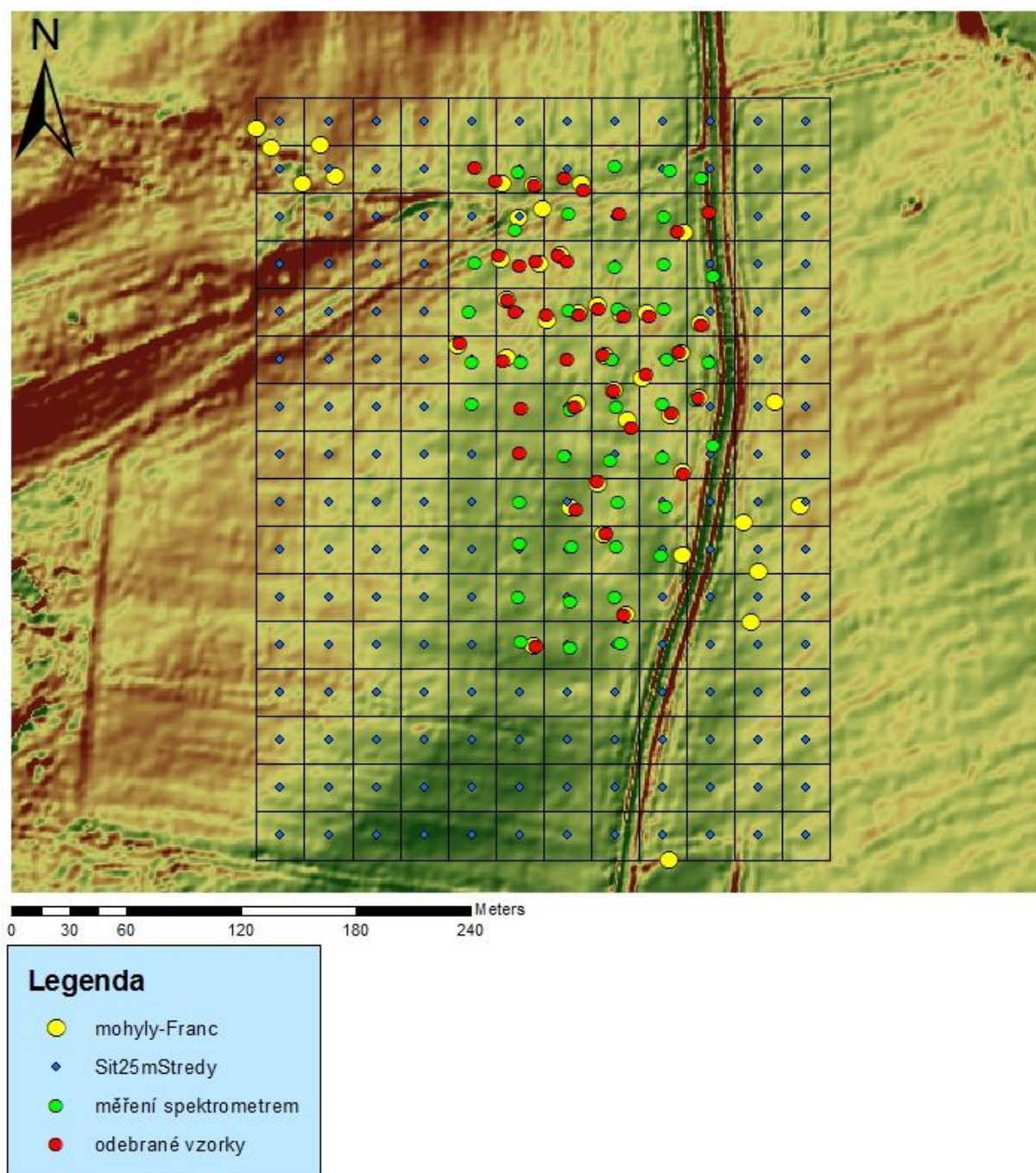
Obr. 2 – Plán pohřebiště s vyznačenými místy, kde proběhlo měření spektrometrem (první část terénního měření, 27. 2. 2017, pole A)



