

**Západočeská univerzita v Plzni**  
**Fakulta filozofická**

**Diplomová práce**

**Potenciál metod archeologické  
prospekce pro detekci poškozených  
mohylových nálezů**

**Bc. Pavel Behenský**

Plzeň 2019

**Západočeská univerzita v Plzni**

**Fakulta filozofická**

**Katedra archeologie**

**Studijní program Archeologie**

**Studijní obor Archeologie**

**Diplomová práce**

**Potenciál metod archeologické  
prospekce pro detekci poškozených  
mohylových naspů**

**Bc. Pavel Behenský**

*Vedoucí práce:*

Doc. PhDr. Ladislav Šmejda, Ph.D.

Katedra archeologie

Fakulta filozofická Západočeské univerzity v Plzni

Plzeň 2019

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

*Plzeň, duben 2019*

.....

### Poděkování:

Rád bych tímto poděkoval vedoucímu mé diplomové práce Doc. PhDr. Ladislavu Šmejdovi, Ph.D. za cenné rady, trpělivost a pomoc při psaní této práce. Dále bych chtěl poděkovat Mgr. Jiřímu Chlevišťanovi při práci v programu ArcGIS a Mgr. Martinovi Janovskému za pomoc při zpracování odebraných vzorků v laboratořích FŽP ČZU v Praze. Velké poděkování patří samozřejmě také mé rodině a přátelům za obrovskou podporu při mém studiu.

# OBSAH

<b>1 ÚVOD .....</b>	<b>8</b>
<b>2 PŘÍRODNÍ PROSTŘEDÍ LOKALIT .....</b>	<b>10</b>
<b>2. 1 Sedlec (okr. Plzeň-město) .....</b>	<b>10</b>
<b>2. 2 Zelené (okr. Plzeň-jih) .....</b>	<b>10</b>
<b>2. 3 Šťáhlavy-Hájek (okr. Plzeň-město) .....</b>	<b>11</b>
<b>3 HISTORIE ARCHEOLOGICKÉHO BĀDÁNÍ .....</b>	<b>12</b>
<b>3. 1 Zelené (okr. Plzeň-jih) .....</b>	<b>12</b>
3. 1. 1 Josef Ladislav Píč .....	14
<b>3. 2 Šťáhlavy-Hájek (okr. Plzeň-město) .....</b>	<b>15</b>
3. 2. 1 František Xaver Franc .....	18
<b>3. 3 Sedlec-Hůrka (okr. Plzeň-město) .....</b>	<b>19</b>
<b>3. 4 Současný stav mohylníků .....</b>	<b>21</b>
<b>4 POPIS MOHYLOVÝCH POHŘEBIŠŤ .....</b>	<b>23</b>
<b>4. 1 Zelené (okr. Plzeň-jih) .....</b>	<b>23</b>
<b>4. 2 Šťáhlavy-Hájek (okr. Plzeň-město) .....</b>	<b>24</b>
<b>4. 3 Sedlec (okr. Plzeň-město) .....</b>	<b>25</b>
<b>5 MOHYLY .....</b>	<b>25</b>
<b>5. 1 Obecně o mohylách .....</b>	<b>25</b>
<b>5. 2 Stavba mohyly .....</b>	<b>27</b>

5. 3 Výzkumy mohylových pohřebišť.....	28
6 METODA PRÁCE .....	32
6. 1 Použité metody .....	32
6. 2 Tvorba georeferencovaných plánů v prostředí programu ArcGIS .....	46
6. 3 Terénní měření – Štáhlavy-Hájek .....	47
6. 4 Terénní měření – Zelené .....	47
6. 5 Identifikace mohyl pomocí letecké archeologie a lidarů – Zelené .....	48
6. 6 Povrchové sběry – Zelené .....	50
6. 7 Laboratorní zpracování odebraných vzorků (Sedlec-Hůrka, Štáhlavy-Hájek, Zelené) .....	50
7 ANALÝZA VZORKŮ ZE SEDLCE-HŮRKY .....	51
8 ANALÝZA VZORKŮ ZE ZELENÉHO .....	53
9 ANALÝZA VZORKŮ ZE ŠTÁHLAV-HÁJKU .....	54
10 SLOUČENÁ MĚŘENÍ SEDLEC-HŮRKA A ZELENÉ .....	55
11 SROVNÁNÍ LOKALIT SEDLEC-HŮRKA A ZELENÉ .....	56
12 ÚČINNOST POUŽITÝCH NEDESTRUKTIVNÍCH METOD .....	60
13 ZÁVĚR .....	62
14 SUMMARY .....	64
15 POUŽITÁ LITERATURA .....	65
16 INTERNETOVÉ ZDROJE .....	71

<b>17 PŘÍLOHY .....</b>	<b>72</b>
<b>17. 1 Seznam grafů .....</b>	<b>72</b>
<b>17. 2 Seznam obrázků .....</b>	<b>73</b>
<b>17. 3 Seznam tabulek .....</b>	<b>76</b>

## 1 ÚVOD

Tématem této práce je zkoumání potenciálu různých metod archeologické prospekce pro detekci silně poškozených mohylových náspů na dnešní orné půdě. Jako hlavní lokalita našeho zájmu bylo vybráno mohylové pohřebiště v Zeleném, okr. Plzeň-jih a jako referenční lokalita s dosud patrnými mohylovými náspy v lesním terénu Štáhlavy-Hájek, okr. Plzeň-jih. Jde o významné lokality, které lze datovat do střední doby bronzové až doby halštatsko-laténské. Nejstarší doložený odborný zájem o tyto lokality se klade na konec 19. století, kdy byly prokopány archeology Josefem Ladislavem Píčem (Píč 1895a, Píč 1895b) a Františkem Xaverem Francem (Šaldová ed. 1988), kteří navazovali na samotné průkopníky archeologického výzkumu v západních Čechách (Sklenář 2010).

Navazuji tematicky na svou bakalářskou práci (Behenský 2017), která byla věnována výhradně zaniklému mohylovému pohřebišti Sedlec-Hůrka, okr. Plzeň-jih. Tu lze chápat jako pilotní studii, ve které byla primárním cílem identifikace zaniklých mohylových náspů pomocí vybraných nedestruktivních metod aplikovaných na ploše pohřebiště (letecká archeologie, LiDAR, povrchový sběr a geochemický průzkum).

Pomocí některých z vyjmenovaných metod se podařilo prokázat přítomnost nepatrných pozůstatků mohyl, dochovaných v terénu až do dnešní doby. V prvním případě bylo ověřeno, že leteckou prospekcí, konkrétně pomocí půdních příznaků, lze zaniklé mohyly za vhodných podmínek dobře identifikovat. Dále byl k identifikaci mohyl použit lidarový snímek, který byl porovnáván se starým plánem F. X. France. Srovnáním obou informačních vrstev v GIS se zjistilo, že většinu zaniklých mohyl zanesených na Francově plánu lze ztotožnit s mírnými terénními nerovnostmi detekovanými lidarem. Povrchový sběr nové poznatky k mohylovému pohřebišti nepřinesl. Poslední použitou metodou byl geochemický průzkum, který odhalil, že se v místech původních mohylových náspů pravděpodobně nachází stopy po původním materiálu mohylového náspu, který měl poněkud jiné chemické složení než okolní půda. U některých chemických prvků dosahovaly hodnoty relativně vyšších nebo



naopak nižších hodnot než prvky naměřené v okolní ornici. Z toho vyplynulo, že zde nejspíše stále přetrvává zbytkové složení zaniklých mohylových naspů. Tato zjištění v předložené diplomové práci byla porovnávána s nově zkoumanými lokalitami, v první řadě s lokalitou Zelené, kterou pojí s lokalitou Sedlec-Hůrka řada strukturálních podobností. Pro doplnění informační základny a porovnání výsledků se částečně věnuje i některým lokalitám s mohylami dochovanými ve výrazném terénním reliéfu, tj. lokalitám dochovaným v lesním prostředí.

Tato diplomová práce zkoumá možnosti identifikace silně poškozených mohylových naspů pomocí nedestruktivních metod archeologického průzkumu metodologicky prohloubeným a komplexnějším způsobem. Ve vybraných transektech krajiny, kde se s jistotou nacházelo mohylové pohřebiště, jehož hrobové násy byly později zásadním způsobem poškozeny či odstraněny (například zemědělskou činností nebo i předchozím archeologickým výzkumem), byly aplikovány dostupné archeologické prospekční metody s cílem zachytit zbývající pozůstatky mohyl. Byla testována hypotéza, vyplývající ze zmíněné předchozí studie menšího rozsahu (bakalářská práce autora: Behenský 2017). Jedná se o předpoklad, že materiál pocházející ze silně mechanicky narušených mohylových naspů bude i nadále v prostoru mohylového pohřebiště přítomen a existuje předpoklad, že může být identifikován na základě jeho fyzikálně-chemických charakteristik, které se liší od přirozeného složení typické lokální půdy. Archeologické prospekční metody se obecně snaží o identifikaci anomálií tohoto typu, jejich citlivost pro řešení dané úlohy se ovšem bude pochopitelně lišit v závislosti na množství spolupůsobících faktorů. Dále budou porovnány výsledky metod a jejich relativní úspěšnost na různých lokalitách. Z takto zaměřeného výzkumu mají vyplynout obecnější poznatky o efektivitě archeologické prospekce pro identifikaci narušených mohylových naspů a o hlavních limitujících faktorech použitých metod.

## 2 PŘÍRODNÍ PROSTŘEDÍ LOKALIT

### 2. 1 Sedlec-Hůrka (okr. Plzeň-město)

Mohylové pohřebiště se rozkládá v severovýchodní části vrchu Hůrka u obce Sedlec, která tvoří část města Starý Plzenec (okres Plzeň-město). Obec Sedlec se nachází 1,5 km východně od Starého Plzeňce. Z geomorfologického hlediska náleží Sedlec do Švihovské vrchoviny tvořící jižní a jihovýchodní část Plzeňské pahorkatiny, která je jednou z hlavních součástí Poberounské soustavy (Demek a kol. 2006, s. 350, 448). Geologické podloží je složeno z kamenitého až hlinito-kamenitého sedimentu<sup>1</sup>. Půdní pokryv zalesněného vrchu je tvořen z hnědé lesní půdy, tam kde se trvale vyskytuje les. V místě pohřebiště převažují tři typy zemědělské orné půdy: kambizem modální, kambizem luvická a hnědozem luvická slabě oglejená<sup>2</sup>. Sedlcem protéká řeka Úslava. Dalšími vodními zdroji jsou dnes např. Starý a Nový rybník.

### 2. 2 Zelené (okr. Plzeň-jih)

Mohylové pohřebiště, kterému je v práci věnována detailní pozornost, se nachází nedaleko obce Zelené na obdělávaném zemědělském poli (obr. 23-25). Obec Zelené je součástí spádové obce Lužany (okr. Plzeň-jih). Lokalita leží přibližně 2,5 km směrem na jihovýchod od Lužan. V současné době je v obci evidováno 36 adres a žije zde trvale 62 obyvatel. V této se oblasti se výrazně projevují makroklimatické znaky přímořského podnebí, ale přes určité rozdílnosti odpovídá klima uspořádání mezoklimatické stupňovitosti podle výškové členitosti. Lze ji zařadit do mírně vlhkého, vrchovinného klimatického okrsku. V této podoblasti dosahují nadmořské výšky až 500 m n. m. a převažuje studená zima. Lednová průměrná teplota může klesnout až na -5°C (Mištera 1996, 26-29). Zelené se geomorfologicky nachází v celku Švihovské vrchoviny, v subprovincii Plzeňské pahorkatiny, v provincii Poberounské

---

<sup>1</sup> <https://mapy.geology.cz/geocr50/>

<sup>2</sup> <https://mapy.geology.cz/pudy/>

soustavy. Plzeňskou pahorkatinu tvoří zvrásněné a slabě přeměnné proterozoické horniny s ostrůvky hlubinných vyvřelin (Demek a kol. 2006, 350; Chlevišťan 2014, 20). Půdním druhem převládajícím v oblasti lokality Zelené jsou převážně těžké jílovitohlinité půdy. Mezi převládající půdní typy patří především hnědozemě a hnědá lesní půda (Mištera 1996, 44). Geologické podloží je složeno z písčito-hlinitého až hlinito-písčitého sedimentu<sup>3</sup>. Většina mohyl byla situována na přilehlém zemědělském poli, kde se vyskytuje luvizem modální<sup>4</sup>. V blízkosti teče řeka Úhlava, na jejímž druhém břehu se nachází Lužanský rybník<sup>5</sup>.

### **2. 3 Štáhlavy-Hájek (okr. Plzeň-město)**

Další zkoumané mohylové pohřebiště označované pomístním jménem Hájek je situováno na západním svahu vyvýšeniny mezi zámekem Kozel a zříceninou hradu Lopata. Tento prostor je součástí bývalé obory patřící k zámku u Štáhlav v kozelském revíru (Jílková – Rybová – Šaldová 1959, 56). Obec a vesnice Štáhlavy leží 14 km na jihovýchod od města Plzeň. Má dvě místní části, Štáhlavy a Štáhlavice. Nadmořská výška katastru se pohybuje okolo 362 m n. m. V obci žije přibližně 2600 obyvatel. Z geomorfologického hlediska spadá pohřebiště Štáhlavy-Hájek do Švihovské vrchoviny, která tvoří jižní a jihovýchodní části Plzeňské pahorkatiny. Plzeňská pahorkatina je jednou z hlavních součástí Poberounské soustavy (Demek a kol. 2006, s. 448, 350). Plzeňská pahorkatina je tvořena zvrásněnými a slabě přeměněnými proterozoickými horninami, které jsou součástí ostrůvků s hlubinnými vyvřelinami, na kterých se nachází permokarbonské a neogenní horniny. Vyznačuje se příznačným zvlněným povrchem, ve kterém se střídají vyvýšené části s plochými sníženinami s pedimenty. Místy lze nalézt odolné horniny, v hlubinných vyvřelinách se vytvořily příznačné kupovité povrchy obsahující skalní útvary, sníženiny, které jsou vyplněny

---

<sup>3</sup> <https://mapy.geology.cz/geocr50/>

<sup>4</sup> <https://mapy.geology.cz/pudy/>

<sup>5</sup> <https://mapy.cz/zakladni?x=13.3410649&y=49.5331816&z=14&source=ward&id=6187>

zejména jezerními a fluviálními uloženinami (Demek a kol. 2006, 350). Geologické podloží pohřebiště Štáhlavy-Hájek tvoří algonkické břidlice, na kterých spočívá vrstva těžké hlíny a v ní malé i velké úlomky buližníků (Jílková – Rybová – Šaldová 1959, 56). Lokalita leží v západních Čechách, ve kterých se výrazně projevují makroklimatické znaky přímořského podnebí. Konkrétně náleží do mírně vlhkého, vrchovinného klimatického okrsku. V této podoblasti se většina území s charakterem vrchovin vyznačuje nadmořskou výškou kolem 500 m n. m. a studenou zimou (Mištera 1996, 26-29). Půdní pokryv vyvýšeniny je povětšinou složen z hnědé lesní půdy, kde se dlouhodobě vyskytuje jehličnatý les. Nedaleko se do řeky Úslavy vlévá Kornatický potok. Dalšími blízkými vodními zdroji jsou dnes např. rybník Bambousek, rybník Na Sádkách nebo Lopatský rybník.

### **3 HISTORIE ARCHEOLOGICKÉHO BĀDÁNÍ**

#### **3. 1 Zelené (okr. Plzeň-jih)**

První archeologický výzkum proběhl na lokalitě v roce 1894, který provádělo Národní muzeum v Praze pod vedením Josefa Ladislava Píče. Výsledky J. L. Píč publikoval v 16. ročníku Památek archeologických (Píč 1895a), ale jeho popis nálezové situace byl velmi stručný a nebyl doplněn kresebnou dokumentací mohyl (Čechura 2016, 23-25). Mohyly se vyskytovaly v katastru vsi Zelené celkem na dvou místech. Jihovýchodně od obce na obecní pastvině hraničící s nedalekým Loupenským lesem. J. L. Píč zde prozkoumal dvě znatelné, celkem nízké mohyly. Dále na jihozápadní straně obce poblíž sochy sv. Vojtěcha prozkoumal celkem 4 mohyly (Píč 1895a, 536-537). Na druhém mohylovém pohřebišti v poloze u sv. Vojtěcha (v místě někdy nazývaném „*V Kopcích*“) identifikoval Píč pouze kolem 10 mohyl, ale zdá se, že v té době zde muselo stát až kolem 30 mohyl, což dokazuje celkový plán mohylníku (obr. 8) nakreslený místním písmákem a kronikářem Tomášem Vovsem, který „*v kronice podrobně popsal okolnosti, které vedly k zahájení archeologického výzkumu a jeho jednotlivé výzkumné sezóny, kterých se osobně účastnil, včetně popisu terénních situací a nálezového fondu*“ (Čechura 2016, 23-26). Je uváděno několik možností, proč tak ve skutečnosti

mohlo být: 1) prostor byl rozdělen mezi několik majitelů, přičemž pásy polí mohly být odděleny mezemi (neobdělávaný pás terénu), což nejspíše podle M. Čechury ztěžovalo orientaci v tehdejší terénu; 2) dalším faktorem může být dlouhodobá orba, která snížila mohyly a ty nebyly v terénu dobře patrné. Píč udává ve svém článku o mohylách lužanských (Píč 1895a, 1895b), že některé už byly rozkopány a poškozeny zemědělskou činností. V roce 1893, rok před výzkumem, byla jedna z mohyl (číslo 16) prokopána zdejším majitelem pozemku Matějem Smolou, od kterého získal Píč dva bronzové náramky, jehlici a bronzovou sekyru, které tvořily nejspíše součást pohřební výbavy. Píč dále prozkoumal mohylu č. 2, která byla v roce 1938 znovu podrobena zkoumání plzeňským muzeem. Po ukončení Píčova výzkumu se zde při běžných zemědělských pracích nadále objevovaly další artefakty (Čechura 2016, 26). V letech 1935-1939 zde provádělo archeologický výzkum Městské historické muzeum v Plzni. První mohyla byla prokopána již v roce 1934, přičemž obsahovala žárový pohřeb, jehož pohřební výbavu tvořilo pět bronzových náramků, dláto, šipka, tři jehlice, podstavec k rožni a velké množství keramických střepeň a pazourkový úštěp. Vedoucím výzkumu se stal tehdy ředitel plzeňského muzea Fridolín Macháček, ale působil při této akci spíše jako odborný poradce. Dále se na terénních pracích podíleli také Josef Salák a Václav Čtrnáct. První sezóna trvala od 4. září do 27. září 1935, ve které byly prozkoumány mohyly č. 1, 18, 8 a 21. Druhá sezóna probíhala od 31. srpna do 26. září 1936, kdy bylo prozkoumáno 5 mohyl (č. 9, 12, 5, 10 a 11). Třetí sezóna probíhala od 13. září do 8. října 1937, prozkoumáno bylo 6 mohyl (č. 2, 3, 6, 13, 15, 28). Čtvrtá sezóna byla zahájena 23. srpna 1938, během ní bylo prozkoumáno 8 mohyl. Poslední a zároveň nejkratší sezóna trvala od 14. září do 27. září 1939, a byly v ní prozkoumány 4 mohyly (Čechura 2016, 27-28). V roce 1950 je mohylové pohřebiště Zelené zmiňováno v práci od Václava Čtrnácta „K pohřebnímu ritu v mohylách na Plzeňsku“ (Čtrnáct 1950). V roce 1961 vydala Eva Jílková článek „Kostrové pohřby ze střední doby bronzové v mohylách na Plzeňsku“ zabývající se úlohou a významem kostrových pohřbů v tehdejší společnosti. V této práci je uvedeno několik mohyl z lokality Zelené. Konkrétně se jedná o mohyly 8, 10 a 23

(Jílková 1961, 196-200). Dále se v roce 1970 rozhodl Archeologický ústav provést revizi všech dosavadních nálezových fondů v rámci, které byl Evou Čujanovou-Jílkovou vytvořen katalog středobronzových pohřebišť v západních Čechách, kam bylo zahrnuto i zmíněné mohylové pohřebiště Zelené (Čujanová-Jílková 1970, VI). Dále je pak pohřebiště uvedeno v článku „Zásypová keramika ze středobronzových mohyl na Plzeňsku“ opět od Václava Čtrnácta v publikaci Výzkumy v Čechách 1970 (Čtrnáct 1973). V roce 2006 bylo na lokalitě provedeno plošné magnetometrické měření části pole (Křivánek 2014) na základě zjištění L. Šmejdy, že na ortofotomapě zveřejněné na portálu Mapy.cz bylo možné pravděpodobně identifikovat pozice původních mohyl (Šmejda 2007c, 256). V roce 2016 sepsal Martin Čechura článek „Archeologický výzkum mohyl v Zeleném pohledem obecního kronikáře“ (Čechura 2016). Poslední prací, která se týkala mohylového pohřebiště Zelené, byla diplomová práce Jiřího Chlevišťana „Mohylová pohřebiště v krajině: Potenciál leteckého laserového snímkování při průzkumu jižního Přešticka“ (Chlevišťan 2016).

### **3. 1. 1 Josef Ladislav Píč**

Josef Ladislav Píč byl jednou z hlavních postav dějin české prehistorie. V roce 1893 byl jmenován kustodem prehistorického oddělení a sbírek Muzea království Českého, kde měl uspořádat pravěké sbírky (Lungová 2010) a vyplnit tři veliké sály pravěkými dějinami Čech. Nakonec se Píčovi podařilo vybudovat novou moderní expozici českého pravěku, kam zařadil většinu nálezů, které sám vykopal při svých archeologických výzkumech v terénu a následně zakonzervoval, zaevidoval a uložil. Archeologické výzkumy prováděl v krajinách známých díky bohatým nálezům z pravěku až středověku a to především ve středních Čechách (Kössl 2007, 47-48). Píč se pustil do rychlého a intenzivního výzkumu pravěkých Čech, přičemž se opíral o svoji tzv. „Píčovu družinu“, což byla společnost amatérů ryze archeologicky zaměřená na prehistorii a archeologii stejně tak jako samotný Píč, kteří dále měli zájem o práci v terénu a vybudování nových a kvalitních sbírek nálezů (Kössl 2007, 48). Stěžejním dílem Josefa Ladislav Píče jsou jeho Starožitnosti země České. Dále Píč také prováděl

archeologické výzkumy mohylových pohřebišť, kterým se věnuje ve své publikaci *Starožitnosti země České, Díl 1 Svazek 2 Čechy předhistorické. Pokolení kamenných mohyl* (Píč 1900). V tomto svazku se zabývá vlastnostmi samotných mohyl, zejména jihočeských, u kterých sleduje především jejich vývoj, způsob pohřbívání, vzhled mohyl, rozměry, vnitřní konstrukci, uložení pohřbů, popis nalezených artefaktů, druhy kamenů použitých na stavbu mohyl a dále řeší otázku mohyl, kde nebyl nalezen žádný hrob (Lungová 2010, 18; Kohoutová, 2014, 17). V jihozápadních Čechách J. L. Píč prozkoumal a prokopal na konci 19. století spolu s J. Hlávkou několik mohylových pohřebišť v okolí obce Lužany. Jednalo se o lokality Vlčí, Kbely a Zelené (Píč 1895a, 523; Píč 1895b, 3).

### **3. 2 Štáhlavy-Hájek (okr. Plzeň-město)**

První archeologický výzkum probíhal na lokalitě v letech 1878 až 1884 pod vedením západočeského amatérského archeologa Františka Xavera France, který zde zjistil přítomnost 91 mohyl (obr. 9), z nichž převážná část byla zničena při dobývání pařezů. Z 91 prozkoumaných mohyl se přibližně u 37 nedochovala žádná dokumentace (zpráva, nákres, materiál). Můžeme předpokládat, že některé z těchto mohyl mohly být prokopány, ale v důsledku absence nálezů se Franc nejspíše rozhodl, že je nebude dále zmiňovat. Celkem 53 zachovaných mohyl popsal ve svém stěžejním díle „Štáhlauer Ausgrabungen – Přehled nalezišť v oblasti Mže, Úhlavy, Radbuzy a Klabavy“ (Šaldová ed. 1988), z 9 dalších pocházely jen zlomky keramiky. Některé ze stojících mohyl byly také porušeny či zničeny při stavbě panské silnice, která vedla přes oboru, na jejíž stavbu bylo použito kamenů z překážejících mohylových naspů. Dále tu Franc objevil příkop, který se táhne od severu k jihu středem nekropole. Domníval se, že mohl vzniknout přírodní činností, nebo že tudy mohla v minulosti odtékat voda z pramene, což vzhledem k jeho umístění v terénu nelze z dnešního hlediska považovat za pravděpodobné. Při svém prvním zkoumání mohyl zjistil, že každá mohyla se odlišuje jinou stavbou a uložením nálezů, a proto si musel vytvořit vlastní výzkumnou metodu. Velikost u jednotlivých mohyl byla rozdílná. Některé z mohyl byly zcela malé až v terénu neznatelné, velké měly v průměru 20 i více metrů a

dosahovaly výšky přibližně 2 m (Šaldová ed. 1988, 166; Jílková – Rybová – Šaldová 1959, 56). Z popsaných 53 mohyl patřilo 26 mohylové kultuře střední doby bronzové a 27 milavečské kultuře mladší doby bronzové, halštatské mohylové kultuře, pozdní halštatské kultuře a časně laténské kultuře (Šaldová ed. 1988, 166-168). V mohylách lidu mohylové kultury střední doby bronzové se nacházely žárové hroby doplněné o hrobové přídávky, které se staly součástí sbírek na zámku Kozlu u Štáhlav, kterou Franc během mnoha let své archeologické činnosti vybudoval. Jen v několika případech byl pozorován kostrový ritus. Mohyla 14 obsahovala dva kostrové pohřby, mohyla 48 jeden a mohyla 30 pět kostrových pohřbů. U některých poškozených nebo zničených mohyl se nepodařilo zjistit pohřební ritus (Jílková – Rybová – Šaldová 1959, 54-56). Z období závěru 19. a počátku 20. století pochází Francův rukopis obsahující většinu nálezových zpráv výzkumů, které prováděl na Plzeňsku (Jílková 1961, 196). Na základě veškerých popisů výzkumů a nálezů, které zpracoval, vytvořil dva svazky, které obsahovaly podrobné nálezové zprávy a interpretaci nálezů a jejich kulturní a časové zařazení. První rukopis dokončil v roce 1890 nazvaný „Štáhlauer Ausgrabungen“ popisující jeho výzkumy na Štáhlavsku z let 1878 až 1888, kde také popsal podrobněji toto mohylové pohřebiště. Druhý rukopis byl dopsán v roce 1906 pod názvem „Přehled nalezišť v oblasti Mže, Radbuzy, Úhlavy a Klabavy“, který pro změnu popisoval výzkumy na Plzeňsku z let 1893 až 1897. Jeho rukopisy doprovázejí velmi kvalitní kresebné tabule s nákresy a nálezy, které pořídil během terénních výzkumů (Šaldová ed. 1988, s. 254, 262). Tyto práce byly bohužel publikovány až dlouho po Francově smrti (Šaldová ed. 1988). Z obou rukopisů je patrné, že autor byl přesvědčen jen o existenci kostrových pohřbů v mohylách, které se podle něj místy zachovaly dobře, jindy hůře a v některých případech po nich nic nezbylo. Je dosti zajímavé, že právě Franc, který se poměrně dobře orientoval v naší i cizí odborné práci a dopisoval si s mnoha známými archeology (Šmejda 2010), neuvažoval o tom, že v některých případech se mohlo jednat o žárové pohřby. To vyplývá z faktu, že již ve svých textech několikrát upozorňoval na spálená místa, neboli žároviště, na kterých nacházel spálené lidské kosti, které však považoval za zvířecí, ale nikdy je



nevysvětloval jako spálené lidské ostatky, ale jako pozůstatky pohřebních hostin. Je velice pravděpodobné, že tyto spálené kosti ve skutečnosti představovaly pozůstatky dobře zachovalých žárových pohřbů, u kterých se nacházely v hojném počtu bronzové předměty a keramika, výjimečně i zlaté šperky. Dnes jsou tyto Francovy původní závěry a určení nekontrolovatelné, jelikož kromě prozkoumaných kostrových pohřbů, které velice pečlivě nakreslil na svých tabulích, a několika pohřbů vybraných in situ neexistují žádné další zachované ostatky, ani ty, které tehdy snad mylně považoval za zvířecí (Jílková 1961, 196). V roce 1911 vyšel u příležitosti Francova úmrtí Sborník Městského historického muzea v Plzni, kde uvádí Bohuslav Horák stěžejní výzkumy Francových mohylových pohřebišť, kde je mimo jiné zmíněno mohylové pohřebiště Štáhlavy-Hájek (Horák 1911, 2). Další zmínka pochází z roku 1950, kdy je pohřebiště uvedeno ve 14. ročníku časopisu *Obzor prehistorický* v článku „K pohřebnímu ritu v mohylách na Plzeňsku“, který publikoval Václav Čtrnáct (Čtrnáct 1950). V roce 1959 byl vydán rozsáhlý článek o souboru z mohylového pohřebiště Štáhlavy-Hájek, který zpracovaly Eva Jílková, Alena Rybová a Věra Šaldová (Jílková – Rybová – Šaldová 1959). V roce 1961 jsou některé z mohyl zmíněny v článku „Kostrové pohřby ze střední doby bronzové v mohylách na Plzeňsku“ od Evy Jílkové, který se zaměřil podrobněji na otázku kostrových pohřbů a jejich význam v dobové společenské struktuře (Jílková 1961, 196). Dále v roce 1964 jsou některé nálezy z mohyl uvedeny v článku Evy Čujanové-Jílkové o východní skupině českofalcké mohylové kultury (Čujanová-Jílková 1964). V roce 1970 rozhodl Archeologický ústav ČSAV o přistoupení k revizi všech dosavadních nálezových fondů. Na základě toho záměru vypracovala Eva Čujanová-Jílková katalog středobronzových pohřebišť lidu mohylové kultury v západních Čechách obsahující všechny v té době dostupné nálezy, a zde bylo pochopitelně zahrnuto také námi sledované pohřebiště Štáhlavy-Hájek (Čujanová-Jílková 1970, s. VI, 90). V roce 1971 je pohřebiště zmíněno v Památkách archeologických 62 v článku od Věry Šaldové o pozdně halštatských plochých hrobech v západních Čechách a jejich vztahu k současným mohylám (Šaldová 1971). V roce 1988 byla konečně zveřejněna Francova původní dokumentace ve dvou svazcích

knihy „Šťahlauer Ausgrabungen – Přehled nálezů v oblasti Mže, Úhlavy, Radbuzy a Klabavy“, vydané Věrou Šaldovou, kde jsou podrobně uvedeny veškeré Francovy výzkumy z let 1878-1887 a 1893-1896 (Šaldová ed. 1988). V letech 2002-2004 bylo na lokalitě realizováno několik etap geofyzikálních měření (Křivánek 2014) v souvislosti s revizním archeologickým výzkumem, prováděným v letech 2003-2004 pod vedením Ladislava Šmejdy (Šmejda 2003). V roce 2004 proběhl revizní výzkum a dokumentace lokality, výsledky podrobně popsal Ladislav Šmejda ve svém článku „Poznámky k průzkumu lesního prostředí pomocí detektorů kovů“ (Šmejda 2007a). Autor se k tomuto výzkumu vrací ještě v článku z roku 2011 „Burial Mounds in West Bohemia. The Current State of Research“ (Šmejda 2011). V publikaci Archeologie pravěkých Čech 5 jsou uváděny v rámci kapitoly o artefaktech lidu mohylové kultury střední doby bronzové některé nálezy z pohřebních výbav z Francem prozkoumaných mohyl (Jiráň et al. 2008). Dále byla lokalita analyzována v rámci projektu „Prostorové upřesnění mohylových pohřebišť na Plzeňsku“, který byl zaměřen na studium struktury pravěké společnosti v době bronzové (Křišťuf – Praumová – Švejcar 2011). V posledních letech bylo pohřebiště zmiňováno především v několika pracích Petra Křišťufa a jeho kolegů (Křišťuf – Švejcar – Praumová 2013, Křišťuf – Švejcar 2012, Křišťuf 2015, Křišťuf – Nožinová 2017, Havlíková – Křišťuf 2017).

### **3. 2. 1 František Xaver Franc**

F. X. Franc se stal nejznámějším amatérským archeologem západočeské archeologie a zakladatelem systematického výzkumu mohyl v tomto regionu. Pokud bychom se, ale podívali do historie archeologických výzkumů na Plzeňsku, zjistíme, že zdejší mohyly byly v době, kdy Franc začínal se svými terénními pracemi už docela dobře známy (Sklenář 2010, 8). Svou archeologickou kariéru započal v roce 1878 několika výzkumy mohylových pohřebišť, která se nacházela v zámecké oboře Kozlu, kde F. X. Franc pracoval jako zahradník. Stalo se tak na popud jeho zaměstnavatele Arnošta Karla z Valdštejna, kterého zajímala historie a sbíral archiválie, autografy a staré tisky. V roce 1878 prozkoumal svou první mohylu na pohřebišti Šťahlavy-Hájek. Jednalo se o mohylu 24. Do roku 1886 se mu podařilo na sedmi pohřebištích prozkoumat 312

mohyl, ke kterým přidal v letech 1882 až 1888 výzkum tří sídlišť, přičemž současně restauroval a konzervoval nálezy a pořizoval kresebnou dokumentaci (Šaldová ed. 1988, 249-250). Tento inovativní archeolog-amatér si vypracoval vlastní metodu plošného výzkumu se zaměřením polohy a výškopisu jednotlivých objektů, čímž se výrazně odlišil od většiny badatelů, kteří v tehdejší době zkoumali mohyly šachtami a průkopovými sondami. Od začátku své archeologické činnosti přistupoval k výzkumům a i k hledání vysvětlení smyslu nálezů např. jejich stáří, funkce či technických vlastností velmi realisticky (Šaldová ed. 1988, 251). Při archeologických výzkumech Franc postupoval především pomalu a pečlivě. U zkoumaných mohyl, které zakresloval do svých plánů, dbal na světové strany. K jedné straně byl vždy umístěn kůl, který sloužil k přesnému zaměření ocelovým pásmem. Následně bylo vše zakresleno v jednoduchém měřítku. Ke zjištění výšek mohyl používal dlouhou lať s vodováhou. Výšku měřil od středu mohyly k jednotlivým světovým stranám, kterou zaznamenával také na některé okolní stromy též popřípadě pevně zaraženými kůly, aby mohl změřit hloubku mohyly a také hloubku uložení každého nalezeného předmětu (Lungová 2010, 16; Šaldová ed. 1988, 234). Použité kůly byly vždy očíslovány a zaznamenány v plánu. Dále při odkryvu používal metodu plavení a prosévání vyzdvihnuté hlíny, aby mu neunikly drobné střípky. Nalezené střepey, ať už z pravěkých nebo středověkých kontextů, uložil do balíků, které následně očísloval. Dále nádoby vybíral i s okolní hlínou. Pokud se nádoba na více místech rozpadala, tak Franc sesbíral všechny střepey i s výplní. Pak jednotlivé nádoby a střepey očišťoval, slepoval a rekonstruoval (Thomasová – Trnka 2010, 46). Pokud mu při rekonstrukci nějaké střepey chyběly, tak prázdná místa na nádobách nahradil sádrou, kterou následně nabarvil co nejpodobnější barvou (Lungová 2010, 16).

### **3. 3 Sedlec-Hůrka (okr. Plzeň-město)**

První archeologický výzkum proběhl na lokalitě v roce 1883 pod vedením západočeského archeologa Františka Xavera France, kterému se podařilo identifikovat 44 mohyl. Z této velké skupiny bylo 28 mohyl v podstatě zničeno. Zbývajících 16

mohyl Franc prozkoumal, ale i ty byly většinou poškozené. Důvodem zničení těchto objektů byla především rozsáhlá zemědělská činnost, mezi kterou konkrétně patřila přeměna pastvin dobytka (s přítomnými mohylami) na ornou půdu. Většina mohyl náležela období mohylové kultury střední doby bronzové (12 mohyl), další mohyly patřily milavečské kultuře, halštatské mohylové kultuře, pozdně halštatské kultuře a časně laténské kultuře. Mohyly střední doby bronzové obsahovaly především kostrové pohřby, které byly vybaveny pohřebními přídávky, které se později staly součástí sbírky nálezů vytvořené F. X. Francem. Dále byl ve dvou případech nalezen žárový pohřeb, v některých mohylách se nepodařilo zjistit pohřební ritus (Šaldová ed. 1988, 168-169). Výsledky tohoto výzkumu Franc zpracoval příslušné části rukopisu „Štáhlauer Ausgrabungen“ popisující jeho výzkumy na Štáhlavsku v letech 1878 až 1888 (Šaldová ed. 1988). Od roku 1911 do roku 2017 vzniklo několik publikací a článků, kde je mohylové pohřebiště Sedlec-Hůrka zmiňováno: Bohuslav Horák (1911) – Sborník Městského historického muzea v Plzni (článek o Francových výzkumech mohylových pohřebišť), Eva Jílková (1961) – Kostrové pohřby ze střední doby bronzové v mohylách na Plzeňsku, Eva Čujanová-Jílková (1970) – Katalog středobronzových pohřebišť mohylové kultury v západních Čechách, Věra Šaldová (1971) – Pozdně halštatské hroby v západních Čechách a jejich vztah k současným mohylám, Ladislav Šmejda (2007b) – Letecká prospekce a dokumentace památek v západních Čechách pomocí šikmého snímkování, Luboš Jiráň (2008) – Archeologie pravěkých Čech 5, Ladislav Šmejda (2009) – Mapování archeologického potenciálu pomocí leteckých snímků, Petr Krištuf – Radka Praumová – Ondřej Švejcar (2011) - Prostorové uspořádání mohylových pohřebišť na Plzeňsku, Petr Krištuf – Ondřej Švejcar – Markéta Havlíková (2017) – Bojovníci z mohylového pohřebiště Sedlec-Hůrka: příspěvek k poznání válečnictví doby bronzové, Petr Krištuf – Ondřej Švejcar – Radka Praumová (2013) - Monumentalita mohyl v době bronzové: odraz rodiny, nobility, genderu nebo kulturní příslušnosti, Soňa Nožinová – Petr Krištuf (2017) - Šperky jako součást kroje střední doby bronzové, Markéta Havlíková – Petr Krištuf (2017) - Význam zbraní v pohřebním ritu střední doby bronzové, Pavel Behenský

(2017) – Možnosti identifikace silně poškozených mohylových náspů nedestruktivními metodami: případová studie Sedlec-Hůrka.

