

**Západočeská univerzita v Plzni**

**Fakulta filozofická**

**Diplomová práce**

**POTENCIÁL METOD DÁLKOVÉHO PRŮZKUMU PRO IDENTIFIKACI A  
MAPOVÁNÍ KOMPONENT PRAVĚKÉ A HISTORICKÉ KRAJINY  
STRAKONICKA**

**Bc. Michaela Peklová**

**Plzeň 2016**

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta filozofická

Katedra archeologie

Studijní program Archeologie

Studijní obor Archeologie

**Diplomová práce**

**POTENCIÁL METOD DÁLKOVÉHO PRŮZKUMU PRO IDENTIFIKACI A  
MAPOVÁNÍ KOMPONENT PRAVĚKÉ A HISTORICKÉ KRAJINY  
STRAKONICKA**

**Bc. Michaela Peklová**

*Vedoucí práce:*

Prof. PhDr. Martin Gojda, CSc.

Katedra archeologie

Fakulta filozofická Západočeské univerzity v Plzni

Plzeň 2016

Prohlašuji, že jsem práci zpracovala samostatně a použila jen  
uvedených pramenů a literatury.

*Plzeň, duben 2016* .....

*Ráda bych na tomto místě poděkovala Prof. PhDr. Martinu Gojdovi, CSc. za vstřícnost a poskytnuté rady a připomínky při vedení mé diplomové práce a dále své rodině za obrovskou podporu.*

## **OBSAH**

<b>1. ÚVOD</b> .....	1
<b>2. CÍLE A METODA</b> .....	1
<b>3. DÁLKOVÝ PRŮZKUM ZEMĚ</b> .....	2
3.1. Vymezení a definice dálkového průzkumu Země .....	2
3.2. Historický vývoj.....	4
3.3. Druhy dálkového průzkumu Země.....	5
3.4. Typy dat dálkového průzkumu Země.....	6
<b>4. LETECKÉ LASEROVÉ SKENOVÁNÍ</b> .....	7
4.1. Princip LLS .....	7
4.2. Výhody a omezení leteckého laserového skenování.....	9
4.3. Sběr a možnosti získání lidarových dat .....	10
4.4. Digitální modely leteckého laserového skenování .....	12
4.4.1. DMR 4G .....	12
4.4.2. DMR 5G .....	13
4.5. Parametry ovlivňující LLS .....	14
4.6. Klasifikace dat .....	14
4.7. Typy digitálních modelů terénu.....	16
4.8. Konstrukce skeneru.....	17
4.9. Interpolační metody lidarových dat.....	19
4.10. Metody vizualizace lidarových dat .....	22
<b>5. LETECKÉ SNÍMKOVÁNÍ</b> .....	24
5.1. Principy detekce archeologických lokalit .....	25
5.1.1. Porostové příznaky .....	25
5.1.2. Půdní příznaky .....	26
5.1.3. Stínové příznaky .....	26
5.1.4. Vlhkostní, vyprahlostní a sněhové příznaky .....	26
<b>6. POVRCHOVÝ PRŮZKUM RELIÉFNÍCH TVARŮ</b> .....	27
6.1. Vznik a vývoj .....	27
6.2. Vyhledávání a klasifikace reliéfních tvarů .....	29

<b>7. BLATENSKO</b> .....	30
7.1. Lokalizace a přírodní poměry .....	30
7.2. Dějiny bádání .....	30
7.3. Vývoj osídlení Blatenska .....	31
<b>8. VÝZNAMNÉ LOKALITY V OBLASTI ZÁJMU</b> .....	34
8.1. Rýžoviště zlata .....	34
8.2. Čtyřúhelníková ohrazení.....	36
8.3. Mohylová pohřebiště .....	38
8.3.1. Kocelovice.....	38
8.3.2. Dobšice a Hliniční vrch .....	39
8.3.3. Chlum .....	40
8.4. Žárové pohřebiště.....	41
8.4.1. Kocelovice.....	41
8.4.2. Bezdědovice .....	42
8.4.3. Dobšice .....	44
8.5. Tvrz Hrádek .....	44
8.6. Keltský depot z Bezdědovic.....	45
<b>9. AUTORSKÝ VÝZKUM OBLASTI</b> .....	47
9.1. Metodika výzkumu.....	47
9.2. Analýza detekovaných archeologických objektů .....	49
9.2.1. Mohylová pohřebiště .....	49
9.2.2. Mezní pásy.....	56
9.2.3. Valové opevnění .....	57
9.2.4. Úvozy a lesní průseky .....	58
9.2.5. Sejpy a relikty těžby .....	61
9.2.6. Zaniklé cesty .....	62
9.2.7. Relikty opevnění tvrze Hrádek .....	64
<b>10. INTERPRETACE</b> .....	64
<b>11. ZÁVĚR</b> .....	68
<b>12. LITERATURA</b> .....	70
<b>13. SUMMARY</b> .....	76
<b>14. PŘÍLOHY</b> .....	77

## **1. ÚVOD**

Předložená práce se zabývá problematikou využitím metod dálkového archeologického průzkumu, jako prostředek pro detekci archeologických pozůstatků minulých sídelních aktivit na vybraném území okresu Strakonice, konkrétně na katastrálním území Blatná. Výzkum krajiny pomocí dálkového průzkumu Země dosáhl v posledních několika letech obrovského vzestupu, a to zejména díky popularizaci leteckého laserového skenování. Právě tato metoda přináší rozsáhlé možnosti dokumentace krajiny jako takové. V archeologii je velmi ceněná díky své schopnosti rozsáhle a detailně zmapovat terén, a to i v zalesněném prostředí, bez použití destruktivních metod a nese pro ni tedy obrovský potenciál. V kombinaci s dalšími nedestruktivními metodami (letecké snímkování, povrchový průzkum, geofyzika apod.) dokáže být velmi efektivně využita k zobrazení určitých antropogenních tvarů reliéfu, které představují dosud neobjevené nebo jinak nezaznamenané archeologické objekty, interpretovat je a obohatit tak jimi současný archeologický datový základ.

## **2. CÍLE A METODA**

Cílem této práce je především zhodnotit možnosti metod dálkového archeologického průzkumu pro detekci pozůstatků minulých sídelních aktivit na již výše zmíněném území a porovnat tak, v jakém rozsahu tento typ archeologické prospekce obohacuje dosavadní datovou základnu zkoumané oblasti, jako je například počet, rozmístění a druhové zastoupení nemovitých archeologických pramenů.

Úvodní část je především věnována základním informacím o samotném dálkovém průzkumu Země (pojem, význam, typy dat), ale

také je zde v krátkosti zmíněn význam pojmu kulturní krajina, jelikož je s ní celé téma práce velmi úzce spjaté. Mezi sledované otázky patří také možnosti využití leteckého laserového skenování a zhodnocení jeho výhod, nevýhod a jistých faktorů ovlivňujících aplikaci LLS pro archeologické účely. V následující části práce je přiblížen krajinný ráz vymezeného území a zároveň je zde stručně zmíněna historie archeologického bádání a přehled významných lokalit. Závěrečná část je věnována vlastnímu výzkumu archeologických objektů v okolí Blatné. Obsahuje informace o zpracování poskytnutých lidarových dat, zmapování území a vytipování potencionálních archeologických objektů zjištěných pomocí vizualizačních algoritmů na DMR a jejich následná interpretace. Součástí práce je mimo jiné databáze nalezených areálů - lokalit, objektů a pseudoobjektů ze zájmové oblasti.

Data leteckého laserového snímkování použita pro tuto diplomovou práci byla zapůjčena od Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (ČÚZK) v říjnu roku 2015.

### **3. DÁLKOVÝ PRŮZKUM ZEMĚ**

#### **3.1. Vymezení a definice dálkového průzkumu Země**

Dálkový průzkum Země je v literatuře nejčastěji znám pod anglickým termínem „remote sensing“, který zavedla v polovině 50. let 20. století geografa a oceánografa E. Pruittová, jako reakci na již nedostačující termín „letecká fotografie“ z hlediska používaných technologií (Schejbal – Homola – Staněk 2004). V německé literatuře je znám pod ekvivalentem „Fernerkundung“, případně ve Francii pod „télédétection“ (Halounová – Pavelka 2005, 1).



Pro termín dálkový průzkum Země existuje mnoho definic. Obecně je pod tímto pojmem myšlen soubor metod a technických postupů, zabývajících se pozorováním objektů a jevů na zemském povrchu bez přímého fyzického kontaktu s nimi (Plánka 2007, 8). Charles Elachi uvádí podobnou definici: „Dálkový průzkum je definován jako získávání informace o objektu bez fyzického kontaktu s ním.“ (Elachi – Zyl 2006, 1). Tento termín lze také vymezit definicí obsaženou v rezolucích Všeobecného shromáždění OSN a mezinárodních smluv o mírovém využití vesmíru, která zní, že termín dálkový průzkum je „snímání zemského povrchu z prostoru využitím vlastností elektromagnetických vln emitovaných, odrážených nebo lomených snímanými objekty, pro účely zlepšení využívání zemských zdrojů, území a ochrany prostředí.“ (Čulíková – Malina 2015, 14).

Dálkový průzkum Země lze zařadit k tzv. geoinformačním technologiím, které jsou schopny shromažďovat data o zemském povrchu a následně je zpracovávat a ukládat získané informace pro další využití. Metoda je založena na přenosu informací pomocí elektromagnetického záření, které měří intenzitu emitovaného či odraženého záření s následnou transformací do podoby elektrického signálu, který je exportován do digitálních dat. Proces aplikace DPZ lze rozdělit do dvou fází - sběr dat informujících o zemském povrchu a zpracování, analýza a vyhodnocení datových podkladů. Získané výsledky mohou být využity v mnoha oborech, jako například astronomie, geofyzika, geodézie, zemědělství, archeologie, lesnictví a v dalších vědeckých oblastech, které se zabývají časovými změnami na zemském povrchu (Halounová – Pavelka 2005, 1; Řeřicha 1998, 5 – 6; Starková 2012, 32; Cowley 2012, 43 - 55; Opitz – Cowley 2013).

### **3.2. Historický vývoj**

Počátky používání dálkového průzkumu je možné řadit do doby záměrného používání technických prostředků ve vojenství pro špionáž nepřátelských pozic. Podle této teze lze kořeny tohoto způsobu sběru informací hledat v průzkumech pomocí vojenských balónů na bojištích v 19. století. Nejstarším známým dokladem je průzkumný přelet nad bitvou u Fleurance francouzské jednotky plukovníka J. M. J. Coutella roku 1794 (Plánka 2007, 15). První fotografické snímky pořídili J. N. Niépce a J. L. M. Daguerre roku 1839. Jako nosiče byli využíváni například i papíroví draci nebo holubi. Roku 1849 A. Laussedat získal pomocí připevnění kamery na draka první snímky z výšky na dálku. Roku 1906 tímto způsobem G. R. Lawrence zdokumentoval důsledky zemětřesení v San Francisku. Pořizování snímků díky kamerám umístěných na holubech si nechal roku 1903 patentovat J. Neubronner (Halounová – Pavelka 2005, 4; Plánka 2007, 15). Nástup dálkového průzkumu Země jako takového nastává v meziválečném období. Jsou využívány postupy provázané s kartografickou lokalizací a tvorbou plánu a vzniká tak letecká fotogrammetrie (Starková 2012, 31).

Během druhé světové války došlo k významnému kroku, který se váže k začátku vývoje letů do kosmu a vývoje mikrovlňných vlnových délek. Do leteckých akcí byly zapojeny radary a využívání fotomateriálů citlivých na infračervené záření. Radary umožňovaly trochu nepravidelné a omezené snímkování protivníkovy území. Díky fotomateriálům citlivým na infračervené záření dokázaly vojenské jednotky detekovat i kvalitně maskované objekty, které za normálních podmínek nebyly viditelné. V období studené války byla kombinace radarového a leteckého fotogrammetrického snímkování často využívána, avšak data byla přísně tajná a určená pouze pro vojenské účely (Řeřicha 1998, 3 – 4).

První snímek zemského povrchu byl pořízen americkou družicí Explorer. Roku 1897 byl zcela poprvé vytvořen snímek švédské krajiny fotoaparátem připevněným na raketě, a to z výšky 100 m, kterou navrhl A. Denisse a dále upravil A. Nobel. Skutečný přelom v historii DPZ však znamenala 60. léta 20. století, kdy byly pro mapovací účely využity družicové systémy. Z počátku se vypouštění umělých družic týkalo dvou světových velmocí, a to USA a Ruska (tehdejšího SSSR). Jako první byl americký program CORONA z let 1961 – 1972, který byl následován vypuštěním první civilní monitorovací družice Země ERS 1. Jejím primárním účelem bylo zhodnocení stavu světových zásob přírodního bohatství a zmapovat využití krajiny. Tento program byl ve své době výjimkou, jelikož byla data využita pro civilní účely (Řeřicha 1998, 5). V 80. letech 20. století byla Francouzi vypuštěna družice SPOT, poskytující data pro tvorbu digitálního modelu reliéfu. Dále v této době nastupuje rychlý nárůst projektů založených na vypouštění družic určených k mapování Země pro vědecké účely, jako například Landsat 5, SPOT 1, KOSMOS, IRS-1A, MOMO 1 a jiné. Pomalejší nástup s kosmickým výzkumem měly další státy, jako byla Čína, Pákistán, Izrael nebo i Indie. Od této chvíle lze považovat dálkový družicový průzkum Země za samostatně stojící disciplínu, která poskytuje data pro rozsáhlou oblast vědy (Řeřicha 1998, 5; Halounová – Pavelka 2005, 5; Plánka 2007, 17).

### **3.3. Druhy dálkového průzkumu Země**

Vymezení druhové typologie dálkového průzkumu Země lze v základě charakterizovat a rozčlenit podle zdrojů elektromagnetického záření a druhu pořizovaných dat. Zdroje elektromagnetického záření je dále možné rozčlenit na aktivní, které v rámci měřicího přístroje obsahují i zdroj vysílaného záření a měří část jeho odraženého záření (laser) v jednotkách zařízení (pulsech) a pasivní, kdy zdroj

elektromagnetického záření představuje Slunce a Země. Druhé vymezení – podle druhu pořízených dat, vychází ze způsobu záznamu dat a dělí se na konvenční a nekonvenční. Konvenční dálkový průzkum Země využívá fotografické snímky, pořizované z leteckých i družicových nosičů, kdy obraz vzniká v jednom okamžiku. Nevýhodou je malý rozsah vlnových délek, ve kterých jsou pořizována data. Nekonvenční metoda využívá snímky vznikající postupně tzv. řádkováním, což znamená, že je záznam záření pořizován postupně po řádcích pomocí skenerů. Výsledky měření z této metody tvoří největší zastoupení obrazových dat, se kterými dálkový průzkum Země pracuje.

Dalším neméně důležitým dělením dálkového průzkumu Země je podle druhu nosiče. Nejčastěji využívaným je družicový a následně letecký, s využitím letadel, vrtulníků, balónů atd. Dále je možné dálkový průzkum Země klasifikovat podle dalších hledisek jako je počet záznamů obrazových dat (monochromatická/panchromatická), druh vlnových délek (infračervená/tepelná,/mikrovlnná), směr osy záběru (svislá/šikmá), zorné pole kamery (úzký/normální/širokoúhlý) a velikost snímaného území (globální/oblastní/lokální/detailní) (Halounová – Pavelka 2005, 2 – 3).

### **3.4. Typy dat dálkového průzkumu Země**

Pořízená data pomocí dálkového průzkumu Země je možné dělit dle výsledku měření na data obrazová a neobrazová. Neobrazová data je možné prezentovat ve formě jednorozměrných funkcí – grafů. Naopak obrazová data zachycují data z velkého plochy zemského povrchu ve velmi krátkém časovém úseku. Obsahují dva typy informací o sledovaných objektech – prostorovou a obsahovou. Prostorová informace v principu nese metrické údaje o velikosti objektů, jejich vzdálenosti apod., kdežto obsahová (tematická) informace zastupuje

interpretační stanovisko o daném objektu a obsahuje údaje o skrytých strukturách v datech. Interpretace obsahu je závislá na rozměru získaných dat a na účelu, pro který má výsledek sloužit. V některých případech nemusí být daná informace v datech obsažena, jelikož ji nelze zachytit pouhým okem, ale jen měřením například teploty zemského povrchu. Přesto je tento druh informace – obsahové – přednostně dálkovým průzkumem využíván. Data mohou být ale také dělena podle druhého aspektu, který spočívá na druhu záznamu, a to na data analogová (pořizovaná na filmový materiál) či více využívaná digitální (Halounová – Pavelka 2005, 1 – 2).

## **4. LETECKÉ LASEROVÉ SKENOVÁNÍ**

### **4.1. Princip LLS**

Jednou z dlouhodobě vyvíjených metod dálkového průzkumu Země je letecké laserové skenování (zkráceně LLS). Běžně se pro ně v literatuře využívají zkratky LiDAR nebo ALS, představující termíny „light detection and ranging“ a „airborne laser scanning“. Tento pojem (LiDAR) můžeme definovat jako technologii sloužící k tvorbě výškopisného modelu prostřednictvím dat získaných laserovým skenováním zemského povrchu z výšky – respektive k 3D mapování. Metoda leteckého laserového skenování je v poslední době stále více využívána v archeologii jako způsob vyhledávání, dokumentace a mapování antropogenních tvarů reliéfu (John – Gojda 2013, 8).