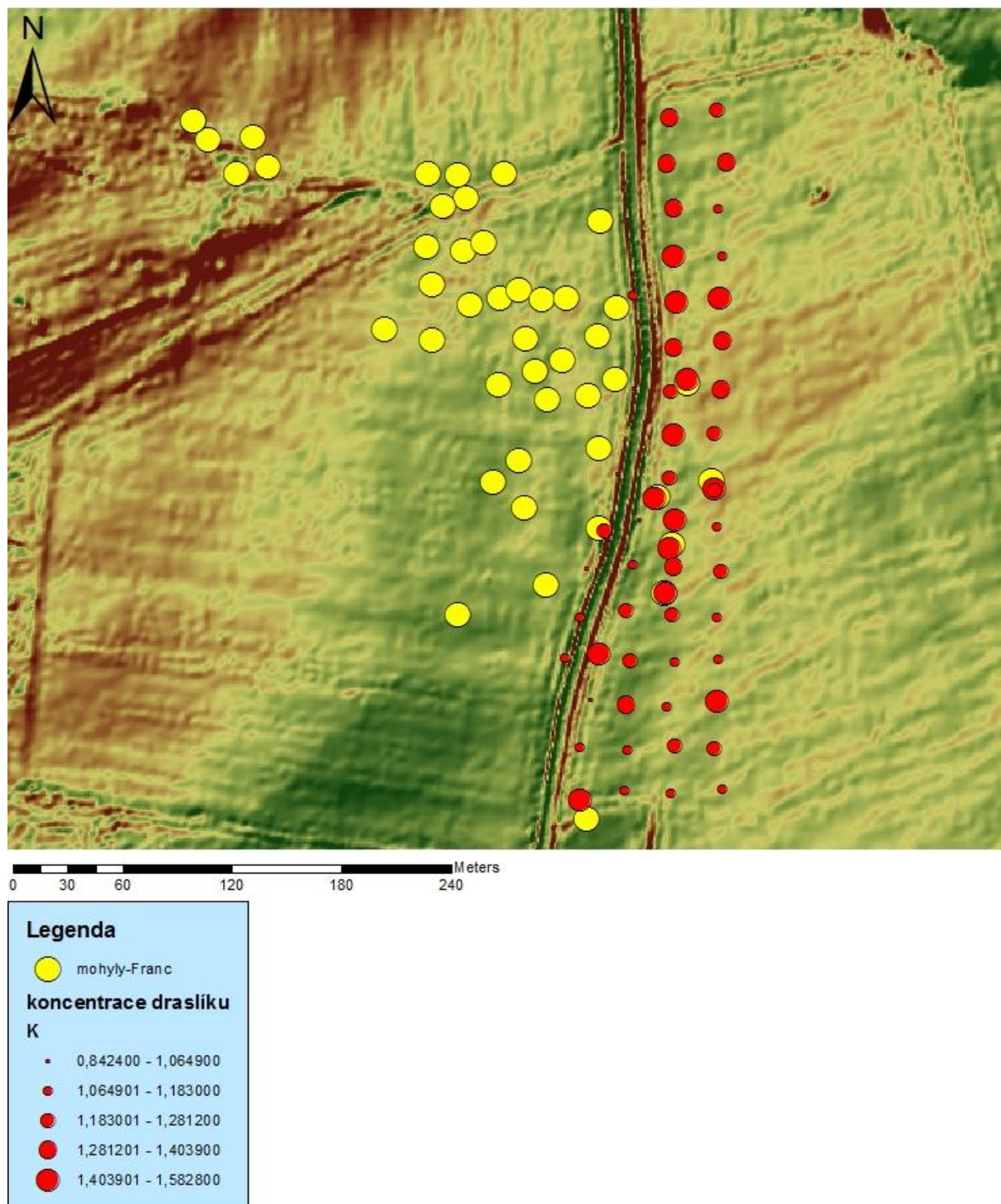
Obr. 3 – Plán pohřebiště s vyznačenými místy, kde byly odebrány vzorky zeminy (první část terénního měření, 27. 2. 2017, pole A)