### 3. 4 Současný stav mohylníků

Když se podíváme na letecký snímek lokality Zelené v mapové aplikaci CENIA (<https://kontaminace.cenia.cz>)<sup>6</sup>, která zobrazuje lokalitu v roce 1956, můžeme zjistit, že na zemědělském poli, kde původně byly mohyly identifikovány, se nenacházejí žádné jejich viditelné pozůstatky. Jak je ovšem zřejmé z publikace výsledků jejich terénního výzkumu (Píč 1895a, 1895b), většina mohyl byla v té době už dávno rozkopána a těžce poškozena zemědělskou činností. Na některých novějších leteckých fotografiích, pořízených za jiných podmínek (roční doba, stav půdy či vegetace apod.) ale můžeme zaniklé mohyly identifikovat. Jediné, co prokazuje jejich přítomnost, jsou ovšem půdní příznaky, které se projevují světlou barvou a zhruba kruhovým půdorysem, kontrastující opticky s okolní půdou. Při pohledu ze země jsou dnes na ploše zničeného mohylníku patrné pouze nevýrazné výškové změny reliéfu, u nichž dnes nelze jednoznačně rozhodnout, zda jsou antropogenního či přírodního původu. V prostoru mohylníku se vyskytuje velké množství kamenů, nejspíše pocházejících z rozoraných mohylových náspů, jejichž největší koncentrace byly zaznamenány v původních místech zaniklých mohyl. Dále se v blízkém okolí podařilo identifikovat několik zaniklých polních komunikací projevujících se půdními a porostovými příznaky, které lze vidět na zmíněném leteckém snímku lokality z roku 1956. Mohylové pohřebiště Štáhlavy-Hájek je dnes celkem dobře rozeznatelné v terénu. V prostoru, kde se mohylník nachází, se dlouhodobě vyskytuje převážně jehličnatý, místy i smíšený les. Zachované mohyly se projevují navršenými hromadami hlíny, obvykle s výraznou středovou depresí, které jsou pokryty kamením a lesní vegetací (obr. 26-28). Půdorysy mohyl se vyznačují nepravidelným oválným či kruhovým tvarem, daným nejspíše tím, jak byly zkoumány F. X. Francem. Některé z mohyl jsou zásadně poškozeny intenzivní lesní činností (kácení stromů nebo vytrhávání jejich kořenů). V prostoru, kde se rozkládalo mohylové pohřebiště Sedlec-Hůrka, se dnes

---

<sup>6</sup> <https://kontaminace.cenia.cz>

nachází obdělávaná zemědělská pole ležící při hlavní komunikaci ze Sedlce do Tymákova a mohyly zde již téměř nejsou dochovány. Důvodem zničení většiny mohyl byla především intenzivní zemědělská činnost a to konkrétně přeměna pastvin dobytka na ornou půdu, a také archeologický výzkum západočeského archeologa F. X. France. Až na několik pravděpodobných výjimek je nebylo možné identifikovat povrchovým průzkumem. Plošné indikace mohyl jsou však zřetelně viditelné prostřednictvím půdních příznaků na šikmém leteckém snímku z roku 2004 (Šmejda 2007, obr. 10), který pořídil Ladislav Šmejda. Na tomto zmíněném snímku jsou na první pohled patrné objekty, které mají okrouhlý půdorys a projevují se světlým odstínem na tmavším pozadí orné půdy. Jedná se o půdní příznaky, které vznikly narušením podpovrchových archeologických situací orbou, pro jejichž identifikaci je nezbytné, aby byl barevný kontrast mezi materiálem archeologického objektu narušeného pluhem během zemědělské orby a okolní půdou dostatečně výrazný (Šmejda 2009, 38). V terénu lze zachytit částečně zachovanou mohylu, která je v plánu pohřebiště označena jako mohyla 39. Zbytky jejího mohylového náspu, spíše tedy jeho převýšení, můžeme po delším pozorování objevit. V severozápadní části přilehlého lesa rozrůstajícího se v blízkosti lokality se pravděpodobně nacházejí další mohyly. Jedná o objekty ze skupiny 5 mohyl vyznačených na plánu. Tři z těchto mohyl se na vizualizaci lidarových dat projevují nepravidelnými půdorysy, které mohou nejspíše naznačovat mohylové násypy. Zbylé dvě mohyly nelze spolehlivě identifikovat. V terénu je možné tyto objekty nalézt. Objekty se projevují jako mírné vyvýšeniny nepravidelně oválného půdorysu, které jsou pokryté kamením a lesní vegetací. Zajímavým objektem je nalezený relikv zvaný přístupová komunikace (Behenský 2017) na zemědělské poli z hlavní silnice Sedlec-Tymákov projevující se pruhem světlé barvy. Na historickém kolmém leteckém snímku lokality z roku 1956 (<https://kontaminace.cenia.cz>)<sup>7</sup> lze vidět přístupovou komunikaci ještě před její konečnou destrukcí (Behenský 2017), která proběhla zřejmě při rozšiřování zemědělsky obdělávaného pole.

---

<sup>7</sup> <https://kontaminace.cenia.cz>

## 4 POPIS MOHYLOVÝCH POHŘEBIŠŤ

### 4. 1 Zelené (okr. Plzeň-jih)

Článek s názvem Mohyly Lužanské, kde J. L. Píč publikuje svoje výsledky z průzkumu mohyl v Zeleném, vyšel v roce 1895 v Památkách archeologických 16 a také zároveň jako samostatný svazek. Jeho popis nálezové situace (Čechura 2016) byl uveden však jen velmi stručně a bez kresebné dokumentace. Proto zde uvedu jen 4 mohyly, které Píč v Zeleném prozkoumal, a mohyly uvedené v rámci článku „Kostrové pohřby ze střední doby bronzové v mohylách na Plzeňsku“. Mohyla č. 1 byla prokopána na zoraném poli. Měřila dohromady 5 m v průměru. Při průzkumu byla odstraněna vrchní část hlíny, kde byl nalezen kamenný kužel, kámen ležel ve dvou vrstvách. Při východní straně mohyly byl pod vrstvou kamene nalezen rozdrcený šálek s ouškem. Při okraji zkoumané mohyly č. 2 byly nalezeny stopy kamenného věnce, dále pak byl objeven kamenný kužel. Pod vrchní vrstvou kamene se nacházel džbáněček s ouškem a táhlým hrdlem, který byl ve čtyřech rozích nádoby vyhraněný a na povrchu zdoben rýhováním (chybí obrazová dokumentace). Dále zde byla nalezena plochá miska černé barvy s prohloubeným dnem. Pod kuzelem byly objeveny pozůstatky popela a střeptů amfory s malými oušky zdobenou malými rýhami. Mohyla č. 3 byla patrně rozebrána dřívě, neboť se kolem místa nacházelo mnoho kamene. Mohyla č. 4 se skládala pouze z jedné vrstvy kamene, neboť další vrstvy byly patrně rozebrány dělníky při zemědělských činnostech. Další mohyly J. L. Píčem prozkoumány a zdokumentovány nebyly (Píč 1895a, 537; Píč 1895b, 17). V mohyle č. 8 byl nalezen kostrový pohřeb. Z kosterních pozůstatků se zachovaly jen otisky kostí, zuby a kosti zakonzervované v bronzových prstenech. Pohřební výbava byla složena ze čtyř nádob, dýky, pečatítkové jehlice, sekerky s čepcovitým týlem a otisků ze zlatého pásku. V severní části prozkoumané mohyly bylo objeveno několik ohnišť s popelem a spáleným dřevem s keramikou. V mohyle č. 10 byl nalezen kostrový pohřeb, orientovaný ve směru V-Z. Pohřební výbava byla tvořena náhrdelníkem ze spirálové šňůry, jehlicemi, náramky a šesti nádobkami. Východně od zmíněného pohřbu byl nalezen ještě žárový pohřeb. Pohřební výbava sestávala z nádob a náramků. Pod jednou nádobou, která

byla součástí kostrového pohřbu, byl nalezen druhý žárový pohřeb se zlomky spálených zubů, kostiček, koňského zubu, hrudky červeného barviva a šipky. V mohyle č. 23 byl kostrový pohřeb, kostra měla mírně pokrčené nohy, orientace V-Z. Pohřební výbava byla tvořena jehlicemi, náramky a nádobou. Jižně od nádoby byly nalezeny rozptýlené spálené kůstky (Jílková 1961, 198).

#### **4. 2 Štáhlavy-Hájek (okr. Plzeň-město)**

Jak už bylo zmíněno výše, první archeologický výzkum provedl F. X. Franc v letech 1878-1884, kdy zaregistroval 91 mohyl, z nichž část již byla zničena, zachovalo se jen patrně 53 mohyl jím podrobně prozkoumaných a popsanych. Mohyly ze střední doby bronzové (mohylová kultura) měly kamennou konstrukci a obsahovaly kostrové a žárové pohřby. Z kosterních pozůstatků se zachovaly pouze zuby a některé kosti. Pohřební výbavu tvořily keramické nádoby, jehlice, jantarové perly, náramky, spirálové a manžetovité prsteny, srdcovité závěsky, náhrdelníky, puklice, pazourky, sekerka, dýky a spirálové rourky. Mohyly z mladší doby bronzové (milavečská kultura) obsahovaly žárové pohřby. Většina mohyl obsahovala vnitřní kamennou konstrukci, v některých případech se objevil kamenný věnec, některé nádoby byly přikryté kameny. Kosterní pozůstatky se zachovaly v podobě kůstek v nádobách, jamkách, rozptýlené po zemi a v prosté zemi. Pohřební výbavu tvořily keramické nádoby, jehlice, sekerka, střepy, nůž, zlomky bronzu, náramek a šídlo. Další mohyly patřily halštatské mohylové kultuře, které měly kamennou konstrukci a obsahovaly žárové pohřby. Z pozůstatků se našly jen přepálené kůstky. Pohřební výbava pohřbů byla složena z keramických nádob. Některé z mohyl náležely pozdně halštatské kultuře a obsahovaly žárové pohřby. Kosterní pozůstatky se zachovaly v podobě přepálených kůstek, kostí a kůstek s popelem. Pohřební výbavy obsahovaly tuhované střepy, železné kopí, náramky, železný nožík, keramické nádoby, železné nože, železný sekáč a střepy. Jedna z mohyl náležela časně laténskému období, ve které byla nalezena pouze jediná keramická nádoba (Šaldová ed. 1988, 166-168).



### 4. 3 Sedlec-Hůrka

Archeologický výzkum provedl v roce 1883 F. X. Franc, který identifikoval 44 mohyl. Celkem 28 mohyl bylo zničeno intenzivní zemědělskou činností, a proto prozkoumal zbývajících 16 mohyl, kterým se podařilo zachovat v terénu, ale i ty byly většinou poškozené. Mohyly měly kamennou konstrukci a kruhový až oválný půdorys. V mohylách se nacházely kostrové a žárové pohřby. Kosterních pozůstatků se zachovalo jen velmi malé množství: část lebky, množství zubů, kyčelní kost a část pánve. V mohyle 39 bylo nalezeno pět pohřbů, z nichž čtyři byly kostrové a jeden žárový. Některé mohyly obsahovaly mužské pohřby, které byly bohatě vybaveny například meči, sekerami, dýkami nebo šipkami, takže se nejspíše jednalo o bojovnícké hroby. Mohyla 9 obsahovala kromě mužského pohřbu také ženský pohřeb. Mohyla 44 obsahovala dva hroby, z nichž první byl kostrový a náležel halštatské mohylové kultuře, druhý náležel časně laténské kultuře, ale nebyl u něj zjištěn pohřební ritus, ale Franc soudí, že byl kostrový. Hrobovou výbavu jednotlivých mohyl tvořily např. meče, sekerky, dýky, šipky, bronzové jehlice, keramické nádoby a střepy, zlaté svitky, kornoutovité závěsky, náramky, bronzové pinzety, nákončí dýk, bronzové rozpadlé puklice, bronzové srdcovité závěsky, zlaté terče, zlomky bronzových plechů, pásky z bronzové fólie, háčky a nýtky (Šaldová ed. 1988, 168-169).

## 5 MOHYLY

### 5. 1 Obecně o mohylách

Mohyly lze označit za objekt pohřebního charakteru. Jedná se o uměle navržený pahorek nebo násep z dostupných materiálů jako kámen či hlína, který zpravidla překrývá jeden nebo více pohřbů (Kuna – Tomášek 2004, 249). Mohyly mívají většinou kruhový nebo oválný, v některých případech i protáhlý, lichoběžníkový a vzácně čtvercový půdorys. Pravěké mohyly u nás dosahují velikosti do cca 20 metrů v průměru, výška se pohybuje od 50 cm do 2 m. Raně středověké mohyly mají maximální průměr kolem cca 15 metrů a výšku 2 m (Kuna – Tomášek 2004, 252).

Pod mohyly se ukládaly kostrové i žárové můžu, žen a dětí. Kostrový ritus (inhumace) se pojí s určitými polohami uložení těla zemřelého podle kulturní příslušnosti, a to obvykle ve skrčené poloze na boku (pravý či levý), nebo v natažené poloze na zádech. V případě raně středověkého kostrového ritu byli jedinci pohřbeni většinou v natažené poloze na zádech s horními končetinami podél těla. Obličej a hlavu měli orientovanou obvykle standardizovaně k určité světové straně (Pavlů ed. 2007, Neustupný ed. 2008, Jiráň ed. 2008, Lutovský 2009). Dalším hojně používaným ritem byl žárový ritus (kremace). Spálené lidské pozůstatky (popel, kůstky) byly uloženy do keramické nádoby (urna, popelnice), která mohla být překryta mísou či obložena kameny a následně umístěna do nepřiliš hluboké jámy oválného nebo kruhového půdorysu (popelnicové hroby). Existují doklady také o jámových hrobech, kdy jsou spálené pozůstatky přímo vloženy do jámy nevelkých rozměrů. Popel mohl být dále volně roztroušen nebo soustředován na hromádce v hrobové jámě a také vkládán do různých úrovní mohylového náspu. Pro některé pravěké kultury byla charakteristická biritualita, kdy byl na pohřebišti praktikován kostrový tak i žárový ritus. Oba dva typy pohřebního ritu se v hrobech vyskytovaly společně (Jiráň ed. 2008, Vokolek 2008, Lutovský 2009, Koutecký 2008, 60).

Nedílnou součástí pohřbů byly také pohřební výbavy složené z osobních předmětů (milodary) zemřelých přidaných do hrobových jam. Mezi základní předměty přidávané do hrobových výbav patřily v jednotlivých chronologických obdobích a kulturních kontextech různé typy keramiky, zbraně, součásti výstroje, nástroje, ozdoby, broušená a štípaná industrie, kovové výrobky, kostěné a parohové artefakty, zvířecí kosti, koňský zápřah a postroj, čtyřkolové a dvoukolové vozy a předměty denní potřeby (Pavlů ed. 2007, Neustupný ed. 2008, Turek 2008, Jiráň ed. 2008, Chytráček – Michálek 2008, Lutovský 2009).

Z eneolitu pochází první doklady nepochybné mohyl, které byly součástí monumentálních pohřebních areálů, které tehdy představovaly zcela nový kulturní rys. Na základě dokladů podzemních konstrukcí a jejich rozmístění v ploše, víme, že

v časném a starším eneolitu převažovaly dlouhé mohyly předmegalitického typu, u nichž dosahovaly rozměry v delší ose až několik desítek metrů, či dokonce více než 100 metrů (Pleinerová 1980). Mohylové pohřbívání s velkou intenzitou pokračovalo v mladším eneolitu v kultuře se šňůrovou keramikou, kde převažovaly okrouhlé mohyly a dále v kultuře se zvoncovitými poháry přes únětickou kulturu ve starší době bronzové (Neustupný ed. 2008, 20). Pohřbívání pod mohylami se následně rozšířilo do střední doby bronzové především u mohylových kultur (typická byla biritualita – kostrový i žárový ritus – přičemž převažujícím byl žárový), které pokračovalo v mladší době bronzové u kultur popelnicových polí, kdy se kremace stala naprosto dominantní formou pohřbu (Jiráň ed. 2008). Z období halštatu C až D1 máme v západních a jižních Čechách doloženo několik desítek mohylníků s jednotlivými pohřby. V pozdní době halštatské (Ha D2 – LT A) se nadále využívalo mohylové pohřbívání, ale v průběhu stupně LT A postupně končí (Chytráček – Michálek 2008, 79; Venclová ed. 2008, 137). Mohylové pohřbívání se pak masivněji objevuje až v raném středověku, kdy nejstarší raně středověké žárové mohyly v Čechách spadají do přelomu 7. a 8. století. V 9. století bylo nadále používáno pohřbívání pod mohylami a to, i když tehdejší lidé upustili od žárového ritu a začaly tíhnout ke kostrovému. Mohylový ritus postupně končí v průběhu 10. století, i když v některých periferních oblastech vyznívá později (Lutovský 2009, 26).

## **5. 2 Stavba mohyly**

Dále v souvislosti s tématem práce vyvstává otázka, jak byly vlastně mohyly tehdejším obyvatelstvem v mladším pravěku budovány a kolik času mohla zabrat výstavba jednoho mohylového náspu. Nad tímto problémem začal na popud dotazů návštěvníků výzkumu středobronzového mohylového pohřebiště v Kocourkovském lese před téměř 30 lety uvažovat historik a vedoucí pobočky Státního archivu v Klatovech Gustav Hofmann ve spolupráci s Evou Čujanovou. Na základě této úvahy byla k odhadu údajů o celkovém množství stavebního materiálu a době nezbytné k jeho získání vybrány rozměry největší a nejzachovalejší mohyly č. 31 ze zmíněného

pohřebiště, která měla v průměru 15 m, jejíž střední vrcholová část dosahovala hodnoty 1,30 m. Objem mohyly byl spočítán na základě matematického vzorce pro kulovou úseč –  $V = \pi * r^2 * v/2 + \pi * v^3/6$ . Celkový objem mohyly sestával tedy z 200 m<sup>3</sup> hlíny, která soudě podle jejího složení byla patrně těžena z tehdejšího místního povrchu do hloubky cca 0,25 m. Pro získání takto velkého množství bylo tehdy potřeba vydolovat hlínu z plochy přibližně 28,3 x 28,3 m, tj. 800 m<sup>2</sup> neboli 8 arů (Hofmann – Čujanová 1992, 28). Ve střední době bronzové jistě existovaly dopravní prostředky pro převoz nákladů. Autoři předpokládají možnou existenci dvoukolové káry s obsahem 0,25 – 0,30 m<sup>3</sup>. Pokud budeme počítat s obsahem káry pouze 0,25 m<sup>3</sup>, tak by se jednalo o 800 vozů s hlínou. Celkem 800 (200 x 4) hodin by trvalo nakopat a naložit potřebnou zeminu (1 m<sup>3</sup> mohl být vytěžen přibližně za 4 hodiny). Na mohylovém pohřebišti v Kocourkovském lese bylo do střední doby bronzové datováno celkem 18 mohyl, přičemž některé další mohyly nebyly dosud prokopány (nejméně polovina – 20) z čehož vyplývá, že potřebná zemina, tak nemohla být těžena z okolního prostoru. Pravděpodobně byla dovážena ze vzdálenosti přibližně 1 km. Čas 10,5 hodin se dnes udává pro transport 1 m<sup>3</sup> zeminy pomocí ručně tažené káry po ploše do 1 km. Jak bylo řečeno, mohyla měla objem 200 m<sup>3</sup>, při kterém by to byla doba 2100 hodin. „*Příprava a doprava základního materiálu na stavbu mohyly o objemu 200 m<sup>3</sup> by si přibližně vyžádala čas 2900 – 3000 hodin*“. Pokud by, ale vše dělal jeden člověk tak pracovní doba o rána do večera by byla průměrně 10 hodin (tj. 300 dní), ale to nelze považovat za pravděpodobné (Hofmann – Čujanová 1992, 28).

### 5. 3 Výzkumy mohylových pohřebišť

Výzkumy mohylových pohřebišť jsou nedílnou součástí archeologie již od počátků etablování oboru. Jejich výzkumem získáváme důležité poznatky a informace o uspořádání společnosti, strukturování prostoru, přítomných kulturách a hustotě osídlení. K identifikaci mohyl můžeme využít širokou škálu nedestruktivních metod archeologické prospekce, ale musíme dobře zvážit, které metody jsou v daných podmínkách účinnější a přesnější než jiné. Mezi nejvíce používané metody můžeme

zařadit leteckou archeologii, LiDAR (letecké laserové skenování), povrchové sběry, geochemické metody a zaměření pomocí GPS.

Počátky archeologického zájmu jsou spojovány s nápadnými nemovitými památkami, které měly vzbuzovat zájem svou záhadností nebo spojitostí s událostmi z dějin. V našich zemích, pokud se jedná o nemovité památky, byl archeologický zájem vyhrazen především mohylám a krajinám, které jsou na ně velmi bohaté (Sklenář 2010, 8). Problémem bylo, že u nás mohyly nikdy nedosahovaly výrazných výškových rozměrů (Kohoutová 2014, 16). Pokud se nacházely na orné půdě, tak byly většinou zcela zničeny zemědělskou činností nebo rozkopáním. Naopak ostatní mohyly zůstávaly v lesích skryté a málo nápadné. Lidová imaginace se snažila pro mohyly hledat nejrůznější důvody vzniku, mezi nimiž chybělo především pravěké pohřbívání. Mohyly byly v českofalcké oblasti známy už na přelomu 18. a 19. století. První systematické výzkumy mohylových pohřebišť na našem území začaly probíhat právě v této zmíněné oblasti (Sklenář 2010, 8).

V dnešní době už se mohylová pohřebišť běžně nezkoumají, už proto, že se jich jen velmi málo dochovalo v neporušeném stavu. Díky novým pokrokům vědy však máme mnoho nových metod, kterými můžeme mohyly zkoumat bez destruktivního zásahu do terénu. Tyto metody nám pomáhají pohřebišť dokonale zdokumentovat a vytvořit jejich trojrozměrné modely nebo lze získat také nové poznatky například o přírodním prostředí tehdejší doby (Lungová 2010, 38). V posledních dvou dekadách došlo v souvislosti s novými teoretickými a metodologickými trendy v archeologii k téměř úplnému zastavení destruktivních výzkumů neohrožených lokalit a archeologové se zaměřili především na památkovou ochranu mohylových pohřebišť nebo samotných mohyl. V archeologických výzkumech obecně a u mohylových pohřebišť zvláště výrazně se prosazují právě nedestruktivní metody. K destruktivnímu odkryvu dochází pouze v případě, pokud se jedná o ohroženou lokalitu nebo již porušenou mohylu. V těchto situacích pak většinou realizují záchranné archeologické výzkumy (Křišťuf – Praumová – Švejcar 2011, 105; Lungová 2010, 38).

Omezení destruktivních archeologických zásahů v rámci mohylových pohřebišť znamenalo výrazný pokles archeologických výzkumů, které se zaměřovaly na tyto památky. Při nedestruktivních výzkumech se nezískávají žádné movité artefakty založené na chronologii a typologii, což znamená, že většinou nemají takový interpretační potenciál jako destruktivní výzkumné metody, přičemž se navíc nedestruktivní výzkumy zaměřené na mohylová pohřebišť soustředily především na vizuální povrchový průzkum (Křišťuf – Praumová – Švejcar 2011, 105). Bohužel současný stav mohylových pohřebišť je v některých případech velmi žalostný. V současné době se archeologické výzkumy provádějí znovu na starých pohřebištích, která už byla v minulosti zkoumaná a kopána, jelikož pomocí nových metod můžeme lokalizovat jednotlivé mohyly a vytvořit tak nové a přesnější plány v digitální podobě nebo odhalit nové poznatky (Lungová 2010, 38). Dnes jsou výzkumy mohyl zaměřeny převážně na jejich identifikaci a dokumentaci v terénu, a to buď v lesním prostředí, nebo na obdělávaných zemědělských polích. Většina v reliéfu zachovaných mohylníků je lokalizovaná v lesním prostředí. Zde se dají poměrně snadno lokalizovat vizuálním povrchovým průzkumem nebo dnes stále častěji analýzou lidarových dat. Mohyly se zde projevují jako hromady navršené hlíny často promíchané s kamením, pokryté ve většině případů lesní vegetací. Výzkumy v tomto prostředí mají i své problémy: 1) lesní těžba-popadané stromy, přítomnost těžebních strojů – rozježdění a narušení nebo úplné zničení mohylových plášťů, 2) nelegální výkopy detektorářů, 3) přírodní živly, 4) lesní cesty, lesní hospodaření (lesní školky), zvěř. Proto je třeba mohylníky v tomto případě co nejdříve zachytit, zaměřit, zdokumentovat a případně metodicky prozkoumat odkryvem, jinak přicházíme o důležité informace o samotném pohřebišti a obecně o osídlení regionu.

Mohylníky nebo samotné mohyly mají obvykle charakteristické umístění v krajině. Jedná se o místa s dobrým rozhledem, která jsou dobře viditelná, a to například temena kopců, rozvodí, okraje teras nebo horní partie svahů. Dokumentace jednotlivých mohyl může probíhat v zásadě dvěma možnostmi. První možnost je rychlejší a zahrnuje očíslování mohyl, zaměření jejich středů například pomocí

geodetických přístrojů nebo GPS, zaměření jejich průměrů a odhad výšky. Druhou možností dokumentace je podrobný výškopisný plán. Dále je také důležité zaznamenat současný stav mohyl v době dokumentace. V tomto případě lze mohyly rozlišovat na neporušené, částečně zachovalé porušené starými výkopy a nejisté mohyly. V některých případech je také užitečné evidovat přítomnost čerstvých zásahů do mohyly např. z důvodů vykrádání lokalit uživateli detektorů kovů. Mohyly je možné také zaměnit s některými přírodními úkazy např. vývraty stromů, útvary vzniklé kolem skalních výchozů a kup (Kuna – Tomášek 2004, 253-254).

K identifikaci mohyl v zalesněném prostředí se dnes používá především LiDAR (letecké laserové skenování). Dále se mohylníky vyskytují na zemědělských plochách, mezi které můžeme zařadit například pastviny pro dobytek. Ty bývaly v minulosti někdy přeměněny na ornou půdu, čímž byly mohyly samozřejmě těžce poškozovány a postupně rozebrány nebo rozorány. V takovém případě existuje několik možností k lokalizování zaniklých mohyl. V prvním případě jsou to letecké snímky, na kterých lze mohyly lokalizovat pomocí jejich půdních příznaků, které se projevují jiným (obvykle světlým) odstínem půdy, v porovnání s okolím. Tyto anomálie vznikají narušením podpovrchových archeologických situací, čímž se materiál mohylových náspů dostává na povrch, kde je možné ho opticky identifikovat. Dále se dají také lokalizovat pomocí geochemických metod.

Dále je také třeba vytvářet databáze mohylníků se všemi údaji o jejich zachovalosti, které mohou posloužit k zúčelnění památkové péče o tyto pohřebiště. Dříve panoval rozšířený názor, že mohylová pohřebiště jsou v lesích dobře uchována a všeobecně chráněna před destruktivními vlivy vnějšího světa. Tento starší názor už jistě neplatí, jelikož lesní hospodářství v dnešní době svou těžkou technikou a způsobem hospodaření ničí nemovité památky a také mohylová pohřebiště. Základem efektivní ochrany těchto objektů je v prvé řadě především jejich zmapování (Chvojka – Křišťuf – Rytíř 2009, 7). Během posledních let proběhlo v Čechách několik projektů, jejichž cílem bylo mapování a přesné zaměření mohylových pohřebišť v terénu určitých

regionů. Jedním takovým projektem byla Mohylová pohřebiště na okrese Písek, který byl řešen a realizován Katedrou archeologie FF ZČU v Plzni (Chvojka – Křišťuf – Rytíř 2009, 5).

## 6 METODA PRÁCE

### 6. 1 Použité metody

Pro nedestruktivní výzkum pohřebišť budou použity a porovnány následující metody archeologické prospekce: letecká archeologie, LiDAR (letecké laserové skenování), povrchové sběry, geochemický průzkum a magnetometrický geofyzikální průzkum.

**Letecká archeologie.** Letecká prospekce patří dnes mezi nejdůležitější metody získávání nových archeologických dat. Její potenciál se oproti jiným metodám uplatňuje na velmi rozsáhlém území. Data získaná leteckou archeologií, slouží v první řadě ke studiu historické krajiny (např. pravěké nebo středověké) a v ní zachovaných pozůstatků aktivit člověka. Mezi hlavní cíle letecké prospekce patří: 1) plošný průzkum krajiny z výšky pomocí letadel, který se snaží o identifikaci památek v různém stupni zachování ve formě antropogenního tvaru reliéfu; 2) dokumentace známých památek v kulturní krajině; 3) získávání dat z leteckých a družicových snímků; 4) evidence, uložení a analýza získaných dat a jejich využití ve vědecké práci a k ochraně kulturního dědictví. Dále letecká archeologie přispívá do třech základních oblastí: 1) tvorba pramenné základny; 2) řešení teoretických témat; 3) ochrana kulturního dědictví (Gojda 2004, 49-51). Pomocí letecké prospekce a leteckých snímků byla archeologie v mnoha oblastech rozšířena o nové druhy památek např. neolitické rondely, rozsáhlé ohrazené pravěké areály, římské pochodové tábory, různá vojenská zařízení nebo pohřbené antické památky (Šmejda 2009, 10-11). Při analýze leteckých fotografií rozlišujeme několik typů indikátorů, umožňujících identifikovat a popsat archeologické památky. Postupným budováním metod letecké archeologie byly rozeznány dvě skupiny příznaků, jimiž se některé typy archeologických objektů projevují. Jedná se o příznaky přímé (např. stínové a půdní) a nepřímé (např. porostové a sněhové). Zvláštními kategoriemi, které se rozlišují, jsou



tzv. plevelové (někdy označovány jako porostové příznaky, které nevytváří zemědělské plodiny) a vlhkostní příznaky (Šmejda 2009, s. 35, 44-45).

**Letecké laserové skenování.** Další nedestruktivní metodou je letecké laserové skenování. Lidar (zkratka spojení light detection and ranging) je přístroj, který dokáže trojrozměrně dokumentovat morfologii povrchu objektů či reliéfu terénu pomocí laserového paprsku. Měření lze provádět třemi způsoby: ze země, a to s použitím buď pevné, nebo pohyblivé základny, a ze vzduchu. Nosičem lidarového přijímače bývá obvykle letadlo, vrtulník nebo dron (John – Gojda 2013, 8). Lidarový skener vysílá krátké infračervené impulzy (okolo 30 000 až 100 000 impulzů za sekundu) po celé dráze letu do různých směrů k zemskému povrchu. Každý z jednotlivých impulzů má za následek jeden nebo více odrazů, které se postupně odrážejí od různých objektů, nacházejících se v jejich dráze. Jedná se například o budovy, vegetaci nebo půdu. Umístění bodů odrazu ve zvolené souřadnicové síti se vypočítává z úhlu vyzařovaného laserového paprsku, vzdálenosti od odrážejícího objektu a polohou skeneru (Doneus a kol. 2008, 883). Letecké laserové skenování (označované též termínem ALS, aiborne laser scanning, nebo česky LLS, letecké laserové skenování) lze definovat jako technologii sloužící k 3D mapování, resp. k tvorbě výškopisného modelu terénu prostřednictvím dat získaných laserovým skenováním zemského povrchu. Můžeme říci, že lidar je technicky vzato podobným druhem přístroje jako radar. Jedná se o systém dálkové detekce překážky odrážející signál. Vzdálenost mezi nosičem lidarů a zemským povrchem se vypočítá na základě času, který uplyne mezi vysláním laserového paprsku, jeho odrazu a návratu do lidarového přijímače (John – Gojda 2013, 8-9). LLS bývá využíváno stejně jako letecká prospekce k dokumentaci krajiny, památek a při vyhledávání dosud neznámých lokalit. Výsledkem leteckého laserového skenování jsou surová data (mračna bodů), která se dále zpracovávají do dvou základních typů digitálních modelů: 1) digitální model povrchu (DSM – Digital Surface Model) a 2) digitální model reliéfu či digitální model terénu (DMR – digitální model reliéfu, DTM – Digital Terrain Model). Pokud při výpočtu modelu zahrneme první odrazy, tak vznikne digitální model povrchu (DMP) obsahující vegetaci a nadzemní

objekty. V případě zahrnutí posledních odrazů vznikne digitální model reliéfu nebo terénu (DMR, DMT), ze kterého mohou být pomocí specializovaných algoritmů odstraněny nežádoucí objekty (Gojda – John – Starková 2011, 681-682). Mezi pozitivní aspekty LLS patří především možnost aplikace této metody v zalesněných oblastech, dále detekce objektů v celé ploše, včetně terénu s relikty, které lze běžnými metodami obtížně lokalizovat, možnost analýz krajinných transektů a revidování starých archeologických situací a jejich zkoumání novými metodami a prostředky (Gojda – John – Starková 2011, 695). Jak už bylo řečeno, tato metoda bývá s výhodou aplikována pro identifikaci archeologických památek v zalesněném prostředí. Zde záleží hlavně na rozlišení jednotlivých odrazů, které se odrážejí od vegetace a terénu, přičemž hlavní problém lze spatřovat ve vegetaci, pokud je – nízká a hustá. Vliv na úspěšnou klasifikaci může mít i určitý typ použitého skeneru (John – Gojda 2013, 12). Prvním typem konvenční skenery (discrete echo lidar), které detekují spouštěcí signál pro více ozvěn v reálném čase pomocí analogových detektorů. U tzv. „full-wave skenerů“ je digitalizována celá analogová ozvěna a to pro každý vyzařovaný laserový impuls. Tento paprsek pak následně převede signál do digitálního toku dat, který musí být následně zpracován (Doneus a kol. 2008, 883). U zachycených vlnových křivek můžeme posoudit, od jaké překážky se mohl daný signál odrazit. Při jeho použití můžeme využít určitých algoritmů k rozlišení odrazů, které se odrazily od pevného povrchu, nízké vegetace a hromad větví stromů. Pokud se podíváme na studie zabývající se tímto tématem, tak určitě mezi průkopnickou práci patří studie z lokality Purbach ležící v Rakousku (Doneus a kol. 2008), kde se podařilo zjistit při následném vyhodnocování dat z leteckého laserového skenování vsutku zajímavé výsledky. Při klasifikaci dat z full-wave skeneru byly rozlišeny mohylové násypy od hromad ořezaných větví stromů, které měly velice podobný tvar jako mohyly (John – Gojda 2013, 12). Na základě použití dat z leteckého laserového skenování, která bývají označována také jako lidarová data, a následným oddělením odražených signálů od povrchu země, které se odrážejí od různých budov či stromů, můžeme následně odstranit z dat lesní vegetaci a tím pádem lze konstruovat digitální model

terénu (DMT). Tento způsob umožňuje detekovat pohřební mohyly tzv. poloautomatickým způsobem. Mohyly se takto dají detekovat pouze za předpokladu, že se v digitálním modelu terénu projevují jako kopcové struktury na základě odražených signálů ALS od povrchu země. Lidarová data byla už mnohokrát použita pro mapování archeologických lokalit (Trier – Zortea – Tønning 2015, 69). Při vyhodnocení dat leteckého laserového skenování se používají různé způsoby vizualizace (zobrazení vypočteného modelu). Mezi nejdůležitější vizualizační metody patří: **1) stínování (hillshade)**. Stínovaný nebo též stínový model se nejvíce používá jako vizualizační technika pro zobrazení antropogenních tvarů reliéfu za použití simulovaného světla dopadajícího na model terénu zpravidla pod azimutem  $315^\circ$  a úhlem  $45^\circ$  (možné jsou i jiné parametry), čímž dochází k vytváření virtuálních stínových příznaků, které jsou zobrazovány odstíny šedivé barvy. Výhodou této metody je poměrně jednoduchý a rychlý výpočet a využití k práci s daty leteckého laserového skenování ve všech dostupných programech GIS. V členitém terénu může docházet při stínování povrchu ke vzniku zastíněných nebo přesvětlených oblastí, což je velkou nevýhodou. Mezi další nevýhodu se řadí jednotvárnost zobrazení lineárních objektů a to pouze pokud jsou paralelní se směrem, odkud dopadá světlo, což lze odstranit změnou úhlu a směru světla (Šebková 2016, 27-28; John – Gojda 2013, 14-15).