LiDAR pracuje na principu měření vzdálenosti mezi vlastním skenovacím zařízením umístěným na vodorovně se pohybujícím nosiči (např. letadlo, helikoptéra) a zemským povrchem na základě časového intervalu mezi vysláním laserového paprsku, jeho odrazem od povrchu

terénu a následným návratem do skenovacího zařízení. Rychlost impulsů vysílaných systémem LiDAR se pohybuje mezi 150 000 – 200 000 body za sekundu s hustotou nasnímaných bodů 1 – 20/m<sup>2</sup>. Na základě měření těchto velmi krátkých intervalů je možné určit přesnou polohu bodů na povrchu (z pravidla s přesností na 10 – 30 cm) a vytvořit tak digitální model terénu s vysokým rozlišením (Starková 2010, 105; John – Gojda 2013, 9; Gojda 2005, 807). Letecký skener se používá pro mnoho výzkumných měření. Nosič (letadlo) umožňuje na palubě dostatek prostoru pro umístění aparatury i pro obsluhu. Skener je v průběhu snímkování pod lidskou kontrolou a dovoluje tak přizpůsobit podmínky letu daným potřebám Halounová – Pavelka 2005, 80).

V archeologii je LiDAR považován za jednu z nejefektivnějších metod mapování krajiny, kterou je však vhodné doplnit o další nedestruktivní metody, například o geofyziku, geochemii, povrchové sběry, letecké snímkování, sondáž a samozřejmě o terénní průzkum. Kromě archeologie nachází letecké laserové skenování své využití také v dalších oblastech jako je například 3D vizualizace, architektura, modelace městské zástavby, atmosférický výzkum, geomorfologie, hydrologie, geografie, topografie, lesnictví, infrastruktura a komunikační sítě, ekologie, vojenství, oceánografie nebo turismus. Lze jej také použít pro detekci erozních postupů, ke sledování urbanistických i krajinných změn, míry zalesnění nebo změn hydrologických (Starková 2010, 105).

Dálkové laserové skenování je v našem krajinném prostředí možné použít zejména k mapování rozsáhlých ploch buď pravěké, nebo středověké kulturní krajiny, která obsahuje pozůstatky minulých sídelních aktivit, a to i v zalesněné krajině. Mezi takové můžeme zařadit například zaniklé vesnice, pole, mohylníky, těžební a výrobní areály nebo vojenská zařízení. Zaměřované plochy jsou srovnatelné svojí polohopisnou i výškopisnou přesností s tou, kterou dosáhneme pouhým pozemním geodetickým zaměřováním. To je však velmi časově

náročné. Využitím dat leteckého laserového skenování tedy nejen archeologové ušetří mnoho času. Pomocí LiDARu dokážeme zmapovat prostor několikahektarové lokality (např. hradiště) řádově v několika minutách, kdežto jeho geodetické zaměření pomocí např. totálních stanic může trvat až několik dní (Gojda 2005, 809).

#### **4.2. Výhody a omezení leteckého laserového skenování**

Letecké laserové skenování má své výhody ale i svá omezení. Nesporným kladem je schopnost laseru pronikat skrze vegetační pokryv a mapovat tak pouze reliéf krajiny. Lze jej tedy použít i v zalesněném prostředí, kde klasický letecký průzkum není zcela efektivní, jelikož na leteckém fotogrammetrickém snímku nevidíme terénní povrch, ale pouze lesní porost. Jako další výhodu bych zařadila možnost rychlého sběru georeferencovaných dat na poměrně velkých plochách. Jelikož je skener vybavený velmi přesným GPS přijímačem a vnitřním, tzv. inerciálním, navigačním systémem a umožňuje sběr dat během průletů ve vzájemně se překrývajících pásích, které se doplňují. Jejich šíře závisí na výšce letu. Tato metoda, oproti leteckému průzkumu, je také méně závislá na stavu atmosféry nebo na intenzitě slunečního svitu. Snímky se mohou pořizovat v kteroukoli denní i roční dobu. Doporučuje se ale snímkování v jarním či podzimním období, kvůli nízké hustotě vegetačního pokryvu. Do jisté míry může být však omezena vysokou oblačností, mlhou nebo také kouřem. Laserové skenování nabízí vyšší přesnost a širší rozsah využití než systémy satelitního snímkování či letecké fotogrammetrie. Další výhodou LiDARu je také možnost georeferencovaná data v digitální podobě dále celkem rychle upravovat, zhodnocovat a vizualizovat. Letecké laserové skenování je schopné velmi přesně zmapovat terén, kde vyniknou i nepatrná terénní převýšení nebo deprese, které nejsou ze země rozpoznatelné. Mezi tyto objekty by bylo možné zařadit například meze, plůžiny nebo stará pole, které díky

dlouhodobé a intenzivní orbě zanikly. V klasické sídelní zóně nížin může letecké laserové skenování sloužit k detekci písečných dun, které kdysi vystupovaly na plochý reliéf aluviálních údolí a chránily tak pravěké osady před cyklickými povodněmi (Gojda 2005, 809). Naopak nedokáže indikovat zaniklé zahloubené objekty pod úrovní terénu, jako jsou například příkopy, jámy nebo půdorysy domů. Laserové paprsky skeneru totiž nedokáží proniknout pevným materiálem (v tomto případě zemským povrchem). Jak jsem již zmínila, skener vysílá pomocí rotujícího zrcadla směrem k zemi impulsy paprsků pod různými úhly a odráží se zpět od překážek. Takováto překážka nemusí však být vždy nutně terén, ale musíme brát v úvahu, že může dojít k odrazu i od větších objektů několik desítek centimetrů nad povrchem země, jako je například nižší vegetace, vývraty, stavby nebo zvěř. Mnohdy se tedy jedná namísto archeologických objektů o tzv. pseudoobjekty. Je nutné provádět jejich ověřování v terénu, což může být časově náročné a je vyžadována jistá znalost archeologa. Jistá omezení existují také při výzkumu oblastí s vysokou mírou zalesnění nebo hustým vegetačním pokryvem. Nevýhodou také je enormní velikost dat při práci s podrobnými modely na větším území (Gojda 2005, 807; John – Gojda 2013, 9; Gojda – John – Starková 2011, 681 – 682; Šmejda 2009, 66).

#### **4.3. Sběr a možnosti získání lidarových dat**

Vůbec prvním krokem k využití leteckého laserového skenování k průzkumu krajiny je zpravidla sběr dat. Samotným skenováním krajiny a vytvořením základních dat se zabývají specialisté. Archeologové by však měli mít možnost zjistit základní informace o snímku – tzv. metadata. Ty obsahují informaci o vzniku a další manipulaci používaných dat. Zpravidla tyto metadata obsahují informaci o výšce, rychlosti, datu letu, typu a frekvenci skeneru, vzdálenosti jednotlivých průletů, úhlu skenování, souřadnicovém a výškovém systému apod. Pro



archeologii jsou nejdůležitější informace o hustotě a datu skenování (John – Gojda 2013, 11).

Hustota skenování se odvíjí od frekvence skeneru, výšky a rychlosti letu a velikostí překryvu jednotlivých letových pásů. Obecně se uvádí, že čím více naskenovaných bodů, tím lépe. Pro využití v archeologii je za minimum bodů považován 1 bod na 1 m<sup>2</sup> (Doneus – Briese 2011, 60). Je proto nutné zvážit jak velké je rozhraní objektů, které chceme sledovat a od toho dále odvíjet hustotu skenování. Skenováním s vyšší hustotou stoupá i počet letových hodin, od nichž se také odvíjí výsledná cena produktu. Vyšší hustota je dosažena díky skeneru s vysokou frekvencí, který je umístěn na pomalu letícím nosiči v pásech s velkým překryvem. Letecké laserové mapování obvykle využívá na úrovni velkých územních celků hustotu 1 – 20 bodů/m<sup>2</sup>. Při skenování území pro projektování silničních koridorů se hustota pohybuje mezi 20 – 100 body/m<sup>2</sup> a u pozemního skenování je hustota až 4000 bodů/m<sup>2</sup>. Datum skenování je závislý na vegetačním krytu. Obecně je známo, že pokud jsou data využívána k dokumentaci reliéfních tvarů terénu, je dobré, aby byly co nejméně pokryty vegetací. Platí to jak v lesních částech krajiny, tak i na zemědělských plochách. Nejeфекtivnější je realizace skenování v jarních měsících, kdy rostlinný porost není plně rozvinut. Kvalitních výsledků je možné dosáhnout také na podzim, problémy však v tomto období může způsobovat napadané listí v terénních depresích (Doneus – Briese 2011, 63; John – Gojda 2013, 11; Young 2011, 11 - 13).

Existují dvě možnosti jak získat data z LLS, a to buď skenováním vybrané oblasti na zakázku, nebo nákup archivních dat (John – Gojda 2013, 11). Archivní data jsou velmi snadno a poměrně rychle dostupná. V současné době jsou již veřejnosti k dispozici data 4. a 5. generace (podrobněji v další podkapitole). Zájemce si data může jednoduše objednat na stránkách Českého úřadu zeměměřického a katastrálního

(ČÚZK) díky mapě s vyznačenými mapovými listy, ve které si navolí data ze zájmové oblasti a dále postupuje v klasickém objednávkovém formuláři. Na stránkách lze také zobrazit přímo vizualizovaná data v DMP1, DMR4 a DMR5. Tato data však nemají takové rozlišení příslušící své kategorii a lze je tedy použít jen jako náhledovou mapu oblasti k případnému nákupu dat. Data se také pohybují v poměrně přijatelné cenové relaci - v řádu sto korun za jeden mapový list. Pro studenty je zde možnost zapůjčit si od ČÚZK data v rozsahu 20 mapových listů pro studijní účely k vypracování bakalářské nebo diplomové práce.

#### **4.4. Digitální modely leteckého laserového skenování**

Celoplošné laserové skenování České republiky bylo zahájeno roku 2009 v rámci projektu Českého úřadu zeměměřického a katastrálního, Ministerstva obrany ČR a Ministerstva zemědělství ČR (Brázdil 2009, 145 - 151). V archeologii jsou v současné době využívány dva hlavní typy dat leteckého laserového skenování, a to digitální model reliéfu ČR 4. generace (označovaný DMR 4G) a 5. generace (označovaný DMR 5G).

##### **4.4.1. DMR 4G**

Digitální model reliéfu ČR 4. generace zobrazuje přirozený nebo lidskou činností upravený zemský povrch v digitálním tvaru. Data jsou generalizována v pravidelné síti o velikosti 5 × 5 m. Jedná se tedy o rastrový model. Nevýhodou je, že díky němu lze identifikovat pouze rozsáhlejší památky, jelikož nezachycuje zcela přesně malé terénní anomálie. DMR 4G uvádí úplnou střední chybu výšky modelu 0,3 m v odkrytém terénu a 1 m v zalesněném terénu. Model vznikl z dat

pořízených metodou leteckého laserového skenování výškopisu České republiky v letech 2009 až 2013. Je vhodné ho použít k analýzám terénních poměrů v regionech, jako např. projektování dopravních záměrů, modelování přírodních jevů nebo v oblasti predikce archeologických lokalit a jejich přírodních podmínek - svažitost terénu, nadmořská výška apod. (<http://geoportal.cuzk.cz>; Křišťuf – Zíková 2015, 19).

#### **4.4.2. DMR 5G**

Digitální model reliéfu ČR 5. generace zobrazuje taktéž upravený zemský povrch v digitálním tvaru, ale ve formě výšek diskrétních bodů v nepravidelné trojúhelníkové síti bodů (TIN). Výšková přesnost modelu je tentokrát o hodně vyšší a to 0,18 m v odkrytém terénu a pouze 0,3 m v zalesněném terénu. Nevýhodou DMR 5G je vyhlazování snímků v průběhu jeho zpracovávání, což může mít vliv na zachytitelnost některých nízkých tvarů reliéfu. Je také nutností počítat s tím, že v určitých místech nebyla žádná data naskenována. V tomto případě jsou body uměle interpolovány na základě bodů v nejbližším okolí za účelem zaplnění celého území. Jedná se především o vodní plochy, oblasti s velmi hustou vegetací nebo plochy nacházející se pod budovami. Pro archeology však ve výsledku v takových místech může hrozit riziko ztráty důležitých objektů menší rozlohy. V současnosti jsou do DMR 5G převedena data na cca 80% území ČR. Výjimkou je severomoravský kraj a jihozápadní část Čech. Odhaduje se, že dokončení skenování by mělo být do konce roku 2016. Česká republika se tak zařadí mezi země, které již disponují celoplošným pokrytím LLS daty, jako například Bádensko-Württembersko, Bavorsko, Velká Británie, Dánsko, Slovinsko, Rakousko nebo Slovinsko (<http://geoportal.cuzk.cz>; John – Gojda 2013, 11 - 12; Křišťuf – Zíková 2015, 19).

#### **4.5. Parametry ovlivňující LLS**

Ráda bych v krátkosti zmínila také parametry ovlivňující výsledné výstupy laserového leteckého skenování. Mezi takové patří: relativní výška letu, rychlost letu, průměrná hustota bodů, vychýlení laserového paprsku od vertikálního směru, šířka skenovaného pásu, vzdálenost sousedících letových pásem a jejich překryv, divergence (odchylka) laserového paprsku, velikost stopy laserového paprsku, frekvence vysílání pulsů a frekvence skenovaných řad (Starková 2012, 48).

#### **4.6. Klasifikace dat**

Data, která jsou pořízena pomocí leteckého laserového skenování mají podobu tzv. mračka bodů. Nejsou roztříděná a musejí se pro další účely zpracovat. Rozdělení naměřených mračen bodů jen na ty, které leží na terénu a na ty ostatní, nevede k rozsáhlému využití. Proto se při zpracovávání dat provádí tzv. klasifikace, čímž se rozumí roztřídění jednotlivých bodů podle druhu objektu, na kterém leží. Základní jsou tyto tři třídy – terén, budova a vegetace (Dolanský 2004, 59). Jako další třídy jsou vymezené hrubé chyby, body pod terénem, nízká vegetace, vysoká vegetace, komunikace, výškové vedení a body terénní kostry. Pomocí dalších funkcí je možné z těchto vrstev (tříd) vygenerovat další výsledky. Například z vrstvy terénu lze vytvořit vrstevnicový plán, z vrstvy vegetace mapu porostu nebo z bodů budov 3D modely měst apod. Samotná klasifikace je prováděna v několika cyklech, přičemž v každém cyklu je vytříděna pouze jedna třída (např. budova) a další probíhající cyklus probíhá jen s neroztříděnými daty, tedy již bez budov. Z třídy vznikne jedna vrstva. Měřené body lze klasifikovat podle výškových poměrů v okolí bodu, podle odrazivosti z laserového skeneru nebo podle

spektrálních vlastností zachycených v digitální komoře (Dolanský 2004, 67).

Existují dva typy klasifikace – automatická a manuální. V první řadě se provádí automatická, která pomocí matematických algoritmů rychle roztrídí naskenovaná data do výše uvedených skupin. Úspěšnost tohoto typu klasifikace je uváděna do 90%. Chyby a určité nedostatky zaujímající zbývajících 10% se odstraňují již manuálně. K tomuto členění se využívá speciálních programů jako je například TerraScan nebo SCOP++. K problémům aplikace automatické klasifikace patří zejména terénní reliкty obsahující stále zbytky architektury. Příkladem mohou být zříceniny hradů. V principu totiž program odstraní z terénu budovy (relikty zdiva hradu) a tím mohou zaniknout podstatné archeologické informace. V této situaci je vhodné zvolit manuální klasifikaci nebo doplnit následný průzkum jinými doplňkovými metodami (John – Gojda 2013, 12).

Vliv na úspěšné roztrídění dat může také mít použitý skener. Letecké laserové skenery můžeme rozdělit na dva typy – konvenční a tzv. full-wave. Konvenční skener zaznamenává pouze odrazy paprsků od povrchu terénu. Zde může nastat problém s odlišením nízké a husté vegetace anebo od pevného terénu. Full-wave skener umožňuje zachytit nejen neomezený počet paprsků, ale i jejich vlnových křivek. Díky tomu je možné pomocí různých algoritmů posoudit, od čeho byl paprsek odražen – zda je to pevný povrch, nízká vegetace nebo např. hromada větví (John – Gojda 2013, 12; Doneus – Briese 2006, 156 - 157). Přelomovou studií byl výzkum s využitím skeneru typu full-wave na rakouské lokalitě Purbach. Při klasifikaci bylo tak možné rozlišit mohylové násypy od pseudoobjektů, které tvořily velmi tvarově podobné hromady větví (Doneus – Briese – Fera – Janner 2008, 882 - 893).

Výsledkem klasifikace jsou obvykle data distribuována ve formátu LAS (.las). Tento binární formát obsahuje specifické informace o

lidarových datech jako např. číslo odrazu, souřadnice nebo datum skenování. Výhoda, kterou přináší je poměrně malá velikost souboru dat a je tedy možné s nimi pracovat rychleji. Naopak nevýhodou je malý počet programů, které dokáží tento formát zpracovat. Druhým možným formátem k ukládání dat je ASCII (.asc, .txt, .xyz), který sice dokáže přečíst většina běžně používaných programů, ale jejich datová velikost je příliš objemná a způsobuje tak pomalejší zpracování (John – Gojda 2013, 12).

#### **4.7. Typy digitálních modelů terénu**

Na základě úspěšné klasifikace vznikají dva základní digitální modely, používající se pod zkratkou DMP a DMR.