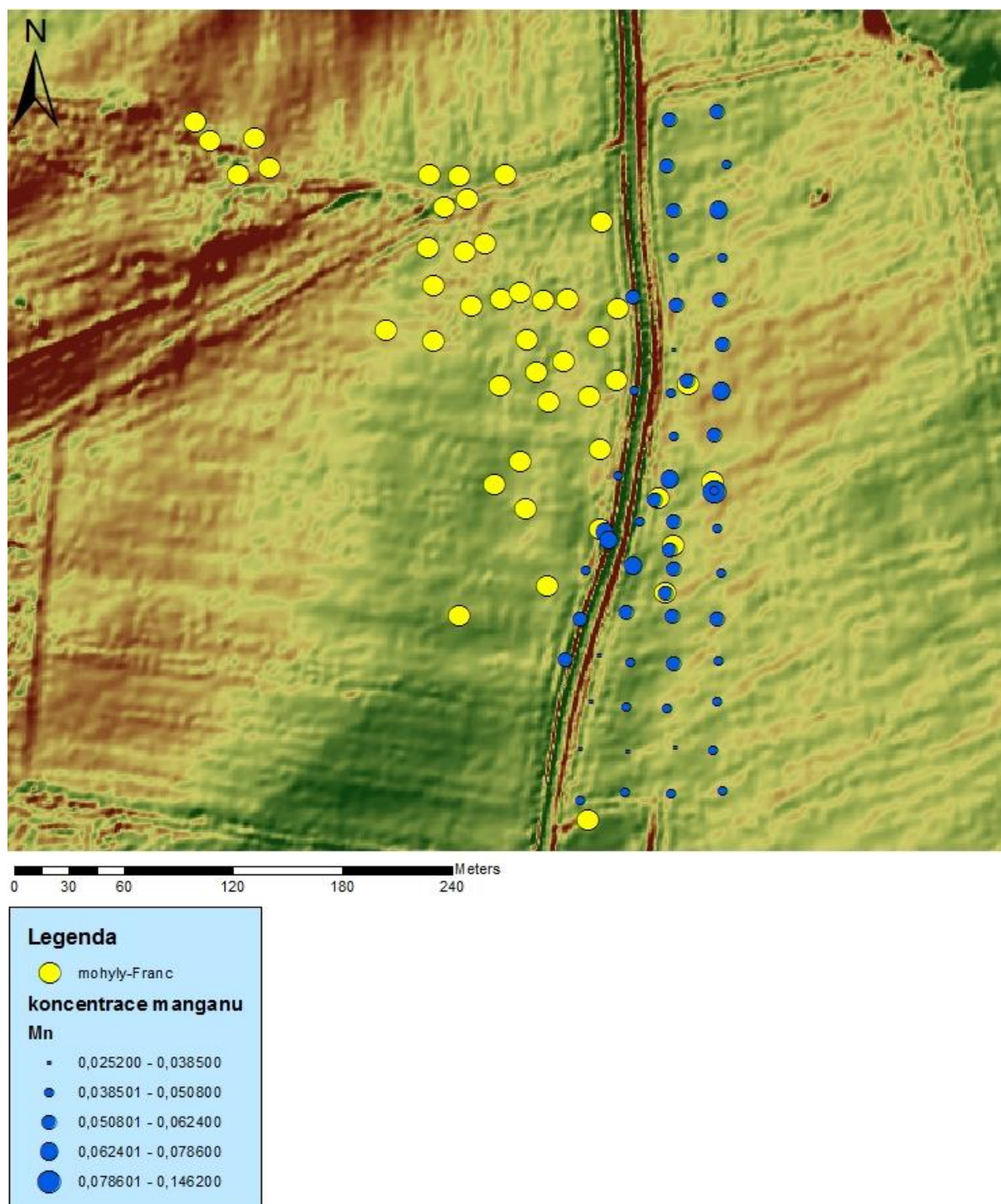
Obr. 4 – Plán pohřebiště s vyznačenými místy, kde proběhlo měření spektrometrem (druhá část terénního měření, 4. 3. 2017, pole B)