**2) svažítost terénu (slope)**. Jedna z dalších vizualizačních metod, používající se pro zobrazení každého objektu pomocí barevné škály, která představuje svažítost terénu obvykle udávanou ve stupních. I tuto metodu lze využít v běžně dostupných programech GIS. Zajímavé výsledky poskytuje kombinace stínování a metody svažítosti terénu, kdy v tomto případě svažité plochy dosahují tmavých odstínů na základě inverzí barevné škály, což napomáhá pro lepší vnímání reliéfu terénu (Šebková 2016, 29; John – Gojda 2013, 15).

**3) faktor výhledu (sky view factor)**. *„Metoda faktoru výhledu vychází ze simulovaného nasvícení plochy sledované oblasti z celého prostoru hemisféry, která*

*odpovídá obloze nad zkoumanou krajinou. Směr osvětlení v tomto případě nehraje roli“.* Konkávní objekty získávají u této vizualizační metody tmavé odstíny šedivé barvy a naopak konvexní objekty se zobrazují světlými odstíny šedi (Šebková 2016, 28).

**4) lokální reliéf (local relief model – LRM).** Lokální reliéf je poměrně jako novým nástrojem pro archeologickou prospekci. LRM představuje lokální elevace malého rozsahu a to po odstranění rozsáhlých krajinných forem z dat. Dále značně zvyšuje viditelnost malých, povrchních topografických rysů bez ohledu na úhel osvětlení, a umožňuje přímo měřit jejich relativní elevace i jejich objemy. Díky tomu má lepší informační hodnotu pro prostorově rozsáhlé archeologické průzkumy v širokém spektru krajin. Rastrová mapa LRM s lokálními pozitivními a negativními variacemi reliéfu může být použita pro mapování a vyhledávání archeologických objektů jako jsou například pohřební mohyly, lineární a kruhové liniové násypy, zahloubené cesty, zemědělské terasy, hřebenová a brázdová pole a těžební místa (Hesse 2010, 67). LRM lze zobrazit pomocí intuitivně rozpoznatelných barev jako je např. modrá pro negativní LRM a červená spolu se žlutou pro pozitivní LMR), které tak výrazněji zvyšují jeho čitelnost (Hesse 2010, 68). U této vizualizační metody je samotný postup založen na výpočtu porovnání dvou stejných digitálních modelů terénu. Jeden z těchto modelů je vždy předem podroben vyhlazení za pomoci low-pass filtru. Ve výsledku tak dojde k utlumení výškových rozdílů hlavních geomorfologických tvarů terénu, což ulehčí potenciaální výpočet objemu menších terénních anomálií, a zároveň s tím dochází také ke zvýraznění lokálních výškových rozdílů antropogenních reliktních. Metoda opět v sobě zahrnuje výhody a nevýhody. Mezi výhody spadá především dostatečná rozpoznatelnost konvexních a konkávních objektů v terénu. Nevýhodou je, že tato vizualizační technika má komplikovaný postup, který zatím nebyl zaveden v dostupných programech GIS. Dalším nedostatkem je, že výsledná zpracovaná data musí být prezentována pouze v barevném provedení, jelikož bez této formy jsou obtížně interpretovatelná (Šebková 2016, 28-29; John – Gojda 2013, 15-17).

**Povrchové sběry.** Povrchový sběr je jednou z nedestruktivních metod archeologického výzkumu, která zjišťuje a zkoumá stopy osídlení prostřednictvím zlomků movitých předmětů rozptýlených na povrchu terénu (Kuna et al. 2004, 305). Postup shromažďování předmětů povrchovým sběrem je relativně snadný. Vyžaduje pouze určitou zkušenost a dostatečnou pozornost pracovníků v terénu. Při shromažďování artefaktů během povrchových sběrů je na našem území nejpočetnějším druhem především keramika, která umožňuje datování zjištěných komponent. Pokud se jedná o předzemědělský pravěk, tak tuto roli pochopitelně sehrává štípaná industrie. (Kuna et al. 2004, 305-308). Při sběrech je využíváno jednoho ze dvou základních přístupů a to strategie hodnotící či syntetická (vyhledávání nalezišť) a strategie analytická. Jednotlivé úseky krajiny (jednotlivá pole nebo jejich části), v nichž probíhají sběry, se nazývají polygony. Jednotný průchod polygonem označujeme jako linii. Linie se většinou dělí na několik úseků. Trasou označujeme svazek sousedních linií, kterými prochází sběrači. Referenční jednotky jsou jednotlivé úseky krajiny, podle kterých jsou evidovány nálezy (Kuna et al. 2004, 324).

**Geochemický průzkum.** Poslední nedestruktivní metodou použitou v této práci je geochemický průzkum. Dnes v archeologii přispívají k interpretaci archeologických kontextů stále častěji i geochemické metody, které jsou založeny na detekování různých koncentrací chemických prvků a sloučenin v půdách. Mezi hlavní faktor, který je základním předpokladem k úspěšné půdní chemické analýze je minulá lidská aktivita, která zanechává zřetelné chemické stopy, které lze v půdě zachytit. Data a informace získané během chemických půdních analýz poskytují proto důležité indicie typu aktivit člověka na archeologických lokalitách (Lendáková 2011, 10). V archeologii se za nejdůležitější a nejčastěji zjišťovaný prvek v půdě považuje fosfor (Kuna et al. 2004, 215). Mezi používané geochemické detekční metody patří např. fosfátová půdní analýza, extrakční metoda Mehlich, ICP (Inductively-coupled plasma) analýza, nebo XRF (rentgenová fluorescence) analýza. V archeologii můžeme využití chemických vlastností půd rozdělit do čtyř oblastí a to: detekce pravěkých sídlišť,

datace pravěkých sídlišť, rekonstrukce minulých zemědělských postupů a lokalizace a struktura pravěkých aktivit. Datace pravěkých sídlišť v archeologii pomocí chemických metod je velice problematická, jelikož metody nám dávají pouze výsledky v relativních hodnotách, a proto se pro tento účel hodí spíše fyzikálně-chemické analýzy jako například radiokarbonová metoda. Lokalizace nám především umožňuje pochopit tehdejší strukturu osídlení, aktivit a uvažování lidí v určité době. Výzkum se většinou zaměřuje na zjišťování využití sídelních areálů nebo aktivit v interiérech domů a proto zde bývá aplikována multiprvková analýza koncentrace fosforu, vápníku, hořčíku nebo organického uhlíku (Rulíšková 2011, 10-11). Některé z chemických prvků mohou vlivem zvýšené koncentrace indikovat významné archeologické lokality. Sledován bývá především dusík, draslík, sodík, vápník, hořčík a síra. Dále se také studují obsahy kovových stopových prvků např. měď, železo, rtuť, mangan, olovo nebo zinek (Rulíšková 2011, 11). Sodík, draslík a hořčík bývají součástí popela ze spáleného dřeva, které nám mohou poskytnout informace o místech, kde se vařilo či topilo. Vápník podává poznatky o místech, kde se připravovaly pokrmy. Dusík je především hlavní částí organické složky půdy. Fosfor ukazuje na místa kuchyní, krbů, odpadních jímek, pohřebišť, ustájení dobytky a hnojišť. Organický uhlík je součástí všech organických materiálů např. rostlin, zvířat, mikrobiálních zbytků a humusu (Rulíšková 2011, 12).

Mohly se dají považovat za unikátní environmentální archivy, které mohou uchovávat paleosoly z různých časových období, jejichž analýzou a srovnáním s dnešními půdami je možné zkoumat řadu specifických otázek. Ty se zaměřují především na poznání vývoje půdního profilu, kontaminace rizikovými a stopovými prvky a v neposlední řadě také vlivu člověka na životní prostředí v různých časových obdobích. Zejména analýza chemických vlastností se dá použít k identifikaci a interpretaci vrstev během archeologických výzkumů. Hlavním cílem je obvykle zjištění, zda jsou tyto vrstvy výsledkem přírodního formování sedimentů a půd, nebo specifické činnosti člověka (Hejcman a kol. 2013, 179).

**Fosfátová půdní analýza.** Jedná se o další běžně využívanou nedestruktivní metodu, či spíše strategii prospekce, která má uplatnění především v archeologii a lze ji aplikovat jak v terénu, tak v laboratorním prostředí. Používá se hlavně pro určení množství fosforu a jeho sloučenin (fosfátů) v půdách. Získané výsledky nám mohou pomoci při objasňování historie dané lokality např. jejího osídlení, přítomnosti pohřebiště nebo dalších součástí sídelního areálu. Je využívána při vyhledávání archeologických lokalit, dále zaniklých areálů a objektů, kde docházelo opakovaně k lidským aktivitám. Metody fosfátové půdní analýzy lze rozdělit na terénní (kvalitativní a kvantitativní) a laboratorní (analytické a přístrojové). Do terénních metod spadá Gundlachův polní test, Eidtův spot test, Mehlich (2 a 3), Rapid in-stride measurement a Test strip. K laboratorním metodám se řadí gravimetrie, relativní fosfátová analýza, alkalicko-oxidační metoda, ztráta žháním, fotometrie a měření pomocí centrifugy (Rulíšková 2011, s. 21, 25).

**Metoda Mehlich 3 (M3).** Dále zde uvedu příklad použití jedné z geochemických metod, konkrétně se jedná o metodu Mehlich 3 (M3), která byla použita při archeologickém výzkumu eneolitického mohylníku v Dřevohostickém lese na východní Moravě.

Extrakční procedura Mehlich 3 (M3) patří mezi agro-chemické metody, kterou používají agronomové a lesníci především pro testování zemědělských a lesních půd v České republice a pro analýzu dostupných rostlinných koncentrací mnoha chemických prvků v těchto půdách, a proto existuje velké množství srovnávacích dat pro různé půdy a oblasti. Dále má tato geochemická metoda uplatnění zejména v USA, Kanadě a na Slovensku. Roztok metody M3 lze použít pro extrakci širokého spektra prvků např. makro prvků (P, K, Ca, Mg) a mikro prvků (Fe, Zn, Cu, Mn, Ni) až po toxické prvky (As, Cd, Cr a Pb). Extrakční síla roztoku Mehlich 3 působí na hranici mezi slabými (např. chlorid vápenatý) a silnými (např. lučavka lékařská – aqua regia) extrakčními činidly. K získání podílu prvků z celkového množství v půdě, která byla v minulosti nejvíce postižena lidskými činnostmi, se za nejvhodnější používají

nejsilnější slabá extrakční činidla jako zmíněný roztok Mehlich. Dále lze M3 použít na široké spektrum archeologických, lesních, travnatých a orných půd. Na základě této metody můžeme snadno a velmi efektivně interpretovat koncentrace mnoha prvků, a tak odpovědět na řadu konkrétních archeologických a environmentálních otázek. M3 se používá také jako mezinárodní standardní metoda pro analýzu půd při archeologických výzkumech (Hejcman a kol. 2013, 179-180).

V letech 2008, 2011 a 2012 byl na mohylovém pohřebišti proveden archeologický výzkum mohyly č. 8, která byla rozdělena celkem na osm sond, kontrolní bloky se ponechaly mezi jednotlivými sondami, které byly následně použity po popis jednotlivých vrstev a pro sběr vzorků půdy (Hejcman a kol. 2013, 181). Při výzkumu bylo nalezeno mnoho různých vrstev půdy, na základě jejichž vizuálního posouzení byly formulovány archeologické a environmentální otázky směřující k objasnění jejich vzniku. K hledání odpovědí byla použita analýza chemických vlastností půdy pomocí extrakčního roztoku geochemické metody Mehlich 3 (M3) a také jejich vzájemné porovnání se současnými půdami. Celkem bylo stanoveno 7 základních otázek, které byly následně řešeny (Hejcman a kol. 2013, 180).

Během výzkumu byly odebrány 4 vzorky z orné půdy blízkého zemědělského pole, přímo z povrchové ornice. Toto pole se nacházelo přibližně 100 m severně od zkoumané mohyly č. 8. Následně byly odebrány další 4 vzorky také z lesního A horizontu v místech asi 40 m od zmíněné mohyly a z každé nalezené vrstvy (5 vzorků) v odkryté mohyle. Na závěr byl vzat 1 směsný vzorek z výplně jedné sloupové jámy pod předpokládaným paleohorizontem A v odkrytém půdním profilu, a dále z vnitřní hrobové jámy mohyly a z okraje mohyly. Z těchto vzorků byla pak následně odstraněna přítomná rezidua rostlin, vzorky se vysušily, rozemlely a následně prošly přes síť o velikosti ok 2 mm. V použitém extrakčním roztoku M3 se pomocí analytické metody ICP-OES (emisní spektrometrie s indukčně opticky vázaným plazmatem, Holliday – Gartner 2007) stanovily koncentrace vybraných chemických prvků, a to konkrétně P (fosfor), K (draslík), Ca (vápník), Mg (hořčík), Zn (zinek), Cu (měď), Cd



(kadmium) a Pb (olovo). Obsažený organický uhlík byl stanoven metodou NIRS (Hejcman a kol. 2013, 181).

Odebrané vzorky půdy byly mineralizovány v kyselině sírové (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), která měla koncentraci 98 %. Celková koncentrace dusíku (N) byla stanovena pomocí průtokové kolorimetrie (Hejcman a kol. 2013, 181), která patří mezi kvantitativní chemicko-analytické optické metody<sup>8</sup>. V geochemii se kolorimetrické a spektrofotometrické postupy používají pro stanovení hledaných prvků, které mají určité specifické chemické reakce, které se projevují zabarvením roztoku, ve kterém byly záměrně vyvolány. Dále se podle intenzity zabarvení dá odhadnout, ale také následně změřit, obsah hledaného prvku. K měření bývají používány fotometry, kolorimetry, fotokolorimetry a spektrofotokolorimetry (Majer 2004, 214). Pro měření pH půdních vzorků ve směsi s chloridem vápenatým byl použit následující postup. Vzorky se měřily v roztoku v poměru 1:5 (w/v). Roztok složený z 10 g půdy a 50 ml roztoku obsahoval 0,01 mol/L při teplotě byla 20 °C ± 1 °C. Poté byla měřena hodnota pH půdy ve směsi s vodou. Emulze, kde byla měřena zmíněná hodnota, sestávala z 10 g suché smíchané půdy a 50 ml destilované vody (Hejcman a kol. 2013, 181).

**ICP analýza.** Další moderní nedestruktivní metodou je ICP (Inductively Coupled Plasma) analýza, kde dochází k měření světelného spektra na základě vyzařovaných (emitovaných) prvků, které jsou zahřívány plazmovým hořákem. Podobně jako u kolorimetru i zde dochází k procesu digesce extrahující roztok vzorku. Poté následuje vstříkávání plynu argonu zahřátého na 10 000 K. Argon je, když se zavádí do vysokofrekvenčního elektromagnetického pole, zahříván ohmickým odporem. Vzorky jsou za této teploty ihned rozprašovány, čímž tvoří plazmu sestavenou z ionizovaných atomů, které vyzařují rozlišovací světelné spektrum, protože se uvolňují zpět do svého základního stavu, a poté se zavádí do hmotnostního spektrometru, který odděluje a sbírá jednotlivé ionty a to na základě jejich hmotnostních poměrů k náboji. Poté spočítá počet jednotlivých iontů. U ICP analýzy se používají tři základní přístupy:

---

<sup>8</sup> <http://lekarske.slovníky.cz/pojem/kolorimetrie>

1) DCP – OES (Optická emisní spektroskopie s přímou vazbou na plazmu), 2) ICP – MS (Hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem) a 3) ICP – AES (Atomová emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem) (Holliday – Gartner 2007, 309-312).

**XRF (rentgenová fluorescence) analýza.** Jedná se o analytickou metodu patřící do souboru moderních metod nedestruktivní archeologie používající se pro stanovení prvkového složení určitého vzorku typické rentgenové záření. Zkoumaný vzorek může být ozařován dvěma typy záření – rentgenovým zářením za pomoci rentgenové lampy nebo zářením gama z patřičného radionuklidu (např.  $^{57}\text{Co}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ). K fotoefektu povětšinou dochází na slupce K a to při vzájemném působení mezi zmíněným fotonovým zářením a atomy zkoumaných vzorků, přičemž k emisi typického rentgenového záření dojde při vyražení jednotlivých elektronů z vyšší slupky L na vzniklé prázdné místo, které bylo uvolněno. Energie X – záření je stanovena protonovým číslem Z atomu. Jednotlivé prvky ve zkoumaném vzorku zjistíme tak, že energii nově vzniklého fluorescenčního záření podrobíme spektrometrické analýze. Jejich koncentrace stanovíme na základě intenzity píků zmíněného záření (Horáková 2016, 42; Hložek – Holub – Sedláčková – Trojek 2005, 87). Při zjišťování rentgenového záření se zpravidla využívají scintilační detektory a to hlavně pro snadné a rámcové měření. Pro spolehlivější analýzu v laboratorních podmínkách se používají obvykle polovodičové detektory, které mají vysoké rozlišení. Velkou výhodou této metody je, že kromě standardního použití v laboratořích ji lze také aplikovat při výzkumech v terénu. Dalšími výhodami jsou přesnost, rychlost a není zde potřeba žádných chemických extrakcí a rozborů vzorků. U vzorků nedochází k poškozování, které mohou mít jak kapalnou tak i pevnou formu. Metoda se využívá zejména při studiu středověké a novověké keramiky při zkoumání keramických glazovaných povrchů, kde dosáhla významných výsledků. V poslední době bývá používána především ke zjišťování složení materiálu archeologických předmětů např. raně středověkých esovitých záušnic (Schejbalová 2011), které nám může poskytnout mnoho nových informací, na jehož základě lze stanovovat chronologie jednotlivých předmětů, dále

místa původu, kde byly údajně vyrobeny, nebo slouží k ověřování jejich základních funkcí. Dále bývá využívána též při studiu kovů, skla, keramiky a analýze pigmentů (Horáková 2016, 42-43; Königsmark 2012, 15-16; Hložek – Holub – Sedláčková – Trojek 2005, 87).

### **Geofyzikální metody**

**Magnetometrie.** Magnetometrie, která se zabývá sledováním magnetického pole Země a poruchami geomagnetického pole. Magnetometrie se běžně používá pro studium vnitřní stavby Země, geologie a vulkanologie. V archeologii se magnetometrie využívá při vyhledávání a studiu zahloubených a vypálených objektů. Mezi zahloubené objekty lze zařadit např. jámy, příkopy, palisády nebo hroby a do vypálených objektů např. pece, odpadní haldy po výrobě, ohniště nebo různé vypálené konstrukce. Magnetometrické metody sledují několik základních fyzikálních veličin: 1) absolutní či relativní totální magnetické pole, 2) gradient magnetického pole a 3) zdánlivou nebo objemovou magnetickou susceptibilitu (měřená pomocí kapametry). Při archeologických výzkumech se k měření magnetického pole používají magnetometry, např. protonový či cesiový magnetometr, nebo gradiometr (Křivánek 2004, 122-124). V archeologii jsou výsledky geofyzikálních měření dříve zkoumaných mohylových pohřebišť ze západních Čech považovány především za nepříliš uspokojivé a málo přesvědčivé. Pro magnetickou prospekci mohylových pohřebišť a jejich dílčích částí jsou zapotřebí vhodné podmínky, umožňující dostatečné kontrastní rozdíly mezi geofyzikálními metodami archeologických pozůstatků a jejich okolí. Musíme vždy vycházet z konkrétních terénních, půdně-geologických podmínek a dalších vlastností daných lokalit. V případě rozorávaných lokalit proto nemusí být magnetometrické měření úspěšnou metodou průzkumu (Křivánek 2014, 161). Při detekci předpokládaných kamenných konstrukcí mohyl se dají použít i geoelektrická odporová nebo elektromagnetická měření. V případě zalesněného prostředí, kde se dochované mohylníky v hojném počtu nacházejí, ovlivňuje možnosti aplikace geofyzikálních metod, i kvalitu výsledků měření členitost reliéfu terénu, hustota nižší

vegetace, ale také stav dochování povrchových a podpovrchových archeologických objektů. Pokud se jedná o již dříve archeologicky zkoumané mohylníky, tak je geofyzikální měření dále ovlivněno několika závažnými faktory: 1) rozsah archeologických sond; 2) změny reliéfu, které souvisí s archeologickým výzkumem, 3) dále míra a rozsah jiných novodobých úprav terénu lokality, 4) další zásahy do přirozeného reliéfu lokality, 5) geologická stavba území a vývoj půd v místě lokality (Křivánek 2014, 162).

**Geoelektrické metody.** Geoelektrické metody v sobě zahrnují několik různých metod např. geoelektrické odporové metody, elektrochemické metody nebo elektromagnetické metody. Zabývají se především monitorováním elektrického pole Země. Hlavními oblastmi využití je především geologie (ložisková, strukturní, regionální a inženýrská), dále hydrogeologie, ochrana životního prostředí a samozřejmě také archeologie, ve které se používají tyto dvě metody: symetrické odporové profilování (SOP) a vertikální elektrické sondování (VES). U první metody se k měření horizontální změny zdánlivého měrného odporu užívají 2 až 4 proudové elektrody, které se rozloží a posouvají se po určitém profilu. U druhé metody se zdánlivý měrný odpor např. v odlišných hloubkách zjišťuje na základě zvětšující se distance proudových elektrod. Základní měřenou veličinou, která bývá zpravidla sledována, je zdánlivý měrný odpor (vyjadřován v ohmech), jehož hodnoty se při výzkumech či průzkumech odlišných archeologických lokalit pohybují v širokém rozmezí od 0 až po 1000 ohmů. V archeologii se geoelektrické odporové metody využívají hlavně při vyhledávání nebo mapování objektů, které mají dochované podpovrchové kamenné konstrukce. Jedná se například o stavby se zděnými základy, mohyly s kamenným pláštěm, části valů, fortifikační systémy, podezdívky, konstrukce hrobek, sakrální stavby nebo kamennou architekturu hradů, zámků a měst (Křivánek 2004, 120-169; Baierl – Hložek – Menšík 2011, 17).

**Geofyzikální měření na lokalitě Zelené.** Na základě předchozích výsledků leteckého průzkumu lokality Zelené, který byl realizován Katedrou archeologie FF ZČU a

proveden L. Šmejdou, bylo rozhodnuto, že bude provedeno na lokalitě ověřovací geofyzikální měření R. Křivánkem. Při analýze a rektifikaci pořízených snímků ze zmíněného leteckého průzkumu se v místě mohylového pohřebiště zaniklého zemědělskou činností, podařily identifikovat na základě porostových příznaků tvary oválného půdorysu projevující se světlejší barvou, které s největší pravděpodobností naznačovaly podpovrchové relikty mohyl, a proto byla v roce 2006 tato domněnka ověřena plošným magnetometrickým měřením vybrané části zemědělského pole (Křivánek 2014, 163). Aplikováním magnetometrie se podařilo zachytit magnetické anomálie, ale „*pouze při okrajích předpokládaných mírných elevací mohyl*“, které však nejspíše souvisely s projevy provedených výzkumů, dále se soustavným narušováním místního terénu nebo také přítomností kovových předmětů. Na základě neuspokojujících výsledků magnetometrického měření bylo rozhodnuto, že geofyzikální průzkum lokality bude následně doplněn o geoelektrické odporové měření později použité na dvou menších plochách. Obě metody byly též použity na jednom segmentu světlé oválné skvrny pravděpodobné mohyly. Výsledky však ukázaly velmi špatný stav dochování archeologických objektů pod povrchem, ale také zřejmě i celé zkoumané lokality. U výsledků magnetometrického měření (obr. 21) se kromě několika bodových anomálií vyskytujících se nad kovy v ornici dále nepodařilo nic rozlišit. U výsledků geoelektrického odporového měření (obr. 21) se podařilo zachytit části půloblukovité anomálie představující zřejmě relikty silně poškozeného mohylového pláště kamenité konstrukce. Dále se mohou v podorničí stále nacházet „*tenké zbytky situací s málo odlišnými magnetickými a odporovými vlastnostmi od okolí*“. Výsledky kombinace těchto dvou použitých metod geofyzikálního měření nepřinesly uspokojující závěry. Zdá se tedy, že na ověřování archeologických lokalit se zaniklými mohylníky pomocí dostupných geofyzikálních metod může být již opravdu pozdě (Křivánek 2014, 163-164).

V analytickém programu STATISTICA bylo vytvořeno 20 grafů (Graf 1-20) s vybranými chemickými prvky a jejich koncentrací na mohylách a v ornici pro porovnání. Dále došlo k vytvoření tabulky s přehledem identifikovaných mohyl pomocí vybraných

metod archeologické prospekce – letecké archeologie, lidarů, povrchového sběru, geochemického a geofyzikálního průzkumu (Tab. 2). Poté byla vytvořena další tabulka s přehledem jednotlivých naměřených chemických prvků a jejich hodnot – Sedlec-Hůrka, Štáhlavy-Hájek a Zelené (pro každý vzorek zprůměrované hodnoty z 3 měření – hmot. % – Tab. 1) a v programu ArcGIS mapa ČR s přehledem zkoumaných lokalit (obr. 10).

## **6. 2 Tvorba georeferencovaných plánů v prostředí programu ArcGIS**

V programu ArcGIS byly vytvořeny georeferencované plány studovaných mohylových pohřebišť (Zelené, Štáhlavy-Hájek (obr. 3-4)) v souřadnicovém systému S-JTSK (Křovák). Nejprve jsem do programu vložil starý plán pohřebiště pořízený během archeologického výzkumu a DMR 5G (digitální model reliéfu 5. generace) České republiky ve formě stínového modelu (hillshade), kde byla příslušná lokalita s pohřebišťem nalezena. Dále došlo k zapnutí funkce Add Control Points pomocí, které byly vztyčeny tři vlíčovací body. Těmito body byl starý plán transformován do dnešního digitálního modelu reliéfu zkoumané lokality (stínový model – hillshade). Mapový podklad byl následně rektifikován pomocí funkce Rectify a georeferencován do zvoleného souřadnicového systému. Poté byl vytvořen nový bodový shapefile, který umožňuje popisovat a ukládat prostorové vztahy a informace pomocí jejich vektorové reprezentace (Geletič a kol. 2013, 30). Pomocí editoru vektorových dat byly podle starého plánu označeny pomocí bodů středy všech zakreslených mohyl, které byly poté promítnuty do dnešního modelu reliéfu lokality. Dále byla pomocí nástroje Fishnet vygenerována čtvercová síť o rozměru buněk 25x25 m, sloužící k rozdělení plochy lokality na dílčí analytické prostorové jednotky. Tyto mapové podklady byly nahrány do GPS přijímače, kde se zobrazují v průběhu terénního průzkumu zkoumaných lokalit a při odběru půdních vzorků na předem vytipovaných místech.

### 6. 3 Terénní měření – Štáhlavy-Hájek

První část terénního měření proběhla dne 17. 11. 2018 v Kozelském polesí na dosud nezaniklém mohylovém pohřebišti Štáhlavy-Hájek. Při průzkumu lokality byly hledány vhodné mohylové násypy s vývraty, které vznikly při lesních činnostech nebo při minulém archeologickém výzkumu, odkud by mohly být odebrány půdní vzorky pro kontrolní či navazující geochemické analýzy materiálu použitého na stavbu zdejších mohyl. Po dlouhém hledání se podařilo najít dvě vhodné mohyly označené na Francově plánu čísla 40 a 62 (obr. 12-13). Pomocí motyčky se začistily oba profily mohyl, ze kterých se odebraly vzorky půdy do připravených sáčků, které se následně popsaly. Z každé mohyly byly vzaty tři vzorky zeminy. Celkově bylo odebráno 6 vzorků ze dvou mohyl. Tyto vzorky byly odebrány pouze jako srovnávací.

### 6. 4 Terénní měření – Zelené

Druhá část terénních prací byla provedena 25. 12. 2018 na rozoraném mohylníku Zelené u sv. Vojtěcha. Nejdříve byl ve fázi přípravy vytvořen georeferencovaný plán mohylníku (obr. 1-2) se čtvercovou sítí a jejími středy v prostředí programu ArcGIS (Behenský 2017), který se následně vložil do GPS stanice Trimble Nomad, aby podle příslušných souřadnic mohla být nalezena původní místa zaniklých mohyl v terénu. Poté přišlo na řadu vyhledávání jednotlivých mohyl v terénu a odebrání vzorků půdy z míst předpokládaných mohyl a z jejich širšího okolí. Podle uloženého plánu v GPS bylo vždy podle souřadnic X a Y nalezeno původní místo (podobně jako v práci Behenský 2017), kde podle plánu mohylového pohřebiště zhotoveného T. Vovsem stávala mohyla. Toto místo se následně zaměřilo pomocí GPS a přitom se odebral vzorek půdy do připraveného sáčku pro kontrolní či navazující analýzy, který byl následně popsán příslušnými identifikačními údaji. Dvě mohyly (na původním plánu označeny čísla 25 a 26) byly vynechány, protože se původně nacházely na protější louce, která má jiné chemické vlastnosti a složení svrchní vrstvy půdy, než zemědělské pole. Porovnání jejich chemického signálu s daty z ornice by bylo velmi problematické. Celkem bylo odebráno 57 vzorků půdy – 53 vzorků z míst zaniklých

mohyl a z míst, kde se mohyly nevyskytovaly (obr. 11), a pro kontrolu 4 vzorky (obr. 11) z dosud částečně zachovalého mohylového náspu, který je v plánu T. Vovse označen číslem 24, na kterém dnes stojí socha sv. Vojtěcha. I když nelze předpokládat, že by bylo možné použitou metodologií vyhledat středy původních mohyl s vysokou přesností, realisticky odhadovaná chyba do několika metrů by neměla bránit smysluplnému porovnání chemického složení půdy z prostoru rozoraných mohyl a jejich širšího okolí. Zdrojem nepřesností prostorového určení mohou být chyby na starém plánu mohylníku, proces georeferencování tohoto plánu do vektorové vrstvy GIS a chyba polního měření polohy pomocí GPS, kterou ale v otevřeném terénu nepovažujeme za významnou.

## **6. 5 Identifikace mohyl pomocí letecké archeologie a lidarů – Zelené**

Mohylové pohřebiště se rozkládá na zemědělsky obdělávaném poli. Všechny mohyly byly však zničeny archeologickým výzkumem a probíhající intenzivní zemědělskou činností, a proto zde již nejsou téměř žádné dochovány. Pouhým okem je v terénu nelze identifikovat. Pro pokus o jejich lokalizaci lze primárně použít data dálkového průzkumu, především letecké snímky a lidarové skeny. Ovšem když se podíváme na historický letecký snímek lokality na mapové aplikaci CENIA (<https://kontaminace.cenia.cz>)<sup>9</sup>, která zobrazuje lokalitu v roce 1956 (obr. 7), tak na první pohled můžeme zjistit, že na ploše pohřebiště se nenacházejí žádné viditelné pozůstatky mohylových náspů. Na novějších leteckých fotografiích pořízených za podmínek příznivých detekcí půdních anomálií, ale můžeme zaniklé mohyly identifikovat. Jedná se konkrétně o letecké snímkování z roku 2001-2003, dostupné na portále Mapy.cz. Zde je možné půdorysy mohyl vizuálně rozlišit na základě půdních příznaků (obr. 6), které vznikly narušením podpovrchových archeologických situací orbou (Šmejda 2009), přičemž anomálie interpretovatelné jako pozůstatky mohyl se projevují světle hnědou barvou a nepravidelně kruhovým půdorysem. Na leteckých snímcích lokality, kde se nacházelo mohylové pohřebiště, lze identifikovat

---

<sup>9</sup> <https://kontaminace.cenia.cz>



kolem 20 mohyl. Dále byl k identifikaci zaniklých mohyl použit lidarový snímek lokality (obr. 5). Tato výškopisná data byla porovnávána se starým plánem mohylového pohřebiště, který pořídil během archeologického výzkumu T. Voves. Při pohledu na lidarový snímek můžeme na první pohled zjistit, že většinu míst, kde se zaniklé mohyly vyskytovaly, které Voves zanesl do svého plánu, podařilo lidarem identifikovat. Samotné mohyly můžeme rozdělit do čtyř skupin. První skupinu tvoří pět mohyl, které se rozkládaly na jihozápadním okraji zemědělského pole v blízkosti sochy sv. Vojtěcha. Mohyly 14, 15, 16 a 17 se projevují anomáliemi okrouhlého tvaru, které mají na použitelné vizualizaci tmavě oranžový odstín. Tyto kruhové útvary nejspíše naznačují právě zaniklé mohylové násypy zničené zemědělskou činností. Mohyla 18 není na snímku moc dobře rozeznatelná a neprojevuje se žádným tvarem a barvou. Druhá skupina je složena také z pěti mohyl (mohyla 19, 20, 21, 22 a 23), které ale rovněž na vytvořené vizualizaci neprojevují. Třetí skupina je tvořena pěti mohylami (mohyla 5, 6, 7, 8 a 30), ze kterých se jen dvě (mohyla 5 a 8) projevují kruhovým tvarem a tmavě oranžovým odstínem. Velmi pravděpodobně se opět jedná o zaniklé mohylové násypy. Zbylé mohyly nejsou zřetelně indikovány. Poslední, čtvrtou skupinu, tvoří deset mohyl. Z nich mohyly 2, 3, 4, 10, 11, 12 a 13 se projevují nepravidelnými kruhovými a oválnými půdorysy a tmavě oranžovou barvou. Mohyla 9 nejeví žádný půdorys ani zbarvení. Dále se lidarem podařilo v této skupině zachytit dvě mohyly, které nebyly zakresleny v plánu mohylového pohřebiště od T. Vovse. Jednou z možných příčin je, že během archeologického výzkumu mohlo dojít k přehlednutí již téměř zničených památek, a proto nemusely být zakresleny na plán, nebo se nemusí vůbec jednat o mohyly, ale o přirozené tvary reliéfu. Některé z mohyl na plánu T. Vovse (mohyla 25, 26, 27 a 28) se však naopak lidarem zachytit nepodařilo. Důvodem může být to, že byly zničeny archeologickými výzkumy anebo obhospodařováním pole a žádné stopy se po nich v terénu nezachovaly, a proto ani lidarové měření nedokázalo nic identifikovat. Jedinou dodnes částečně zachovalou mohylou, kterou můžeme v terénu najít, je mohyla č. 24 (obr. 22) označená v plánu T. Vovse. Mohyla je tvořena mírným mohylovým náspem, který obrůstá vegetací,

z něhož vyrůstají tři lípy, mezi kterými stojí socha sv. Vojtěcha. Tuto mohylu se ovšem lidarem také nepodařilo zachytit, patrně v důsledku toho, že se přímo na ní nacházejí vzrostlé listnaté stromy.

## **6. 6 Povrchové sběry – Zelené**

Během terénního měření byly provedeny také povrchové sběry, při kterých se podařily nalézt střepy vrcholně středověkého a novověkého charakteru (obr. 16). Některé střepy obsahovaly barevné glazury. Nejspíše se mohlo opět jednat o vesnický keramický odpad vyhazovaný v důsledku opotřebení, poškození či zničení do hnojišť, kde došlo ke smísení těchto komponent a k následnému vývozu hnoje, kterým bylo obděláváno zemědělské pole nebo nějaký jiný hospodářský prostor např. zahrady. Střepy odpovídaly redukčnímu i oxidačnímu výpalu. Dále na lokalitě nebyly nalezeny žádné jiné předměty pravěkého, středověkého nebo novověkého charakteru.