Digitální model povrchu (DMP), který je v cizojazyčné literatuře také znám pod ekvivalentem DSM (Digital Surface Model) nebo DGM (Digitales Geländermodell), zobrazuje veškeré objekty nacházející se nad povrchem terénu, tedy včetně vegetace a zástavby. V primární podobě se dá velmi efektivně využít při modelování a vizualizaci měst nebo krajiny, ale včetně vegetace (Oršulák – Pacina 2010, 7; John – Gojda 2013, 13). Jednotlivé třídy pokryvu reprezentuje barevné rozlišení, které vyjadřuje intenzitu přijatého signálu při měření délek a usnadňuje tím orientaci v datech (Starková 2012, 55).

Druhý zmíněný je digitální model reliéfu (DMR), používající anglický ekvivalent DTM (Digital Terrain Model) nebo německý termín DOM (Digitales Oberflächenmodell). Tento model reprezentuje „holý“ povrch terénu, který neobsahuje žádný vegetační pokryv, budovy ani jiné objekty. Je podstatně přesnější a detailnější než běžné mapy. V důsledku vzniku možných nepřesností při skenování a klasifikaci je nutné brát v úvahu skutečnost, že zpravidla není naprosto přesnou kopií

terénu a je tedy vhodné doplnit průzkum založený na tomto typu modelu fyzickým terénním průzkumem (John – Gojda 2013, 13).

#### **4.8. Konstrukce skeneru**

Laserový skener se skládá z několika samostatných mapovacích technologií. Mezi pět hlavních komponent patří – GPS, laserová jednotka, skener, kontrolní jednotka a navigační jednotka. Vnitřní parametry jednotlivých jednotek musejí být velmi přesné, proto je nutné je před měřením kalibrovat (Dolanský 2004, 13).

1. **GPS (Global Positioning System)** slouží k určování polohy nosiče v referenčním systému. V letadle může být umístěno jedno i více zařízení GPS. K měření stačí využít čtyři satelity GPS. Ke zpřesnění polohy je však vhodnější používat pět až šest satelitních přijímačů. Další důležitou funkcí je synchronizace času všech ostatních měřících jednotek. Časté je také využití diferenciální metody GPS tzv. DGPS (Differential Global Positioning System), který kombinuje údaje z referenčních stanic umístěných na geodetických bodech na povrchu země a hodnoty stanice umístěné na palubě nosiče (Dolanský 2004, 20; Starková 2012, 43).
2. **Laserová jednotka** se skládá z laserového vysílače a přijímače. Laserový vysílač vysílá svazky paprsků, které jsou po odrazu od objektů v prostoru pod skenerem zachycovány laserovým přijímačem. Nastavuje si svoji velikost stopy laserových paprsků a intenzitu vyslaných pulsů. Nejdůležitějším záznamem je v tomto případě hodnota prvního a posledního pulsu. První puls zachycuje vrcholové partie objektů a poslední představuje samotný terénní povrch

(Dolanský 2004, 13; Starková 2012, 43 -44; Ackerman 1999, 64 – 67).

3. **Skener** obsahuje těleso rotujícího zrcadla, které zapříčiňuje jemné vychylování svazků laserových paprsků mimo svoji osu. Tím určuje celkový úhel záběru v příčném směru a rozsah zorného pole, které se obvykle pohybuje v rozmezí 20 – 30°, nejmodernější systémy až 70°. Existují čtyři typy základních skenerů: *skener s rotačním zrcadlem* (snímkování probíhá v paralelních řadách souběžných se směrem letu), *skener s oscilujícím zrcadlem* (snímkování s charakteristickým pilovitým „cikcak“ uspořádáním), *skener se svazkem optických vláken* (snímkování probíhá pod stejným úhlem v rovnoběžných řadách bodů se směrem letu, které se vzájemně překrývají) a *eliptický skener* (stopa snímkování opisuje na povrchu elipsu, čímž dochází k měření povrchu z několika úhlů) (Dolanský 2004, 15 – 19; Starková 2012, 46; Ackermann 1999, 64 – 67).
4. **Kontrolní (řídící) jednotka** je komunikačním prostředkem mezi skenerem a laserovou jednotkou. Vnitřní hodiny této jednotky vyžadují pravidelnou časovou synchronizaci. Veškerá měřená data jsou provázána právě časem (Dolanský 2004, 20; Starková 2012, 47).
5. **Navigační jednotka** nebo také IMU (Inertial Measurement Unit) využívá vlastnosti dvou fyzikálních jevů, a to osu velmi rychle rotujících těles a setrvačnost těles. Oba tyto jevy jsou měřeny příslušnými přístroji (gyroskop a akcelerometr). Jelikož se letoun v průběhu letu naklání, systém IMU dokáže zaznamenat polohu naměřených bodů a zpětně určit polohu leteckého nosiče. Toto měření je však nutné doplnit systémem GPS (Dolanský 2004, 20).



#### **4.9. Interpolační metody lidarových dat**

Interpolaci lidarových dat může provádět každý archeolog sám bez nutnosti specialisty, jako tak bylo u předchozích fází práce s daty (sběr a klasifikace). Výšková data, která byla použita při tvorbě digitálního modelu terénu, neúplně pokrývají zájmovou oblast. Je tedy nutné provést doplnění „prázdných“ míst pomocí interpolačních metod. Interpolace se používá především k predikci reálného terénu a vytváření souvislých rastrových povrchů terénu z naměřených vstupních vektorových dat. Zjednodušeně se tedy jedná o převod vektoru na rastr pomocí několika interpolačních metod – vytvoří se tak digitální model reliéfu (DMR). Kvalita výstupního modelu je odvíjena nejen od kvality vstupních dat (hustota, přesnost), ale i od vhodnosti zvolené metody interpolace (Oršulák – Pacina 2010, 20; John – Gojda 2013, 12)

Pro získání uspokojivého modelu je možno využít řadu interpolačních metod, které je možné rozdělit na dvě skupiny – přesné a vyrovnávací. Mezi přesné metody, zachovávající hodnoty v datových bodech, patří triangulace, metoda inverzní vzdálenosti bez vyrovnávacího faktoru, Natural Neighbor, Kriging a Spline. Vyrovnávací metody působí na jemnější vyrovnání mezi jednotlivými body, ale nejsou přitom zachovány hodnoty datových bodů. Výsledný rastr je ve výsledku hladší a dochází k vyrovnání nerovností. Jsou to Kriging s nugget efektem, polynomická regrese a metoda inverzních vzdáleností s vyrovnávacím efektem. V prostředí ESRI ArcGIS a pro potřeby archeologie jsou nejpoužívanější tyto algoritmy: nepravidelná triangulace (TIN), Natural Neighbor, Spline, Kriging a metoda inverzních vzdáleností. Kromě programu ArcGIS existují další specializované programy jako například Surfer, který dokáže zpracovat až bilión naměřených bodů, český software ATLAS DMT nebo tzv. open source software GRASS, SAGA apod. (John – Gojda 2013, 12 – 14; Křišťuf – Zíková 2015, 88 – 89).

- **Lineární interpolace pomocí TIN** (Triangulated Irregular Network) je založena na principu nepřekrývající se trojúhelníkové sítě, jejichž vrcholy tvoří naměřené body. Při dostatečné hustotě a rovnoměrnosti bodů je výsledkem nepravidelná plocha přesně kopírující povrch terénu. Výsledný model má sice hrany sousedících trojúhelníků spojené, ale ty nejsou hladké. Následné výstupy z modelů TIN jsou tedy tvořeny lomenými čarami a jsou spíše vhodné pro zobrazení výrazných zlomových linií nebo tektonických poruch, než pro pozvolný terén. Při použití této metody je dobré brát zřetel na tzv. Delaunayovo pravidlo. To nám udává, že v kružnici opsané kolem trojúhelníku nesmí být žádné další body (Křišťuf – Zíková 2015, 89; Oršulák – Pacina 2010, 21).
- **Natural Neighbor** (metoda přirozeného souseda) využívá tzv. Thiessenových polygonů, kdy je plocha rozdělena podle dané množiny bodů na polygony, které obsahují právě jeden naměřený bod. Ostatní body, které jsou uvnitř polygonu, jsou blíže tomuto měřenému bodu než jinému. Pokud je do sítě těchto polygonů vložen interpolovaný bod, jeho okolí se přemění a vznikne další síť polygonů. Nový polygon překrývá určité části bodů v původním polygonu, které se nazývají „přirození sousedé“. Tyto body jsou zahrnuty ve výpočtech interpolace nových bodů. Efektivnosti tato metoda nabývá, pokud jsou body pravidelné, což zapříčiňuje výslednou vyhlazenou strukturu modelu (John 2008, 265; Křišťuf – Zíková 2015, 90, Childs 2004, 35).
- **Metoda inverzních vzdáleností – IDW** (Inverse Distance Weighted) je založena na základním principu podobnosti –

body, které jsou blíže u sebe, se sobě více podobají, než ty prostorově vzdálenější. IDW určuje hodnoty buněk na základě lineárně vážené kombinace množiny vstupních bodů. K interpolaci je nutné mít hustou síť bodů s jejich co nejpravidelnějším rozmístěním. Jejich blízkost má totiž vliv na výsledný povrch, který díky nim bude méně hladký a bude obsahovat více detailů. Nevýhodou je, že IDW nedokáže vypočítat vyšší nebo nižší hodnoty než jsou hodnoty vstupních dat. Pokud tedy nemáme naměřené hodnoty i v extrémních bodech, může dojít v těchto místech ke zkreslení výsledného modelu (Childs 2004, 34; Krištuf – Zíková 2015, 90; Oršulák – Pacina 2010, 26).

- **Spline** je založena na generování povrchu s minimální křivostí, který co nejpřesněji prochází vstupními body. Pro tuto metodu je typická modelace co nejhladšího povrchu. Tento princip je možné si blíže představit pod použitím tenkého flexibilního (gumového) plátu, který se snažíme minimálně ohnout tak, aby se dotkl několika výškově odlišných bodů naráz. Výhodou je rychlý výpočet a jistota, že výsledný povrch prochází přesně všemi vstupními daty. Dále metoda Spline dokáže (na rozdíl od IDW) vypočítat vyšší nebo nižší hodnoty než jsou extrémní hodnoty vstupních bodů. Známe dva druhy této interpolace – *regularized*, zajišťující, že výsledný rastr je hladší a neobsahuje viditelné zlomy a *tension*, kdy se povrch jeví jako tuhá deska položená přes vstupní data (Oršulák – Pacina 2010, 29; Childs 2004, 34; Krištuf – Zíková 2015, 91).
- **Kriging** je v současnosti pravděpodobně nejpoužívanější geostatickou interpolační metodou. Principem je generování

odhadnutého povrchu z rozptýlené množiny bodů, které obsahují informaci hodnotě modelovaného jevu. Stejně jako výše uvedená metoda IDW přiřazuje hodnotu v závislosti na vzdálenosti bodů a navíc počítá s prostorovými vztahy mezi jednotlivými měřeními. Výhodou je plně ovladatelný průběh pomocí parametrů během interpolace, přesné výsledky a velká flexibilita při užívání. Vyžaduje však hlubší znalost prostorové statistiky a výpočet interpolace je v tomto případě více časově náročný (Oršulák – Pacina 2010, 32; John 2008, 265; Krištuf – Zíková 2015, 91; Childs 2004, 34).

#### **4.10. Metody vizualizace lidarových dat**

Výslednou částí zpracování dat leteckého laserového skenování je způsob vizualizace vypočteného modelu. Pomocí několika algoritmů je možné měnit parametry rastrového podkladu a je tak možné díky nim zobrazit méně nápadné terénní anomálie tvaru reliéfů – rozmístění a četnost objektů. Vizualizací je možné odhalit chyby ve vstupních datech nebo špatně použitý typ interpolační metody (John – Gojda 2013, 14). Existuje několik základních způsobů vizualizace. V následující části jsou uvedeny čtyři nejpoužívanější – Hillshade, Sky View Faktor, Slope a Local Relief Model.

- **Stínovaný model (Hillshade)** je založen na nastavení simulovaného světla dopadajícího na model terénu (obvykle pod azimutem  $315^\circ$  a úhlem  $45^\circ$ ), které vytváří zdánlivé stínové příznaky a zvýrazňuje tak antropogenní tvary reliéfu. Díky odstínům šedi je vnímán rozdíl světlých a tmavých míst, tím je zvyšována plasticita povrchu a tvoří se jakýsi 3D efekt vzhledu terénu. Tato metoda s sebou nese

několik výhod i nevýhod. Výhodou je především rychlost a možnost využití v téměř každém programu. Je vhodná ke zvýraznění některých lineárních objektů a objektům s nízkým převýšením nad terénem. Nevýhodou je jednotné nastavení světla vůči rovnoběžným útvarům s úhlem azimutu, které pak nevytvoří stín. Dalším mínusem této metody je, že v členitém terénu mohou následně vznikat naprosto nezastíněné (černé) nebo naopak přesvětlené plochy. Je vhodné doplnit stínovaný model barevnou škálou pro snazší interpretaci výškových poměrů

- **Faktor výhledu (Sky-View Factor)** přiřazuje během výpočtu jednotlivým pixelům digitálního modelu hodnoty, které odpovídají ploše virtuální oblohy nad horizontem, viditelné z každého pixelu a obvykle používá jako podklad hillshade model terénu. Konkávní objekty jsou tak reprezentovány tmavšími odstíny šedi, naopak konvexní útvary jsou světlé. Faktor výhledu je vhodnější použít v členitějším terénu. Oproti Hillshadu má tu výhodu, že reflektuje množství světla dopadající na objekt bez ohledu na jeho polohu. Je vhodné ji použít například při detekci těžebních objektů.
- **Svažitost terénu (Slope)** záměrně využívá vyššího zvýraznění (kontrastu) terénních přechodů – vygeneruje nám rastr sklonu svahů. Efektivně je využívána v kombinaci se stínovým modelem. V archeologii je dobře použitelná pro vizualizaci objektů zachovaných v reliéfu terénu, jako je například mohylové pohřebiště.
- **Lokální reliéf (Local Relief Model)** spočívá ve výpočtu rozdílu mezi dvěma stejnými digitálními modely reliéfu, z nichž jeden je vyhlazený pomocí tzv. low-pass filtru. Ve

výsledném modelu jsou tak potlačeny výškové rozdíly odpovídající antropogenním reliktním. Je schopný zachytit i objekty s nevýraznou výškou, které při klasické vizualizaci mohou zaniknout. Výhodou je dobrá rozlišitelnost konvexních a konkávních objektů i ve svažitém terénu. Nevýhodou je nežádoucí vyhlazení zapříčiněné zvolením špatného filtru a také ta skutečnost, že výsledný model musí být prezentován barevně, jinak je obtížné ho interpretovat.

## **5. LETECKÉ SNÍMKOVÁNÍ**

Letecké snímkování je jednou z forem dálkového průzkumu Země a řadí se do skupiny nedestruktivních metod archeologie. Cílem letecké archeologie je plošný průzkum krajiny z výšky, její dokumentace a evidence pohřbených a viditelných součástí kulturní krajiny. Prospekce krajiny se provádí z nízko letícího letounu. Používají se dva typy snímkování, a to kolmé a šikmé snímky. Kolmé snímky vznikají pomocí svisle orientované kamery na letadle. Tyto fotografie jsou používány spíše za účelem kartografie, vojenského mapování terénu, geologie atd. než pro archeologii. Šikmé snímky jsou pořizovány přímo archeologem pomocí běžných fotoaparátů. Snímkování je výhradně selektivní, jelikož jsou na místě vyhledávány a dokumentovány jevy, které mohou identifikovat nějaké archeologické objekty. K tomu napomáhá několik obecně známých přírodních indikátorů, které jsou popsány níže. Tento postup lze považovat za syntetický (Šmejda 2009, 50 – 55).

## **5.1. Principy detekce archeologických lokalit**

Existují různé typy indikátorů, které dokáží detekovat a popsat archeologické objekty. Tyto příznaky lze dělit do dvou skupin – na přímé, umožňující bezprostřední pozorování památek pomocí např. stínových nebo půdních příznaků a nepřímé, které naznačují přítomnost pohřbených objektů díky působení jejich fyzikálních a chemických vlastností na okolí - porostové, vyprahlostní, vlhkostní a sněhové příznaky (Šmejda 2009, 35).

### **5.1.1. Porostové příznaky**

Nejčastějším příznakem, díky kterému jsou objekty odhaleny, jsou porostové (vegetační) příznaky. Ty jsou tvořeny odlišným zbarvením, výškou nebo hustotou vegetace. Při pohledu z výšky mohou být pozorovatelné jako náhlý kontrast nebo plynulý přechod v odstínu rostlin. Díky těmto příznakům je možné identifikovat zahloubené objekty (hrobové a zásobní jámy, příkopy, zemnice apod.). Podstatou zviditelnění je, že všechny tyto objekty byly v minulosti vyplněny druhotnou (humózní) výplní s vyšším obsahem fosfátů a je tedy odlišná od okolního podloží. Takováto půda lépe udržuje vodu a přináší lepší podmínky pro růst, hustotu, výšku i zbarvení plodin. Tento efekt se označuje jako pozitivní porostový příznak. Naopak pokud je pod povrchem terénu ukrytá těžko prostupná překážka, jako například zdivo nebo dlažba, plodiny nemohou udržet dostatečné množství vláhy a v důsledku toho dříve uzrávají a dosahují výrazně nižšího vzrůstu než v jejich okolí. V tomto případě je příznak klasifikován jako negativní (Gojda 2000, 123, 128; Šmejda 2009, 40 - 42).