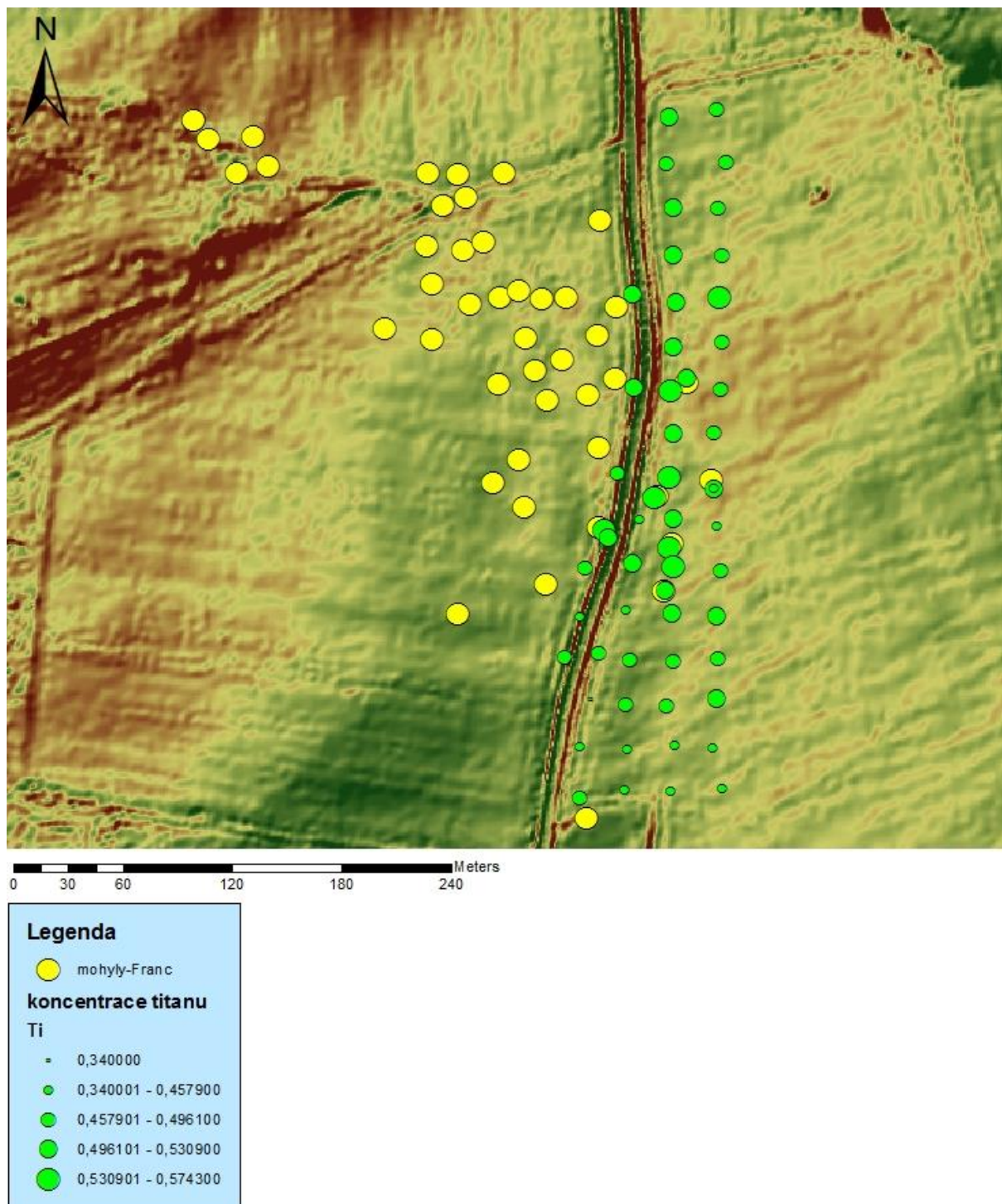
Obr. 5 – Plán pohřebiště s vyznačenými místy, kde byly odebrány vzorky zeminy (druhá část terénního měření, 4. 3. 2017, pole B)



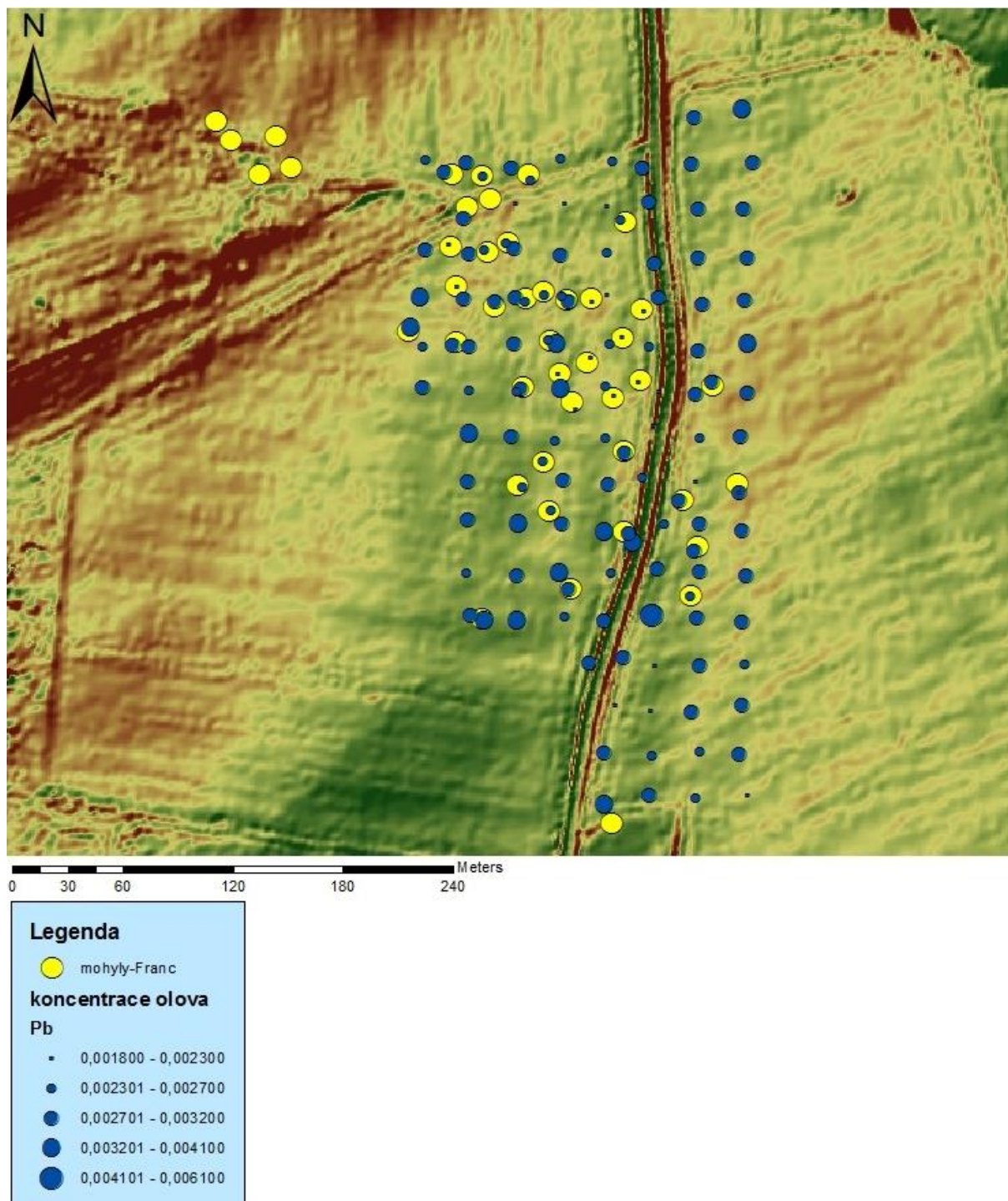
Obr. 6 – Koncentrace draslíku na mohylách (pole A)