## **6. 7 Laboratorní zpracování odebraných vzorků (Sedlec-Hůrka, Štáhlavy-Hájek, Zelené)**

Všechny odebrané vzorky z mohylových pohřebišť Sedlec-Hůrka (58), Zelené (57) a Štáhlavy-Hájek (6) byly zpracovávány a analyzovány v jedné z chemických laboratoří na Fakultě životního prostředí České zemědělské univerzity v Praze. V první řadě došlo k jejich usušení v laboratorní peci při teplotě 40°C po dobu 24 hodin. Poté se každý vzorek půdy (obr. 15) z dané lokality rozemlel v třecí misce tloučkem a následně prosil na analytickém síti RETSCH o velikosti oka 2 mm, aby se oddělila nejjemnější frakce půdy od nečistot (kamínky, části rostlin a dřev) a připravila se pro další analýzu. Takto jemný vzorek půdy byl dán do kyvety, která se vložila do přenosné měřicí komory s připojeným ručním XRF spektrometrem (obr. 14). Komora pak byla následně propojena s počítačem. Na počítači byl zapnut základní program pro měření (EveryWAN Remote Support Personal Edition), do kterého se zadaly příslušné údaje o daném vzorku např. číslo vzorku, lokalita, místo odebrání a kolikrát bude vzorek analyzován. Pro přesnější měření byly jednotlivé vzorky měřeny třikrát,

každý po dobu jedné minuty. Tři nezávislá měření mají eliminovat riziko náhodného vzniku detekčních chyb. Po měření se na panelu programu ovládání přístroje zobrazil výčet zjištěných chemických prvků spektrometrem a jejich procentuální zastoupení. Jednalo se o následující chemické prvky: hořčík (Mg), hliník (Al), křemík (Si), fosfor (P), síra (S), chlor (Cl), draslík (K), vápník (Ca), titan (Ti), chrom (Cr), mangan (Mn), železo (Fe), kobalt (Co), nikl (Ni), měď (Cu), zinek (Zn), arsen (As), selen (Se), rubidium (Rb), stroncium (Sr), yttrium (Y), zirkonium (Zr), molybden (Mo), stříbro (Ag), kadmium (Cd), indium (In), cín (Sn), antimon (Sb), baryum (Ba), wolfram (W), zlato (Au), rtuť (Hg), thallium (Tl), olovo (Pb), bismut (Bi), thorium (Th) a uran (U). Dále byl zjištěn i podíl skupiny prvků, která bývá označována zkratkou LE (light elements, lehké prvky). Jde o všechny chemické prvky ležící před hořčíkem (Mg) v periodické tabulce prvků (Behenský 2017, 31). Na závěr byly u každého odebraného vzorku zprůměrovány zjištěné hodnoty ze tří provedených měření, čímž byla data připravena pro statistickou analýzu.

## **7 ANALÝZA VZORKŮ ZE SEDLCE-HŮRKY**

Pokud se podíváme na jednotlivé výsledky z měření odebraných vzorků ze Sedlce-Hůrky, tak na první pohled zjistíme (Behenský 2017), že jsou zde výrazné rozdíly mezi koncentrací chemických prvků zjištěných v původních místech zaniklých mohyl a okolní ornou půdou. Zkoumané pole, kde se jednotlivé mohyly nacházely, má svou vlastní historii (Behenský 2017) a také různé rozdíly v chemickém složení, které můžeme měřit. Obecně lze říci, že každé pole má jiné specifické chemické složení půdy, které zřejmě závisí na jejich historii obdělávání, spravování a pravidelném hnojení. Vlivem času začalo na ploše docházet převážně vlivem pravidelné orby, hnojení a patrně i ztenčováním ornice erozí k postupnému promíchávání půdy, přičemž materiál z povrchové vrstvy ornice a prokopaných nebo poškozených mohyl byl narušován. Pravděpodobně také došlo k neúplné homogenizaci okolní ornice s původním materiálem použitým na stavbu mohylových náspů, který se téměř jistě od povrchové vrstvy půdy odlišoval. Záměrem bylo především zjistit, jestli i po

několika desetiletích stále v původních místech zaniklých mohyl přetrvávají určité odchylky koncentrací některých chemických prvků (Behenský 2017, 30). To se podařilo prokázat již v bakalářské práci, kde bylo zjištěno, že se stále i po jednom století od archeologického výzkumu nachází v místech reliktní mohyl materiál s odlišnou chemickou skladbou než v okolní ornici. Jednotlivá měření použitá v bakalářské práci byla prováděna spektrometrem v polních podmínkách.

Na tomto místě se zaměřím detailněji na výsledky laboratorní analýzy odebraných půdních vzorků z původních míst mohylových naspů a z okolní orné půdy, které by měly být v porovnání s předchozím polním měřením spolehlivější. Měření jednotlivých vzorků půdy probíhalo v přenosné měřicí komoře s připojeným spektrometrem, a to v laboratoři Fakulty životního prostředí České zemědělské univerzity v Praze.

U každého odebraného, vysušeného a nadržného vzorku bylo sledováno široké spektrum chemických prvků a zaznamenáno jejich procentuální zastoupení v půdním vzorku vyjádřené v procentech (více v podkapitole 6. 7 Laboratorní zpracování odebraných vzorků (Sedlec-Hůrka, Šťáhlavy-Hájek, Zelené)). Dále došlo ke statistickému zkoumání a porovnání jednotlivých hodnot u naměřených vzorků odebraných z reliktní mohyl a z přilehlé ornice. Během analýzy dat se porovnávaly hodnoty jednotlivých chemických prvků pro místa původních mohylových naspů s hodnotami zjištěnými v přilehlé ornici. Výsledek ukázal poměrně malé, ale statisticky významné rozdíly mezi oběma porovnávanými skupinami. Nejvyšší rozdíl hodnot byl shledán u čtveřice chemických prvků: křemíku (Si), titanu (Ti), arsenu (As) a železa (Fe). Provedený Kruskal-Wallisův statistický test prokázal rozdílné hodnoty pro obě skupiny na hladině statické významnosti  $p=0.0280$  pro Si,  $p=0.0600$  u Ti,  $p=0.0003$  u As a  $p=0.0176$  u Fe. Koncentrace hodnot křemíku a titanu dosahovaly relativně většího zastoupení v mohylách než v ornici, což s největší pravděpodobností znamená, že se v původních místech mohylových naspů stále ještě nacházel materiál odlišné chemické skladby než v jejich blízkém okolí. Tedy na stavbu mohyl byl zřejmě

používán jiný materiál obohacený těmito prvky, který mohl být dostupný v okolí, nebo byl dovážen odjinud. To nejsme prozatím schopni rozhodnout. Zbylé chemické prvky As a Fe naopak dosahovaly větších koncentrací v ornici v porovnání s plochami původních mohylových náspů, a to znamená, že tyto prvky byly pravděpodobně ve stavebním materiálu použitém pro vršení náspů podreprezentovány v porovnání s jejich běžnými koncentracemi v povrchové vrstvě půdy.

## **8 ANALÝZA VZORKŮ ZE ZELENÉHO**

Mohylové pohřebiště Zelené je obdobným případem jako Sedlec-Hůrka. I zde muselo docházet během let opět vlivem orby, umělého hnojení a eroze k mísení ornice a materiálu, z mohylových náspů. Povrchová vrstva půdy a hmota zničených či prokopaných mohyl, byly postupně narušovány. Určitě zde došlo i k určitému stupni homogenizace okolní ornice s materiálem používaným ke stavbě mohyl, který se odlišoval od okolní povrchové vrstvy. U odebraných vzorků půdy z míst původních mohyl a míst, kde mohyly podle dostupných informací nestály, se vždy podařilo naměřit skupinu chemických prvků a jejich procentuální zastoupení (podkapitola 6. 7). Dále přišlo opět na řadu zkoumání a porovnávání jednotlivých hodnot naměřených na reliktech mohyl a v okolní ornici. Provedená analýza se zaměřovala především na porovnávání hodnot zjištěných chemických prvků v místech původních mohyl s hodnotami naměřenými v okolní ornici. Nejvyšší a statisticky významný rozdíl hodnot se podařilo zjistit u čtyř prvků: křemíku, titanu, arsenu a železa. Hladina statistické významnosti na základě Kruskal-Wallisova testu byla u těchto prvků následovná:  $p=0.0116$  pro křemík,  $p=0.0124$  u titanu,  $p=0.0005$  u arsenu a  $p=0.0150$  u železa. Křemík a titan měl větší zastoupení v mohylách (obr. 17-18) oproti ornici, kdežto arsen a železo (obr. 19-20) obsahovala v průměru více ornice. Znamená to tedy, že v místech původních mohylových náspů byl původně materiál, který měl částečně jiné složení než materiál v jejich okolí. Ke stavbě samotných mohyl byl tudíž pravděpodobně používán materiál bohatší o první dva zmíněné chemické prvky, který mohl být dostupný v nevelké vzdálenosti od lokality, ale nabízí se také otázka, zda se

nemohl dovážet i odjinud. Nemůžeme také vyloučit možnost, že byl těžen přímo v místě například v nějakém hliníku (Behenský 2017), ale jisté je, že se jednalo o materiál, který měl rozdílnou chemickou skladbu než povrchová vrstva (Behenský 2017, 31). Zbylé chemické prvky arsen a železo, jak už bylo řečeno, měly větší zastoupení v okolní ornici. Důvod, proč byly ochuzeny v materiálu, který se nacházel v místech zaniklých mohylových náspů, je následující.

V průběhu výstavby mohyl docházelo k tomu, že na vybraná místa pro umístění mohyl byl dovážen stavební materiál, který postupně v relativním množství nahrazoval místní materiál. Začalo se tak měnit chemické složení jednotlivých stanovišť mohyl. Zvyšovaly se koncentrace chemických prvků, které byly na stanoviště introdukovány se stavebním materiálem mohylových náspů, relativní podíl běžného chemického složení půdy v těchto místech se snižoval.

Z jediné částečně zachovalé mohyly č. 24 na mohylovém pohřebišti Zelené byly odebrány 4 vzorky, a to z obnaženého profilu, který vznikl porušením mohyly cestou, vedoucí mezi poli. Chemické složení vzorků mělo podobné charakteristiky jako vzorky z rozoraných mohyl na této lokalitě. Mediánové hodnoty u mohyly č. 24 jsou pro křemík (Si) 31, 60 hmot. % a pro titan (Ti) 0, 6689 hmot. %. Dosahují tedy relativně vyšších koncentrací na této mohyle než v běžné ornici. Naopak mediánové koncentrace železa (Fe) 0, 7262 hmot. % a arsenu (As) 0, 0013 hmot. % jsou velmi nízké a rozhodně nižší než střední hodnota v okolní ornici. Tímto použitím vzorků z jediné doposud existující mohyly na lokalitě se potvrdilo, že materiál, z něhož je navršena, má prakticky stejné hlavní charakteristiky jako na zaniklé mohyly na zemědělském poli.

## **9 ANALÝZA VZORKŮ ZE ŠTÁHLAV-HÁJKU**

Laboratorní geochemickou analýzou šesti odebraných vzorků z dochovaných, ale recentně narušených mohyl 40 a 62 z mohylového pohřebiště Štáhlavy-Hájek byla zjištěna jako dominantní víceméně stejná skupina chemických prvků, která

charakterizuje relikty mohyl na zemědělských polích u Sedlce-Hůrky a Zeleného. Nejvyšší koncentrace ze všech prvků byly naměřeny u křemíku (Si), které se pohybovaly od 30, 54 do 33, 00 hmotnostních %. Mediánová hodnota pro mohyly na lokalitě Sedlec-Hůrka je 30, 39 hmot. % na lokalitě Zelené pak 30, 51 hmot. %. Jako další důležitý geochemický marker jsme na rozoraných mohylách také identifikovali titan (Ti), naměřené hodnoty se ve Štáhlavech-Hájku pohybovaly v rozmezí od 0, 5777 do 0, 6456 hmot. %. Mediánová hodnota pro mohyly na lokalitě Sedlec-Hůrka je 0, 6431 hmot. %, na lokalitě Zelené pak 0, 6199 hmot. %. Pro ornici v okolí mohyl jsou v případě Si a Ti typické nižší střední hodnoty. Naopak koncentrace železa (Fe) a arsenu (As) jsou ve vzorkovaných dvou mohylách velmi nízké (železo 1, 98 – 2, 97 hmot. %; arsen 0, 0013 – 0, 0020 hmot. %). Mediánová hodnota pro mohyly na lokalitě Sedlec-Hůrka je 2,57 hmot. % na lokalitě Zelené pak 2,74 hmot. %. Pro As je to na lokalitě Sedlec-Hůrka 0, 0018 hmot. %, na lokalitě Zelené pak 0, 0016 hmot. %. Pro vzorky ornice odebrané mezi pozicemi původních mohyl hodnoty pro oba prvky (Fe a As) vyšší, i když se nejedná o dramatické rozdíly. Je zřejmé, že materiál z dochovaných mohylových náspů ve Štáhlavech-Hájku má z pohledu námi nalezených markerů velmi podobné charakteristiky jako chemické složení půdních vzorků z pozic někdejších mohyl. Tím je dále podpořena naše představa o typickém materiálu mohylových náspů, odvozená z analýz prvkového složení půdy z míst zaniklých mohyl na obou studovaných lokalitách Zelené a Sedlec-Hůrka. Zdá se tedy, že materiál používaný pro stavbu mohyl měl své specifické vlastnosti nejspíše v celém studovaném regionu jižního Plzeňska, neboť takový závěr naznačují výsledky, získané již ze tří lokalit, vzdálených od sebe maximálně 25 km vzdušnou čarou.

## **10 SLOUČENÁ MĚŘENÍ SEDLEC-HŮRKA A ZELENÉ**

Dále došlo ke sloučení jednotlivých hodnot naměřených na mohylách ze Sedlce-Hůrky s naměřenými hodnotami zjištěnými na mohylách v Zeleném. Stejný proces byl proveden také u hodnot naměřených v ornici v okolí mohyl u obou zkoumaných lokalit. Sloučením datových souborů je možno ověřit, zda se rozdílové chemické prvky

chovají na obou studovaných lokalitách podobným způsobem. Zvětšení počtu měření v analyzovaném souboru dat navíc umožňuje dosažení statistické významnosti i nižších absolutních rozdílů koncentrací prvků mezi kategoriemi stanovišť zaniklých mohyl a běžné orné půdy.

Poté přišlo na řadu statistické zkoumání a porovnávání rozdělení hodnot koncentrací naměřených prvků. Bylo nalezeno několik chemických prvků, jejichž zastoupení ve vytvořených grafech převažovalo více v mohylách než v ornici a naopak několik dalších prvků, které se vyskytovaly větší měrou v ornici oproti jejich typickým koncentracím na místech zaniklých mohyl. Nejvyšší a statisticky významný rozdíl byl zjištěn u dvanácti prvků: křemíku (Si), titanu (Ti), stroncia (Sr), zirkonia (Zr), thoria (Th), hliníku (Al), chromu (Cr), železa (Fe), niklu (Ni), mědi (Cu), zinku (Zn) a arsenu (As). Kruskal-Wallisův statistický test prokázal významné hodnoty pro obě skupiny měření na hladině statické významnosti  $p=0.0011$  pro křemík,  $p=0.0006$  u titanu,  $p=0.0267$  pro stroncium,  $p=0.0047$  pro zirkonium,  $p=0.0029$  pro thorium,  $p=0.0020$  u hliníku,  $p=0.0187$  u chromu,  $p=0.00002$  u železa,  $p=0.0021$  u niklu,  $p=0.0080$  u mědi,  $p=0.0149$  u zinku a  $p=0.0005$  u arsenu. V mohylách měl největší zastoupení u obou lokalit křemík, titan, stroncium, zirkonium a thorium zatímco v ornici převažoval na rozdíl od mohyl hliník, chrom, železo, nikl, měď, zinek a arsen. Tato analýza podporuje tezi, že chemické prvky vykazující nejvýznamnější diferenci mezi materiálem, pocházejícím z mohylových náspů, a běžnou ornicí, slouží jako spolehlivé indikátory, rozlišující tyto kategorie na nejméně dvou archeologických lokalitách jižního Plzeňska.

## **11 SROVNÁNÍ LOKALIT SEDLEC-HŮRKA A ZELENÉ**

Dále byly mezi sebou porovnávány letecké snímky zaniklých mohylových pohřebišť Sedlec-Hůrka a Zelené. Jejich srovnáním jsem dospěl k následujícím výsledkům. V první řadě si musíme uvědomit, že obě mohylová pohřebiště se nacházela na zemědělských polích, která byla velmi často obdělávána a tím pádem postupem času docházelo k rozorávání a ničení jednotlivých mohyl orbou. Zplanýrováním povrchu polí po nich nezůstaly žádné fyzické stopy viditelné pouhým okem. Pokud se ale



podíváme na letecké fotografie obou lokalit, tak zjistíme, že se zde určité signály pozic mohyl stále vyskytují. Mohyly na obou pohřebištích se projevují pomocí tzv. „*půdních příznaků*“, které bývají jedním z nejčastějších projevů pohřbených archeologických objektů (Kuna et al. 2014) pod zemským povrchem. Místa zaniklých mohyl mají podobu nepravidelných kruhových a oválných tvarů projevující se světlou barvou, která kontrastuje s okolní tmavší půdou. Pokud se ale podíváme na oba snímky lokalit pořízené v roce 1956, můžeme zjistit, že viditelné zbytky mohyl již zde nejsou viditelné, jelikož většina mohylových náspů byla již prokopána a velmi poškozena zemědělskými pracemi. Na současném leteckém snímku lokality Zelené se kromě již zmíněných mohyl podařilo zachytit i několik zaniklých polních komunikací a to opět ve formě půdních a porostových příznaků, které lze vidět ve fyzické podobě na snímku z roku 1956. Stejně tak u lokality Sedlec-Hůrka byla zjištěna zaniklá polní komunikace (Behenský 2017) projevující se půdními příznaky světlé barvy, která původně vedla na zemědělské pole z hlavní silnice Sedlec-Tymákov, kterou můžeme shlédnout na leteckém snímku lokality z roku 1956.

Dále byly porovnávány lidarové snímky obou lokalit, což přineslo další zajímavá zjištění. V případě Sedlce-Hůrky se podařilo lidarem zachytit většinu zaniklých mohyl, stejně jako na lokalitě Zelené. Detekované anomálie měly více či méně kruhový nebo oválný tvar (Behenský 2017), odpovídající svou polohou a rozsahem v terénu již prakticky neznatelným mohylovým náspům. Některé mohyly nebyly lidarem zachyceny z důvodu buď málo kontrastní reliéfní stopy, nebo úplného zničení. V terénu lze dnes zachytit už je několik mohyl, které se nacházejí v severozápadní části přilehlého lesa, ale i ty jsou poškozeny. Dále je možné i povrchovým vizuálním průzkumem identifikovat pozůstatky mohylového náspu mohyly č. 39 (Behenský 2017), který můžeme po delším pozorování spatřit proříznutý hlavní komunikací ze Sedlce do Tymákova. U lokality Zelené byla situace podobná. Většinu mohyl, které zanesl do svého plánu pohřebiště Tomáš Voves, se lidarem podařilo identifikovat. Mohyly se projevovaly kruhovými a nepravidelnými kruhovými a oválnými půdorysy, které zřejmě představují zaniklé mohylové náspy zničené archeologickým výzkumem

a zemědělskou činností. Zkoumáním lidarového snímku jsem přišel na jednu neobvyklost. Lidarem byly zachyceny dvě mohyly, které ovšem nebyly zaznamenány v plánu T. Vovse. Lze zvážit dvě možné příčiny: 1) během tehdejšího výzkumu se mohlo stát, že mohyly byly přehlédnuty a tím pádem nedošlo k zakreslení do plánu, 2) další možností může být to, že se nejedná o mohyly, ale o přírodní tvary reliéfu. Některé z mohyl však lidarem naopak zachyceny nebyly. Důvodem může být pravděpodobně to, že dotyčné mohyly byly kupříkladu zničeny zcela výzkumem nebo hospodařením pole a žádné fyzické stopy se po nich v terénu nedochovaly, lidarové měření tak nemohlo nic zachytit. Dnes lze v terénu mimo zemědělsky obdělávanou plochu najít jen jedinou částečně zachovanou mohylu č. 24, na které stojí socha sv. Vojtěcha.

Pokud dále porovnáme výsledky z povrchových sběrů obou lokalit, tak dojdeme k podobným závěrům. Při nedestruktivních výzkumech lokalit byly získány keramické soubory vrcholně středověkého a novověkého charakteru. Oba soubory obsahovaly keramické střepy odpovídající oxidačnímu a redukčnímu výpalu (Behenský 2017), z nichž některé také měly barevné glazury. Většinou se jednalo o keramický odpad z vesnických domů vyhazovaný do hnojišť, kde došlo ke smíchání se hnojem (Behenský 2017), který byl pak následně odvážen na zemědělská pole a používán k obdělávání. Výjimkou byly nálezy železářské strusky (Behenský 2017) v Sedlci. Takže můžeme říci, že výsledky na obou lokalitách jsou zcela podobné. Dále se ovšem nepodařilo najít další doklady, které by rozšířily poznatky o mohylových pohřebištích.

Výsledky kombinace magnetometrického a elektrického odporového měření na lokalitě Zelené prováděné Romanem Křivánkem z ARÚP, však nepřinesly uspokojující výsledky. Magnetometrické měření použité na vybranou část zemědělského pole sice odhalilo magnetické anomálie, ale ty se nacházely jen „*při okrajích předpokládaných mírných elevací mohyl*“, které však nebyly zcela prokazatelné. Obě metody byly dále použity nad jedním světlým segmentem kruhového tvaru předpokládané mohyly. Magnetometrie odhalila pouze několik ojedinělých magnetických anomálií nad kovy

v okolní ornice, ale nic jiného. U elektrického odporového měření byly rozlišeny části anomálie půlobloukovitého tvaru ukazující nejspíše na relikty silně poškozeného kamenitého mohylového pláště. Výsledky těchto dvou metod však nebyly uspokojivé. Závěrem lze říci, že v případě řady archeologických lokalit může být na použití geofyzikálních metod již pozdě (Křivánek 2014, 163-164).

Porovnáním jednotlivých výsledků z provedené geochemické analýzy odebraných vzorků ze zkoumaných lokalit Sedlec-Hůrka a Zelené jsem dospěl též k velice překvapivým závěrům. U první zmíněné lokality byla provedena analýza půdních vzorků shromážděných již během přípravy mé bakalářské práce, které ale byly laboratorně změřeny až v rámci přípravy této diplomové práce. Standardně byly porovnávány hodnoty zjištěné pro dvě skupiny vzorků, a to pro původní místa mohylových náspů a pro okolní ornici. Pouze u čtveřice prvků byl nalezen statisticky významný rozdíl hodnot, a to u křemíku, titanu, arsenu a železa. Křemík a titan měly podle vytvořených krabicových grafů větší zastoupení v mohylách než v ornici, což nejspíše nasvědčuje tomu, že v původních místech mohyl se stále vyskytoval materiál jiného chemického složení než v jejich okolí. Lze tedy konstatovat, že na stavbu mohyl byl tedy používán materiál bohatý na tyto dva prvky. Zbylé prvky arsen a železo naopak dosahovaly relativně vyšších hodnot v ornici ve srovnání s původními plochami mohyl. Důvodem může být to, že v dopravovaném stavebním materiálu pro vršení náspů měly menší zastoupení nebo v něm úplně chyběly. Na lokalitě Zelené byla situace velmi obdobná. I zde došlo k provedení statistického zkoumání a porovnávání hodnot zjištěných u naměřených vzorků ze zaniklých mohyl a sousední ornice. Analýza získaných dat byla realizována stejným způsobem jako u Sedlce-Hůrky (srovnání dílčích hodnot chemických prvků pro plochy zaniklých mohyl s hodnotami z ornice). I když byly zjištěné rozdíly poměrně malé, tak ukázaly statisticky významnou diferenciaci pro obě srovnávané skupiny měření. Nejvyšší statisticky významný rozdíl hodnot byl detekován u stejných chemických prvků jako u předchozí lokality, tj. u: křemíku (Si), titanu (Ti), arsenu (As) a železa (Fe). První dva prvky měly relativně vyšší zastoupení v mohylách, přičemž arsen a železo se více vyskytovaly v ornici. Vysvětlení

je v podstatě obdobné jako u Sedlce-Hůrky. V původních místech zničených mohyl byla odhalena stále ještě chemicky detekovatelná přítomnost materiálu používaného na vršení mohylových náspů, bohatšího na křemík a titan, přičemž se jistě jednalo o materiál odlišného chemického složení než v povrchové vrstvě půdy. Arsen a železo se vyskytovaly v mírně zvýšených koncentracích spíše v ornici, než v místech původních mohyl. Vysvětlení může být takové, že tyto prvky mohly chybět ve stavebním materiálu pro mohyly, použitím pro vršení mohylových náspů, nebo se v něm nacházely pouze v nepatrném množství. Závěrem lze říci, že obě lokality byly, co se týče jejich geochemie, velice podobné a potvrdila se hypotéza, že lokálně stále přetrvává zbytkový chemický signál zaniklých mohylových náspů. To se podařilo prokázat na obou studovaných lokalitách pomocí stejných chemických markerů.

## **12 ÚČINNOST POUŽITÝCH NEDESTRUKTIVNÍCH METOD**

K identifikaci zaniklých mohylových náspů na ploše mohylového pohřebiště Zelené (okr. Plzeň-jih) bylo použito několik nedestruktivních metod archeologické prospekce. Jednalo se zejména o leteckou archeologii a její letecké snímky, dále letecké laserové skenování (LiDAR), geochemický průzkum (XRF analýza), povrchový sběr a geofyzikální průzkum (magnetometrie, geoelektrická odporová metoda).

Nejvyšší úspěšnost detekce byla shledána u leteckého snímkování, lidarů a geochemického průzkumu. Jelikož většina mohyl byla zničena zemědělskou činností a archeologickými výzkumy a v terénu se po nich nezachovaly žádné viditelné pozůstatky, muselo se přikročit k jejich opětovné identifikaci jiným způsobem. Na základě zkoumání pořízených leteckých fotografií lokality se podařilo na ploše pohřebiště lokalizovat pomocí tzv. „*půdních příznaků*“ 20 anomálií nepravidelného kruhového půdorysu světlé barvy, vizuálně odlišné od okolního prostředí, které představují původní místa zaniklých mohylových náspů. Tímto způsobem bylo tedy možné identifikovat 20 z celkového počtu 29 mohyl podle starého plánu mohylového pohřebiště, který zpracoval T. Voves.

Letecká archeologie se stala primárním nástrojem pro lokalizaci mohyl a ve výsledku přispěla k dalšímu poznání současného stavu dříve zkoumaných mohylových pohřebišť.

Další úspěšnou metodou bylo letecké laserové skenování. Na pořízeném lidarovém snímku se podařilo zachytit vhodnou vizualizací dat 24 mohyl z celkového počtu 29, tedy pouhých 5 mohyl bohužel lidar nezachytil. I tato metoda se pro detekci mohyl stala velmi důležitou, protože zjištěné výsledky se mohly být porovnány s obdobnou lokalitou Sedlec-Hůrka, která též přinesla zajímavé informace. Provedený geochemický průzkum též přinesl zajímavé výsledky. Na základě rozboru odebraných vzorků z míst zničených mohyl se zaměřenou lokalizací podařilo prokázat v jejich prostoru stopy po původním materiálu odlišného chemického složení, než je typické pro okolní povrchovou vrstvu půdy. Tento odlišný materiál, charakteristický pro mohylové násypy, byl prokázán jak na mohylovém pohřebišti Zelené, tak i na lokalitě Sedlec-Hůrka. Výsledky z obou lokalit se od sebe příliš nelišily. Na lokalitě Zelené se z počtu 29 mohyl geochemickou analýzou odebraných vzorků podařilo identifikovat patrně 27 reliktních mohylových násypů.

Nejméně účinnými metodami se stal povrchový sběr a geofyzikální průzkum. Při povrchovém sběru byly sice nalezeny soubory keramických střepů, které ovšem pocházely z vrcholného/pozdního středověku a novověku a neměly pravděpodobně se zaniklými mohylami žádnou souvislost. Výsledky povrchových sběrů tedy nepřinesly nové poznatky o tomto mohylovém pohřebišti. K pokusu o identifikování mohyl pomocí geofyzikálního průzkumu došlo použitím dvou metod – magnetometrie a geofyzikálního odporového měření, ale jejich výsledky nebyly jednoznačně interpretovatelné. První metoda zachytila jednotlivé bodové anomálie pouze nad jedním zkoumaným segmentem předpokládané mohyly vysvětlené snad jako sondy po minulých výzkumech (Šmejda 2007b), přičemž u druhé metody se podařily zjistit

relikty kamenných destrukcí půlobloukovité anomálie ukazující nejspíše na silně poškozený kamenitý plášť zaniklé mohyly (Křivánek 2014, 163-164).

### **13 ZÁVĚR**

Cílem diplomové práce bylo zkoumání možností identifikace silně poškozených mohylových náspů za pomoci nedestruktivních metod archeologického průzkumu. Na rozdíl od mé bakalářské práce jsem nyní postupoval metodologicky komplexnějším a náročnějším způsobem. Ve vybraných částech současné krajiny, ve kterých se nacházejí pravěká mohylová pohřebiště, bylo aplikováno několik dostupných metod archeologické prospekce (letecká archeologie, letecké laserové skenování – lidar, povrchový sběr, geochemický a geofyzikální průzkum) za účelem zachytit zbylé pozůstatky jednotlivých rozoraných mohyl. V úvodu jsem se věnoval obecným tématům jako např. přírodnímu prostředí lokalit a historii jejich archeologického výzkumu. Další velký blok se zabýval metodikou práce a to konkrétně použitými prospekčními metodami, zpracováním plánů v prostředí programu ESRI ArcGIS, terénními průzkumy lokalit a laboratorním zpracováním odebraných půdních vzorků atd. Zbývající části práce se zabývaly především geochemickými analýzami odebraných vzorků z mohylových pohřebišť. Následně byly porovnány zjištěné geochemické výsledky mezi oběma zkoumanými lokalitami. Na závěr byla shrnuta celková účinnost jednotlivých použitých metod, u které největších výsledků dosáhla letecká archeologie, lidar a geochemický průzkum.

Pomocí letecké archeologie, tedy jejích pořízených leteckých snímků bylo potvrzeno stejně jako u lokality Sedlec-Hůrka, že lze zaniklé mohyly za vhodných podmínek identifikovat a to na základě půdních příznaků, kterými se projevují i po faktickém zániku výrazněji převýšených mohylových náspů. Pokud se podíváme na lidarový sken, zjistíme, že se většinu destruovaných mohyl, které zakreslil během archeologického výzkumu v letech 1935 – 1939 do svého plánu T. Voves podařilo leteckým laserovým skenováním zachytit. Mohyly se projevovaly nepravidelnými kruhovými anomáliemi. Zajímavostí je, že lidar naznačil existenci dvou dalších mohyl,

jež se na plánu z doby výzkumu mohylníku nenacházely. Interpretace může být dvojitá: 1) při archeologickém výzkumu nejspíše mohlo dojít k přehlednutí již silně erodovaných mohyl a z této příčiny nebyly zaneseny do dokumentace nebo 2) tyto objekty nemusí být zničenými mohylami, ale může se jednat o přírodní tvary reliéfu, formálně jen podobné reliktvům mohyl. Tyto dva případy zatím nebyly testovány geochemicky, což by pravděpodobně v budoucnu mohlo podpořit či vyloučit jednu z těchto dvou hypotéz.

Povrchové sběry nepřinesly žádné nové poznatky o mohylových pohřebištích, když při jejich průběhu byly nalezeny pouze soubory středověké a novověké keramiky, která s mohylami ovšem nesouvisela.

U geochemického průzkumu bylo na rozdíl od povrchových sběrů dosaženo velice slibných výsledků. U obou porovnávaných lokalit byly prokázány stopy přítomnosti původního materiálu jiného chemického složení než je okolní půda, logicky se může jednat o materiál používaný ke stavbě mohylových náspů. Došlo k ověření, že plochy zničených mohyl dosahují u několika chemických prvků relativně vyššího zastoupení než chemická skladba prvků v okolní ornici. Při zpracování vzorků byly u obou zkoumaných lokalit identifikovány identické chemické markery rozdílů mezi relikty mohyl a běžnou ornicí (křemík, titan, železo, arsen), z nichž křemík a titan byly obvykle více zastoupeny v mohylách a železo a arsen v ornici. Před několika lety byl na lokalitě Zelené proveden také geofyzikální průzkum, konkrétně magnetometrické a geoelektrické odporové měření, ovšem tyto metody nebyly v ověřování reliktvů mohyl příliš úspěšné.

Lze konstatovat, že ve specifických podmínkách západních Čech se podařilo ohodnotit potenciál řady nedestruktivních metod archeologického průzkumu, z nichž některé mají velmi dobrou úspěšnost identifikace silně poškozených až zdánlivě zcela zničených mohylových náspů na zemědělsky obdělávaných plochách. Pokud se nejúspěšnější z těchto metod, tedy geochemie, lidar a letecké snímkování použijí společně, mohou se navzájem ověřovat a přinést řadu zcela nových poznatků vysoké

spolehlivosti v oblasti archeologického studia vývoje kulturní krajiny. Protože se jedná v některých ohledech o průkopnickou práci, bude třeba v budoucnu testovat použitou metodiku na větším počtu krajinných transektů a tak zjistit, nakolik je možné popsaný postup použít v oblastech s různými přírodními podmínkami a v jaké míře lze dosažené závěry zobecnit.

## **14 SUMMARY**

This work diploma thesis deals with the potential of archaeological prospection methods for the detection of severely damaged burial mound. The cemetery burial grounds of Sedlec – Hůrka, Štáhlavy – Hájek and Zelené from the Middle Bronze Age to the La Tène period were selected for my investigation. These sites were explored at the end of the 19th century by archaeologists F. X. Franc and J. L. Píč. This work is divided into three main parts. The first part deals with more general topics, such as the natural environment of the localities, their history of archaeological research, the characteristics of tumulus cemeteries and burial mounds themselves. The next section describes a method of work, involving selected methods of archaeological prospection used in the research of these sites and their contribution to archaeology. This chapter also describes the creation of plans in the ArcGIS software, field measurements at the localities studied, identification of mounds using aerial archaeology and lidar at the Zelené site, surface collection of artefacts at the Zelené site and laboratory processing of collected samples. The third and the last part focuses on the analysis of samples taken from the studied sites, the comparison of the results between the sites Sedlec-Hůrka, Zelené and Štáhlavy-Hájek, and finally on a discussion of the comparative effectiveness of the non-destructive methods used at these sites. At the Zelené site, positive results have been achieved by aerial photography, which resulted in the identification of remains of destroyed mounds using so-called soil marks. Lidar's measurements captured slight morphological traces of most of the barrows on the site. The surface collection did not show any relevant findings related to the tumulus cemetery at Zelené. Very interesting results were



achieved by obtained by geochemical analysis. Chemical traces of the presence of original material from the former burial mounds, similar to those from Sedlec-Hůrka site, were observed, using XRF spectrometry multi-element analysis.

## 15 POUŽITÁ LITERATURA

Baierl, P. – Hložek, J. – Menšík, P. 2011: Možnosti elektrické odporové metody na příkladu vrcholně a pozdně středověkých památek dochovaných v lesním prostředí. *Acta Fakulty filozofické Západočeské univerzity v Plzni* 4/11, 15-26.

Behenský, P. 2017: Možnosti identifikace silně poškozených mohylových naspů nedestruktivními metodami: případová studie Sedlec-Hůrka. Nepublikovaná bakalářská práce FF ZČU Plzeň.

Čechura, M. 2016: Archeologický výzkum mohyl v Zeleném pohledem obecního kronikáře. *Archeologie západních Čech* 10, 23-38.

Čtrnáct, V. 1950: K pohřebnímu ritu v mohylách na Plzeňsku. *Obzor prehistorický* 14, 371-375.

Čtrnáct, V. 1973: Zásypová keramika ze středobronzových mohyl na Plzeňsku. *Výzkumy v Čechách* 1970, 184-211.

Čujanová-Jílková, E. 1964: Východní skupina českofalcké mohylové kultury. *Památky archeologické* 55/1, 1-81.

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

Demek, J. a kol. 2006: *Hory a nížiny. Zeměpisný lexikon ČR. 2. vydání.* Brno.

Doneus, M. a kol. 2008: Archaeological prospection of forested areas using full-waveform airborne laser scanning. *Journal of Archaeological Science* 35/4, 882-893.

Geletič, J. a kol. 2013: *Úvod do ArcGIS 10.* Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

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.

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.

Havlíková, M. – Křišťuf, P. 2017: Význam zbraní v pohřebním ritu střední doby bronzové - The importance of weapons in the burial rite of the Middle Bronze Age, *Archeologie ve středních Čechách* 21, 261-271.

Hejcman, M. – Součková, K. – Křišťuf, 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, 67-72.

Hofmann, G. – Čujanová, E. 1992: Úvahy o stavbě mohyl v době bronzové. *Sborník Západočeského muzea v Plzni – Historie* 8, 28-33.

Hložek, M. – Holub, P. – Sedláčková, L. – Trojek, T. 2005: Doklady slévání barevných kovů ve středověkém Brně na základě nálezů tyglíků z náměstí Svobody 9. *Archeologia historica* 17, 87-93.

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 muzea v Plzni* 2, 1-8.

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

Chlevišťan, J. 2014: Mohylové pohřebiště Žákava-Sváreč. Nepublikovaná bakalářská práce FF ZČU Plzeň.

Chlevišťan, J. 2016: Mohylová pohřebiště v krajině: Potenciál leteckého laserového snímkování při průzkumu jižního Přešticka. Nepublikovaná diplomová práce FF ZČU Plzeň.

Chvojka, O. – Křišťuf, P. – Rytíř, L. 2009: Mohylová pohřebiště na okrese Písek. 1 díl. Cíle, současný stav poznání a metoda sběru dat. Archeologické výzkumy v jižních Čechách. České Budějovice – Plzeň.

Chytráček, M. – Michálek, J. 2008: Halštatská mohylová kultura. In: N. Venclová (ed.), Archeologie pravěkých Čech 6. Doba halštatská, Praha, 66-83.