### **5.1.2. Půdní příznaky**

Půdní příznaky jsou druhým nejčastějším zviditelněním zaniklých objektů pod povrchem terénu. Projevují se náhlou změnou odstínu půdy na zemědělských plochách a mají typický plošný nebo lineární charakter. Díky dlouhodobé orbě a svahové erozi dochází po jisté době k zásahu do horní vrstvy výplně zahloubených objektů, které je barevně odlišné (tmavší) než v okolí (Šmejda 2009, 38; Gojda 2004, 80 – 82).

### **5.1.3. Stínové příznaky**

Především liniové objekty zachované i v nepatrném reliéfu jsou možné zachytit díky účinku nízkého světla zejména v ranních a podvečerních hodinách. Pro účelné použití těchto příznaků, je nutné zohlednit dva faktory - vertikální úhel Slunce nad obzorem a také azimut, ve kterém se Slunce vzhledem k objektu nachází. První faktor ovlivňuje délku vržených stínů - čím nižší osvětlení, tím delší stín. Směr slunečních paprsků je však také důležitý, jelikož světlo vržené paralelně s lineárními tvary pak nevykazuje ve výsledku žádný rozdíl (Gojda 2004, 82; Šmejda 2009, 37).

### **5.1.4. Vlhkostní, vyprahlostní a sněhové příznaky**

Vlhkostní příznaky mohou mít překvapivý vliv na projevení zahloubených objektů a to zejména v obdobích dlouhotrvajících dešťů. Objekty se na povrchu objeví díky odlišné absorpci vody v zaniklých strukturách a při postupném vysychání povrchu pole se zdají být opticky tmavší (Šmejda 2009, 45). Na lokalitách se souvisle zatravněnou plochou (louky, pastviny) se v obdobích velkého sucha mohou objevit zaniklé archeologické objekty díky vyprahlostním příznakům. Ač se to nezdá, sníh může být v jistém smyslu také užitečným při vyhledávání



zaniklých struktur. Sněhové příznaky jsou založeny na stejném principu jako porostové. Organické složky výplně zahloubených objektů zapříčiňují odlišnou teplotu, než jaké je možné dosáhnout v neporušené půdě. Ve výsledku se pak stane, že tenká vrstva sněhu nad skrytými objekty taje rychleji než nad neporušenou vrstvou půdy. Podobně může působit i ranní jinovatka. Tyto příznaky jsou však obtížněji zachytitelné, jelikož je omezen na roční dobu a poměrně krátkou denní dobu. Sníh dokáže ale také velmi dobře zviditelnit reliéfní objekty jako například fortifikační systémy hradišť nebo plužiny polí (Gojda 2004, 82 – 83; Šmejda 2009, 47).

## **6. POVRCHOVÝ PRŮZKUM RELIÉFNÍCH TVARŮ**

Povrchový průzkum antropogenních tvarů reliéfu zahrnuje vyhledávání, zaměřování, třídění a interpretaci takových tvarů reliéfu, které jsou pozůstatkem někdejší lidské činnosti. Oproti povrchovým sběrům, které jsou vázány na zemědělsky využívanou plochu krajiny, je povrchový průzkum reliéfu prováděn spíše v zalesněné nebo dlouhodobě zatravněné krajině, kde jsou reliéfní objekty stále dochovány (Kuna – Tomášek 2004, 237).

### **6.1. Vznik a vývoj**

Vznik této archeologické metody lze racionálně hledat v zemích bez aktivní zemědělské činnosti – tedy především ve Velké Británii, Nizozemí anebo ve Skandinávii. V 17. a 18. století došlo právě ve Velké Británii k rozpoznání terénních antropogenních tvarů a k prvním pokusům jejich klasifikace. O to se zasloužili badatelé J. Aubrey, W. Stuckeley a W. Roy. V 19. století došlo k rozvoji metod výzkumu a

k objevům nových druhů objektů v krajině, kdy se prvními dokumentovanými památkami staly především mohyly, megality a valová ohrazení. J. P. W. Freeman roku 1915 publikoval práci, ve které byl poprvé použit termín „field archaeology“, pod kterým lze chápat právě výzkum antropogenního reliéfu. O. G. S. Crawford začátkem 20. století rozpoznal v krajině středověké a pravěké mezní pásy, což byl také jeden z významných mezníků historického vývoje. Poválečné období přineslo v britské archeologii velký posun v teorii a metodě výzkumu a byla publikována řada prací shrnující metodu průzkumu, které byly zaměřené na specifický druh pramenů (Kuna – Tomášek 2004, 237 – 238).

Ve střední Evropě byla situace o něco odlišnější vzhledem k zachovalosti reliéfních objektů v krajině. V první řadě zde byl zájem soustředěn na pravěké mohyly a pravěké a středověké opevnění. V 19. a začátkem 20. století nebylo běžné podrobně a přesně dokumentovat archeologické památky ani tam, kde probíhal systematický výzkum. Výjimkou je však precizní dokumentace českého archeologa F. X. Franze, který zkoumal některé západočeské mohylníky. Plně se zájem o výzkum reliéfních tvarů rozvinul až v poválečném období zásluhou Z. Smetánky, který formuloval metodiku nedestruktivního průzkumu zvláště na středověkých památkách (např. ZSV Svídna). Jako další mohou jmenovat E. Černého, který se zasloužil o identifikaci středověkých vesnic a plužin v Drahanské vrchovině nebo J. Kudrnáče, specializující se o montánní archeologii a tím i o klasifikaci a průzkum objektů indikující zaniklé těžební areály. Systematikou základních pojmů v oblasti montánní archeologie se zabýval také K. Nováček (Kuna – Tomášek 2004, 239 – 240).

## **6.2. Vyhledávání a klasifikace reliéfních tvarů**

Reliéfní tvary indikují archeologické objekty vizuálně rozpoznatelné na povrchu současného terénu a je možné je zkoumat pomocí nedestruktivních metod. Na našem území se tyto reliéfy zachovaly především v lesním prostředí nebo dlouhodobě využívaných pastvinách. Rozpoznání antropogenních tvarů reliéfu je velmi závislé na zkušenosti archeologa a na jeho schopnosti rozpoznat v terénu specifický objekt. Při jeho identifikaci je nutné brát v úvahu nejen tvar reliéfu, ale i jeho prostorový kontext, vzhled a další skutečnosti. Ke zpřesnění identifikace tvarů je možné při průzkumu používat formalizovaný postup popisu útvarů nebo provést geodetické zaměření, kdy je možné reliéfní tvary znovu přehodnotit díky plánu (Kuna – Tomášek 2004, 241 – 242).

Reliéfní tvary je možné rozdělit do dvou základních skupin, a to na konvexní (vystupující z povrchu okolního terénu) a na konkávní (zapuštěné do terénu). Dále je také možné dělení na velké a malé, plošné, liniové a bodové objekty. Druhově je možné zachytitelné objekty a areály rozdělit na pravěká a raně středověká opevnění, pravěká a raně středověká pohřebiště, zaniklé středověké vesnice, rezidenční sídla, zaniklé plužiny, těžbu surovin, zpracování surovin, vojenská zařízení, komunikace a v poslední řadě na falešné moderní nebo přírodní antropogenní útvary (Kuna – Tomášek 2004, 241).

## **7. BLATENSKO**

### **7.1. Lokalizace a přírodní poměry**

Území mého zájmu, tedy Blatensko se nachází v jižních Čechách v okrese Strakonice. Středovým městem je Blatná a je vzdálené asi 18 km severně od města Strakonice. Nachází se v oblasti Blatenské pahorkatiny, která na severu přechází v lesní masiv Brd. Nejvyšší úrovně krajiny dosahují výšky 500 - 550 m. n. m. Nejvýraznějšími vrchy jsou Hora u Chlumu, Hliniční vrch a Dubina. Centrální část Blatenské pahorkatiny tvoří Blatenská kotlina, kterou protéká řeka Lomnice, která vzniká soutokem Závěšinského a Smolivského potoka. Celkově má oblast nevýraznou vodní síť s řadou bezodtokových rybníků, mezi které patří například Velký bělčický rybník nebo Velký Škrabák. Poměr zemědělsky obdělávané půdy a zalesněných oblastí je asi 1:1. Vyskytují se zde pouze kambizemě, tedy kyselé půdy ([http://www.mzp.cz/cz/pudni\\_mapy](http://www.mzp.cz/cz/pudni_mapy)). Průměrný roční srážkový úhrn je přibližně 500 – 600 mm a průměrná teplota se pohybuje mezi 9 – 10°C.

### **7.2. Dějiny bádání**

Sledované území Blatenska patří k těm s poměrně významnou archeologickou historií. Z počátku tato oblast nepatřila mezi vyhledávané a to až do období první světové války, které je z archeologického hlediska považováno za nevýznamnější. Do 30. let 20. století totiž bylo shromážděno největší množství nálezů a poznatků o pravěkém období Blatenska (Michálek 1985, 10).

O výzkumy se zasloužil především blatenský učitel Josef Siblík a dále pak jihočeský archeolog Bedřich Dubský. J. Siblík byl narozen roku 1863 a zemřel roku 1931. Působil na Blatensku na přelomu 20. století

původně jako učitel, později se stal spoluzakladatelem městského muzea v Blatné, ve kterém byl správcem muzejních sbírek. Do muzea také daroval velkou část své archeologické sbírky, kterou sám získal dlouholetým systematickým výzkumem. Tato sbírka sestává především z pozdně halštatských a laténských žárových pohřebišť a sídlišť, pozdně laténských hrobů a ze slovanských mohylových pohřebišť. Udržoval také korespondenci s mnoha známými archeology, jako byl J. L. Píč, J. Matiegka, J. Eisner, A. Stocký nebo K. Buchtela. B. Dubský zde vlastní výzkumy neprováděl, pouze se ve svých monografických pracích zabýval Siblíkovou sbírkou nálezů. Archeologický zájem o tuto oblast na určitou dobu poklesl a byl znovu oživen až kolem roku 1990, kdy zde začal působit Archeologický ústav ČSAV v Praze ve spojení s Muzeem středního Pootaví ve Strakoniciích. Byly zde organizovány systematické průzkumy, za kterých byly v terénu evidovány archeologické lokality a archeologické nemovité památky a bylo započato zpracovávání archeologické sbírky muzea (Michálek 1985, 10).

### **7.3. Vývoj osídlení Blatenska**

Z jižních Čech jsou již známy artefakty pocházející ze starší doby kamenné. Na Blatensku o tom však dosud žádné doklady neznáme. Nejstaršími doklady pobytu člověka na Blatensku jsou kamenné nástroje pocházející z pozdního paleolitu a mezolitu. V této době došlo k souvislému osidlování jižních Čech. Pan J. Siblík, který toto území sledoval, zde našel při zkoumání halštatského pohřebiště u Hradiště kolekci pazourkových nástrojů svědčících o existenci menší komunity lovců a rybářů. Neolitické osídlení v okolí zatím není řádně doložené. Známe pouze dva artefakty pocházející z tohoto období, a to broušený kamenný sekeromlat z okolí městečka Sedlice a sekeromlat z Řiště. Není však jisté, zda se nejedná o importy. Doba bronzová je na

Blatensku zastoupena také pouze jedním artefaktem, a to malou bronzovou jehlicí nalezenou u Buzic (Michálek 1985, 11- 14).

První souvislé a rozsáhlejší osídlení a kolonizace krajiny na Blatensku začíná až na přelomu 7. a 6. století př. N. l., tedy v době železné (především z halštatské kultury). Toto období znamenalo pro sledované území vrchol pravěké kolonizace a počátek dalšího historického vývoje. Z halštatské kultury pochází také nejvíce nálezů. Pohřbívalo se zde souběžně jak pod mohylami, tak i na plochých žárových pohřebištích, které se vyskytují ve větším počtu. J. Siblík prozkoumal několik žárových pohřebišť s několika desítkami hrobů. Jako příklad mohu uvést lokality jako Bezdědovice, Dobšice, Kocelovice a Hradiště. Jako největší pohřebiště uvádí pan J. Michálek žárové pohřebiště u Škvořetic s 500 hroby. Ojedinělé nálezy samostatných hrobů jsou známy například z Chlumu, Sedlice nebo Střížovic (Michálek 1985, 11 - 14).

Co se týče rozličenosti nálezů ze žárových pohřebišť a nálezů z mohylových pohřebišť, tak je téměř minimální. Rozdíly se projevují jen v zastoupení jednotlivých druhů předmětů. Vyskytuje se zde méně hrobů se zbraněmi – hroty kopí, sekáče, téměř chybějí charakteristické artefakty jako součásti vozů. Ojediněle se objevují udidla. Častým hrobovým nálezem jsou samozřejmě šperky. Nejpočetnější jsou drátěné náramky a typické skleněné modrožluté korálky s očky nalezené v Dobšicích. Významným šperkem jsou také spony, které byly nalezeny v Bezdědovicích a Chlumu. Z počátku se zde objevovaly pouze jednoduché a později i maskovité a se zvířecími motivy. Na lokalitě Hradiště byla nalezena spona s labutí hlavičkou. V mohyle u lokality Chlum byl nalezen malý zlatý torďovaný kroužek (Michálek 1985, 11 – 14).

Kromě pohřebišť byla na tomto území zkoumána i pozdně halštatská a časně laténská sídliště, z nichž můžeme jmenovat Blatnou,

Střížovice nebo Škvořetice. Z těchto lokalit máme získané keramické střeby zdobené kolkovanou výzdobou, vleštováním nebo tuhováním, které se také nalézají právě v hrobových kontextech. Sídla vyšší šlechty se na území Blatenska s výjimkou Hradce u Lázu neobjevují. V širším okolí jsou známa sídla ve výšinných polohách, jako je například Hradiště u Libětic nebo Hradec u Němčic. Jak uvádí J. Michálek, jednou z nedořešených otázek je vztah lidu mohylové kultury a lidu s keltskou kulturou (Michálek 1999, 4). Doklady keltského osídlení jsou v Evropě od 4. stol. př. n. l. zastupovány velkými plochými kostrovými pohřebišti. Ty zde nenalzáme a celkově jsou v oblasti Blatné keltské aktivity zachyceny pouze v malé míře. S určitostí víme, že kmen Bójů na přelomu 3. a 2. století př. n. l. začali projevovat intenzivnější zájem o místní surovinové zdroje – tuhu a zlato. Z tohoto období známe například sídliště v Bezdědovicích, Blatné nebo v Buzicích a některé nálezy z Mačkova a Kadova. Keltové byli však po krátké době vytlačeni germánskými kmeny. Osídlení Germánů bylo soustředěno do nižších poloh z důvodu zemědělství. Lze zde jako příklad jmenovat Přešťovice u Strakonice ve středním Pootaví. Z doby římské byly na Blatensku však roku 1925 nalezeny dvě mince (jedna bronzová Constance I. 335 – 350; druhá neurčitelná) z okolí obce Paštiky a z období stěhování národů zde není žádný přímý doklad (Michálek 1985, 11 – 14; Michálek 1999, 60).

Teprve v průběhu 8. století začíná být Blatensko zabíráno Slovy a na konci střední doby hradištní (tedy kolem roku 950) bylo již hustě osídleno. Oblast jižních Čech byla zaplněna sítí nově vybudovaných nebo obnovených hradišť. V okolí Blatné se však žádné hradiště nenalzá. Naproti tomu je osídlení prokázáno několika mohylovými pohřebišti (Kocelovice, Dobšice, Sedlice) a sídlišti (Bezdědovice, Blatná, Škvořetice) (Michálek 1985, 11 – 14).

## **8. VÝZNAMNÉ LOKALITY V OBLASTI ZÁJMU**

J. Siblík vytvořil začátkem 20. století během svého působení v blatenském muzeu mapu archeologických nalezišť a rýžovišť zlata na Blatensku. Mapa je kolorovaná na hedvábném papíru s podkladovou mapou v měřítku 1: 75 000 a v současnosti uložená v Městském muzeu v Blatné (Obr. 1). Z důvodu jejího zachování byla vytvořena kopie s drobnými úpravami kartografické náplně a zeměpisných názvů.

### **8.1. Rýžoviště zlata**

Rýžování je mechanický proces získávání zlata pomocí rýžovací pánve založený na principu uchycení jednotlivých kousků zlata, tzv. nuget, na dně této pánve. Při rýžování je totiž nutností neustálé rotování pánví a díky tomu je z ní odstraňována voda, která odplavuje lehčí horniny. Těžší prvky – tedy zlato, které je až 19 krát těžší než voda a 10 krát těžší než písek, zůstává na dně pánve. Zlato se v Čechách rýžovalo již v pravěku, předpokládá se, že od starší doby bronzové a dále pak ve středověku (Beneš 1978, 55). Viditelným pozůstatkem po získávání zlata jsou charakteristické kruhové nebo oválné kopcovité útvary tvořené hlušinou, které vznikly právě po rýžování drahých kovů. Obecně jsou známé jako tzv. sejpy. Ty někdy mohou být až několik metrů vysoké. Mezi nimi vznikají charakteristické prohlubně, které byly vytvořeny vybíráním zlatonosných písků. V závislosti na charakteru těžby se vyskytují především podél vodních toků nebo volně v krajině a obsahují říční usazeniny nebo jiné horniny. Často jsou rozsáhlejšího charakteru. Mnohá rýžoviště však byla vlivem několika faktorů zničena. Jedním z důvodů je těžba šterkopísků ze sejpů, druhým je vliv intenzivního zemědělství. Přesto je na našem území několik lokalit, kde jsou sejpy dochované. Tyto objekty jsou z archeologického i geologického hlediska velmi ceněné a jako technické památky i



chráněné. Postupně došlo ke zdokonalení techniky získání zlata, díky využití rýžovnického splavu, za jehož příčkami se částičky usazovaly (Patera 1985, 211 – 213; Fröhlich – Waldhauser 1990, 44; Kuna 2015, 53).