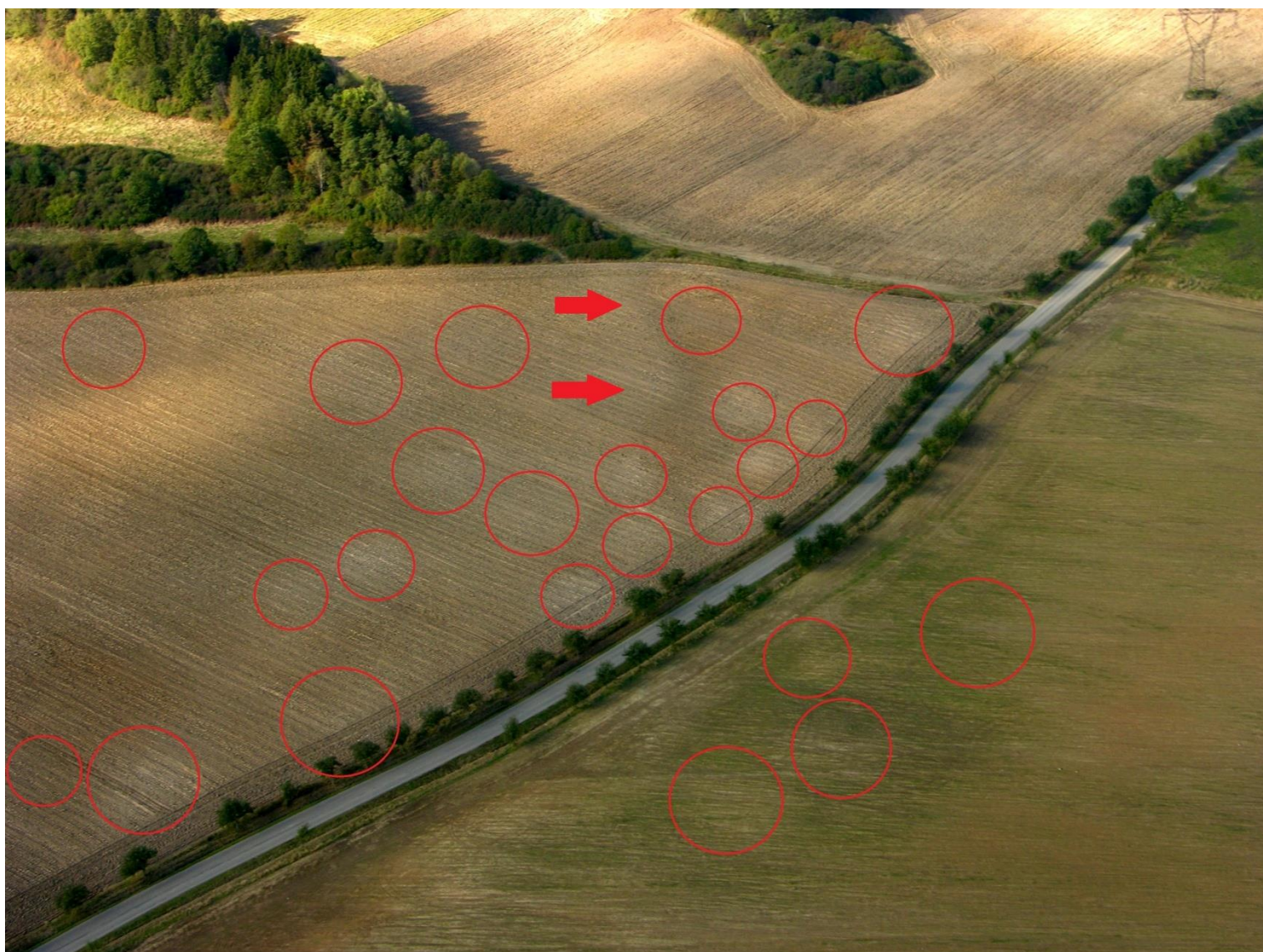
Obr. 7 – Koncentrace manganu na mohylách (pole A)