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

Jílková, E. – Rybová, A. – Šaldová, V. 1959: Mohylové pohřebiště na Hájku u Štáhlav, okres Plzeň. Památky archeologické 50/1, 54-119.

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.

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.

Kohoutová, A. 2014: Mohylové pohřebiště Tajanov – Husín (okr. Klatovy). Nepublikovaná bakalářská práce FF ZČU Plzeň.

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

Kössl, J. 2007: Josef Ladislav Píč – život a dílo. (Vliv odborných sporů na jeho soukromý a společenský život). Nepublikovaná diplomová práce PF JČU České Budějovice.

Koutecký, D. 2008: Bylanská kultura. In: N. Venclová (ed.), Archeologie pravěkých Čech 6. Doba halštatská, Praha, 46-66.

Křišťuf, P. – Praumová, R. – Švejcar, O. 2011: Prostorové uspořádání mohylových pohřebišť na Plzeňsku. Acta Fakulty filozofické Západočeské univerzity v Plzni 4/11, 104-127.

Křišťuf, P. – Švejcar, O. 2012: Možnosti identifikace rodiny v pravěku na základě studia mohylových pohřebišť – Identification of family in prehistory based on spatial analysis of cemeteries, Antropowebzin 3/2012, 221-232.

Křišťuf, P. – Švejcar, O. – Praumová, R. 2013: Monumentalita mohyl v době bronzové: odraz rodiny, nobility, genderu nebo kulturní příslušnosti-Monumentalität der Grabhügel in der Bronzezeit: Ausdruck der Familie, Nobilität, des Genders oder der kulturellen Zugehörigkeit, Archeologie západních Čech 5, 23-35.

Křišťuf, P. 2015: Kontinuita mohylových pohřebišť doby bronzové v západních Čechách. Příspěvek k významu velikosti milavečských mohyl – Continuity of the Barrow Burial Sites in Western Bohemia. In: O. Ožďáni (ed.), Popelnicové polia a doba halštatská, Nitra, 113-124.

Křišťuf, P. – Švejcar, O. – Havlíková, M. 2017: Bojovníci z mohylového pohřebiště Sedlec-Hůrka: příspěvek k poznání válečnictví doby bronzové. Archeologie západních Čech 12, 16-32.

Křivánek, R. 2004: Geofyzikální metody. In: Kuna, M. (Ed.), Nedestruktivní archeologie: teorie, metody a cíle – Non – destructive archaeology: theory, methods and goals, 117-183. Praha: Academia.

Křivánek, R. 2014: Proč jsou (a budou) možnosti i výsledky geofyzikálních měření v areálech dříve zkoumaných mohylových pohřebišť problematické? *Archeologie západních Čech* 7, 161-169.

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

Kuna, M. – Tomášek, M. 2004: Povrchový průzkum reliéfních tvarů. In: Kuna, M. (Ed.), *Nedestruktivní archeologie: teorie, metody a cíle – Non – destructive archaeology: theory, methods and goals*, 237-296. Praha: Academia.

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

Lungová, V. 2010: *Historie výzkumu mohylových pohřebišť v západních Čechách*. Nepublikovaná bakalářská práce FF ZČU Plzeň.

Lutovský, M. 2009: *Raně středověká archeologie v Čechách. Úvod do studia*. Hradec Králové.

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.

Neustupný, E. (ed.) 2008: *Archeologie pravěkých Čech 4. Eneolit*. Praha.

Nožínová, S. – Křišťuf, P. 2017: Šperky jako součást kroje střední doby bronzové – Jewellery as part of costume in the Middle Bronze Age, *Acta Fakulty filozofické Západočeské univerzity v Plzni* 2017, roč. 9, č. 1, 153-172.

Pavlů, I. (ed.) 2007: *Archeologie pravěkých Čech 3. Neolit*. Praha.

Píč, L. J. 1895a: *Mohyly Lužanské. Památky archeologické a místopisné* 16/9, 522-546.

Píč, L. J. 1895b: *Mohyly Lužanské*. Praha.

Píč, L. J. 1900: *Starožitnosti země České I/2. Pokolení kamenných mohyl*. Praha.

Pleinerová, I. 1980: Kultovní objekty z pozdní doby kamenné v Březně u Loun. Památky archeologické 71, 10-60.

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

Schejbalová, Z. 2011: Raně středověká řadová pohřebiště v Plzeňském kraji. Frühmittelalterliche Reihengräberfelder in Pilsner region. Raně středověká pohřebiště v západních Čechách. Frühmittelalterliche Reihengräberfelder in Westböhmen 1. Plzeň.

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.

Šebková, K. 2016: Historická krajina Stříbrska. Terénní ověřování výsledků leteckého laserového skenování. Nepublikovaná diplomová práce FF ZČU Plzeň.

Sklenář, K. 2010: Mohyly jihozápadních Čech před F. X. Francem. Archeologie západních Čech 1, 8-15.

Šmejda, L. 2003: Zpráva o archeologickém výzkumu lokality Štáhlavy-Hájek v roce 2002, Sborník Muzea středního Posázaví v Ratajích a Archeologické společnosti ZČU v Plzni 2, 33–36.

Šmejda, L. 2007a: Poznámky k průzkumu lesního prostředí pomocí detektorů kovů – Survey of Forested Landscapes with the Aid of Metal Detector. In: P. Krištuf – L. Šmejda – P. Vařeka (eds.), Opomíjená archeologie 2005-2006 (Neglected archaeology 2005-2006). Plzeň: Západočeská univerzita, Katedra archeologie, s. 233-234.

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

archeologie 2005-2006 (Neglected archaeology 2005-2006). Plzeň: Západočeská univerzita, Katedra archeologie, s. 261-270.

Šmejda, L. 2007c: Letecká archeologie a internetové zdroje dat: situace v ČR. In: P. Křišťuf – L. Šmejda – P. Vařeka (eds.), *Opomíjená archeologie 2005-2006 (Neglected archaeology 2005-2006)*. Plzeň: Západočeská univerzita, Katedra archeologie, s. 255-260.

Šmejda, L. 2009: Mapování archeologického potenciálu pomocí leteckých snímků. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni.

Šmejda, L. 2010: Přehled korespondence F. X. France (1838 – 1910). *Archeologie západních Čech* 1, 114-124.

Šmejda, L. 2011: Burial Mounds in West Bohemia: The Current State of Research, In: Borgna, E., Müller Celka, S. (Eds.), *Ancestral Landscapes: Burial Mounds in the Copper and Bronze Ages (Central and Eastern Europe - Balkans - Adriatic - Aegean, 4th-2nd millennium B. C.)*. Proceedings of the International Conference held in Udine, May 15th-18th 2008, Lyon, 120-126.

Thomasová, H. – Trnka, R. 2010: Méně známá fakta o životě, výzkumech a nálezích F. X. France. *Archeologie západních Čech* 1, 42-58.

Trier, D. Q. – Zortea, M. – Topping, Ch. 2015: Automatic detection of mound structures in airborne laser scanning data. *Journal of Archaeological Science: Reports* 2, 69-78.

Venclová, N. (ed.) 2008: *Archeologie pravěkých Čech 6. Doba halštatská*. Praha.

Vokolek, V. 2008: Slezskoplatěnická kultura. In: N. Venclová (ed.), *Archeologie pravěkých Čech 6. Doba halštatská*, Praha, 84-97.

## **16 INTERNETOVÉ ZDROJE**

<https://mapy.geology.cz/geocr50/> 5. 9. 2018

<https://mapy.geology.cz/pudy/> 5. 9. 2018

<https://mapy.cz/zakladni?x=13.3410649&y=49.5331816&z=14&source=ward&id=618>  
7 5. 9. 2018

<https://kontaminace.cenia.cz/> 5. 9. 2018

<http://lekarske.slovniky.cz/pojem/kolorimetrie/> 10. 1. 2019

<http://www.archeologickyatlas.cz/> 11. 4. 2019

## **17 PŘÍLOHY**

### **17. 1 Seznam grafů**

Graf 1 – Křemík (Si) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – Sedlec-Hůrka

Graf 2 – Titan (Ti) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – Sedlec-Hůrka

Graf 3 – Železo (Fe) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – Sedlec-Hůrka

Graf 4 – Arsen (As) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – Sedlec-Hůrka

Graf 5 – Křemík (Ti) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – Zelené

Graf 6 – Titan (Si) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – Zelené

Graf 7 – Železo (Fe) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – Zelené

Graf 8 – Arsen (As) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – Zelené

Graf 9 – Křemík (Si) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – sloučená měření Sedlec-Hůrka a Zelené

Graf 10 – Titan (Ti) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – sloučená měření Sedlec-Hůrka a Zelené

Graf 11 – Stroncium (Sr) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – sloučená měření Sedlec-Hůrka a Zelené



Graf 12 – Zirkonium (Zr) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – sloučená měření Sedlec-Hůrka a Zelené

Graf 13 – Thorium (Th) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – sloučená měření Sedlec-Hůrka a Zelené

Graf 14 – Hliník (Al) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – sloučená měření Sedlec-Hůrka a Zelené

Graf 15 – Chrom (Cr) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – sloučená měření Sedlec-Hůrka a Zelené

Graf 16 – Železo (Fe) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – sloučená měření Sedlec-Hůrka a Zelené

Graf 17 – Nikl (Ni) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – sloučená měření Sedlec-Hůrka a Zelené

Graf 18 – Měď (Cu) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – sloučená měření Sedlec-Hůrka a Zelené

Graf 19 – Zinek (Zn) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – sloučená měření Sedlec-Hůrka a Zelené

Graf 20 – Arsen (As) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – sloučená měření Sedlec-Hůrka a Zelené

## **17. 2 Seznam obrázků**

Obr. 1 – Georeferencovaný plán mohylového pohřebiště Zelené podle T. Vovse – zobrazení na ortofotomapě (Autor Pavel Behenský)

Obr. 2 – Georeferencovaný plán mohylového pohřebiště Zelené podle T. Vovse – zobrazení hillshade (Autor Pavel Behenský)

Obr. 3 – Georeferencovaný plán mohylového pohřebiště Štáhlavy-Hájek podle F. X. France – zobrazení na ortofotomapě (Autor Pavel Behenský)

Obr. 4 – Georeferencovaný plán mohylového pohřebiště Štáhlavy-Hájek podle F. X. France – zobrazení hillshade (Autor Pavel Behenský)

Obr. 5 – Lidarový snímek mohylového pohřebiště Zelené, který zachycuje jednotlivé mohyly identifikované během leteckého laserového skenování (zdroj: Chlevišťan 2016, obr. 31)

Obr. 6 – Zelené (okr. Plzeň-jih); ortofotomapa lokality s vyznačenými relikty mohyl (zdroj: <http://mapy.cz>)

Obr. 7 – Historická ortofotomapa lokality Zelené z roku 1956 (zdroj: <http://kontaminace.cenia.cz>)

Obr. 8 – Starý plán mohylového pohřebiště Zelené podle T. Vovse (zdroj: Čechura 2016, obr. 4)

Obr. 9 – Starý plán mohylového pohřebiště Štáhlavy-Hájek podle F. X. France (zdroj: [www.archeologickyatlas.cz](http://www.archeologickyatlas.cz))

Obr. 10 – Mapa ČR s přehledem zkoumaných lokalit (Autor Pavel Behenský)

Obr. 11 – Plán mohylového pohřebiště Zelené s vyznačenými místy, kde byly odebrány vzorky půdy (Autor Pavel Behenský)

Obr. 12 – Plán mohylového pohřebiště Štáhlavy-Hájek s vyznačenými místy, kde byly odebrány vzorky půdy – mohyly 40 a 62 – ortofotomapa (Autor Pavel Behenský)

Obr. 13 – Plán mohylového pohřebiště Štáhlavy-Hájek s vyznačenými místy, kde byly odebrány vzorky půdy – mohyly 40 a 62 – zobrazení hillshade (Autor Pavel Behenský)

Obr. 14 – Přenosná měřicí komora s připojeným ručním XRF spektrometrem použitá k měření zpracovaných vzorků (foto: Pavel Behenský, 1. 2. 2019)

Obr. 15 – Zpracování odebraných vzorků v laboratořích FŽP ČZU v Praze (foto: Pavel Behenský, 1. 2. 2019)

Obr. 16 – Keramika z povrchového sběru – lokalita Zelené (foto: Pavel Behenský, 11. 4. 2019)

Obr. 17 – Koncentrace křemíku (Si) na mohylách – lokalita Zelené (Autor Pavel Behenský)

Obr. 18 – Koncentrace titanu (Ti) na mohylách – lokalita Zelené (Autor Pavel Behenský)

Obr. 19 – Koncentrace železa (Fe) v ornici – lokalita Zelené (Autor Pavel Behenský)

Obr. 20 – Koncentrace arsenu v ornici – lokalita Zelené (Autor Pavel Behenský)

Obr. 21 – Výsledky provedeného magnetometrického a geoelektrického odporového měření nad segmentem předpokládaného reliktu mohyly; a) magnetometrie – zachycení několika bodových objektů, b) geoelektrické odporově měření – reliktu kamenných destrukcí silně poškozeného kamenitého náspu mohyly (Křivánek 2014, obr. 2ab)

Obr. 22 – Jediná částečně zachovalá mohyla č. 24 u sochy sv. Vojtěcha – lokalita Zelené (foto: Pavel Behenský, 25. 12. 2018)

Obr. 23 – Současný stav mohylového pohřebiště Zelené (zemědělské pole, kde se vyskytovaly zaniklé mohyly, fotografováno 16. 10. 2018, autor Pavel Behenský)

Obr. 24 – Současný stav mohylového pohřebiště Zelené (zemědělské pole, kde se vyskytovaly zaniklé mohyly, fotografováno 16. 10. 2018, autor Pavel Behenský)

Obr. 25 – Současný stav mohylového pohřebiště Zelené (zemědělské pole, kde se vyskytovaly zaniklé mohyly, fotografováno 16. 10. 2018, autor Pavel Behenský)

Obr. 26 – Současný stav mohylového pohřebiště Šťáhlavy-Hájek (jedna z prokopaných mohyl F. X. Francem, fotografováno 13. 9. 2018, autor Pavel Behenský)

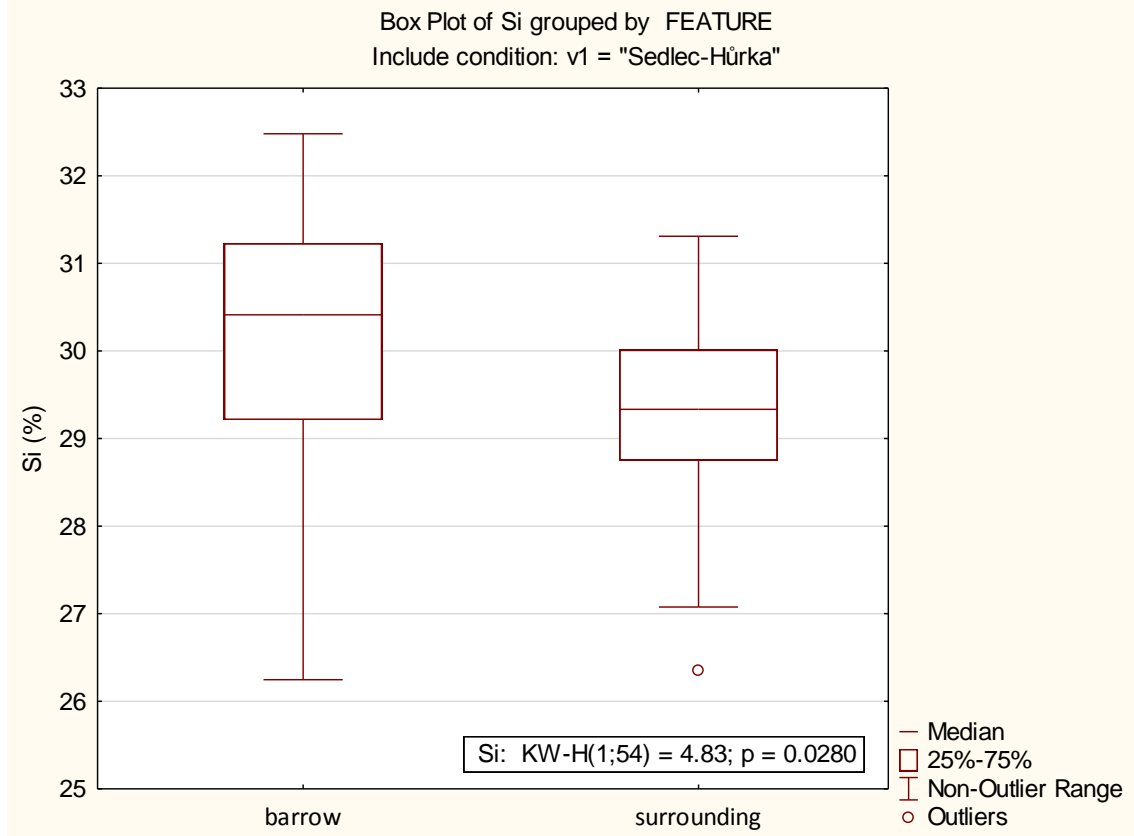
Obr. 27 – Současný stav mohylového pohřebiště Šťáhlavy-Hájek (jedna z prokopaných mohyl F. X. Francem, fotografováno 13. 9. 2018, autor Pavel Behenský)

Obr. 28 – Současný stav mohylového pohřebiště Štáhlavy-Hájek (jedna z prokopaných mohyl F. X. Francem, fotografováno 13. 9. 2018, autor Pavel Behenský)

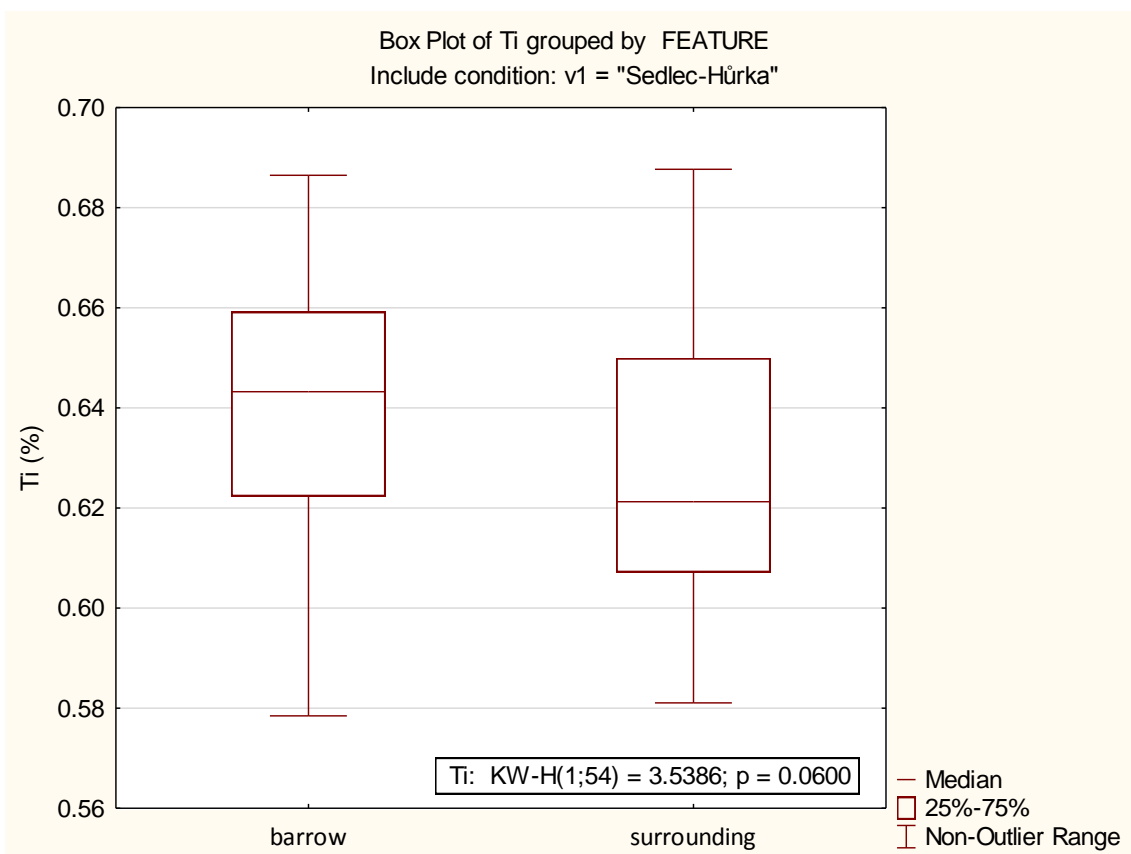
### **17. 3 Seznam tabulek**

Tab. 1 – Přehled jednotlivých naměřených prvků a jejich hodnot – Sedlec-Hůrka, Štáhlavy-Hájek a Zelené (pro každý vzorek zprůměrované hodnoty z 3 měření – hmot. %)

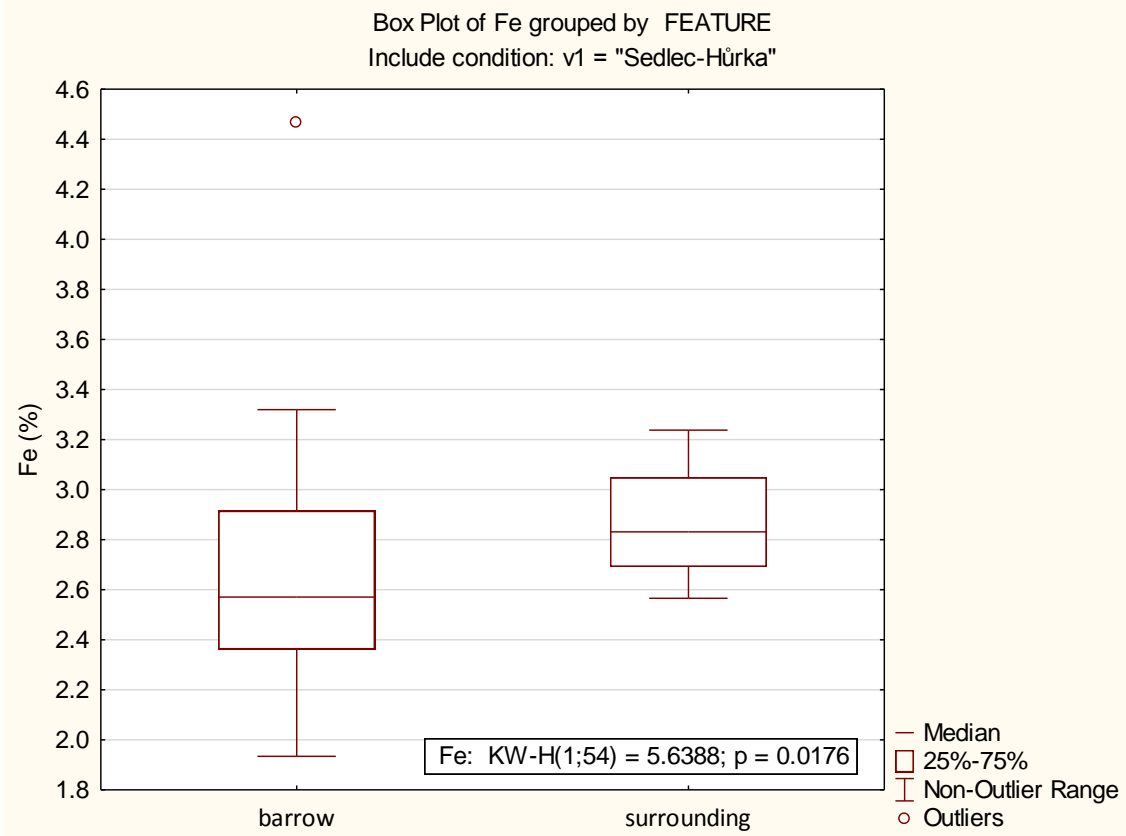
Tab. 2 – Přehled identifikovaných mohyl pomocí vybraných metod archeologické prospekce



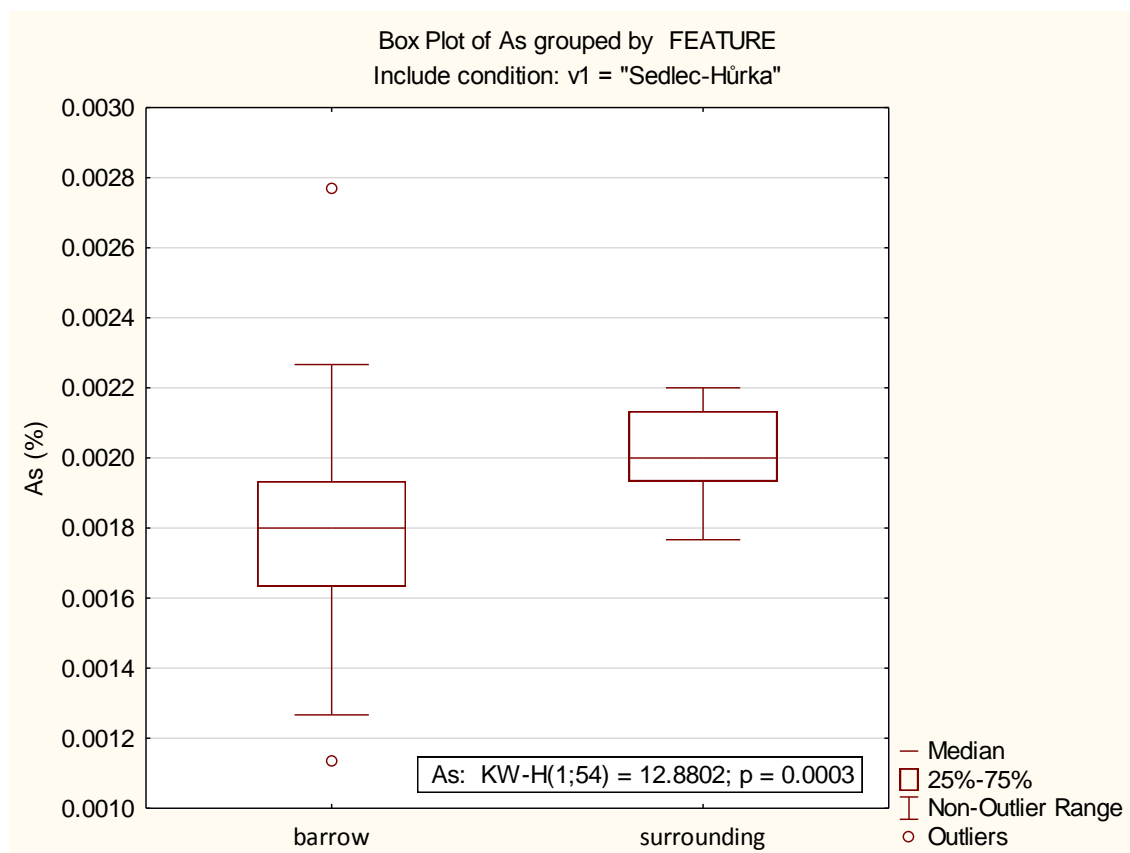
**Graf 1 – Křemík (Si) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – Sedlec-Hůrka**



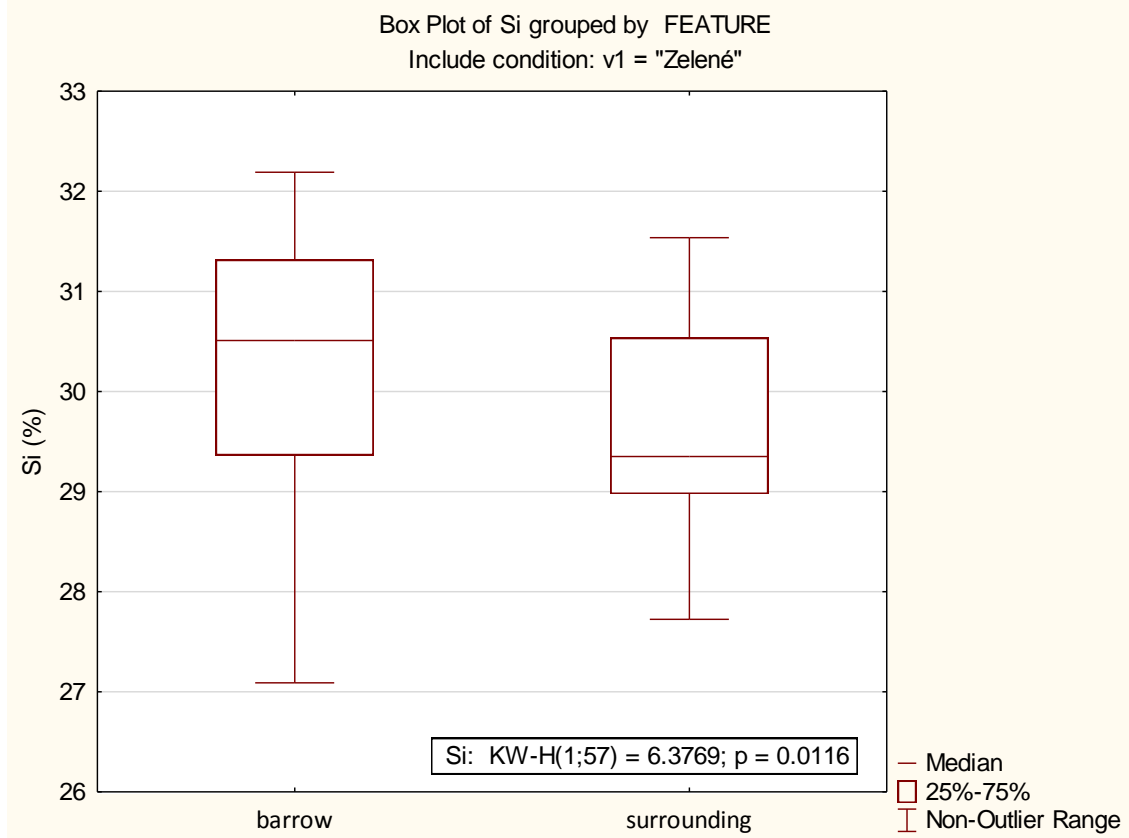
**Graf 2 – Titan (Ti) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – Sedlec-Hůrka**



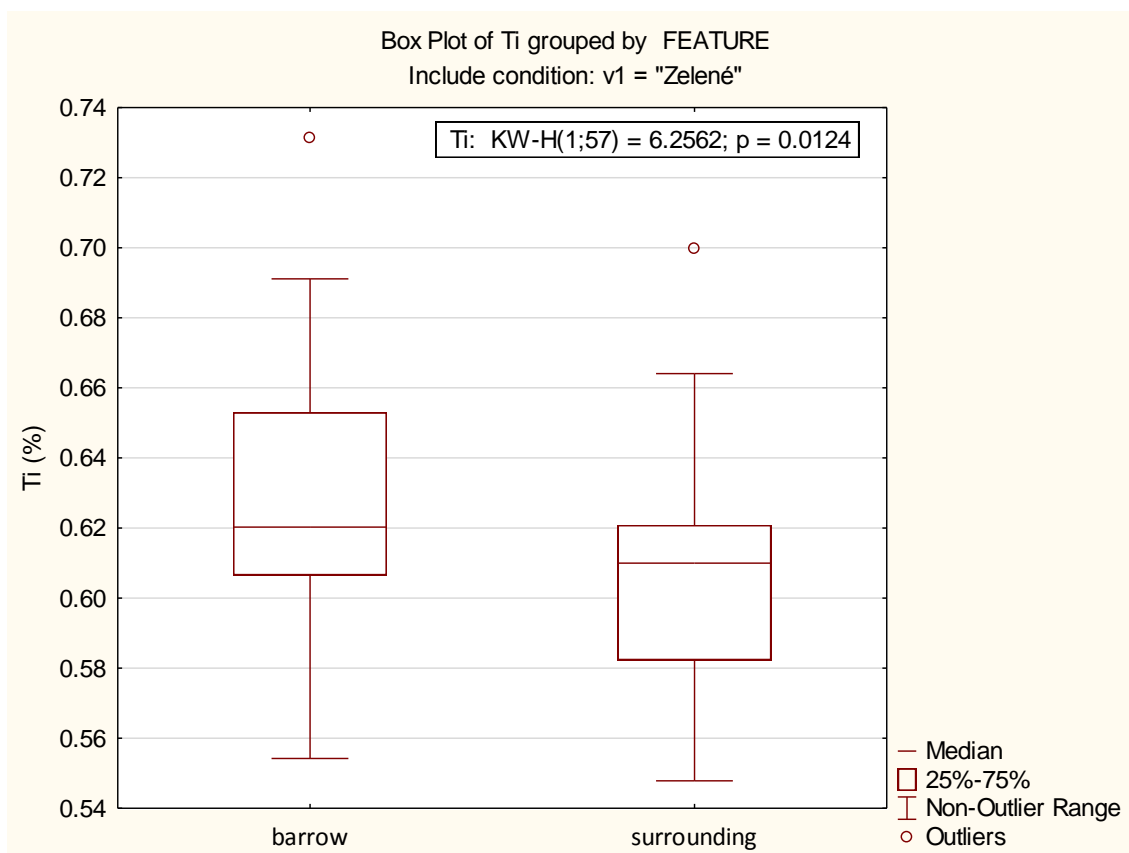
**Graf 3 – Železo (Fe) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – Sedlec-Hůrka**



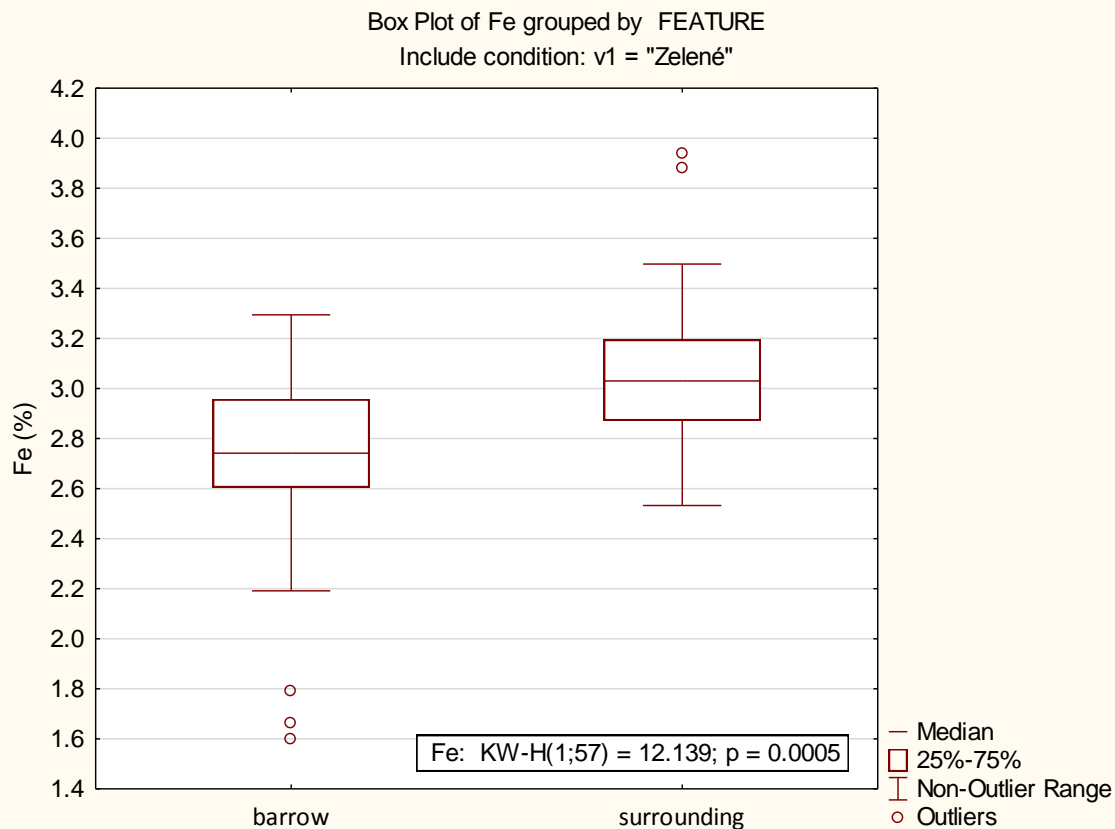
**Graf 4 – Arsen (As) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – Sedlec-Hůrka**