Oblast jižních a jihozápadních Čech je dobře známá jako jedna s největším množstvím rýžovišť zlata v Evropě. Hlavním zdrojem zlata v Čechách v pravěku a středověku byly řeky Otava, Lomnice a Skalice. Odhaduje se, že v 19. století zaujímala plocha pokrytá sejpy 75km<sup>2</sup> a množství získaného zlata z tohoto území dosahovalo 225 tun (při minimálním obsahu 3 g zlata na 1m<sup>3</sup>). Z historických pramenů je však známo, že nalézané valouny zlata někdy vážily až 1 kg, tedy mnohokrát více, než odhadované minimum a proto je získané zlato zvyšováno až na 1000 tun (Patera 1985, 213; Kuna 2015, 53). Největší rýžoviště zlata v Jižních Čechách je v Modlešovicích. Zde byl také roku 1940 nalezen nejstarší známý rýžovnický splav, datovaný do 12. století. Skládal se z dřevěného koryta dlouhého asi 160 cm, 50 cm širokého a 25 cm vysokého. Splav měl dvojité dno. Jeho posouváním vznikaly různé úhly, díky čemuž bylo možné regulovat přívod proudu vody vymývající zlatonosný štěrkopísek. Zlato se zachytávalo na chlupech s ovčí kůže, kterou bylo dno vystláno, a konopnými lodyhami byly utěsněny spáry na dně. Při výzkumu byly ve splavu nalezeny právě pozůstatky rouna. Právě v Modlešovicích byla roku 1987 zahájena experimentální rekonstrukce rýžování zlata pomocí splavu, který vyrobilo Národní technické muzeum podle dochovaných výše zmíněných pozůstatků (Fröhlich – Waldhauser 1990, 44 – 46). J. Michálek a J. Fröhlich evidovali v letech 1973 – 1977 na Strakonicku celkem 59 rýžovišť (Michálek – Fröhlich 1979, 54 - 77; Beneš 1988, 31 – 33). Na území Blatenska se jich vyskytuje 28, z čehož dvě jsou v oblasti mého zájmu – v celé délce Závašínského potoka a u Velkého Bělčického rybníka.

## 8.2. Čtyřúhelníková ohrazení

Tato ohrazení jsou definována jako areály přibližně obdélného, čtvercového nebo lichoběžníkového tvaru vymezené příkopem a valem. Val je hliněný a zpravidla bez vnitřní kamenné či jiné konstrukce. U jeho vnější strany se nachází hrotitý příkop zahloubený do tvaru písmene „V“. Charakteristická jsou také převýšená nároží a na jedné straně patrný vstup vedený skrze val, avšak ne skrz příkop. Uvažuje se tedy o jeho překonávání díky mostu. Tato valová ohrazení jsou v archeologické literatuře známá pod označením „Viereckschanze“ (pojem zavedl P. Reinecke roku 1910) a tvoří specifickou skupinu objektů osídlení doby laténské ve střední a západní Evropě. Na mapách bývají často označovány jako keltské valy. Vnitřní zástavba zpravidla není obvyklá, avšak prozatím nebyly u všech prozkoumány vnitřní plochy. V Čechách byly nálezy povrchových staveb evidovány například v Mšeckých Žehrovicích nebo Markvarticích. Charakteristické je také nestrategické umístění těchto lokalit v krajině. Tím je mírné návrší v místě s dobrým rozhledem do krajiny v blízkosti vodního toku. Z důvodu absence zástavby bylo o těchto areálech uvažováno jako o kultovních areálech. Další možnou interpretací byly římské vojenské tábory nebo přechodné ubytování vojsk v období třicetileté války (Fröhlich 1992, 637; Kuna 2015, 47 – 49, Javorčíková 2014, 6 - 11).

Valy v Bělčicích byly objeveny roku 1986 a o dva roky déle byl zahájen šestidenní archeologický výzkum, za účelem ověření datace objektu, jelikož se uvažovalo, zda se nejedná o přechodný tábor vojska za třicetileté války, který byl u Bělčic doložen podle písemných pramenů. Byly zde tedy položeny dvě sondy. První sonda, o rozměrech 8 × 0,6 m, byla vedena v místě příkopu na východní straně valu. Bylo zjištěno, že příkop dosahoval šíře 410 cm a hloubky 228 od povrchu. Hrotité dno obsahovalo tmavě hnědou písčitou výplň a byly nalezeny zlomky keramiky z doby laténské. Zhruba v polovině příkopu byla nalezena

tmavě šedá vrstva obsahující markantní množství uhlíků, které jsou datovány do roku  $1926 \pm 131$ . Tuto vrstvu interpretuje J. Fröhlich jako zánikovou, tedy z doby zasypání příkopu. Dále byly v příkopu nalezeny zvířecí kosti, množství kamenů, zlomky mazanice s otisky a zlomky pozdně středověké a novověké keramiky. Druhá sonda, o rozměrech  $11,5 \times 0,6$  m, byla položena přes celý západní val. Tím byl zjištěn původní pohřbený půdní horizont v hloubce 295 cm a pod ním zvětralé skalní podloží. Samotné těleso valu je tvořeno hnědou písčitou vrstvou s koncentrací štěrku na jeho vnitřních částech. V této části valu nebyly nalezeny žádné archeologické nálezy (Fröhlich 1992, 637 – 644). Při výzkumu byl však u severozápadního nároží v druhotné poloze nalezen ležák laténského kamenného mlýnku. Žernov byl částečně poškozený, měřil v průměru 42,5 cm, na výšku 10 cm a jeho středový otvor měl na pracovní straně průměr 2,5 cm a na spodní straně průměr 6 – 7 cm (Fröhlich 1989, 201). Výzkumem bylo potvrzeno, že se jedná o objekt doby laténské.

Na podzim roku 2013 zde byl proveden v rámci diplomové práce nedestruktivní průzkum založený na povrchových sběrech, pedologických vrtech, geofyzikálním měření a fosfátové analýze. Díky vzorkování vrstev byla potvrzena existence východního příkopu s vyšší koncentrací fosfátů a doložena existence sídlištních aktivit v ploše ohrazení. Vyšší mocnost půdního profilu při provádění pedologických vrtů uvnitř valů také poukázala na přítomnost možných zahloubených objektů (Javorčíková 2014, 52 – 62).

### **8.3. Mohylová pohřebiště**

#### **8.3.1. Kocelovice**

Obec Kocelovice se nachází asi 6 km severozápadně od Blatné. Na západní straně obce se nachází v 520 m. n. m. malý zalesněný pahorek nazývaný Zelená Hora. Začátkem 20. století zde bylo rozpoznáno J. Siblíkem malé mohylové pohřebiště. Jak sám uvádí, na hřebenu tohoto vrchu se nacházelo sedm mohyl a níže na jižním svahu dvě mohyly datovatelné do raného středověku. První čtyři mohyly směrem od východu na hřebenu byly prokopány ve 20. letech 20. století pod vedením J. Siblíka.

Jako první byla zkoumána nejvýchodnější mohyla o průměru 8 m a výšky 1, 3 m, přičemž průkop byl veden od severu k jihu. Nalezeny byly spálené kůstky a střepy 20 cm pod povrchem nad středem mohyly. Dále zde byly další střepy, ze kterých bylo možné slepit čtyři skoro celé nádoby a tuhovaná miska. Blíže k jedné straně se vyskytovala dvě žebra ze zvířete. U druhé mnohem zajímavější mohyly o průměru 8, 7 m a výšce 1, 7 m byl průkop veden také od severu k jihu. Zde byl při úrovni země nalezen kamenný věnec, který obíhal celou mohylu a několik střepů. V jejím středu v hloubce 1, 7 m se pak nacházela 5 cm silná vrstva popelu prostoupená spálenými kůstkami. Je tedy jisté, že se jednalo o žárový pohřeb. Zajímavostí zde byly dva úštěpy pazourků. U severního boku mohyly se nacházely zbytky nespálených stehenních kostí. Není však uvedeno zda lidských či zvířecích. Následující dvě mohyly uvádí J. Siblík jako málo patrné v terénu – nízké a roztáhlé. Bylo zde však nalezeno mnoho střepů, z nichž bylo možné složit celou nádobu (Siblík 1904 – 1905, 573 – 579).

### **8.3.2. Dobšice a Hliniční vrch**

Malá obec Dobšice se nachází 3 km severovýchodně od Blatné a náleží do katastru Bezdědovice. Severně od vesnice po lesní cestě směrem k obci Závišín se dostaneme na území zvané „U Bílých kamenů“. U rozcestí se nachází malý vrch, na kterém jsou dodnes zachovány tři mohyly datované do střední doby hradištní. Tyto mohyly nejsou prokopané, jelikož jak J. Siblík uvádí, byly porostlé malými stromky. Po jejich povrchovém průzkumu byly však A. Stockým a J. Siblíkem na povrchu nalezeny spálené kůstky a uhlíky, šest keramických střepů a zlomek pazourku. Nedaleko směrem na západ na území „Na Staré mýti“ se nacházelo roztroušeně dalších možných šest nízkých mohyl, ty však zkoumány nebyly (Siblík 1904 – 1905, 579; Michálek 1985, 17).

Několik set metrů severně se nachází Hliniční vrch po jehož hřbetě vede cesta směrem k Závišínu. Právě zde byly opět J. Siblíkem nalezeny čtyři nízké mohyly. Po průzkumu se ukázalo, že je možné je datovat do raného středověku. První prozkoumaná měla hlinito-kamenný násep vysoký asi 40 cm a v průměru dosahovala 4 m. Mohyla měla kamenný věnec. Při prokopávání bylo asi 20 cm pod povrchem nalezeno několik spálených drobných kůstek a střípky datovatelné do doby hradištní. Jak J. Siblík uvádí, nádoby byly pravděpodobně úmyslně rozbité, jelikož její části byly roztroušené v několika metrové vzdálenosti. Bylo možné z nich složit dvě bezuché nádoby – jedna s ovaleným okrajem a zdobená vlnovkou a druhá s nevýrazným okrajem a zdobená řadou šikmo k sobě postavených přímek. Druhá mohyla měřila v průměru 3 m, byla těžce rozeznatelná od té první a v terénu skoro nepatrná. Při povrchu na ní byly však nalezeny spálené kůstky a zlomky střepů, z nichž bylo možné slepit necelou nádobu. Třetí mohyla byla v době průzkumu neporušená a porostlá stromky, proto nebyla

prokopána. Poslední mohyla byla vzdálená 40 m od ostatních a obsahovala pouze jeden zlomek střepu (Siblík 1926 – 1927, 72).

### **8.3.3. Chlum**

Vesnice Chlum se nachází severozápadně asi 3 km od Blatné. Nad ní se zdvihá do výše 529 m protáhlý vrch zvaný Hora. Na začátku 20. století zde byly provedeny dva výzkumy vedené J. Siblíkem. Roku 1901 byla v jižní části vrchu nalezena skupina sedm mohyl, z nichž tři byly prokopány. Nejvyšší mohyla měřila v průměru 5,5 m a na výšku 1 m. Byla bez kamenného věnce. Průkop byl veden od západu k východu o šířce 1,5 m. Na úrovni mohyly byla rozprostřena vrstva popelu s kůstkami. Mezi nálezy patřil rozpadající se železný předmět, úlomek šedého pazourku a střepy z nádob zdobené vlnovkou a svislými rýhami. Druhá mohyla byla prokopána jen částečně, jelikož byla porostlá stromy. Byla nižší, na výšku měřila pouze 0,5 m, v průměru 6 m a byl u ní viditelný kamenný věnec. Po vyvalení kamenů se objevilo mnoho spálených kůstek se zlomky střepů (Siblík 1904 – 1905, 579; Michálek 1985, 18).

Další výzkum byl proveden v roce 1917. Při povrchovém průzkumu lokality byly nalezeny střepy z doby halštatské a následně pozdní žárové mohyly. Pouze jedna zde byla nápadná svou velikostí, ostatní byly rozrušené. Tři mohyly se nacházely v řadě v orientaci od západu k východu a čtvrtá byla od nich vzdálená na jih 6 m (Siblík 1917 rukopis; Michálek 1985, 18).

Jako první byla prokopána nejvýraznější mohyla, která měřila v průměru 9 m a na výšku 2 m. Výkop byl veden od severu k jihu o šíři 1 m a poté ve směru od západu k východu. Byly odkryty dva kamenné věnce kolem mohyly. Nad prostředkem mohyly asi 20 cm pod povrchem byla nalezena část duchcovské bronzové spony s ohnutou hlavičkou

(chybí jehla). Oblouk je zdoben třemi příčnými rýhami. V blízkosti se nacházely dva malé bronzové laténské náramky se zužujícími se konci a krátký železný oštěp bez žeber a s tulejí. V hloubce 1 m byl uložen pohřeb bez nádoby. Popel se zbylými kůstkami byl rozprostřen na ploše 50 cm o tloušťce 4 cm. V popelu byl nalezen zlatý kroužek a tordovaný dutý prsten s příčným zdobením. Výše při výkopu sondy v kolmém směru ležel bronzový laténský náramek se zelenou patinou, který byl po celém povrchu zdoben sedmi kroužky v obdélníčkách, které na koncích přecházejí v prázdné kosočtverce s mřížováním v prázdných místech (Siblík 1917 rukopis).

Druhá mohyla byla vzdálená od výše popisované směrem na východ 2 m, ale byla neznatelná a téměř srovnána se zemí. Nalezeny zde byly pouze zlomky několika střepů. Třetí mohyla vzdálená od druhé směrem na východ 6 m byla taktéž silně rozrušena. Nacházela se zde však nezdobená rozpadlá nádoba. Zvláštním nálezem byla hliněná lžička se zalomeným držátkem (podobná nalezena u Čechůvek). Čtvrtá malá mohyla se nacházela asi 6 m od první zmiňované směrem na jih. Měla v průměru 4 m a na výšku 0,5 m. Stejně jako první mohyla, měla i tato kamenný věnec s kuželem uprostřed, pod kterým se nacházela v hloubce 60 cm vrstva popelu se spálenými kůstkami bez popelnice. Zachyceno zde bylo pouze pět střepů z různých nádob (Siblík 1917 rukopis).

## **8.4. Žárové pohřebiště**

### **8.4.1. Kocelovice**

Žárové pohřebiště se zde vyskytují na dvou místech, a to u Velkého rybníka severovýchodně od obce a v poloze Rozsoší,

jihovýchodně od Kocelovic. Východně od rybníka Velký zdvihá se návrší, kde při jeho úpravě na pole majitel našel několik nádobek a dalších střepů. J. Siblík poté na tom místě provedl průzkum a zjistil sedm žárových hrobů. Nejzajímavějším a nejbohatším z nich byl třetí popisovaný hrob. V kotlovitém hrobu o průměru 40 cm byla rozprostřena 30 cm silná popelovitá vrstva se spálenými kůstkami, ve které byla nalezena 12 cm dlouhá část masivního bronzového náramku zdobeného rýhováním ve vzoru stylizované housenky a dále úlomky bronzových neidentifikovatelných předmětů. V druhé poloze zvané Rozsoší leží další pohřebiště, kde J. Siblík popisuje pouze dva pohřby a neuvádí celkový počet. První, rozrušený hrob opět kvůli úpravě pahorku na pole, byl bohatší. Byly nalezeny střepy přikryté kamenem, ze kterého bylo možné slepit skoro celou zdobenou baňatou nádobu o výšce i průměru 18 cm. V okolí se nacházelo ještě množství dalších nezdobených keramických střepů. K pohřbu pravděpodobně náležel laténský masivní bronzový náramek zdobený rýhováním, malý modrý skleněný korálek, železný nožík a kousek kadidla. Druhý hrob se nacházel o několik metrů dále a podle nedopálených kůstek se soudí, že šlo o pohřeb dětský. V popelovité vrstvě ležely zlomky keramiky ze tří nádob. Majitel pozemku již dříve také na místě našel skleněný žlutý korálek zdobený čtyřmi páry modrobílých oček. J. Siblík později při výzkumu našel další úlomky těchto korálků (Siblík 1906 – 1908, 360 – 366).

#### **8.4.2. Bezdědovice**

Severně od obce Bezdědovice se nachází paseka v poloze, které se říká v Chlumských obcinách. Při rozebírání kamenných pahorků zde bylo objeveno ploché žárové pohřebiště rozdělené na dvě části, čítající celkem osmnáct hrobů, z čehož tři obsahovaly kamenný věnec. V závislosti na nálezech lze lokalitu datovat do pozdní doby halštatské a



časné doby laténské. Největší hrob se nacházel v severní skupině a poukazoval na něj kolmý podlouhlý kámen. Bylo zde nalezeno několik nádob. První větší byla naplněna nespálenými kůstkami a šesti bronzovými náramky a druhá menší tuhovaná rozbitá obsahovala kůstky, které patřily dítěti. V blízkém okolí bylo nalezeno ještě několik zdobených nádob a misek, ale bez obsahu popela. Celkově se na místě našlo čtrnáct bronzových náramků a patnáct nádob. Nestejná velikost náramků a popelnic a nález nespálené části čelisti se zachovaným zubem, nasvědčuje tomu, že se jednalo o pohřeb zámožné matky s dítětem. Podle J. Siblíka se mohlo jednat původně i o mohylu, která však na povrchu nebyla znatelná. Naproti tomu uvádí, že pohřby byly hluboko pod úrovní terénu. V dalších žárových hrobech byly nalezeny keramické střepy, šperky, skleněné modro-žluté korálky s očky a železné zbraně (Siblík 1910 – 1912, 141 – 147; Michálek 1985, 15).