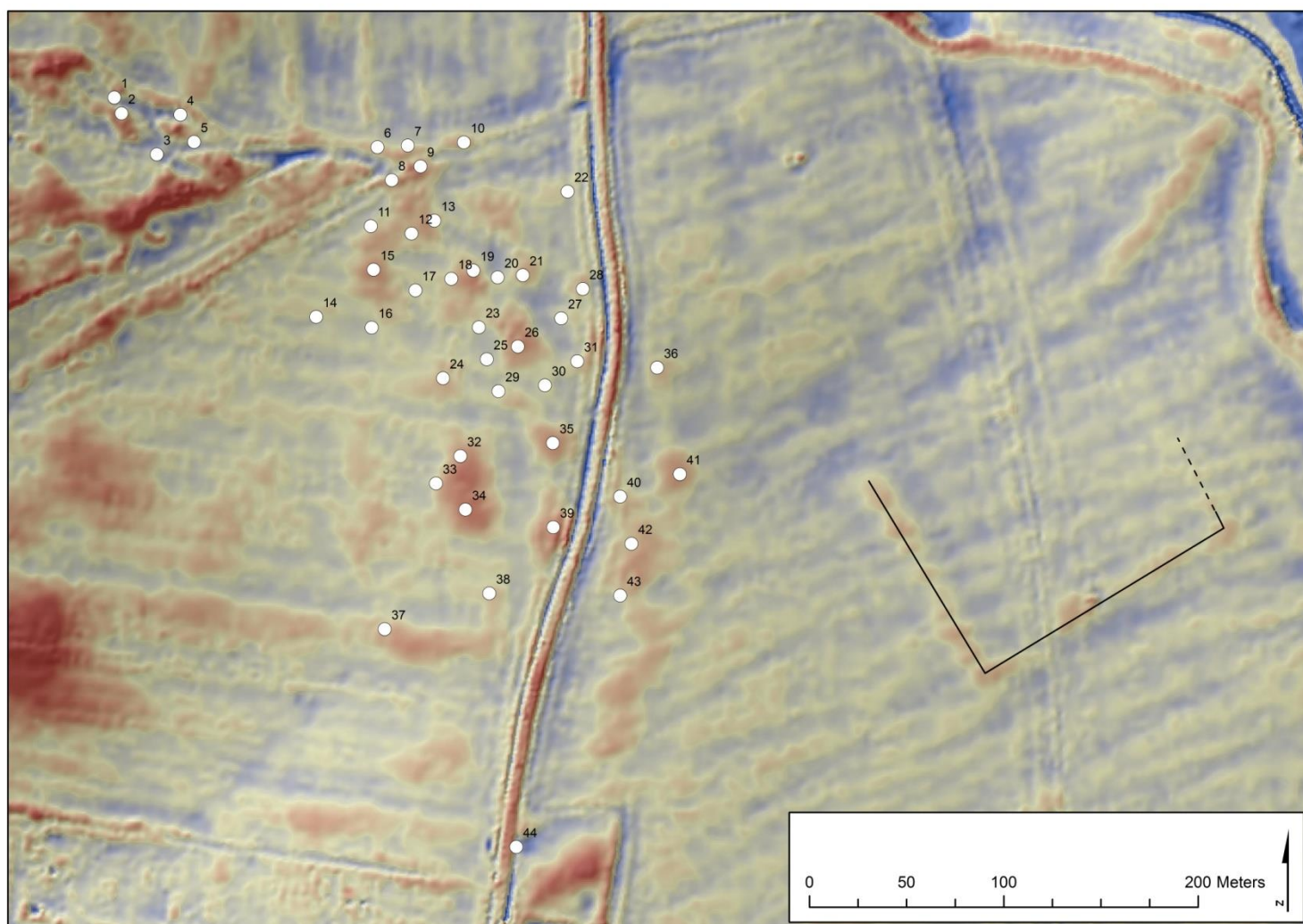
Obr. 8 – Koncentrace titanu na mohylách (pole A)