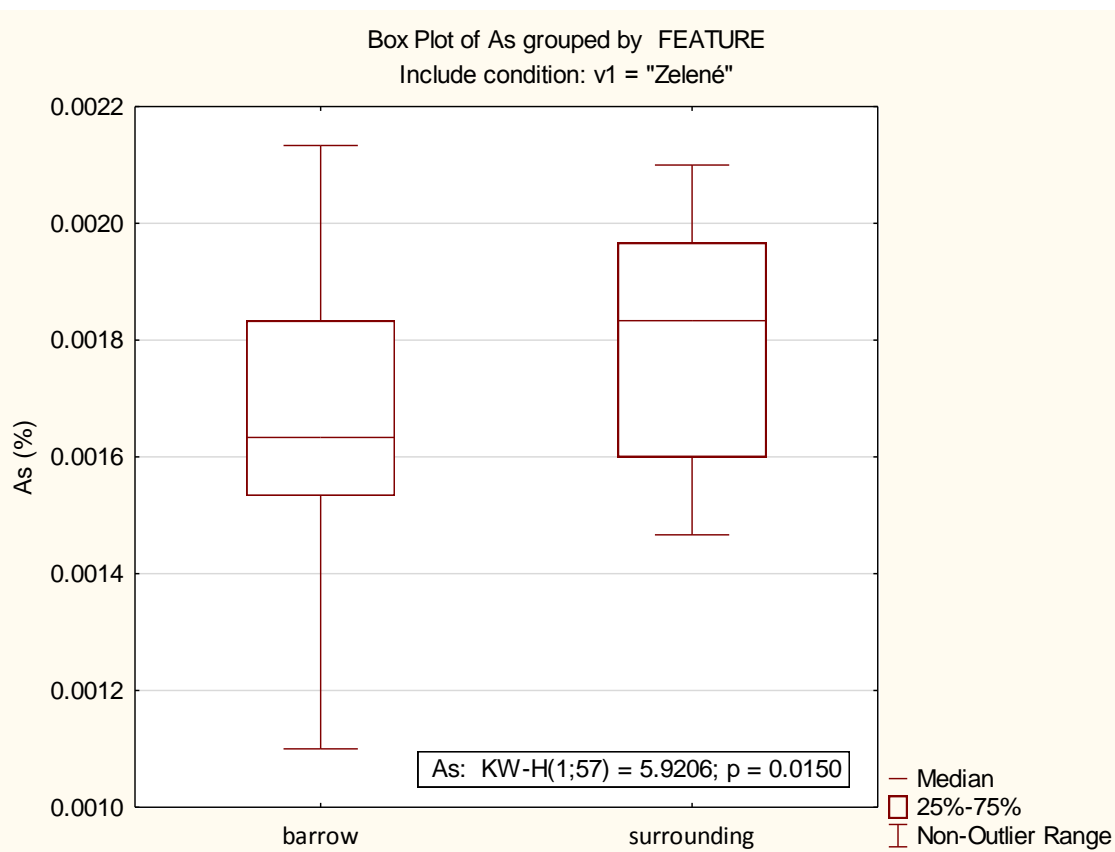
**Graf 5 – Křemík (Si) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – Zelené**



**Graf 6 – Titan (Ti) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – Zelené**

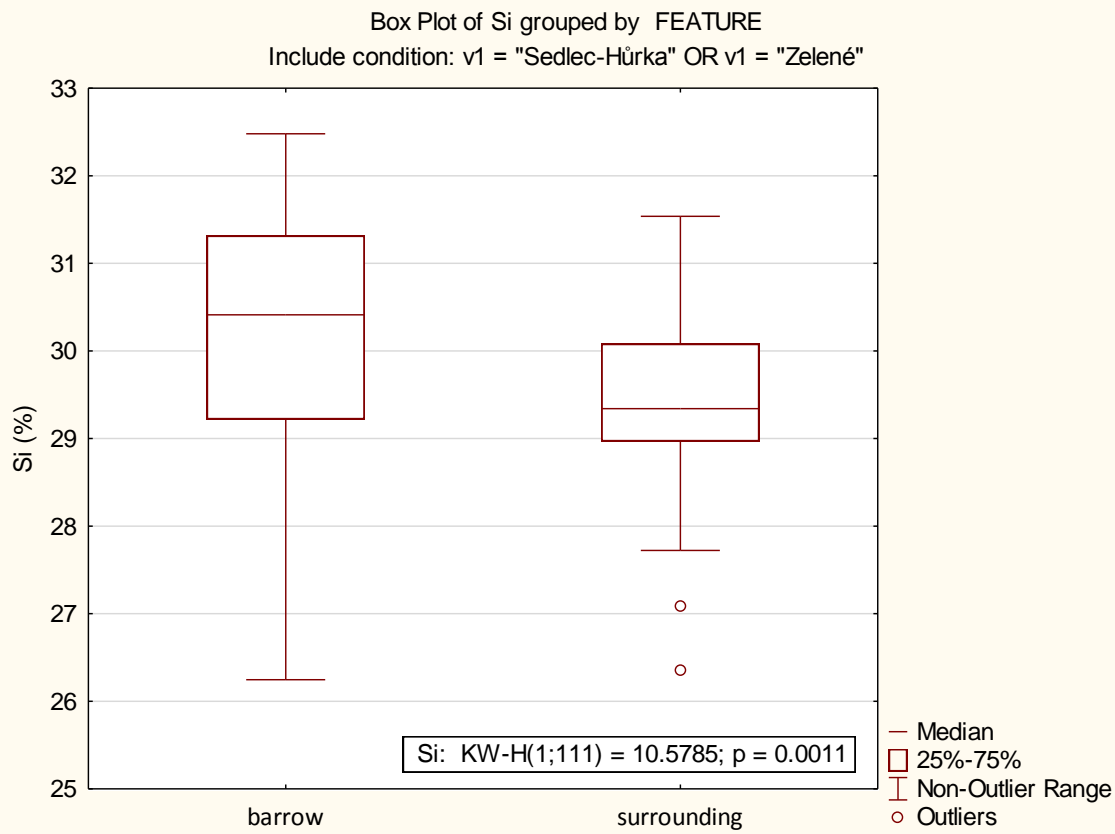


**Graf 7 – Železo (Fe) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – Zelené**

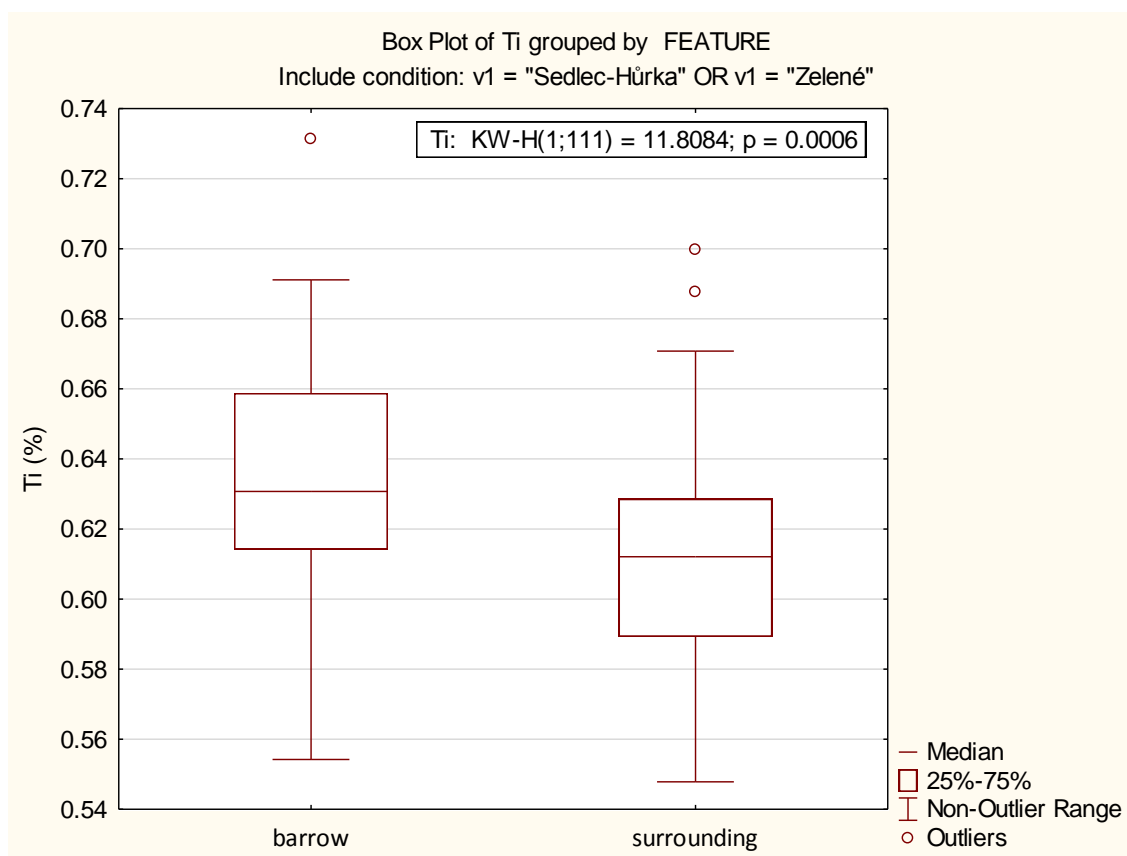


**Graf 8 – Arsen (As) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – Zelené**

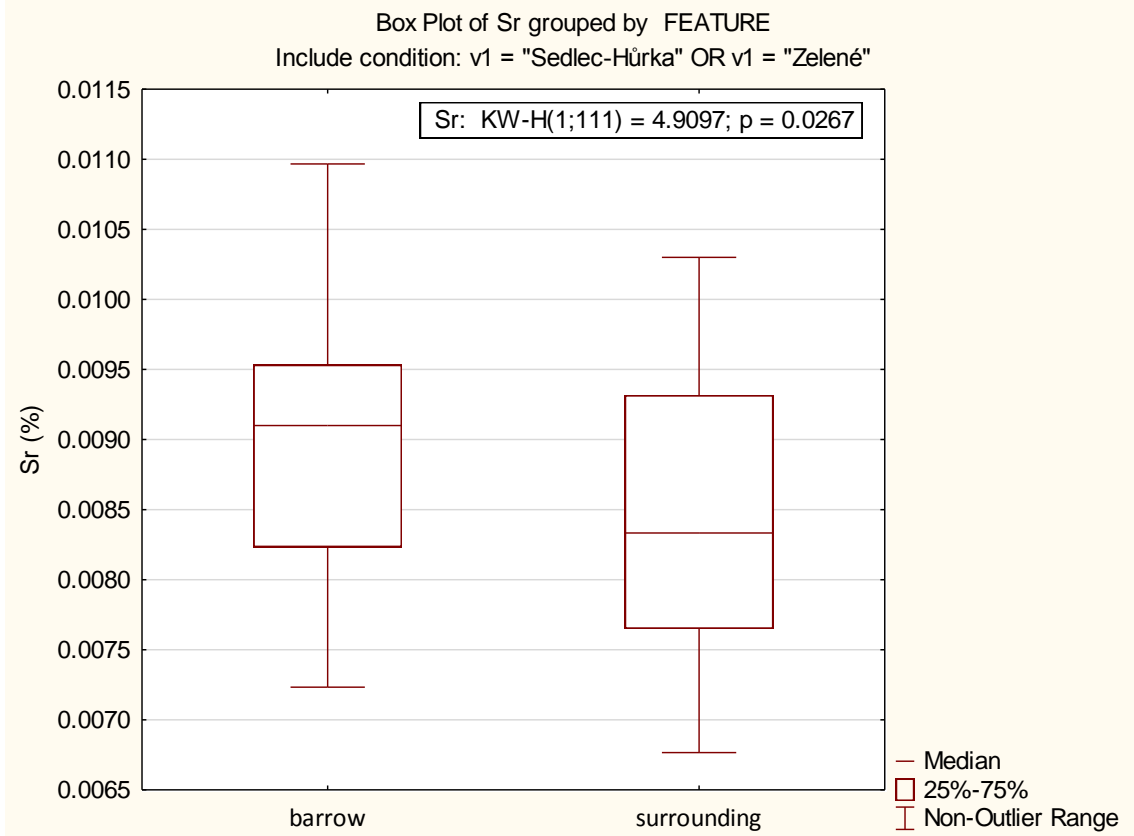




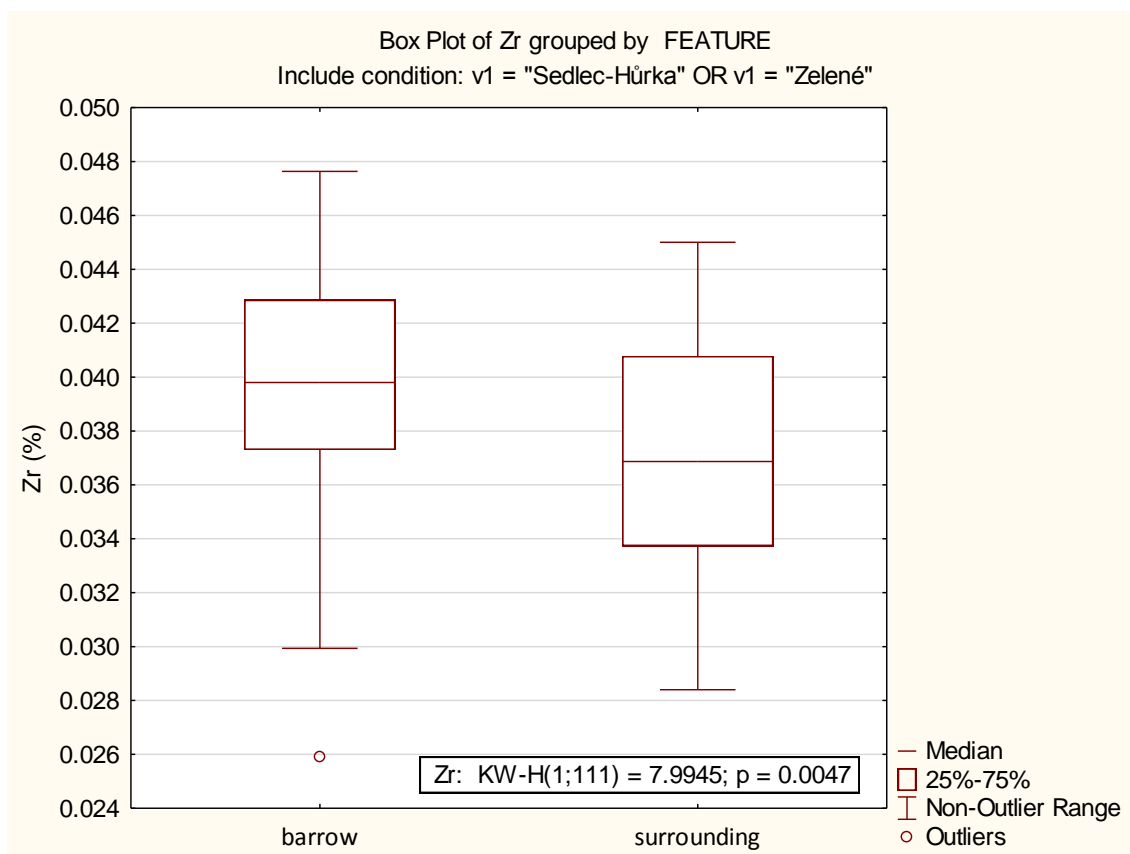
**Graf 9 – Křemík (Si) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – sloučená měření  
Sedlec-Hůrka a Zelené**



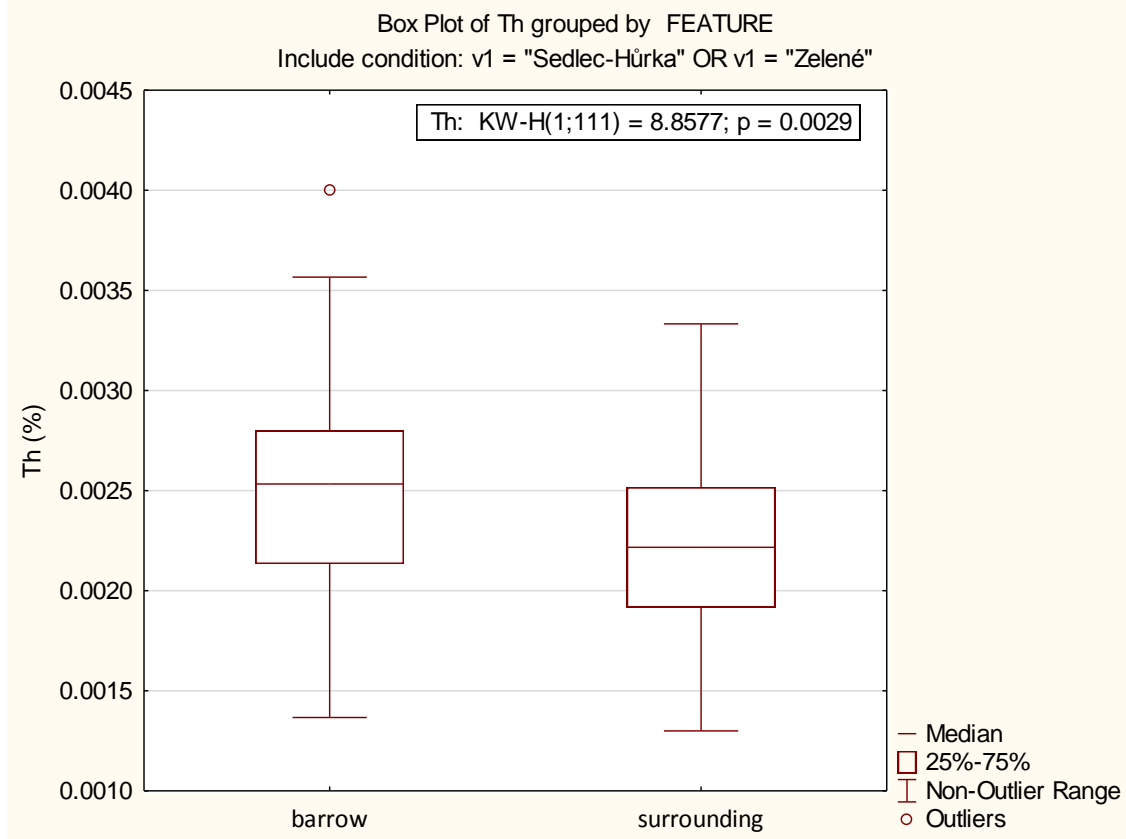
**Graf 10 – Titan (Ti) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – sloučená měření  
Sedlec-Hůrka a Zelené**



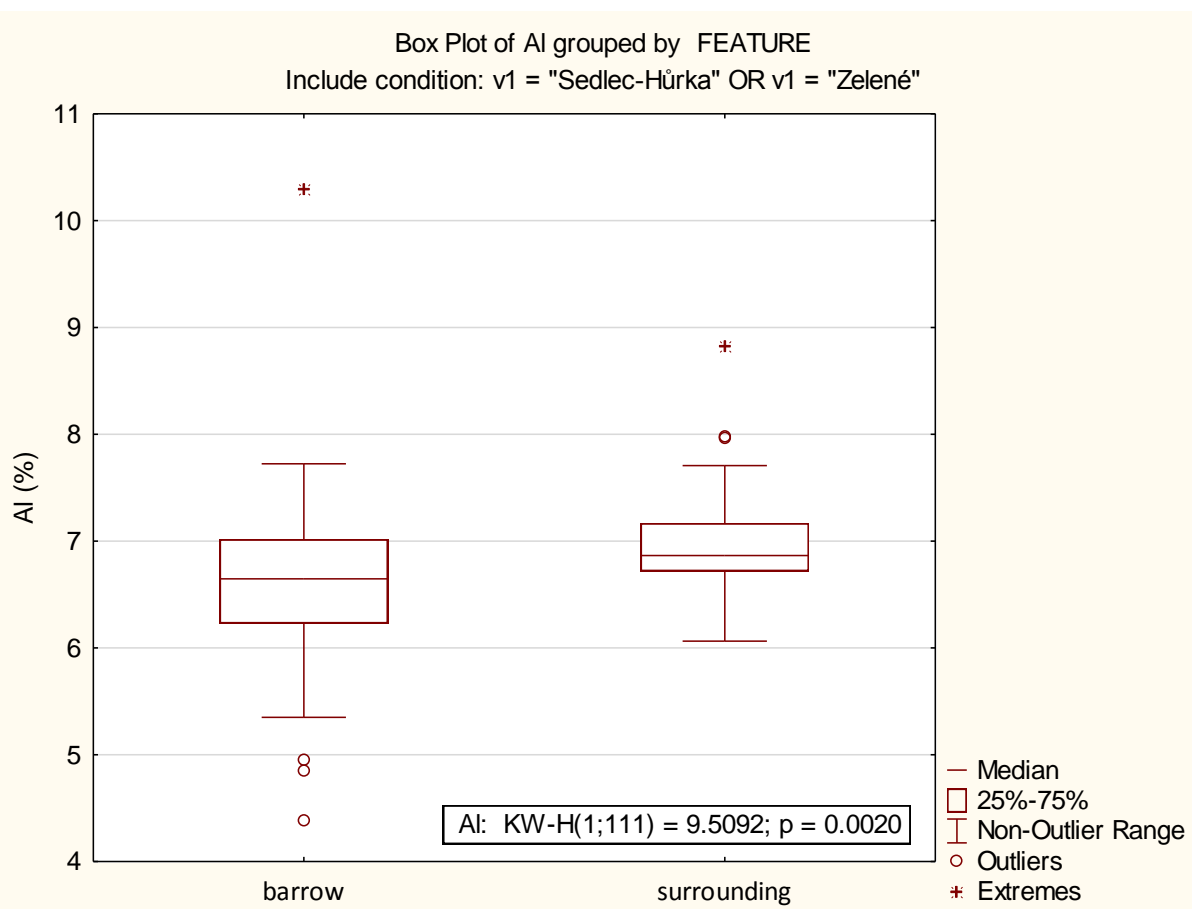
**Graf 11 – Stroncium (Sr) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – sloučená měření Sedlec-Hůrka a Zelené**



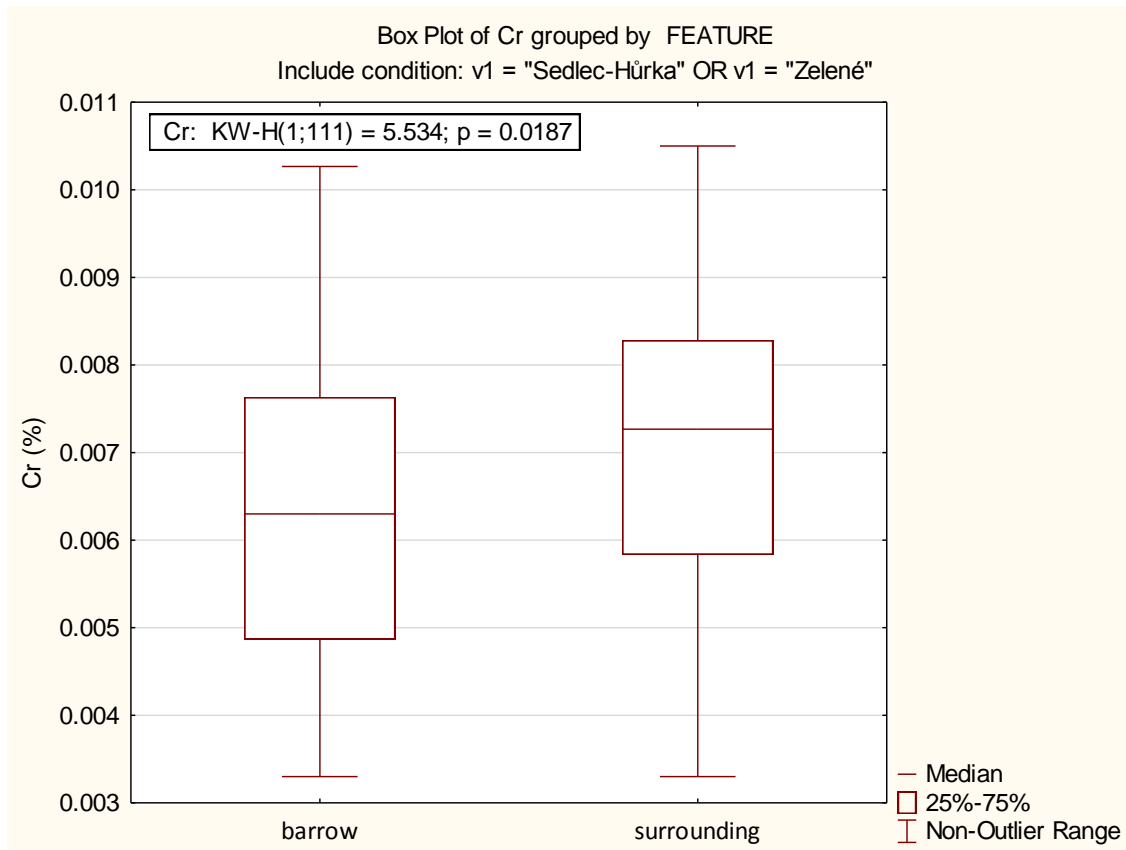
**Graf 12 – Zirkonium (Zr) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – sloučená měření Sedlec-Hůrka a Zelené**



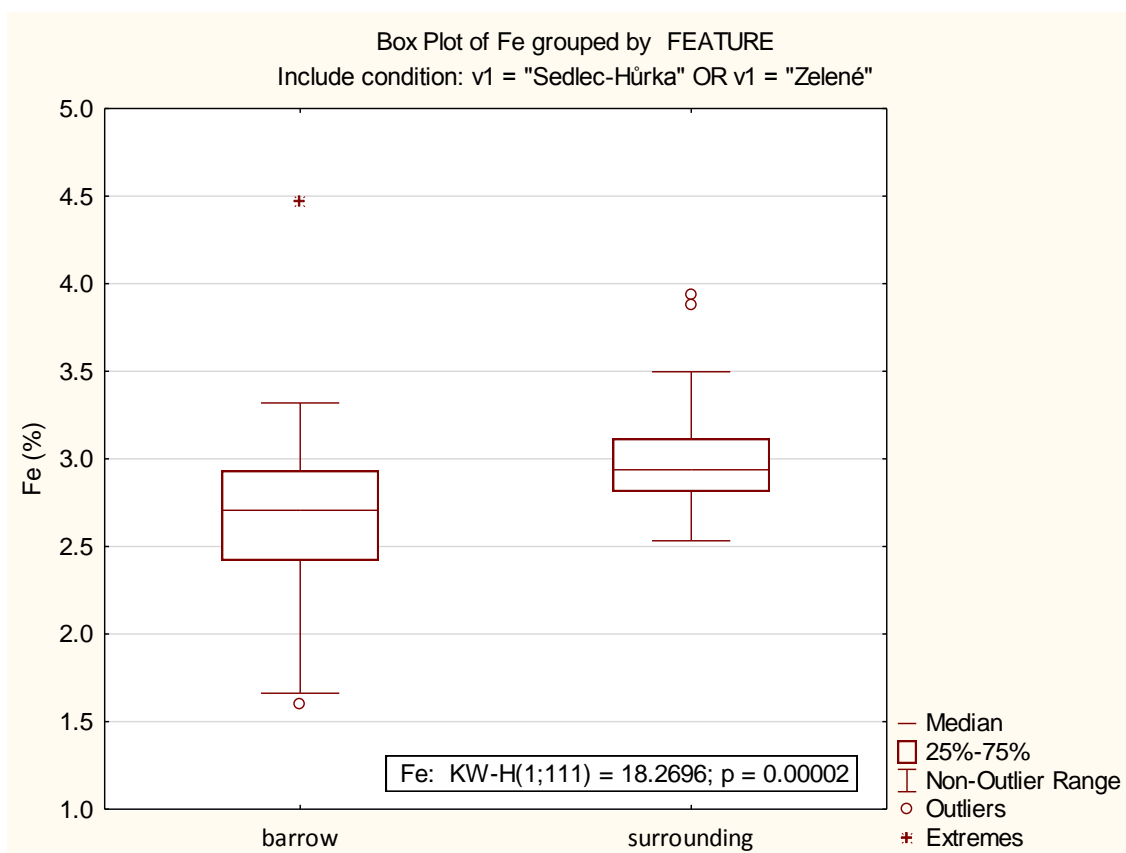
**Graf 13 – Thorium (Th) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – sloučená měření Sedlec-Hůrka a Zelené**



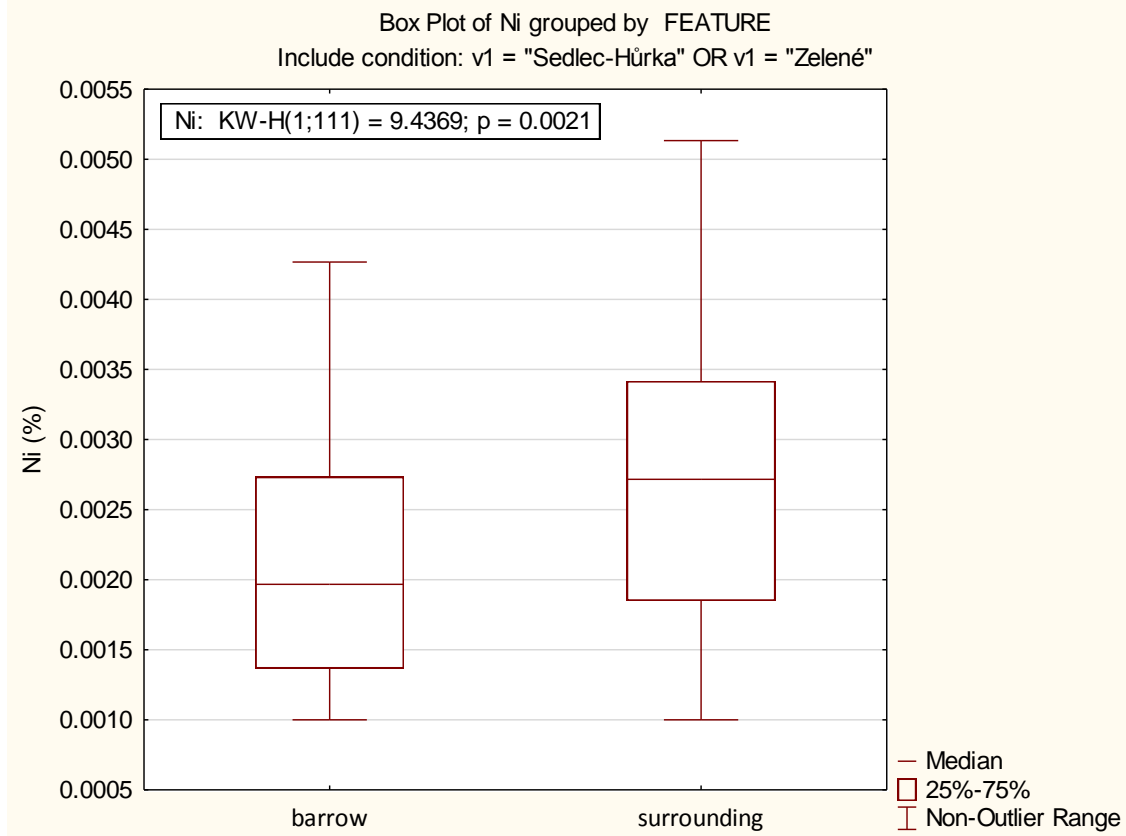
**Graf 14 – Hliník (Al) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – sloučená měření Sedlec-Hůrka a Zelené**



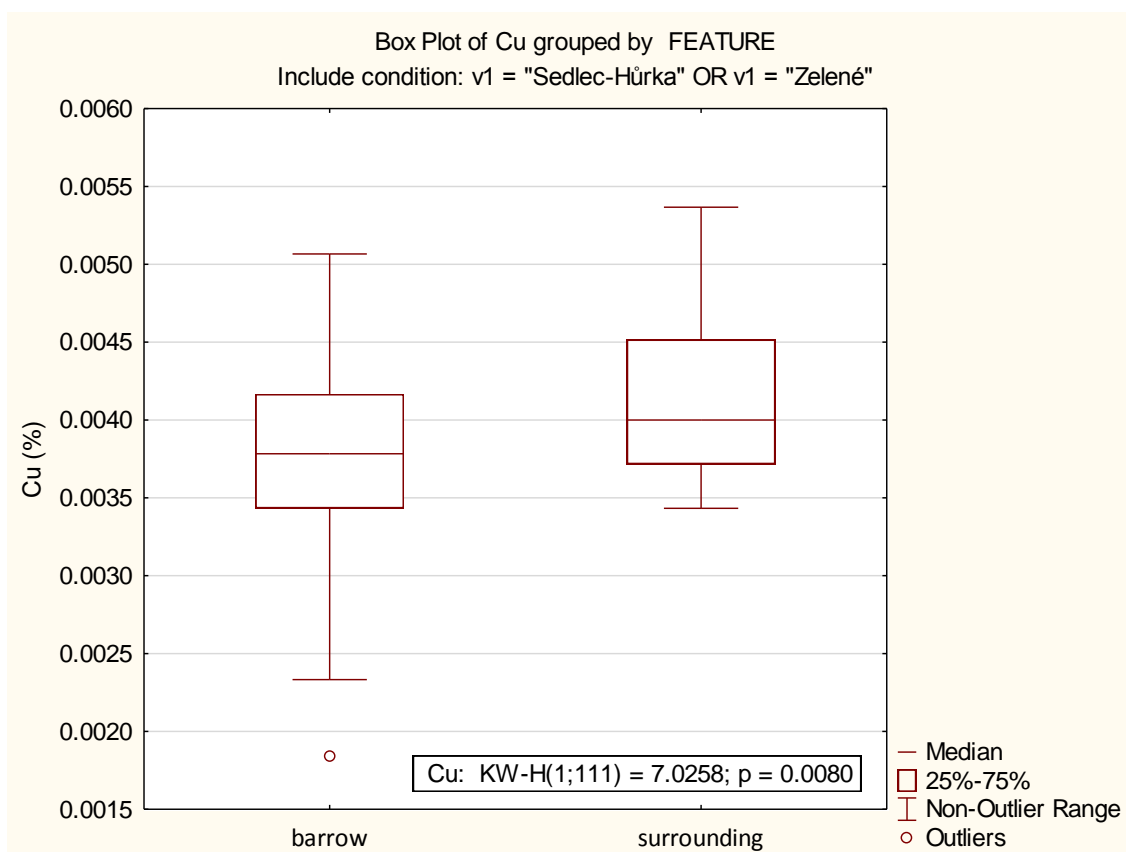
**Graf 15 – Chrom (Cr) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – sloučená měření  
Sedlec-Hůrka a Zelené**



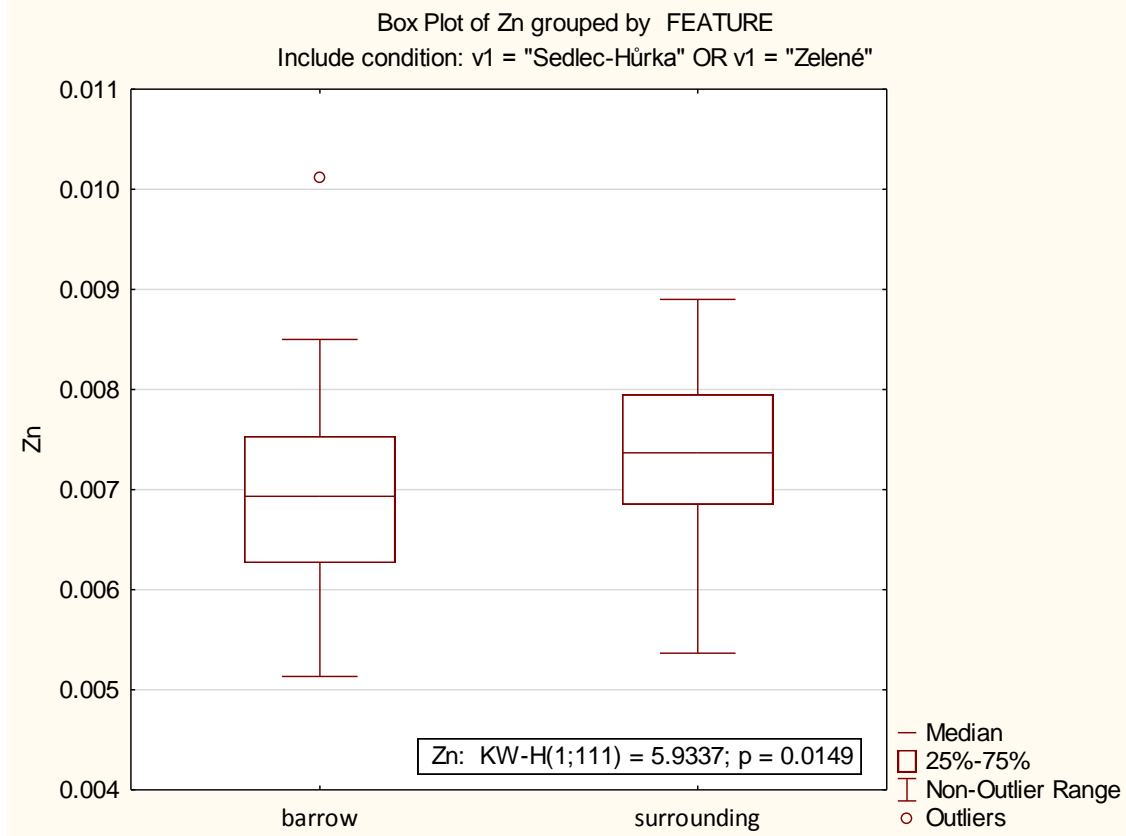
**Graf 16 – Železo (Fe) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – sloučená měření  
Sedlec-Hůrka a Zelené**