Prakticky mezi těmito dvěma částmi pohřebiště bylo výzkumem zjištěno sídliště z mladší doby laténské. Jak uvádí J. Michálek, jedná se o první sídliště z tohoto období, objevené v jižních Čechách (Michálek 1985,15). Na ploše sídliště se nacházelo osm zahloubených chat, zjištěných podle sídelních jam a kulturních popelovitých vrstev. Chaty byly pravděpodobně dřevěné omazané mazanicí, jak poukazují právě nalezené zbytky mazanice s otisky opěrných tyčí a slámy. Některé chaty mohly podle jam naplněných popelem obsahovat ohniště. Patrně zde byla objevena i kovářská dílna, o které svědčí velké množství železné strusky. Důkazem toho, že se zde vyskytovalo opravdu sídliště, může být také nález žernovu, přeslenů či kostí a čelistí domácího dobytka a především velkého množství keramických střepů a železných předmětů (Siblík 1913, 113 – 117; Siblík 1926, 6 – 7; Michálek 1985, 15).

### **8.4.3. Dobšice**

V poloze Na staré mýti, severně od obce Dobšice a západně od výše zmiňovaného mohylníku v poloze U bílých kamenů bylo roku 1902 nalezeno při rozebírání kamenných pahorků třináct plochých žárových hrobů. Ty byly později datované do pozdní doby halštatské. Objevují se zde žárové hroby kotlovité bez popelnice a nepatrnými milodary, hroby s přikrytou popelnicí miskou a hroby s více nádobami. Skoro všechny nádoby jsou bohatě zdobené. Zajímavostí je první popisovaný hrob, interpretovaný jako hrob bojovníka. Ten obsahoval milodary vesměs železné, mezi které patřily tři hroty kopí, sekáček, uzda a kruhové puklice. Ve třináctém hrobu bylo nalezeno naopak velké množství skleněných žlutých korálků se čtyřmi páry modrých oček skládající pravděpodobně celý náhrdelník. Celkem jich zde bylo napočítáno 26 celých a tři zlomky. Mimo žluté korále zde bylo uloženo ještě sedm malých modrých korálků, jeden světle modrý se čtyřmi páry tmavě modrých oček a kostěný kalíšek, který pravděpodobně ukončoval celý náhrdelník (Siblík 1908 – 1909, 57 – 68; Michálek 1985, 17).

### **8.5. Tvrz Hrádek**

Tvrze, čili drobná feudální sídla vázaná na vesnici nebo malé město, se na našem území stavěly od 13. století až do třicetileté války. Postupně bylo vymezeno několik dispozičních typů, z nichž nejčastějším jádrem tvrze je volně stojící obytná věž nebo palác. Obytná věž bývala zpravidla vícepatrová a k obývání sloužily vyšší patra. Vymezení těchto tvrzí je čistě česká a polská záležitost. V jiných zemích jsou tyto stavby považovány za hrádky, jelikož hranice mezi nimi je těžce rozeznatelná. V rámci strakonického okresu dosahuje jejich počet 111. Toto tvrzení však není konečné, jelikož místa tvrzí se někdy mohla měnit, jako právě

v případě tvrze bělčické. Tvrziště Hrádek se nachází asi 10 km severně od města Blatná, 1 km západně od města Bělčice pod vrchem zvaným Slepíčí hora. Na ostrožně vybíhající nad údolí se stejnojmenným rybníkem stávala kdysi rozsáhlá tvrz. Držitelem tvrze byl od roku 1243 Petr z Bělčic a jeho bratři až do roku 1360. Poté získala tvrz na krátko Markéta ze Šternberka, v letech 1389 – 1406 Zbyněk a Bohuněk z Lochovic a deset let poté ji koupili Běšínové, za kterých byly Bělčice povýšeny roku 1494 na město. Krátce poté byla vybudována nová tvrz přímo v severní části městečka současně s poplužním dvorem a tato zanikla. Tvrziště bylo z východní strany chráněno zdvojeným valem a příkopem (Kašička – Nechvátal 1986, 5 - 13). A. Sedláček popisuje, že ještě v 19. století zde stály dva metry vysoké pozůstatky zdiva. Ty však byly poté nařízením města Bělčice rozebrány a odvezeny jako stavební materiál a na lokalitě zůstalo mnoho děr a stavební sutě, kterou byl zanesen příkop (Sedláček 1997, 257). Při archeologickém povrchovém průzkumu, který byl proveden 22. 10. 1977, byly nalezeny zvířecí zuby a 44 zlomků keramiky z různých nádob datovatelných do 13. a 14. století. Pod tvrzištěm byly objeveny také sejpy po rýžování zlata obsahující střepy s doby hradištní (Kašička – Nechvátal 1986, 16).

#### **8.6. Keltský depot z Bezdědovic**

Roku 1997 byl do Městského muzea v Blatné předán prostřednictvím pana Miloslava Plechatého soubor železných předmětů se žádostí o posouzení stáří, které našel pan K. Říha při těžbě hlíny. Bylo zjištěno, že se jedná o nález datovatelný do pozdní doby laténské. Následně potom byl na místě nálezu proveden záchranný archeologický výzkum za účelem dokumentace. Depot byl lokalizován na mírném západním svahu lesa Dubina 600 m severovýchodně od kapličky v Bezdědovicích a jeho poloha je dána souřadnicemi 174 mm od západní sekční čáry a 218 mm od jižní sekční čáry v nadmořské výšce

487 m. n. m. Nedaleko (asi 500 m jihovýchodně) bylo začátkem 20. století objeveno soudobé sídliště. Depot byl uložen v hloubce asi 20 – 30 cm a krytý velkým kamenem. V rámci výzkumu zde byla položena sonda o rozměrech 3 × 3 m, ve které byla odkryta skupina žulových kamenů ve žluté písčité lesní půdě krytá lesní humusovou vrstvou. Další nálezy však ve vymezené sondě nebyly. Ve vytěžené hlíně se však nacházely drobné železné přehlédnuté předměty a pomocí detektoru kovů byly vyzdviženy další nálezy jako nábojnice, hřeby a železná sekyrka. Celkový hromadný nález čítá 48 celých a 137 zlomků předmětů o hmotnosti 7 153, 5 g, čímž se však bohužel ve své kategorii řadí mezi menší. Pro srovnání depot předmětů z Kolína vážil 15 kg. Kategoricky lze získané předměty rozdělit do několika skupin dle svého využití: krbové nářadí, nástroje ke zpracování kovů a také dřeva, zemědělské nářadí, součásti staveb, nářadí v domácnosti, součásti vozů a koňských postrojů a také zlomky keramiky. Druhově je zde zastoupena sekerka, kladivo, výhňová lopatka, kopáč, motyka, náboj kola, udidlo a pérové nůžky. Mezi další patří další drobné předměty jako například tesařské skoby, nýty, háčky, kroužky, plechové kroužky atd. Takovéto depoty železných předmětů jsou nejčastější právě v období od doby halštatské do pozdní doby laténské a dále i v době římské či raném středověku. Uvažuje se také nad důvodem uložení tohoto depotu. Zde se naskytují dvě možnosti – uschování majetku specializované skupiny řemeslníků nebo uschování předmětů v době krize. Předpokládá se, že k uložení depotu došlo právě kvůli válečným událostem při germánském osidlování území Blatenska (Michálek 1999, 6 – 56).

## **9. AUTORSKÝ VÝZKUM OBLASTI**

### **9.1. Metodika výzkumu**

Data leteckého laserového skenování, použita pro tuto diplomovou práci byla zapůjčena od Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního (ČÚZK). Datové listy zachycující zkoumanou oblast byla poskytnuta ve formátu .xyz a v souřadnicovém systému S-JTSK Krovak EastNorth. Konkrétně se jednalo o listy s označením: BLAT60, BLAT61, BLAT62, BLAT63, BLAT64, BLAT70, BLAT71, BLAT72, BLAT73, BLAT74. Podle technické zprávy bylo skenování realizováno v termínu od 9. března do 27. června 2012 systémem LiteMapper 6800 firmy IGI mbH s využitím leteckého laserového skeneru RIEGL LMS – Q680. Vlastní skenování bylo prováděno z průměrné výšky 1200 m nebo 1400 m nad střední rovinou terénu v závislosti na vzrůstu vegetace (Brázdil 2012a).

Ke zpracovávání dat leteckého laserového skenování byl použit software ArcMap verze 10.2 z prostředí ARcGIS poskytovaný společností ESRI. Po importu surových dat do programu bylo nutné vytvořit z mračka bodů výškopisný model terénu (DEM) reprezentující rastrové zobrazení dat. To bylo provedeno pomocí interpolace. Jak bylo již výše zmíněno, existuje mnoho interpolačních algoritmů. V zalesněném prostředí se jevila jako nejlepší volba interpolace Natural Neighbor. Data však byla také zpracována pomocí interpolační metody Spline. Získaný digitální model terénu bylo nutné dále vizualizovat, aby byly zobrazeny jisté terénní anomálie. Prostředí ArcMap nabízí jen několik metod vizualizace. Proto byl k tomuto kroku využit open-source software RVT (Relief Visualisation Toolbox), který jednak umožňuje vytvořit pokročilejší vizualizace reliéfních tvarů a také je díky němu

tvorba výstupů mnohem snadnější. Tento software vyžaduje vkládání zdrojových dat ve formátu .tiff. Interpolovaný model bylo tedy nutné do tohoto formátu exportovat. Výsledný rastrový podklad byl opět importován zpět do prostředí ArcMap a umožňoval tak následné vytipování, identifikaci a zvýraznění potencionálních archeologických památek. Zjištěné objekty byly poté verifikovány a dokumentovány v terénu. K jejich přesnějšímu zaměření a nalezení konkrétních objektů byla využita navigace GPS značky Trimble. Veškerá prostorová data byla ukládána v souřadnicovém systému S-JTSK Krovak East-North. Další nutností byla příprava plánek s vyznačenými možnými lokalitami, což velmi usnadnilo především následnou orientaci v terénu. Jako podklad byla využita podkladová mapa oblasti ZM 1:10 000. Součástí vlastní přípravy před verifikací objektů byla také příprava formulářů umožňující snadnější dokumentaci přímo na místě. Data z těchto formulářů byla následně použita pro zpracování databáze.

Databáze nalezených areálů byla vytvořena v programu MS Access 2010, kdy byl záměr směřován k popisu jednotlivých archeologických objektů. Obsahuje dvě tabulky, přičemž první je věnovaná samotnému popisu a druhá interpolačním a vizualizačním metodám. Za deskriptory byly v rámci první tabulky zvoleny tyto položky: číslo objektu, pomocný polygon (mapový list), typ objektu (bodový, liniový, polygon), půdorys objektu (kruhový, oválný, polygon), předběžná interpretace, délka, průměr, stav objektu, vegetace (ANO/NE), vzdálenost od vodního toku (v případě mohylníků, tvrže a valového opevnění), viditelnost v databázi SAS. Druhá tabulka obsahuje tyto deskriptory: číslo objektu, druh interpolace a viditelnost díky vizualizačním algoritmů – Hillshade, Sky-view factor, Openness Negative, Openness Positive, Multi-directions Hillshading, vše pod volbou ANO/NE.

Nalezené archeologické objekty pomocí vizualizačních algoritmů byly následně rozděleny do několika skupin na bodové, liniové a polygony. Mezi bodové patří mohylová pohřebiště a pozůstatky těžební činnosti. Liniových útvarů bylo zpozorováno nejvíce. V této skupině zauímají místo mezní pásy, úvozy, lesní průseky a zaniklé cesty. Dále je do ní také zařazeno valové opevnění tvrze a keltské valy. Polygony obsahují pouze skupinu s objekty po rýžování. Mezi nalezenými objekty se nacházely také ty, které se jevily na digitálním modelu terénu jako výrazné, ale po ověření v terénu je bylo možné označit jako tzv. pseudoobjekty.

## **9.2. Analýza detekovaných archeologických objektů**

Zjištěné archeologické objekty jsou v následujících podkapitolách podrobeny podrobnější analýze. Objekty jsou kategoricky rozděleny do několika skupin podle účelu – mohylová pohřebiště, mezní pásy, relikty těžby, sejpy, úvozy, lesní průsek, zaniklé cesty, valová opevnění, tvrz a pseudoobjekty (Obr. 2). Každé kategorii objektů byla přiřazena zkratka a číslo, udávající jejich pořadí.

### **9.2.1. Mohylová pohřebiště**

Detekovaná mohylová pohřebiště se na území mého zájmu vyskytují tři, a to na datových listech (dále v polygonech) BLAT 72, BLAT73 a BLAT63. Jsou zařazeny do skupiny bodových objektů. Střed mohyl byly zaměřeny na jeden bod pomocí GPS, přičemž byl brán v úvahu půdorys objektu. U každého bodu bylo prováděno několikanásobné měření polohy (vždy 35krát), čímž byla zvyšována přesnost měření. U každé mohyly byl sledován půdorys, současný průměr a její současný stav. Při hodnocení průměru mohyly musí být

brány v potaz transformační změny v průběhu několika tisíců let (John 2012, 247). Dalším faktorem změny průměru mohyly mohou být systematické průzkumy v 19. a 20. století. V tomto období byl zájem většinou soustředěn pouze na samotný střed mohyly, čili na pohřeb a milodary. Mohyly tedy bývají prokopávány pouze uprostřed a vytěžená hlína tak mohla být nasypávána na plášť mohyly, což mohlo zapříčinit právě zvětšení jejího průměru (Chvojka – Křišťuf – Rytíř 2009, 14). Stav zachování jednotlivých mohyl byl rozdělen dle jejich porušení - na porušené a neporušené. Přičemž u porušených mohyl byl dále sledován charakter jejich poškození – výkop, těžba kamene nebo lesní porost. V neposlední řadě je také zaznamenáváno, zda jsou nalezené mohyly jisté či nejisté. Chtěla bych na tomto místě ještě upozornit, že se v tomto případě nejedná o rozsáhlé mohylníky, ale všechny nalezené na zkoumaném území jsou malých rozměrů, čítající pouze několik mohyl dosahující desítky.

První mohylník se nachází v polygonu BLAT72, ve kterém leží obec Kocelovice. Na návrší zvaném Zelená hora v severovýchodní části obce se rozprostírá řadový mohylník čítající celkem devět mohyl v orientaci východ - západ, z čehož sedm se jich vyskytuje v přímo na hřbetu zmíněného vrchu a dvě na jeho jižním svahu (Obr. 3). V databázi Státního archeologického seznamu je mohylník zanesený pod pořadovým číslem 22-14-13/10. Mohyly nesou označení M01 – M09, přičemž jako první je brán nejvýchodnější objekt. Mohyla M01 je kruhového půdorysu, je nejistá, ale pravděpodobně porušená výkopem a stromem. Na povrchu je viditelných několik balvanů. Průměr mohyly činí 7,3 m. Co se týče viditelnosti na lidarovém snímku, je velmi dobře pozorovatelná na snímku vizualizovaném pomocí Multi-directions Hillshading (Obr. 4), který dokáže mohylu dobře zvýraznit. Dále je také dobře viditelná na vizualizacích díky Openness Negative i Positive a z části viditelná na stínovaném reliéfu. Mohyla M02 je jistá a je stejně jako první kruhového půdorysu a porušena pravděpodobně výkopem a



stromy. Část povrchu je kryta kameny a náletovou vegetací. Celkově je mohyla mírně roztáhlá, což zapříčinil pravděpodobně výkop při odborném výzkumu. Její průměr dosahuje 10, 7 m. Je dobře viditelná opět díky vizualizaci Multi-directions hillshading a Negative i Positive openness a v tomto případě i velmi dobře na stínovaném reliéfu (Obr. 5). Mohyla M03 je co se týká průměru největší, ne však nejvyšší. Je jistá o kruhovém půdorysu s průměrem 13 m. Tento vůči ostatním enormní průměr je pravděpodobně daný velkou mírou poškození. Opět jeví známky výkopu v její střední části a směrem k severní straně. Na povrchu ve střední části mohyly leží velké balvany a je porostlá náletovou vegetací. Viditelnost na lidarových snímcích je stejná jako u předchozích dvou mohyl, přičemž nejlepší se zdála být kombinace stínového reliéfu s pomocnou vizualizací Positive openness a dále pak Multi-directions hillshading. Následující dvě mohyly jsou v krajině nejvýraznější a tím pádem i nejvyšší a nejzachovalejší. Mohyla M04 dosahuje průměru 8, 6 m, dá se označit jako jistá s kruhovým půdorysem (Obr. 6). Nezdá se být poškozena výkopem, je však narušena stromem ve své jižní části. Na povrchu a na jejím úpatí jsou zřetelné kameny větší i střední velikosti. Pokrývá jí však množství náletové zeleně. Velmi dobrou viditelnost mohyly zajišťuje vizualizace Multi-directions hillshading a Positive a Negative openness se stínovaným reliéfem. Méně zřetelná je na modelu pomocí vizualizace faktor výhledu. Mohyla M05 je, jak už bylo zmíněno výše, druhou nejzachovalejší na této lokalitě (Obr. 7). Na první pohled je zřetelná díky své výšce a prakticky její neporušenosti. Je kruhového půdorysu a její průměr činí 9, 8 m. Povrch tentokrát není pokryt kameny. Je porušena pouze stromem a náletovou vegetací. Nejeví známky žádného předchozího odborného či amatérského výkopu. Jelikož je velmi dobře zachovaná je také tak dobře viditelná na lidarových snímcích. Opět nejlepší volbou se zdá být vizualizace Multi-directions hillshading nebo již zmiňovaná kombinace dvou vizualizací Positive a Negative