Obr. 9 – Koncentrace olova v ornici (pole A, B)



**Obr. 10 – Letecký snímek lokality, kde jsou vyznačena místa zaniklých mohyl;
šipky označují zaniklou komunikaci (zdroj: Šmejda 2007, obr. 10)**



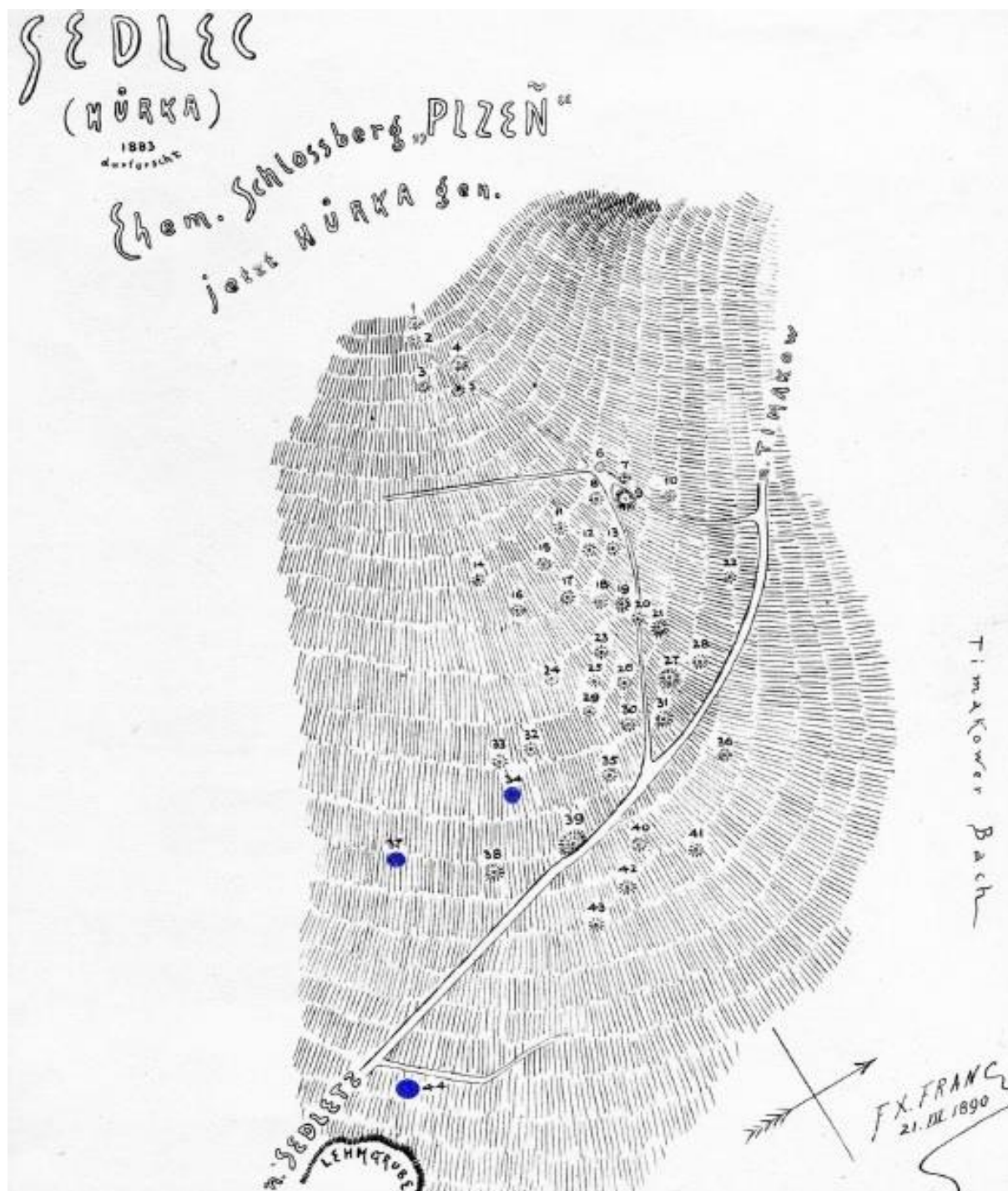
Obr. 11 – Snímek mohylové pohřebiště, který zachycuje jednotlivé mohyly identifikované během leteckého laserového skenování (zdroj: zdrojová data ČÚZK, vizualizace lokálního reliéfu P. Krištufa)