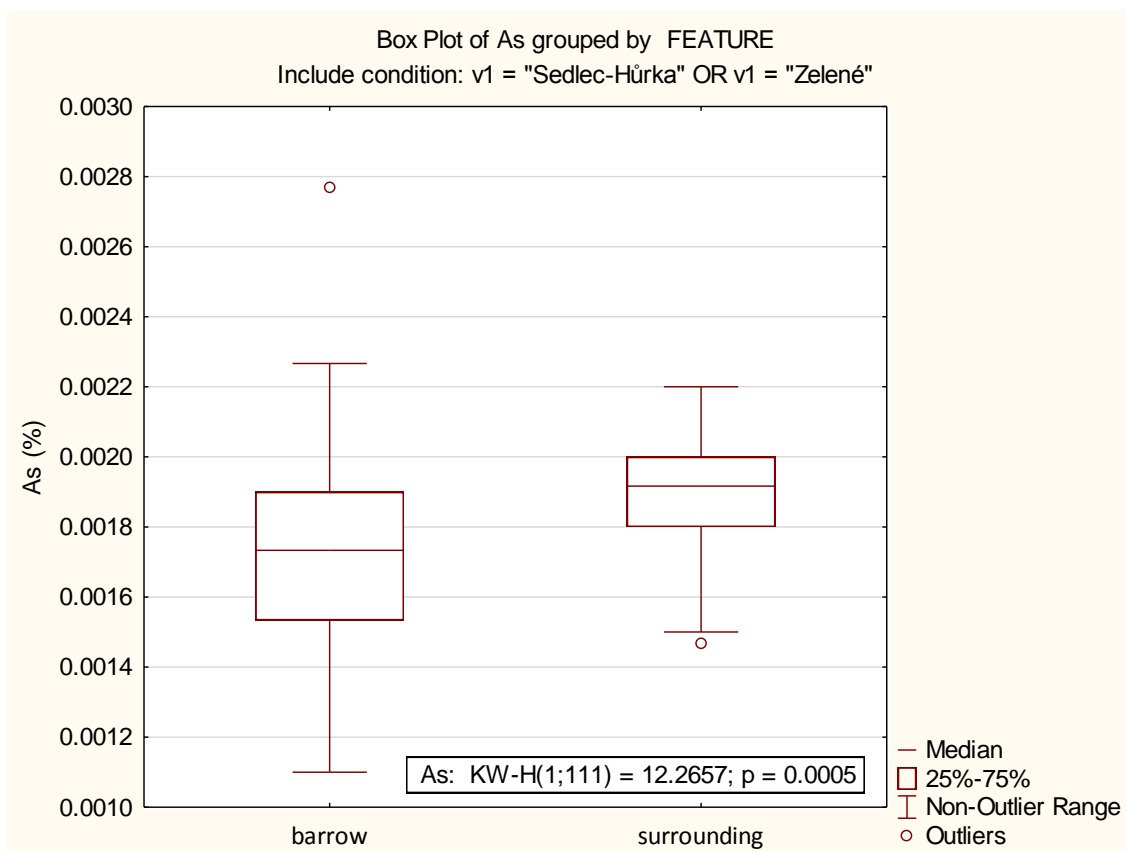
**Graf 17 – Nikl (Ni) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – sloučená měření  
Sedlec-Hůrka a Zelené**



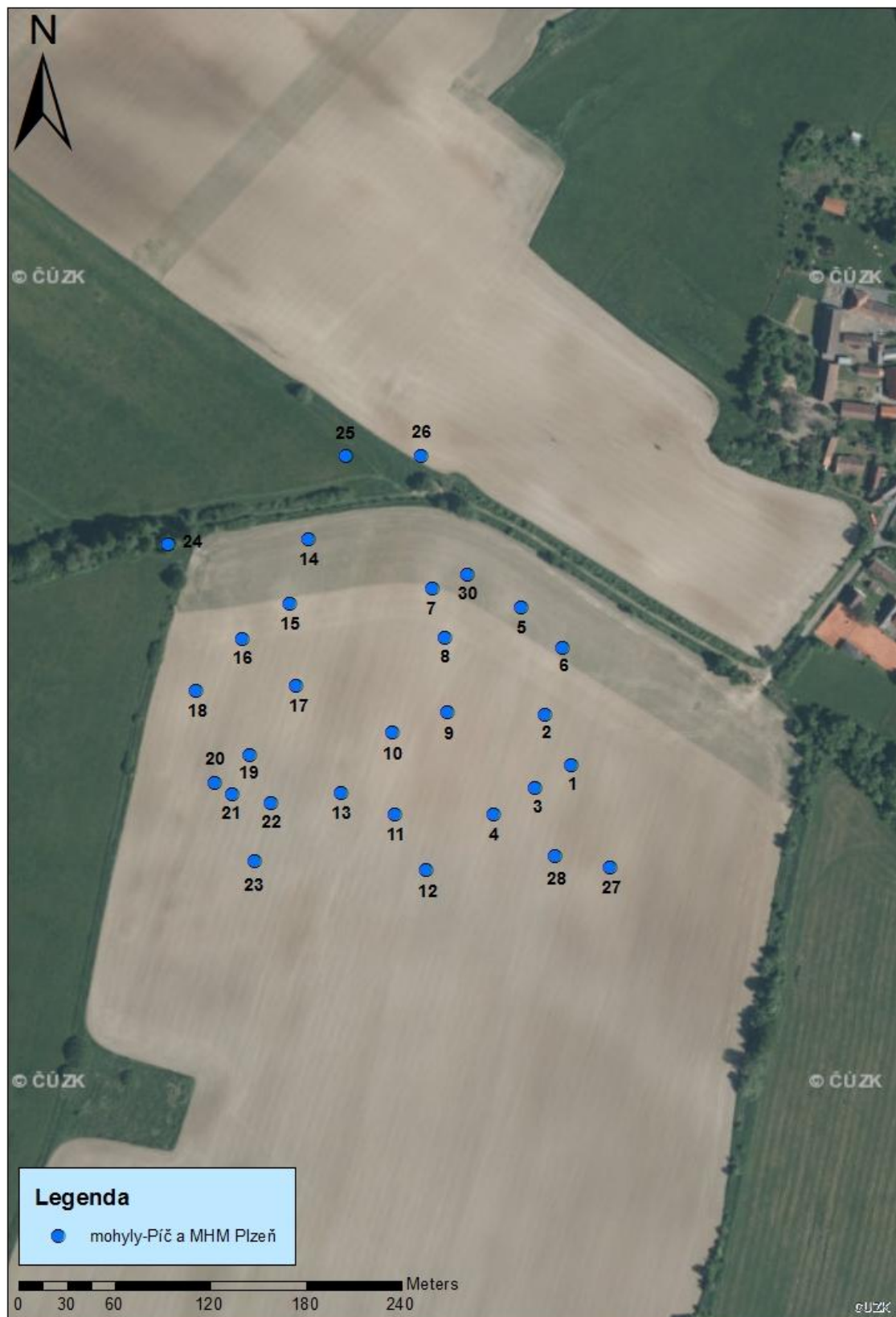
**Graf 18 – Měď (Cu) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – sloučená měření  
Sedlec-Hůrka a Zelené**



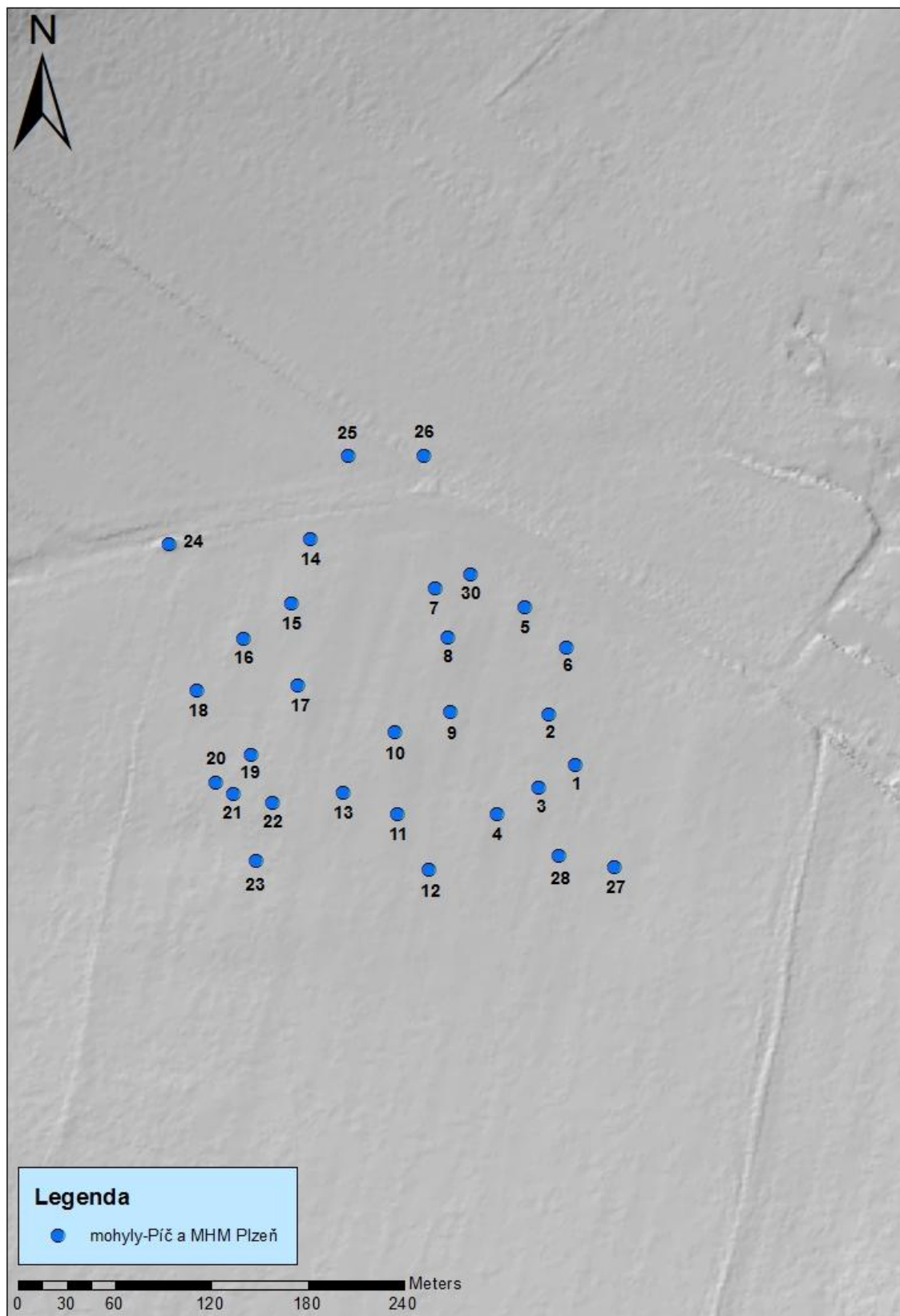
**Graf 19 – Zinek (Zn) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – sloučená měření  
Sedlec-Hůrka a Zelené**



**Graf 20 – Arsen (As) – porovnání naměřených hodnot u mohyl a ornice – sloučená měření  
Sedlec-Hůrka a Zelené**

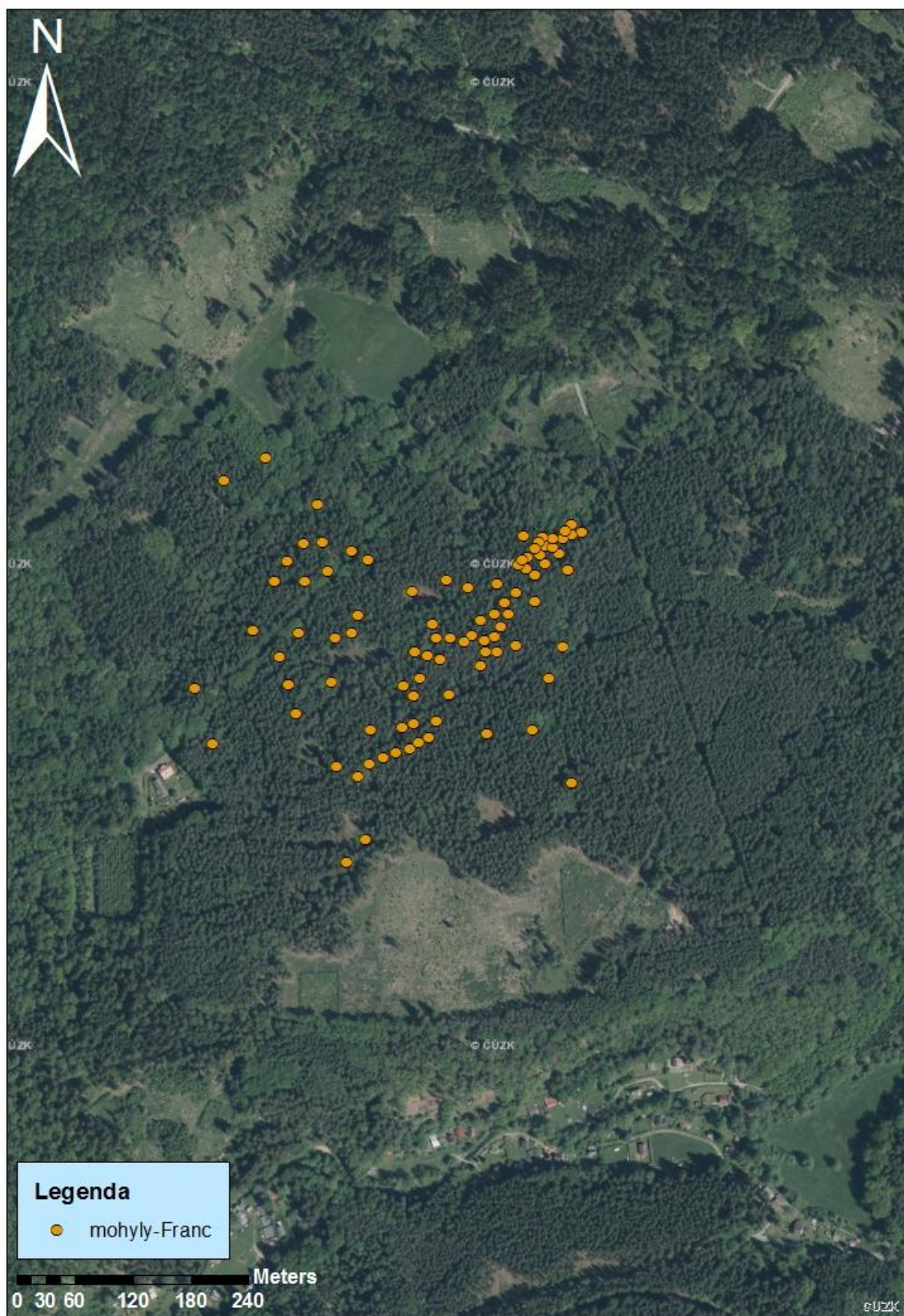


1 – Georeferencovaný plán mohylového pohřebiště Zelené podle T. Vovse – zobrazení na ortofotomapě (Autor Pavel Behenský)

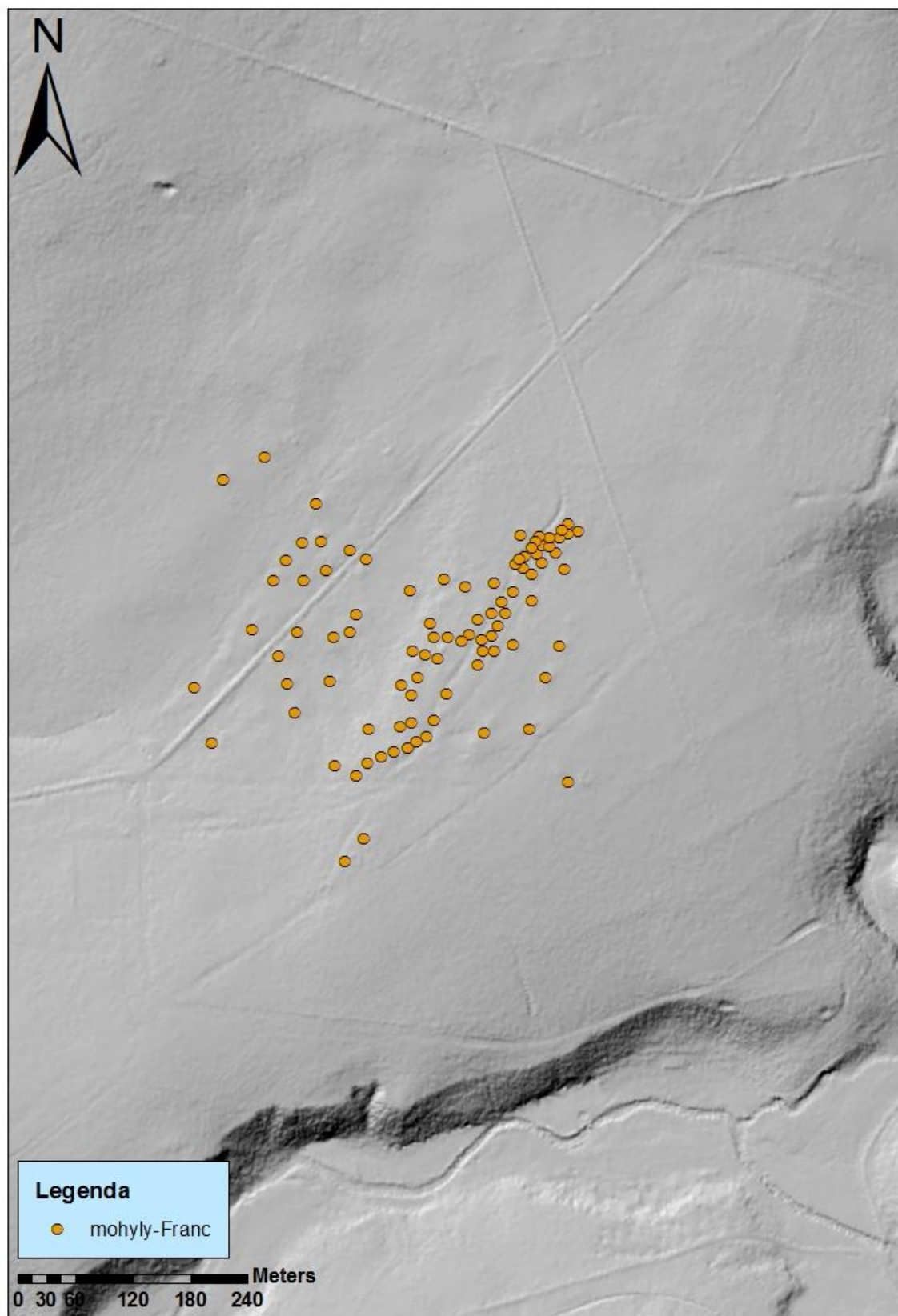


Obr. 2 – Georeferencovaný plán mohylového pohřebiště Zelené podle T. Vovse – zobrazení hillshade (Autor Pavel Behenský)

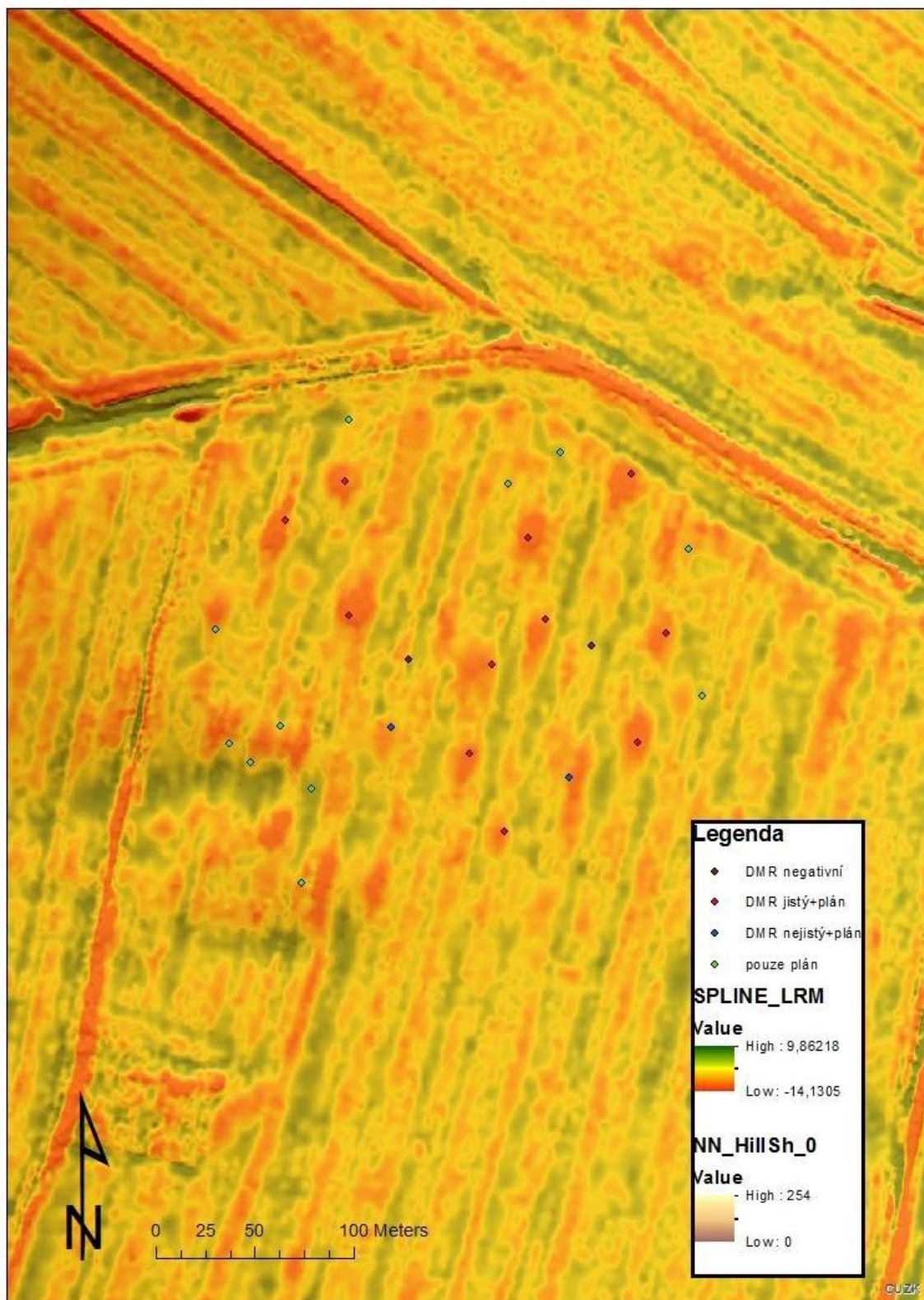




Obr. 3 – Georeferencovaný plán mohylového pohřebiště Štáhlavy-Hájek podle F. X. France  
– zobrazení na ortofotomapě (Autor Pavel Behenský)



Obr. 4 – Georeferencovaný plán mohylového pohřebiště Štáhlavy-Hájek podle F. X. France  
– zobrazení hillshade (Autor Pavel Behenský)



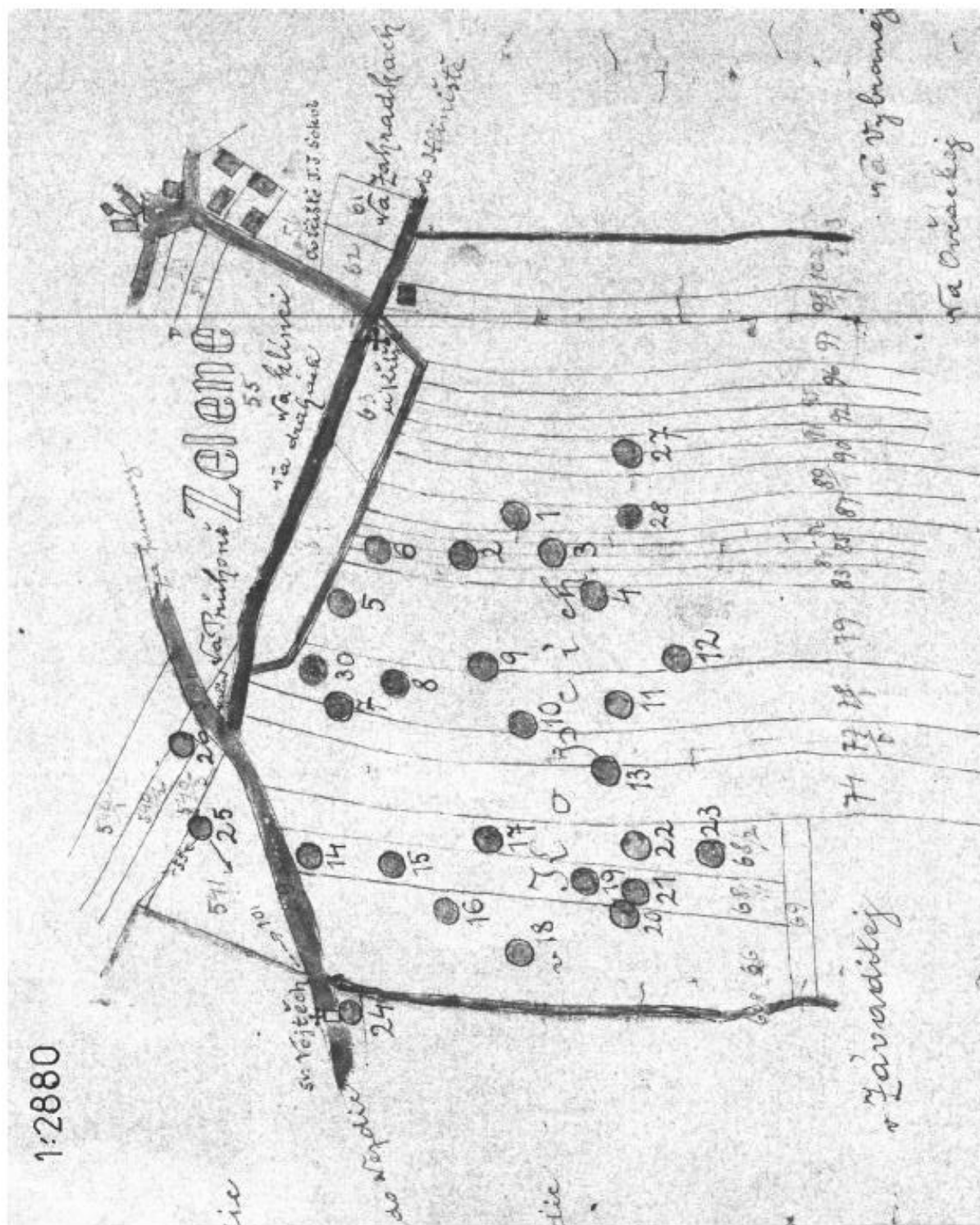
Obr. 5 – Lidarový snímek mohylového pohřebiště Zelené, který zachycuje jednotlivé mohyly identifikované během leteckého laserového skenování (zdroj: Chlevištan 2016, obr. 31)



**Obr. 6 – Zelené (okr. Plzeň-jih); ortofotomapa lokality s vyznačenými reliktmi mohyl (zdroj: <http://mapy.cz>)**

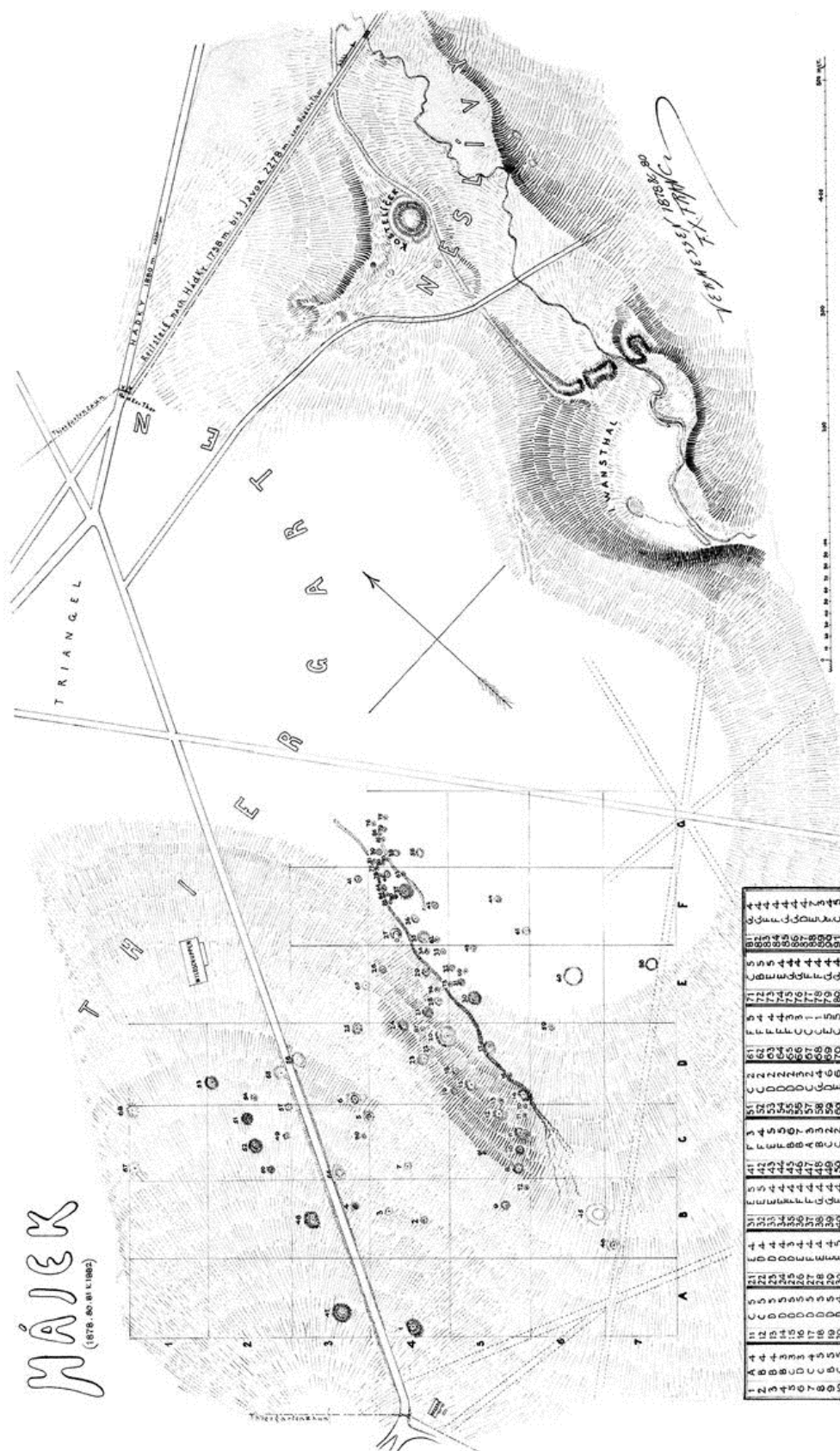


**Obr. 7 – Historická ortofotomapa lokality Zelené z roku 1956 (zdroj: <http://kontaminace.cenia.cz>)**

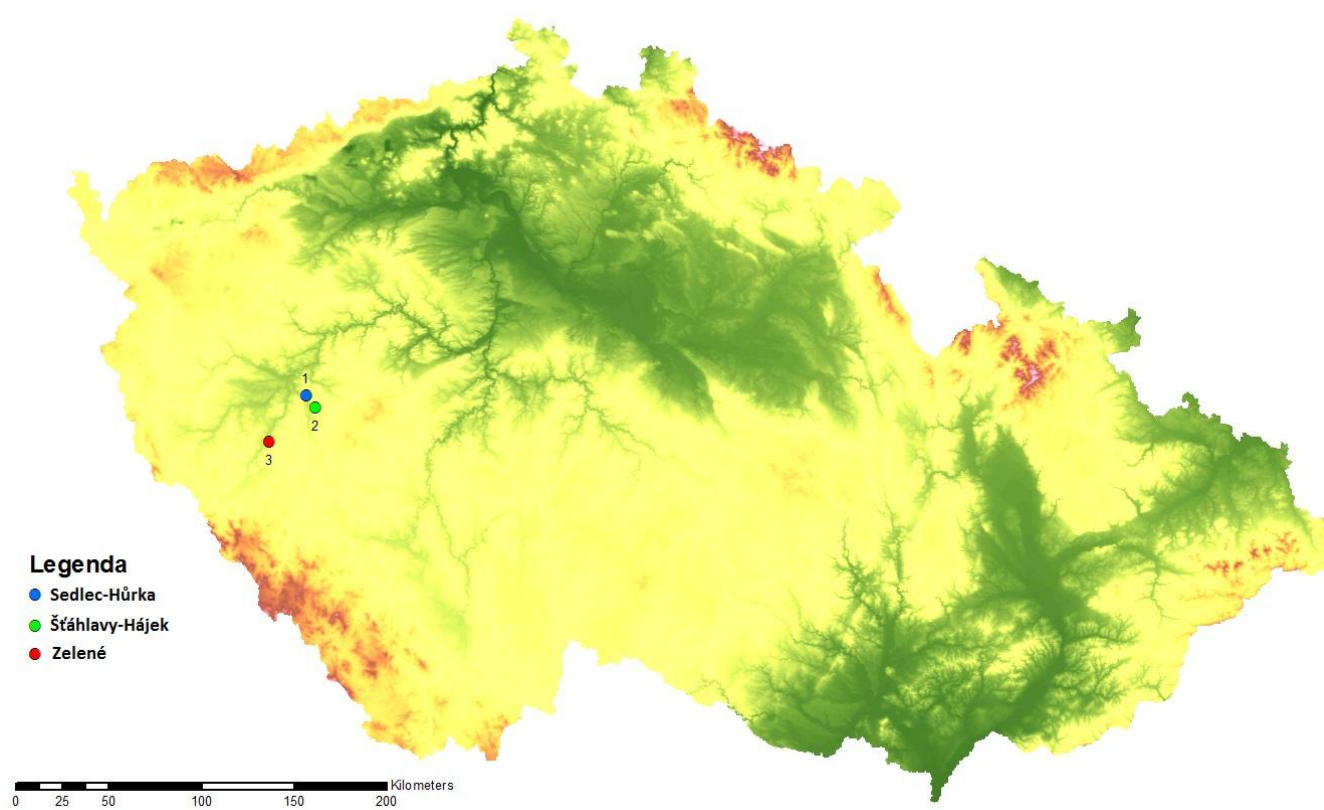


Obr. 8 – Starý plán mohylového pohřebiště Zelené podle T. Vovse (zdroj: Čechura 2016, obr. 4)

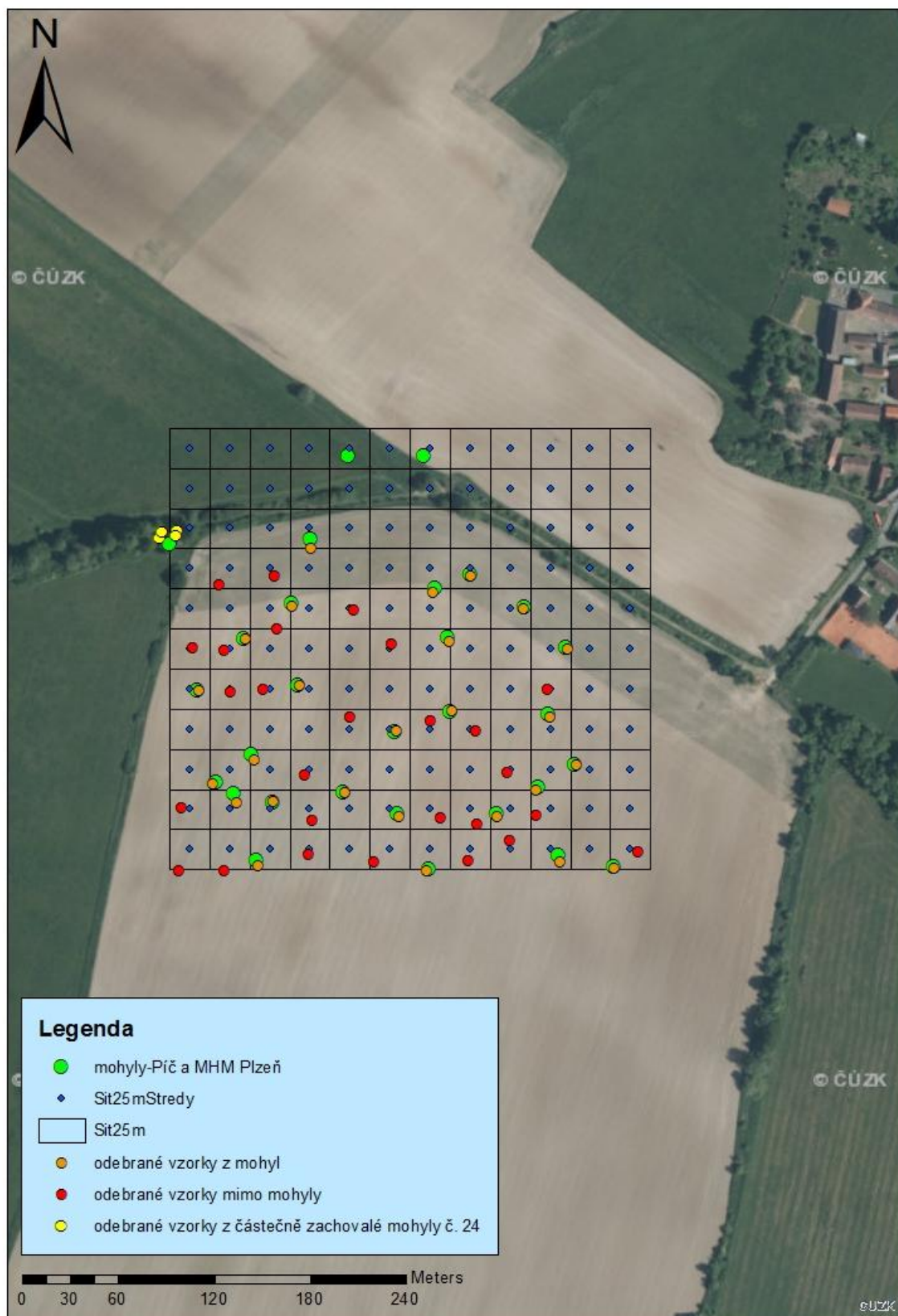
XVI



Obr. 9 – Starý plán mohylového pohřebiště Štáhlavy-Hájek podle F. X. France (zdroj: [www.archeologickyatlas.cz](http://www.archeologickyatlas.cz))