Openness. Zřetelná je také díky interpolačnímu algoritmu Spline v kombinaci s vizualizací svažitosti terénu. Tato kombinace zvýraznila obstojně i mohyly M04. Další dvě mohyly jsou naopak nejméně zřetelné. Mohyla M06 je velmi roztáhlá a nízká, v terénu až skoro neznatelná. Je označena také proto jako nejistá. Její průměr dosahuje 11, 8 m a dá se říci, že je kruhového půdorysu. V jejím přibližném středu se zdá být více prohloubená. Není však možné přesně určit druh poškození. Na povrchu se vyskytuje několik balvanů a je hustě pokryta náletovou vegetací. Na lidarových snímcích se však jeví poměrně dobře díky Multi-directions hillshading a pomocné vizualizaci Negative openness. Na ostatních není již tolik zřetelná. Mohyla M07 je položena z části na hraně svahu. Její průměr činí 10 m a má kruhový půdorys. Mohyla je označena jako jistá. Je však rozrušená pravděpodobným výkopem či erozí. Velmi zřetelná je její jižní strana. Povrch je zarostlý náletovou zelení a nevyskytují se na něm kameny. Tentokrát je nejzřetelnější na kombinaci pomocné vizualizace Negative openness se s tónovaným reliéfem. Na samotném stínovaném reliéfu se její viditelnost ztrácí. Obstojně se jeví také díky Multi-directions hillshading či také na modelu svažitosti terénu. Mohyly M08 a M09 se vyskytují v nižší poloze na jižní straně svahu. Mohyly M08 je možné označit jako jistou. Leží u lesní cesty, kterou je okrajově porušena. Její průměr je 10 m a půdorys je kruhový. Na jejím povrchu ve střední části leží několik navrstvených kamenů a samotnou mohyly porušují také dva stromy. Nezdá se být žádným způsobem prokopána. Její zobrazení na lidarových snímcích je dobrá při Multi-directions hillshading a díky kombinaci stínovaného reliéfu s Negative openness. Částečně je zřetelná také na modelu svažitosti terénu. Mohyla M09 je kruhová a označena jako nejistá, a to z důvodu, že se na jižní straně v těsné blízkosti nachází neinterpretovatelná prohlubeň a není jisté, zda se nemůže jednat pouze o vytěženou hlínu. Mohyla nejeví známky průkopu ani kamenů na jejím povrchu. Viditelnost se jeví dostačující díky Multi-directions hillshading a dobrá při kombinaci vizualizace

stínovaného reliéfu s Positive openness, na které je viditelná i zmiňovaná prohlubeň. Naopak při použití samotného stínovaného reliéfu objekt zaniká. Mohyly jsou datovány do období raného středověku.

Druhý mohylník se nachází v polygonu BLAT63, ve kterém leží obec Dobšice. Asi 1 km severně od zmiňované obce po lesní cestě se zvedá malý pahorek v poloze zvané U bílých kamenů. Na jeho vrcholu jsou viditelné tři mohyly v řadě v orientaci východ - západ. Ty byly označeny orientačními čísly M10 – M12, přičemž se postupovalo směrem od východu (Obr. 8). Povrch je osázený malými označenými smrčínami. Tato lokalita je zapsaná ve Státním archeologickém seznamu pod pořadovým číslem 22-14-14/2. Nejvýchodnější mohyla, označená jako M10 je kruhového půdorysu, dá se o ní říci, že je jistá a porušená (Obr. 11). Její jižní strana se pozvolně svažuje. Narušení této mohyly mohlo být způsobeno skácením stromu, což dokazuje ztrouchnivělý zbytek pařezu přímo v její střední části, ve které se také nachází mělká prohlubeň. Jelikož na místě byly provedeny pouze povrchové sběry a ne odborný výkop, jak je uvedeno v kapitolách výše, je možné, že zde byl uskutečněn neodborný výkop. Vzhledem k hloubce prohlubně je spíše pravděpodobnější porušení právě pádem stromu. Mohyla má průměr 7, 4 m a je dobře rozpoznatelná v terénu. Co se týče viditelnosti na lidarových snímcích, tak jsou rozpoznatelné opět díky Multi-directions hillshading (Obr. 9) a kombinaci stínovaného reliéfu s vizualizací Positive a Negative openness (Obr. 10). Na samotném stínovaném reliéfu činí jejich rozeznání menší obtíže. V jeho kombinaci s faktorem výhledu na interpolovaném snímku pomocí spline jsou však mohyly velmi dobře rozeznatelné. Kvalita rozlišení snímku je zde oproti předchozímu mohylníku však o něco zhoršena, vzhledem k robustní filtraci okolní vegetace, jelikož se lokalita nachází v hustě zalesněné oblasti. Mohyla M11 (Obr. 12) je taktéž kruhového půdorysu a považována za jistou. Oproti předchozí mohyle obsahuje tato na svém povrchu několik vystupujících velkých kamenů, přičemž v její střední

části jsou balvany nejvýraznější. Zdá se být neporušená. Průměr mohyly činí 7, 9 m. Viditelnost na vizualizovaných snímcích je v tomto případě naprosto stejná jako u mohyly M10, přičemž jako nejlepší se jeví kombinace stínovaného reliéfu s faktorem výhledu. Třetí mohyla, označená M12, se nachází na západní straně vrcholku (Obr. 13). Dá se označit jako jistá, je kruhového půdorysu a o hodně nižší než ostatní dvě. Mohyla se jeví jako roztáhlá do stran. Je možné říci, že byla porušena, ale spíše erozí než nedávným výkopem, jelikož zde není patrná žádná výraznější prohlubeň. U vrcholu je narušena čtyřmi vzrostlými břízkami. Ojedinele jsou na povrchu patrné kameny. Průměr mohyly je 7, 6 m. Vizualizace snímků, díky které byla tato mohyla zviditelněná, se ztotožňuje s předchozími – tedy stínovaný reliéf a faktor výhledu v interpolaci Spline. Na ostatních je méně rozpoznatelný. Mohylník je datován do raného středověku.

Další mohylník se nachází asi o 150 m západním směrem v poloze zvané Na staré mýti. Lokalita je zapsána ve Státním archeologickém seznamu pod pořadovým číslem 22-14-14/3. Podle údajů z tohoto seznamu a podle rukopisů J. Siblíka se zde má nacházet šest mohyl. Po sledování lidarových snímků a následném průzkumu terénu byly nalezeny pouze tři nejisté mohyly. Ty byly označeny číselnou řadou M13 - M15. Mohyly se nachází v nízkém smrkovém lese, který byl v předešlých letech vykácen a znovu osázen, jak je možné sledovat na leteckých snímcích s odstupem let. Například ještě v 50. letech minulého století byla tato oblast zcela zalesněná, dnes je zalesněná pouze třetina a zbytek nově osázen. Tento fakt mohl zapříčinit srovnání mohyl nalezených na začátku 20. století s úrovní terénu. Nalezené možné mohyly jsou velmi nízké, proto jsou všechny označeny jako nejisté, jelikož jsou těžce rozpoznatelné a nejeví zbytky konstrukce. Jsou pouze několik desítek centimetrů zvýšeny nad povrch terénu. Liší se pouze svým průměrem. Ten je u mohyly M13 13 m, u mohyly M 14 12 m a u poslední M15 12 m. Jejich viditelnost na

modelech digitálního reliéfu lze označit za průměrnou, přičemž nejlépe rozpoznatelná je mohyla M13. Co se týče typů vizualizací, na kterých je bylo možné rozlišit od ostatních objektů, tak nejlépe obstál stínovaný reliéf v kombinaci s doplňkovou vizualizací Positive i negative openness, či spojení s faktorem výhledu, a to u všech tří mohyl. Vizualizace Multi-direction hillshading byla více účinná u prvních dvou mohyl (M13 a M14), kdežto mohyla M15 splývala více s okolím (Obr. 14). Podle J. Siblíka byly tyto mohyly datovány do starší doby železné.

Třetí lokalitou, kde se vyskytují mohyly, je vrch zvaný Hora (jeho západní část) zdvihající se nad obcí Chlum (Obr. 15). Spadá do pomocného polygonu BLAT73. Ve Státním archeologickém seznamu ČR není tato lokalita uvedena. Zmiňuje se o ní pouze J. Siblík, který zde prováděl výzkum. Detailnější informace jsem již uváděla v předchozích kapitolách. Z údajných čtyř mohyl byla nalezena pouze jedna nejistá, která získala označení M16. Je kruhového půdorysu o průměru 17 m. Je velmi roztáhlá a neobsahuje žádné pozůstatky kamenů. Nejvíce je viditelná na digitálních modelech díky vizualizaci pomocí Multi-direction hillshading (Obr. 16) a dále při kombinaci stínovaného reliéfu s Positive openness či faktorem výhledu. Na samotném stínovaném modelu se nejeví tolik zřetelná (Obr. 17). Absenci mohyl ale mohla pravděpodobně zapříčinit těžba kamene, jelikož se v blízkém okolí vyskytuje mnoho pozůstatků po této činnosti. Mohyly totiž obsahovaly kamenné věnce. Druhou možností jejich absence je ta skutečnost, že již při provádění výzkumu roku 1917 byly mohyly silně rozrušené. Díky tomu v kombinaci s průkopem mohyly mohly jednoduše splynout s terénem a dnes již nejsou viditelné. Další mohylové pohřebiště čítající šest mohyl, které je tentokrát již uvedeno ve Státním archeologickém seznamu ČR pod pořadovým číslem 22-14-13/1, je evidováno na východní straně tohoto vrchu. Na lidarových snímcích ani díky následném průzkumu terénu však nebyla žádná z nich nalezena. Vysvětlení může mít stejný důvod

jako u předchozích mohyl. Mohyla je podle předchozích výzkumů datována do starší doby železné.

### **9.2.2. Mezní pásy**

Další skupinou identifikovaných objektů v oblasti Blatenska jsou mezní pásy. Jsou zařazeny do skupiny liniových objektů. Tyto pásy představují relikty bočních hranic plužin a pomáhají tak definovat podobu již zaniklé středověké plužiny. Sloužily mimo to také k zabránění eroze půdy. Mohly být buďto kamenné nebo hliněné. Na materiálové složení těchto mezních pásů mělo vliv prostředí, ve kterém se vyskytovaly. Obecně lze říci, že kamenné pásy byly vyšší než ty hliněné. Na jejich zachovalost má vliv především svažitosť terénu, ve kterém se vyskytují. Nejlépe jsou dochovány právě ve svažitém prostředí a v polohách bohatých na povrchové kamení. Naopak v rovinných oblastech jsou buďto již zaniklé či velmi málo patrné. Mezní pásy bývají ve většině případů rovné nebo se lehce stáčí vzhledem k tvaru terénu (Čulíková 2013, 14).

Ve vymezené oblasti mého zájmu bylo detekováno celkem 154 mezních pásů. Každý pás nese své označení MP01 – MP154. Vyskytují se ve všech zkoumaných polygonech, přičemž polygony BLAT71, BLAT72, BLAT60 a BLAT61 jich zaujmají nejvíce. U objektů byla sledována jejich délka a materiál, ze kterého byly složeny. Nejdelší mezní pás označený MP144 měří 404 m a vyskytuje se v pomocném polygonu BLAT62, nejkratší označený MP115 měří 34 m a je v polygonu BLAT72. Celkové délky všech detekovaných mezních pásů jsou uvedeny v databázi. Vzhledem k materiálu, ze kterého vznikly, převažovala z většiny kamenná konstrukce. Hliněné mezní pásy se vyskytovaly pouze ojediněle, a to v případě MP11 – MP16 v polygonu BLAT70 a BLAT60 a MP128 - MP134 v polygonu BLAT64. Nejvýraznější pozůstatky plužin tvoří nalezené mezní pásy (MP47 - MP82) u obce Hornosín (Obr. 18, 22), nacházející se v polygonu

BLAT71. Dále jsou dobře znatelné plužiny (MP 87 – MP120) u obce Kocelovice (Obr. 19, 21), v polygonu BLAT72 a částečně u města Bělčice (MP17 – MP38), ležící v polygonu BLAT60 (Obr. 20). V dalším polygonu BLAT70 se nachází několik mezních pásů, které se váží na ves Újezdec u Bělčic. Jedná se pouze o sedm pásů (MP03 – MP10). Zbývající detekované mezní pásy jsou buď samostatně ležící, nebo se vyskytují v menších svazcích bez návaznosti na vesnici. Všechny objekty v této skupině jsou velmi dobře interpretovatelné, co se týče viditelnosti na lidarových snímcích. Nejlépe jsou zachyceny na stínovaném reliéfu. Naprostá většina je viditelná díky vizualizaci Multi-directions hillshading, která dokáže mezní pásy velmi dobře vykreslit z několika směrů. Jako výborná volba se jevila být také vizualizace svažitost terénu v kombinaci s předchozí interpolací Spline, při které jsou zvýrazněny všechny vyvýšeniny v terénu, mezi které patří právě i mezní pásy.

### **9.2.3. Valové opevnění**

Relikty valového opevnění, pocházejícího z doby železné se nachází na jihovýchodním svahu kopce Budín (534 m. n. m.) asi 1 km západně od města Bělčice (Obr. 23). Na lidarových snímcích byly detekovány v pomocném polygonu BLAT60. Jsou zařazeny do skupiny liniových objektů. U valů byla sledována jejich délka, výška, míra zachovalosti a přítomnost vegetace. Jejich pracovní označení bylo V01 a V02. V terénu jsou zachované pouze dvě strany tohoto ohrazení a to severovýchodní a jihozápadní strana. Zbývající dvě nejsou v terénu patrné. Na lidarových snímcích jsou zřetelně viditelné dvě výše zmiňované. Třetí, jihovýchodní strana objektu, se po vizualizaci jeví jako nepatrná vyvýšenina. Lze tedy říci, že je pozorovatelná. Délka samotného valu V01 (Obr. 24) je 100 m (měřeno na hřbetu valu), s připočtením příkopu 107 m. Šířka tělesa valu dosahuje šířky 12 m a

v severní koncové části až 15 m, což je dáno předpokládaným bývalým napojením severovýchodního valu. Stejně tak se rozšiřuje v jihozápadním rohu, kde se jeho šíře zvětšuje asi o 1 m. Příkop obklopující vnější stranu valu je široký 4, 20 m. Délka valu V02 je 74, 5 m, je-li připočítána šíře příkopu, dosahuje val celkové délky 88 m. (Obr. 25). Šířka valu je variabilní, jelikož se směrem k východu prudce snižuje. U jihozápadního rohu tedy dosahuje šířky 6, 5 m, kdežto na jeho opačném konci 3 m. Příkop je viditelný na vnější části objektu, ale nedosahuje stejné délky jako val. Je kratší a měří přibližně 77 m. Jeho šířka je užší asi o 1 m než na západní straně. Celkově lze říci, že vnější rozměry areálu mohou dosahovat přibližně 100 × 107 m a vnitřní 75 × 80 m. Rozloha celého areálu tedy činí 10 700 m<sup>2</sup>. Výška valů se pohybuje od 50 cm do 3 m. Valy i příkopy jsou středně hustě zarostlé vegetací. Objevují se zde listnaté stromy, keře i náletová zeleň. Viditelnost na lidarových snímcích je velmi dobrá vzhledem k nízké míře vegetace. Nejlepší vizuální výsledky přinesla kombinace modelu svažitosti terénu a Negative openness (Obr. 26). Ta umožňuje pozorovat jak vnitřní, tak i vnější spodní hranu valu, dále výraznou hranici příkopu a v neposlední řadě také hranici hřbetu valu. Takto je ohrazení pozorovatelné zejména na své jihozápadní straně. Dále je ohrazení dobře zřetelné díky vizualizaci Multi-directions hillshading (Obr. 27).

#### **9.2.4. Úvozy a lesní průseky**

Úvozové cesty byly zařazeny mezi liniové objekty. Obecná charakteristika definuje úvoz jako cestu zařezávající se do terénu. Vznikaly především ve středověku, objevují se však i úvozy novověkého stáří. Celkem bylo na zkoumaném území nalezeno 18 úvozů či jejich svazků, které byly označeny U01 – U18. Vyskytují se v pomocných polygonech BLAT71, BLAT73, BLAT62 a BLAT63, přičemž nejvíce se



jich vyskytuje v polygonu BLAT63 a BLAT73 (Obr. 28), což jsou oblasti nejvíce zalesněné. U objektů byla pozorována délka a míra zachovalosti (zaniklý/využívaný). Úvoz U01 se vyskytuje v polygonu BLAT62 a je dlouhý 317 m. Lze ho považovat za zaniklý. Na lidarovém snímku je viditelný pouze při využití kombinace stínovaného reliéfu a Negative openness. Následující objekty se vyskytují v polygonu BLAT63. Druhý, svazek úvozů U02, má délku 837 m a jeho kratší část 305 m. Tento svazek úvozů lze považovat za stále využívaný. Delší část je z jedné strany kryta vegetací. Viditelný je i na mapách 2. i 3. vojenského mapování. Svazek dvou úvozů U03 je dlouhý 972 m, kratší část měří 260 m. Úvoz je dosud využívaný a krytý po obou stranách vegetací. Je viditelný na 3. vojenském mapování. Úvozy označené U04, U05, U06 a U07 jsou zaniklé. Liší se pouze svojí délkou - U04 měří 145 m, U05 124 m, U06 111 m a U07 131 m. Úvoz U08 je dlouhý 456 m a dosud stále užíván. Na vojenském mapování není viditelný. Svazek úvozů U09 se skládá ze tří úvozových cest, z nichž nejdelší měří 447 m. Dvě kratší části dosahují délky 102 m a 94 m. Úvozy nejsou viditelné na mapách vojenského mapování. Další svazek úvozů U10 se skládá ze dvou částí zkřížených proti sobě měřících 188 m a 168 m. Delší část úvozu je částečně zaniklá a napojená na lesní cestu. Druhý úvoz je zcela zaniklý. Úvoz U11 je dlouhý 260 m a pravděpodobně dodnes užíván. Následující detekované objekty se nachází v polygonu BLAT73. Svazek úvozů U12 je složen ze čtyř cest. Nejdelší z nich činí 985 m. Na ni se napojují tři další měřící 137 m, 44 m a 92 m. Dvě nejkratší části jsou zaniklé, zbylé stále užíváné. Svazek úvozů U13 obsahuje čtyři části. Nejdelší měří 665 m a na něj navazující úvozy jsou dlouhé 139 m, 208 m a 47 m. Nejdelší z nich je viditelný na 3. vojenském mapování. Zbylé dva delší jsou dodnes používané a jeden krátký zaniklý. Úvoz U14 je stále využívaný a viditelný na 2. i 3. vojenském mapování. Dosahuje délky 526 m. Úvoz U15 je již zaniklý a měří 105 m. Následující dva úvozy U16 a U17 jsou stále využívané, nejsou však viditelné na mapách

vojenského mapování. Měří 172 m a 300 m. Poslední nalezený svazek úvozů se vyskytuje v polygonu BLAT71. Delší část měří 320 m a na něj navazující úvoz je dlouhý 97 m. Úvozy jsou částečně zaniklé. Pokud není uvedeno jinak, úvozy nejsou viditelné na starých mapách vojenského mapování. Většina úvozů se zdá být datovatelná do středověku, objevují se zde však i některé novověkého stáří.