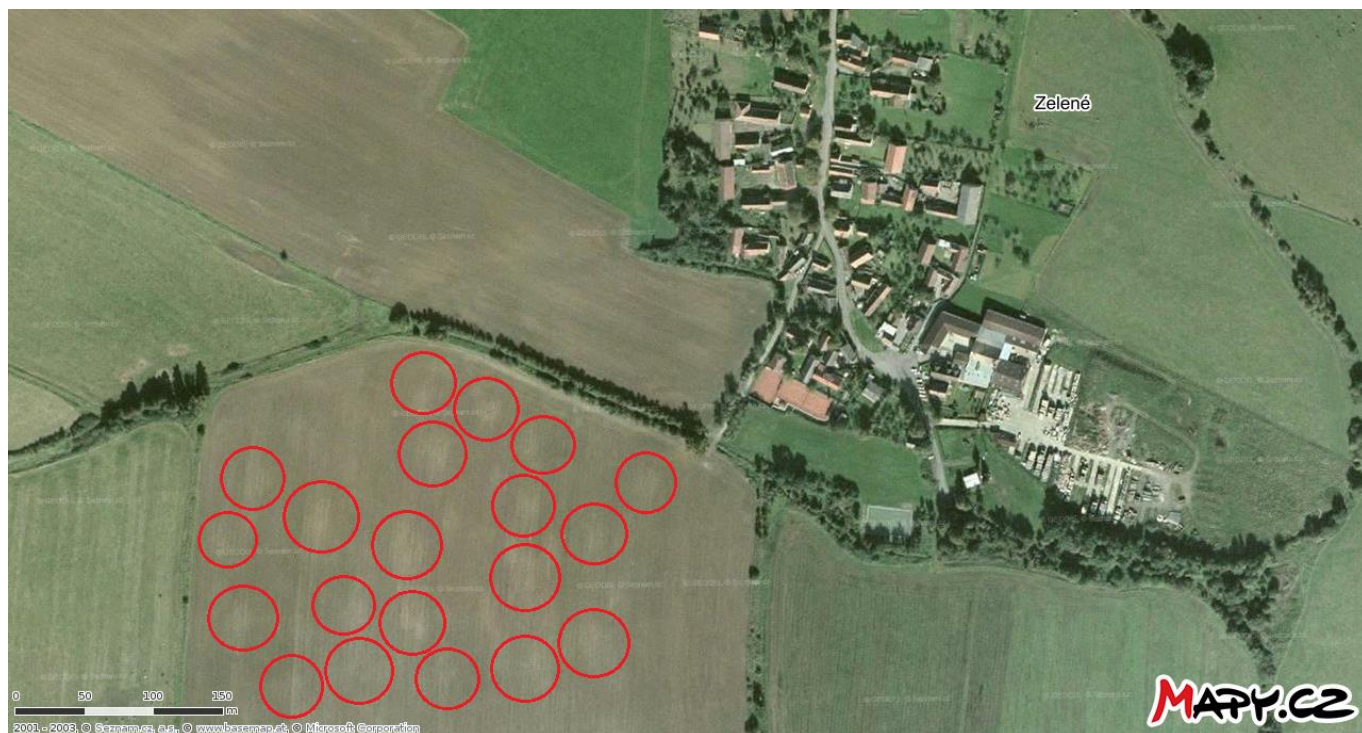
Obr. 12 – Historická ortofotomapa lokality Sedlec-Hůrka z roku 1956; šipky označují komunikaci protínající zemědělské pole (zdroj: <http://kontaminace.cenia.cz>)



Obr. 13 – Sedlec-Hůrka (okr. Plzeň-město); ortofotomapa současného stavu lokality (zdroj: <http://mapy.cz>)



Obr. 14 – Starý plán mohylového pohřebiště podle F. X. France (zdroj: Veselá 2013, obr. 4)



Obr. 15 – Zelené (obec Lužany, okr. Plzeň-jih); ortofotomapa lokality, kde jsou vyznačeny zaniklé mohyly (zdroj: <http://mapy.cz>)



Obr. 16 – Sedlec-Hůrka (okr. Plzeň-město); jedna z částečně zachovaných mohyl v SZ části přilehlého lesa (r. 2017)



Obr. 17 – Použité přístroje během terénního měření (GPS stanice Trimble Nomad a přenosný spektrometr Olympus Delta)



Obr. 18 – Keramika z povrchového sběru



Obr. 19 – Struska (odpadní materiál) z povrchového sběru



Obr. 20 – Současný stav lokality (r. 2017)



Obr. 21 – Současný stav lokality (r. 2017)



Obr. 22 – Současný stav lokality (r. 2017)



Obr. 23 – Současný stav lokality (r. 2017)



Obr. 24 – Současný stav lokality (r. 2017)



Obr. 25 – Současný stav lokality (r. 2017)



Obr. 26 – Současný stav lokality (r. 2017)



Obr. 27 Současný stav lokality (r. 2017)



Obr. 28 – Současný stav lokality (r. 2017)