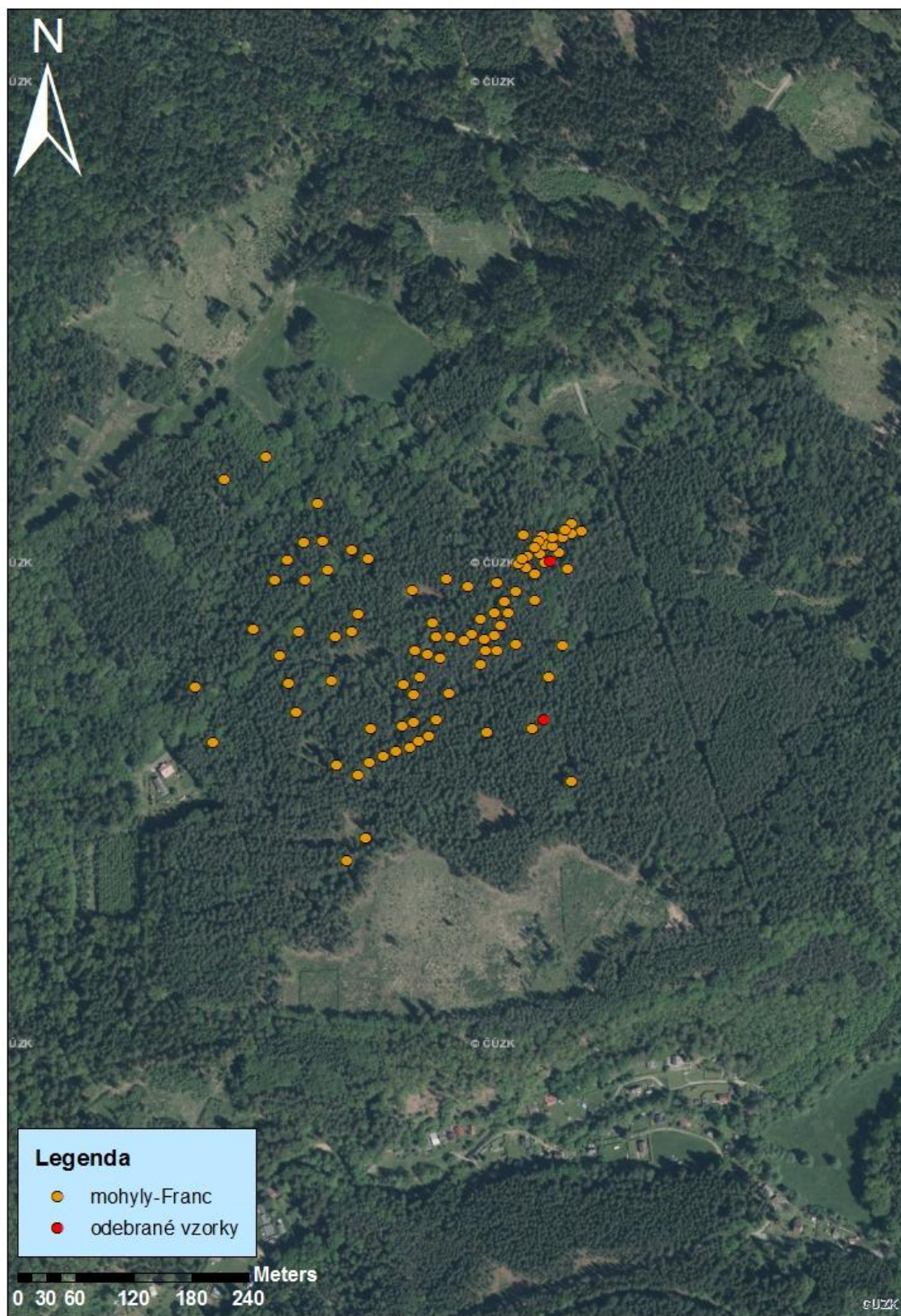


Obr. 10 – Mapa ČR s přehledem zkoumaných lokalit (Autor Pavel Behenský)

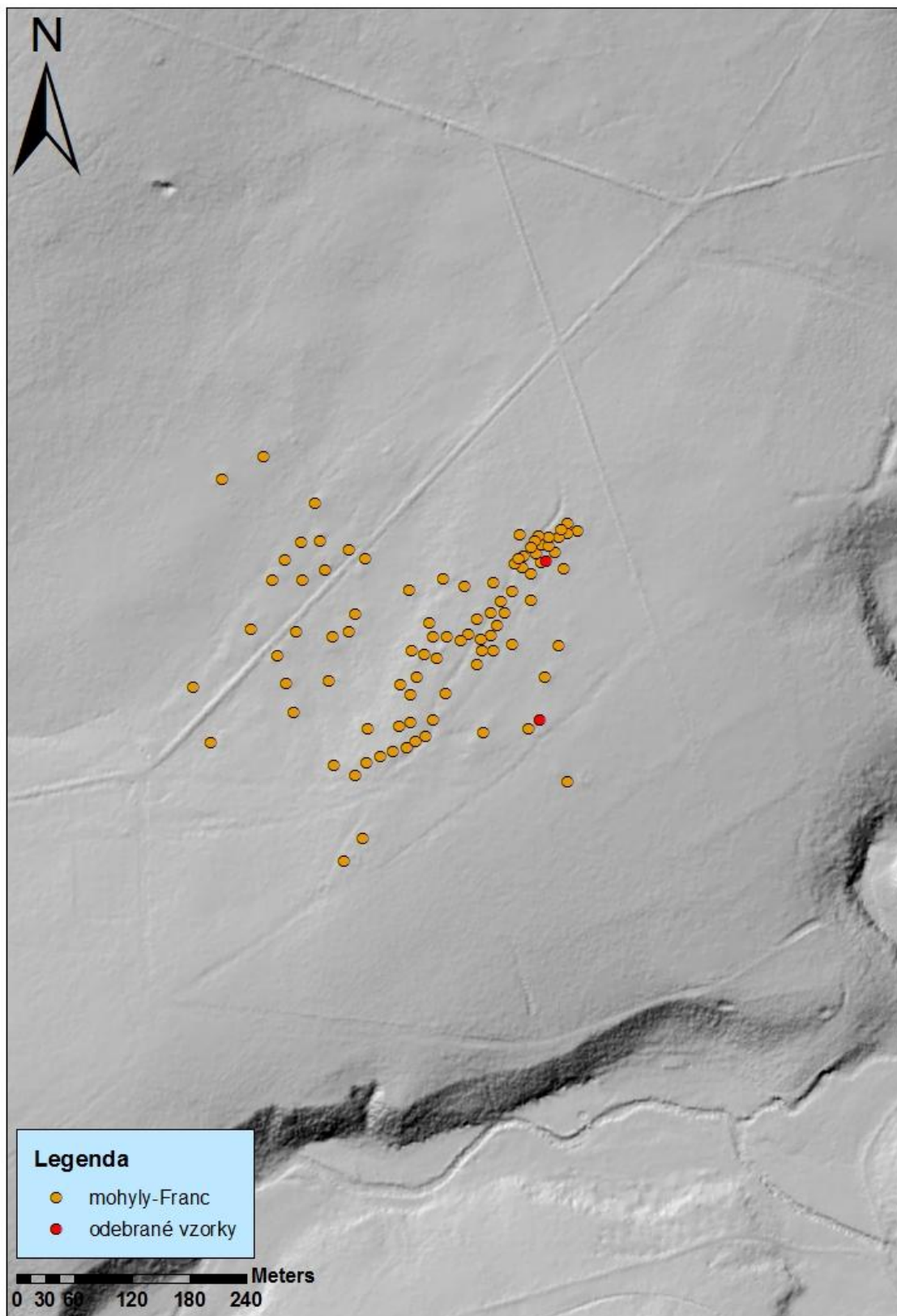


**Obr. 11 – Plán mohylového pohřebiště Zelené s vyznačenými místy, kde byly odebrány vzorky půdy (Autor Pavel Behenský)**





Obr. 12 – Plán mohylového pohřebiště Štáhlavy-Hájek s vyznačenými místy, kde byly odebrány vzorky půdy – mohly 40 a 62 – ortofotomapa (Autor Pavel Behenský)



Obr. 13 – Plán mohylového pohřebiště Štáhlavy-Hájek s vyznačenými místy, kde byly odebrány vzorky půdy – mohyly 40 a 62 – zobrazení hillshade (Autor Pavel Behenský)



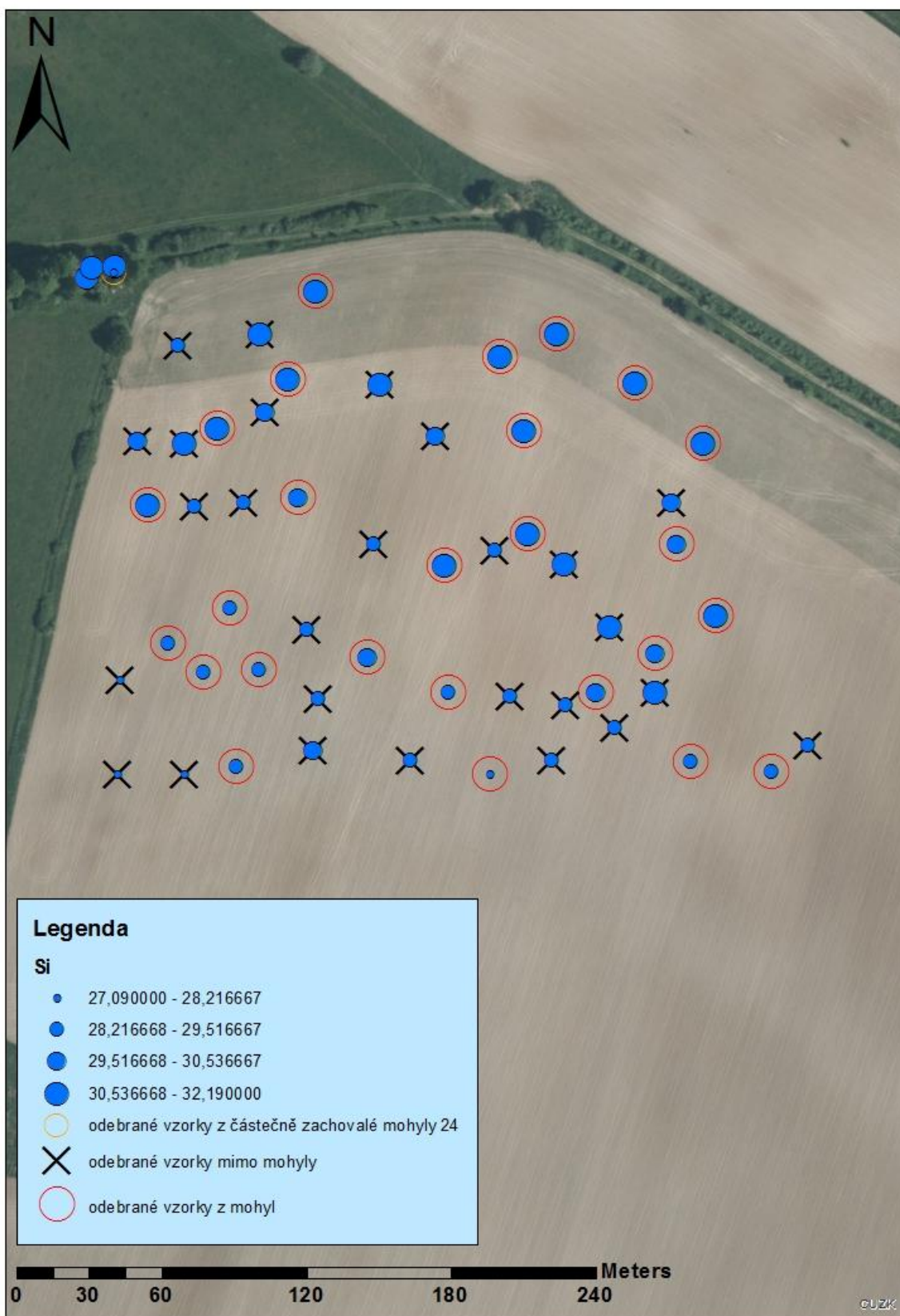
**Obr. 14 – Přenosná měřicí komora s připojeným ručním XRF spektrometrem použitá k měření zpracovaných vzorků (foto: Pavel Behenský, 1. 2. 2019)**



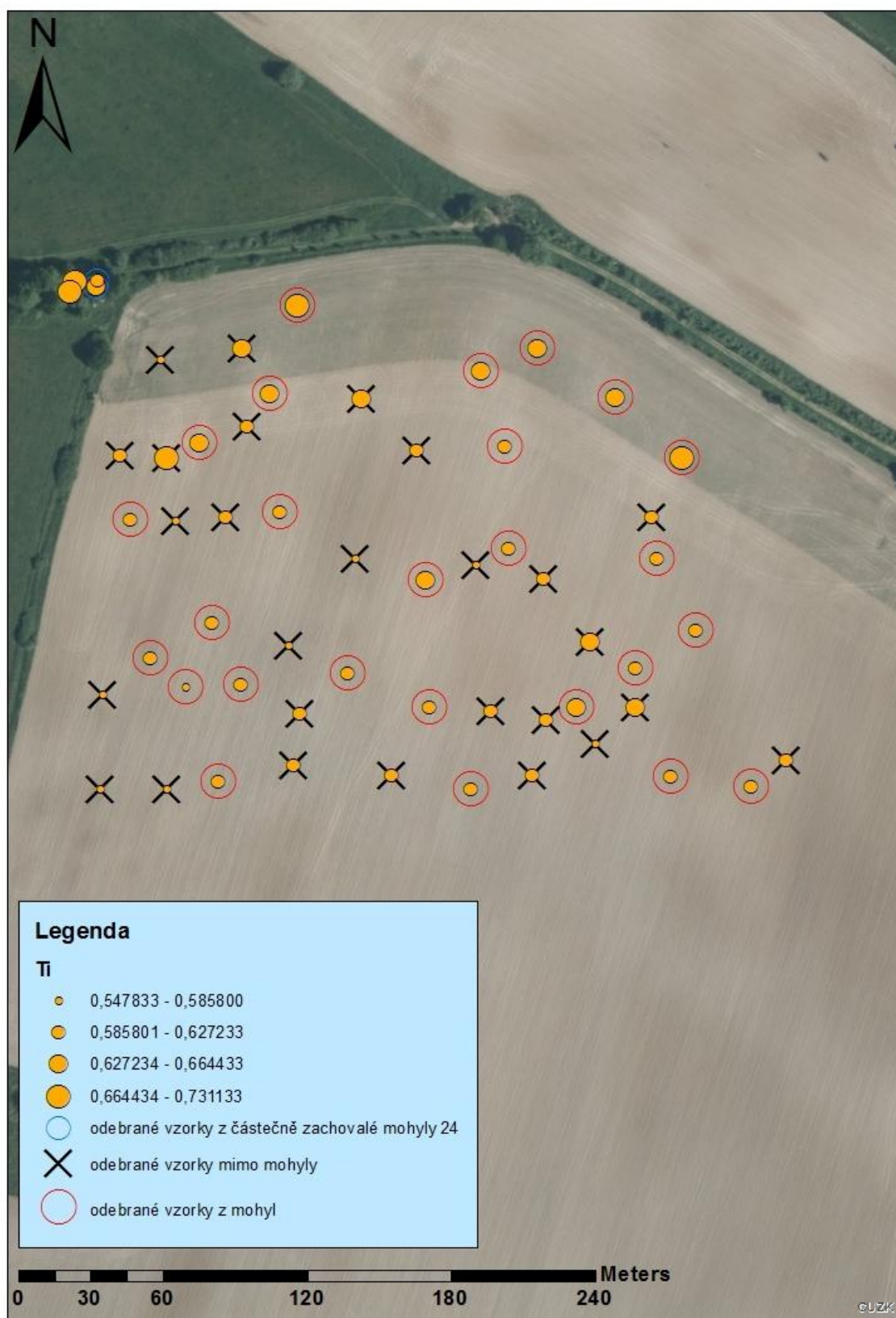
**Obr. 15 – Zpracování odebraných vzorků v laboratořích FŽP ČZU v Praze (foto: Pavel Behenský, 1. 2. 2019)**



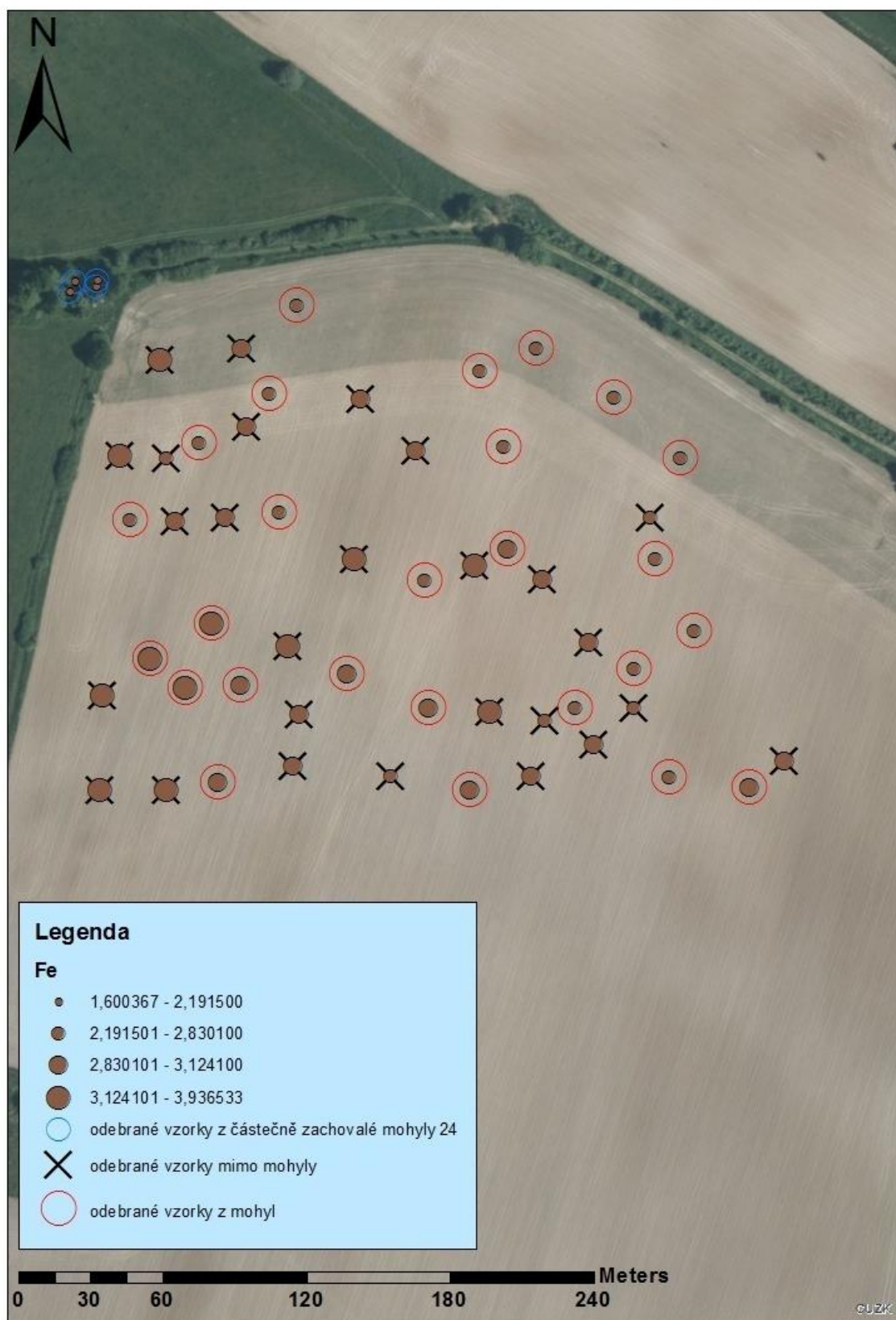
**Obr. 16 – Keramika z povrchového sběru – lokalita Zelené (foto: Pavel Behenský, 11. 4. 2019)**



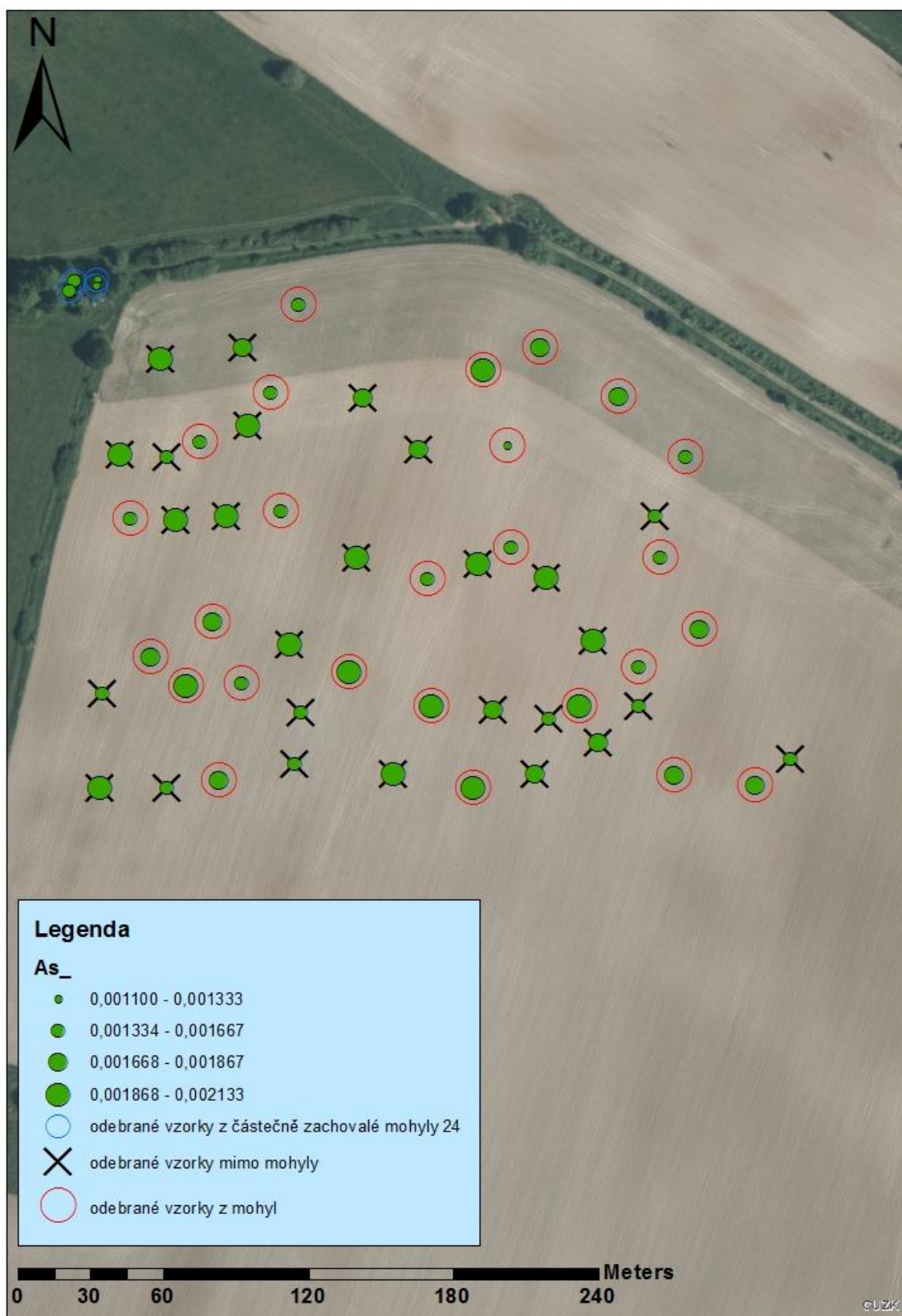
Obr. 17 – Koncentrace křemíku (Si) na mohylách – lokalita Zelené (Autor Pavel Behenský)



Obr. 18 – Koncentrace titanu (Ti) na mohylách – lokalita Zelené (Autor Pavel Behenský)

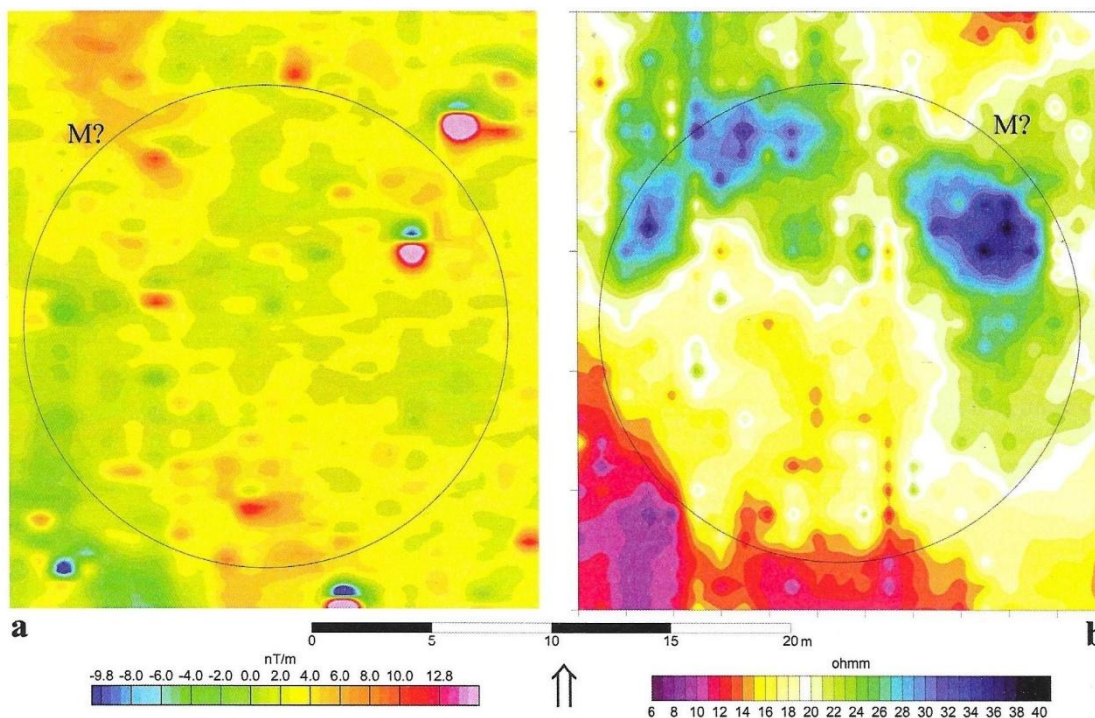


Obr. 19 – Koncentrace železa (Fe) v ornici – lokalita Zelené (Autor Pavel Behenský)



Obr. 20 – Koncentrace arsenu (As) v ornici – lokalita Zelené (Autor Pavel Behenský)





**Obr. 21 – Výsledky provedeného magnetometrického a geoelektrického odporového měření nad segmentem předpokládaného reliktu mohyly; a) magnetometrie – zachycení několika bodových objektů, b) geoelektrické odporové měření – relikty kamenných destrukcí silně poškozeného kamenitého náspu mohyly (Křivánek 2014, obr. 2ab)**



**Obr. 22 – Jediná částečně zachovalá mohyla č. 24 u sochy sv. Vojtěcha – lokalita Zelené (foto: Pavel Behenský, 25. 12. 2018)**



**Obr. 23 – Současný stav mohylového pohřebiště Zelené (zemědělské pole, kde se vyskytovaly zaniklé mohyly, fotografováno 16. 10. 2018, autor Pavel Behenský)**



**Obr. 24 – Současný stav mohylového pohřebiště Zelené (zemědělské pole, kde se vyskytovaly zaniklé mohyly, fotografováno 16. 10. 2018, autor Pavel Behenský)**



**Obr. 25 – Současný stav mohylového pohřebiště Zelené (zemědělské pole, kde se vyskytovaly zaniklé mohyly, fotografováno 16. 10. 2018, autor Pavel Behenský)**



**Obr. 26 – Současný stav mohylového pohřebiště Štáhlavy-Hájek (prokopané mohyly F. X. Francem, fotografováno 13. 9. 2018, autor Pavel Behenský)**



**Obr. 27 – Současný stav mohylového pohřebiště Štáhlavy-Hájek (prokopané mohyly F. X. Francem, fotografováno 13. 9. 2018, autor Pavel Behenský)**



**Obr. 28 – Současný stav mohylového pohřebiště Štáhlavy-Hájek (prokopané mohyly F. X. Francem, fotografováno 13. 9. 2018, autor Pavel Behenský)**

<b>mohylové pohřebiště Zelené</b>	<b>LETECKÁ ARCHEOLOGIE</b>	<b>LIDAR</b>	<b>POVRCHOVÝ SBĚR</b>	<b>GEOCHEMIE</b>	<b>GEOFYZIKA</b>
mohyla 1	✓	✓	X	✓	X
mohyla 2	✓	✓	X	✓	X
mohyla 3	✓	✓	X	✓	X
mohyla 4	✓	✓	X	✓	X
mohyla 5	✓	✓	X	✓	X
mohyla 6	✓	✓	X	✓	X
mohyla 7	X	✓	X	✓	X
mohyla 8	✓	✓	X	✓	X
mohyla 9	X	✓	X	✓	X
mohyla 10	✓	✓	X	✓	X
mohyla 11	✓	✓	X	✓	X
mohyla 12	✓	✓	X	✓	X
mohyla 13	X	✓	X	✓	X
mohyla 14	X	✓	X	✓	X
mohyla 15	X	✓	X	✓	X
mohyla 16	✓	✓	X	✓	X
mohyla 17	✓	✓	X	✓	X
mohyla 18	✓	✓	X	✓	X
mohyla 19	✓	✓	X	✓	X
mohyla 20	✓	✓	X	✓	X
mohyla 21	✓	✓	X	✓	X
mohyla 22	✓	✓	X	✓	X
mohyla 23	X	✓	X	✓	X
mohyla 24	X	X	X	✓	X
mohyla 25	X	X	X	X	X
mohyla 26	X	X	X	X	X
mohyla 27	✓	X	X	✓	X
mohyla 28	✓	X	X	✓	X
mohyla 30	✓	✓	X	✓	X

**Tab. 2 – Přehled identifikovaných mohyl pomocí vybraných metod archeologické prospekce**





Zelené	barrow	43	0,0000	6,65	30,75	0,1148	0,0000	1,97	0,2158	0,6017	0,0065	0,1237	2,78	0,0021	0,0040	0,0075	0,0016	0,0000	0,0098	0,0084	0,0367	0,0000	0,0030	0,0017	56,32
Zelené	surrounding	44	0,0000	6,90	29,78	0,0513	0,0000	1,89	0,1772	0,6164	0,0081	0,1432	3,19	0,0036	0,0050	0,0080	0,0020	0,0000	0,0107	0,0077	0,0359	0,0000	0,0034	0,0019	56,82
Zelené	surrounding	45	0,0000	6,82	30,73	0,0335	0,0000	1,92	0,0714	0,6997	0,0083	0,1411	2,83	0,0027	0,0037	0,0074	0,0016	0,0000	0,0103	0,0079	0,0372	0,0000	0,0035	0,0031	56,07
Zelené	barrow	46	0,0000	6,68	31,02	0,0152	0,0000	1,90	0,0499	0,6421	0,0073	0,1393	2,65	0,0020	0,0040	0,0071	0,0016	0,0000	0,0105	0,0078	0,0388	0,0000	0,0028	0,0020	56,62
Zelené	surrounding	47	0,0000	6,98	29,83	0,0495	0,0000	1,86	0,0943	0,6113	0,0049	0,1191	3,03	0,0033	0,0047	0,0077	0,0020	0,0000	0,0107	0,0076	0,0353	0,0000	0,0032	0,0013	57,19
Zelené	barrow	48	0,0000	6,59	31,13	0,0331	0,0000	1,86	0,0773	0,6490	0,0083	0,1229	2,71	0,0027	0,0035	0,0073	0,0015	0,0001	0,0103	0,0076	0,0383	0,0000	0,0032	0,0026	56,30
Zelené	surrounding	49	0,0000	6,79	29,01	0,1157	0,0000	1,88	0,2637	0,5673	0,0072	0,1129	3,19	0,0033	0,0046	0,0080	0,0019	0,0000	0,0101	0,0077	0,0348	0,0000	0,0030	0,0016	57,99
Zelené	barrow	5	0,0000	6,22	31,03	0,0525	0,0000	1,84	0,1413	0,7311	0,0067	0,1025	2,37	0,0017	0,0041	0,0074	0,0015	0,0000	0,0096	0,0079	0,0398	0,0000	0,0032	0,0025	56,81
Zelené	surrounding	50	0,0000	6,40	30,85	0,0246	0,0000	1,82	0,0870	0,6641	0,0075	0,1306	2,93	0,0023	0,0044	0,0074	0,0018	0,0000	0,0099	0,0075	0,0375	0,0000	0,0037	0,0022	56,40
Zelené	surrounding	51	0,0000	6,73	30,84	0,0437	0,0000	1,88	0,1123	0,6361	0,0066	0,1093	3,00	0,0036	0,0038	0,0072	0,0018	0,0000	0,0104	0,0075	0,0361	0,0000	0,0030	0,0022	55,92
Zelené	surrounding	52	0,0000	6,96	30,54	0,0440	0,0000	1,87	0,1366	0,6192	0,0063	0,1145	3,09	0,0027	0,0047	0,0068	0,0018	0,0000	0,0099	0,0074	0,0371	0,0000	0,0038	0,0024	56,00
Zelené	barrow	53	0,0000	6,59	31,44	0,0260	0,0000	1,81	0,0531	0,6113	0,0071	0,0980	2,55	0,0017	0,0032	0,0067	0,0013	0,0000	0,0092	0,0073	0,0368	0,0013	0,0029	0,0022	56,22
Zelené	barrow	54	0,0000	4,95	32,02	0,0152	0,4458	1,89	0,2737	0,6911	0,0047	0,0448	1,79	0,0010	0,0018	0,0063	0,0015	0,0000	0,0112	0,0084	0,0444	0,0000	0,0021	0,0027	57,25
Zelené	barrow	55	0,7667	5,35	32,19	0,0152	0,0290	1,90	0,0115	0,6847	0,0033	0,0418	2,19	0,0015	0,0033	0,0063	0,0015	0,0000	0,0109	0,0083	0,0461	0,0000	0,0026	0,0035	56,53
Zelené	barrow	56	0,0000	4,38	27,09	0,0222	1,1298	1,71	1,2226	0,6530	0,0033	0,1078	1,66	0,0019	0,0024	0,0079	0,0011	0,0000	0,0102	0,0099	0,0440	0,0000	0,0025	0,0025	61,42
Zelené	barrow	57	0,0000	4,85	31,18	0,0152	0,6611	1,80	0,6325	0,6142	0,0048	0,0623	1,60	0,0010	0,0023	0,0061	0,0012	0,0000	0,0105	0,0091	0,0451	0,0000	0,0024	0,0034	58,16
Zelené	surrounding	6	0,0000	6,55	29,96	0,0686	0,0000	1,80	0,1286	0,6209	0,0056	0,1120	2,61	0,0018	0,0040	0,0066	0,0016	0,0000	0,0096	0,0074	0,0370	0,0000	0,0031	0,0025	58,07
Zelené	barrow	7	0,0000	6,66	30,06	0,0810	0,0000	2,00	0,2701	0,6272	0,0052	0,1552	2,78	0,0034	0,0036	0,0081	0,0015	0,0000	0,0099	0,0080	0,0373	0,0000	0,0039	0,0031	57,28
Zelené	barrow	8	0,0000	6,68	31,32	0,0656	0,0000	1,98	0,1681	0,6203	0,0033	0,1045	2,71	0,0031	0,0042	0,0069	0,0017	0,0000	0,0099	0,0081	0,0373	0,0000	0,0029	0,0027	55,49
Zelené	barrow	9	0,0000	6,40	29,92	0,0478	0,0000	1,93	0,2044	0,6106	0,0060	0,1216	2,61	0,0029	0,0033	0,0077	0,0016	0,0000	0,0100	0,0081	0,0369	0,0000	0,0032	0,0027	58,09

**Tab. 1 – Přehled jednotlivých naměřených prvků a jejich hodnot – Sedlec-Hůrka, Štáhlavy-Hájek a Zelené (pro každý vzorek zprůměrované hodnoty z 3 měření - hmot. %)**