V polygonech BLAT61, BLAT62, BLAT63, BLAT72 A BLAT73 se objevují tzv. lesní průseky, které byly budovány jako protipožární ochrana. Průseky jsou vyznačeny i na mapách vojenského mapování. Detekované objekty byly označeny číselnou řadou LP01 – LP14 (Obr. 29). Byla u nich sledována především délka. Nejlepším možným vizualizačním algoritmem pro tento druh objektů je Negative openness v případné kombinaci se stínovaným reliéfem. První z nich LP01 se vyskytuje v polygonu BLAT72 a měří 754 m. Druhý LP02 se nachází na rozmezí polygonů BLAT73 a BLAT63 a dosahuje délky 530 m. V polygonu BLAT63 se nachází šest lesních průseků. Tři z nich, označeny čísly LP03 – LP05, se vyskytují na jižním svahu Hliničního vrchu a měří 180 m, 270 m a 250 m. Jsou viditelné i na samotném stínovaném modelu reliéfu. Naproti tomuto vrchu se nachází další vrch zvaný Březová hora. Zde jsou detekované tři lesní průseky – LP06 – LP08. Jejich viditelnost je možná pouze díky výše zmíněné kombinaci vizualizací. Na samotném stínovaném reliéfu nejsou identifikovatelné. Průsek se liší pouze ve své délce - LP06 měří 280 m, LP07 364 m a LP08 110 m. Zbývajících šest průseků se vyskytuje v polygonu BLAT62 a částečně v BLAT61. Objekty LP09 – LP12 se vyskytují na vrchu v poloze zvané Vyšovy (Obr. 30). Jsou viditelné i na stínovaném reliéfu. Délka LP09 je 508 m, LP10 je 245 m, LP11 je 800 m a LP12 je 620 m. Lesní průsek LP11 se jeví tedy jako nejdelší ze všech detekovaných. Poslední dva objekty se nacházejí na severním svahu vrchu v poloze zvané Nad Zelenkou. Průsek LP13 dosahuje délky 370 m a LP14 575 m. Viditelné jsou také pouze díky stínovanému reliéfu.

### **9.2.5. Sejpy a relikty těžby**

Objekty interpretované jako pozůstatky po pravěkém i středověkém rýžování zlata – tedy sejpy, se na Blatensku vyskytují ve třech oblastech. V rámci verifikace byla ověřena pouze poloha vyznačených oblastí, jelikož pro enormní množství vyskytujících se sejpů, by nebylo možné je všechny zdokumentovat a blíže popsat. Pomocí polygonů bylo proto území rozčleněno na oblasti s ověřeným výskytem sejpů, které pak byly v plánu zvýrazněny. Následně byly označeny jako S01 – S03. Sejpy se nachází v pomocných polygonech BLAT70, BLAT71, BLAT61, BLAT62 a BLAT63. Sledována byla rozloha jednotlivých oblastí, přičemž S01, která se nachází kolem Závišínského potoka, táhnoucího se od obce Bezdědovice až k Závišínu, byla největší (Obr. 31, 34). Její rozloha je 68 ha. Rýžoviště je evidováno ve Státním archeologickém seznamu ČR pod pořadovým číslem 22-14-14/1. Další vymezené území se sejpy S02 leží mezi rybníky Velký bělčický rybník a Luh jihovýchodně od obce Újezdec. Nachází se částečně v polygonu BLAT70 a BLAT71. Jeho rozloha činí 16, 5 ha. Ve Státním archeologickém seznamu ČR má přiřazené pořadové číslo 22-14-08/1. Třetím územím S03 je oblast severně a západně od rybníka Luh, nacházející se severovýchodně od obce Újezdec. Spadá do pomocného polygonu BLAT70. Oblast postihuje 7 ha krajiny a není evidována ve Státním archeologickém seznamu ČR. Ve všech zkoumaných oblastech jsou pozůstatky po rýžování zlata viditelné díky kombinaci stínového modelu reliéfu s pomocnou vizualizací Negative openness (Obr. 32). Ta dokáže zvýraznit velmi dobře horní hrany sejpů. Další dobrou metodou vizualizace byla svažitost terénu v kombinaci s předchozím interpolováním snímku pomocí Spline (Obr. 33). Vizualizace Multi-directions hillshading dokázala také dobře zvýraznit tvar sejpů, což se

stalo také použitím zvýrazněného faktoru výhledu. Na samotném stínovaném reliéfu se jpy zanikají.

Pozůstatky po těžbě kamene či po jiné důlní činnosti byly detekované v polygonech BLAT71, BLAT73, BLAT62, BLAT63 a BLAT64. Všechny jsou na lidarových snímcích velmi dobře zřetelné. Jedná se o objekty plošného rozsahu. Skupina reliktnů v polygonu BLAT71 byla interpretována jako pozůstatek po povrchové či důlní prospekci. Nachází se na jihozápadním svahu Kněžské hory u obce Újezdec. Jedná se o změť linií a prohlubní, pravděpodobně po povrchové dobývce. Podle geologické mapy se zde vyskytuje granodiorit blatenského typu. Nejhlubší a zároveň nejpočetnější relikty po těžbě kamene se vyskytují v polygonu BLAT73 (Obr. 35, 36) na vrchu Hora u obce Chlum a v lesích nad obcí Hajany. Jedná se buďto o hlubší dobývku kamene v rámci několika metrů rozměrného mnohoúhelníkového půdorysu, anebo o kutací objekty kruhového půdorysu menších rozměrů (Obr. 37). Celkem jich zde bylo detekováno 23. Na těchto lokalitách se nalézají podle geologické mapy amfibol, křemenný diorit a granodiorit blatenského typu. V polygonu BLAT62 se v lesích nad polohou zvanou Na staré vsi u obce Závišín nachází čtyři objekty pravděpodobné těžby kamene. Na místě se vyskytují naleziště amfibolitu. Relikty jsou přibližně obdélného až mnohoúhelníkového půdorysu.

#### **9.2.6. Zaniklé cesty**

V rámci sledování anomálií na snímcích leteckého laserového skenování bylo nalezeno několik liniových objektů později interpretovaných jako zaniklé relikty starých cest. Výraznější anomálie byly porovnávány se současnými leteckými snímky, s historickými snímky z 50. let 20. století a na mapách 3. vojenského mapování. Bylo

nahlíženo i do současných map, zda se na místech neprojeví například porostové či jiné příznaky, detekující zaniklé cesty. Všechny nalezené objekty se shodovaly s cestami na snímkování z roku 1951. Relikty byly označeny C01 – C08 a nachází se v polygonech BLAT71, BLAT72, BLAT73, BLAT74, BLAT60, BLAT61 a BLAT64. Cesta C01 měří 167 m. Nachází se v polygonu BLAT71. Jedná se o zaniklou část dodnes používané polní cesty. Druhá C02 se nachází v polygonu BLAT72, dosahuje délky 144 m a pravděpodobně sloužila jako zkratka, jelikož se nachází u křížení dvou současných silnic. Třetí C03 se nachází v polygonu BLAT73. Je dlouhá 810 m a navazuje na ni kratší odbočka dlouhá 134 m. Může být interpretovaná jako bývalá cesta, jejíž část je dodnes používaná jako polní cesta. V polygonu BLAT74 se nachází další dvě cesty C04 a C05, z nichž druhá přechází i v polygon BLAT64 (Obr. 38). Tyto cesty jsou na snímcích viditelné pouze jako lehké valovité převýšení terénu. V prvním případě se jedná o část zaniklé silnice dlouhé 417 m, která byla následně přebudovaná o několik metrů níže. U objektu C05 se jedná o 321 m dlouhou zaniklou polní cestu. V polygonu BLAT 60 se nachází cesta označená C06 dlouhá 371 m. Na lidarových snímcích se vyskytuje také pouze jako převýšení terénu, jedná se tedy o již zaniklou cestu. To samé se dá říci o další detekované cestě C07 ležící v polygonu BLAT61. Měří 294 m a na snímcích je znatelná pouze převýšením. Poslední relikť zaniklé polní cesty C08 se nachází pod obcí Dobšice v polygonu BLAT63. Jedná se o dva vedle sebe táhlé pásy, které se v terénu jeví jako převýšené nad terén. Může se však jednat pouze o jednu cestu (delší) a druhý relikť se může jevit jako úprava svahu terénu. Pravděpodobnější se zdá však být první varianta, vzhledem k členitosti polí, vyskytujících se na tomto místě. Delší měří 345 m a kratší 171 m.

### **9.2.7. Relikty opevnění tvrze Hrádek**

Pozůstatky zaniklé tvrze leží severozápadně od města Bělčice na ostrožně pod vrchem zvaným Slepíčí hora. Náleží do polygonu BLAT60 a je evidována ve Státním archeologickém seznamu ČR pod pořadovým číslem 22-14-04/6. Jedná se o okrouhlé jádro tvrze (Obr. 40) kopírující tvar ostrožny, které je obeháno příkopem a dvojitým valovým opevněním na šijové straně (Obr. 41). Vnější val dosahuje na jihovýchodní straně výšky až 3 m a šířky 10 m, směrem k západu se postupně snižuje, až splývá s terénem. Ve střední části je porušen cestou, pravděpodobně recentní. Jeho pozorovatelná délka je 105 m. Vnitřní val dosahuje výšky 1 – 2 m a šířky 13 m. Nejvyšší je na šijové straně tvrze a postupně se snižuje společně s terénem. Jádro tvrze převyšuje na jihovýchodní straně o 1 m. Ve střední části se sklání k jádru tvrze. To je však zapříčiněno recentním zásahem, zmiňovaným níže. Jižní část valu je dlouhá 63 m, severní část 26 m. Příkop dosahuje hloubky oproti jádru tvrze 4 – 2 m. Vnější příkop dosahuje hloubky 1 – 2 m. Tvrz jeví známky poškození ve své jihovýchodní části, které bylo zapříčiněno vybudováním motokrosového závodiště. Tento fakt byl zjištěn díky letecké fotografii z roku 2006. Dnes je již trasa motokrosu posunuta o několik metrů dále a nepřetíná relikty tvrze. Nejlépe viditelné jsou valy díky vizualizaci Positive openness (Obr. 39). Naopak příkopy jsou velmi dobře zřetelné díky Negative openness. Jako úspěšná se jevila také vizualizační metoda Multi-directions hillshading.

## **10. INTERPRETACE**

Jedním z hlavních cílů bylo sledování potenciálu dat leteckého lidarového skenování ke sledování archeologických lokalit v rámci většího vymezeného polygonu krajiny jižních Čech. Pozorováním jednotlivých prvků antropogenního reliéfu krajiny, které byly zviditelněny

pomocí několika různých vizualizačních algoritmů, byly nalezeny potencionální relikty archeologických objektů. Mimo již známé významné lokality, objevené asi před sto lety systematickými archeologickými výzkumy, byly detekovány i objekty, kterým nebyl v minulém století kladen velký zájem. Mezi tyto objekty je možné zařadit právě pozůstatky středověké krajiny, jako jsou mezní pásy, rýžovnické sejpy či menší šlechtická sídla. Právě těmto objektům byl věnován v této práci větší zájem. Úsilí se mělo také soustředit na zhodnocení stavu objektů a jejich formálních vlastností a zároveň na zhodnocení faktu, do jaké míry detekované pozůstatky minulých sídelních aktivit obohacují již získanou datovou základnu zkoumané oblasti.

Na základě získaných dat a jejich zpracování bylo na území o rozloze 125 km<sup>2</sup> nalezeno celkem 285 archeologických objektů roztríděných do deseti kategorií. Mezi detekované kategorie patří mohylová pohřebiště, mezní pásy, valová opevnění, úvozy a lesní průseky, sejpy, relikty těžby, zaniklé cesty, relikty opevnění tvrze a pseudoobjekty. Všechny nalezené a následně verifikované objekty v těchto skupinách byly podrobeny analýze. Z výsledků této analýzy krajinných prvků je možné vyvodit závěry o jejich formálních vlastnostech, krajinném rozmístění, koncentraci či o jejich počtu. Měla bych zmínit, že mezi objekty patřila také skupinu objektů známých jako tzv. pseudoobjekty. Tyto relikty se na lidarových snímcích mohou jevit především jako pozůstatky mohyl. Celkem jich bylo zjištěno 42, z čehož se většina nacházela na svahu Hlaničního vrchu v polygonu BLAT62 (Obr. 41). Po následné terénní verifikaci bylo zjištěno, že se jedná pouze o navršené haldy větví, pokácené stromy, vývraty či navozený odpad.

Největší koncentrace archeologických objektů je pozorovatelná v pomocných polygonech BLAT62, BLAT63, BLAT72 a BLAT73 (Obr. 43, 44). Tento fakt může být způsoben největší mírou zalesněnosti zahrnujícího území. Průzkumem bylo dokázáno, že relikty jsou lépe

viditelné v oblastech s alespoň částečným listnatým porostem než v hustých smrkových lesích. Paprsky laseru tak mohou lépe prostoupit korunami stromů. Jako dobře prostupná se však jevila i například borovice. Důvodem menšího výskytu objektů v ostatních polygonech je především převaha zemědělské krajiny, ve které jsou díky dlouhotrvající orbě ničeny potencionální objekty zájmu archeologů.

V rámci práce byl největší zájem soustředěn na mohylová pohřebiště. Ta byla detekována tři o celkovém počtu šestnácti mohyl. Jejich viditelnost na lidarových snímcích je dána právě již zmiňovanou mírou zalesnění. Nejlépe byly viditelné mohyly skryté pod řídkým vegetačním porostem. Naopak v jehličnatých lesích se kvůli robustní filtraci některé mohyly mohly ztratit. Po terénním ověření však jiné možné mohyly nebyly nalezeny. Co se týče výběru vizualizace, byly mohyly nejlépe viditelné při použití metody Multi-directions hillshading. V rámci práce byly vytvořeny plánky mohylníků. Dále bylo detekováno celkem 154 mezních pásů, přičemž jejich převážná většina indikuje podobu zaniklých středověkých plužin. Je možné říci, že 96 reliktnů se vyskytuje v okolí vesnic a 58 jich je rozprostřeno v krajině bez návaznosti na jakoukoliv bližší sídelní oblast. Dále z jejich průzkumu vychází, že převážná většina z nich byla kamenná a pouze u 11 mezních pásů lze sledovat hliněné konstrukce. Další zkoumanou kategorií liniových objektů se staly úvozové cesty, lesní průseky a zaniklé cesty. Celkem bylo verifikováno 18 úvozů, 12 lesních průseků a 8 zaniklých cest. Vzhledem k jejich stavu dochování, kdy většina z nich je v současnosti již zaniklá, bylo nejlepší možnou metodou k jejich detekci použití kombinace dvou vizualizačních algoritmů – stínovaný reliéf a Negative openness. Tato kombinace se jevila velmi užitečná díky své schopnosti zvýraznit nejhlubší linie terénu. Díky ní bylo možné objevit výše zmiňované objekty i v zalesněném terénu. Zaniklé cesty byly navíc prověřovány na současných leteckých snímcích, kdy byly pozorovány porostové příznaky na předem vytypovaných místech. Toto



pozorování bylo úspěšné. Dále byl průběh cest sledován také na mapě snímkování krajiny z roku 1951, díky které byly zjištěné cesty taktéž potvrzeny. Dalšími nově zjištěnými objekty archeologického zájmu byly těžební relikty po dobývce kamene a pozůstatky po rýžování zlata. Tyto objekty se stávají stále více vyhledávané díky rozvoji archeologického odvětví tzv. montánní archeologie. Celkem bylo díky použitým vizualizacím nalezeno 29 objektů indikující dobývku kamene či jiného materiálu. Sejpy jsou ve zkoumané oblasti velmi dobře dochované a také chráněné jako přírodní památka. Celkově je oblast jižních Čech známá díky svému enormnímu počtu rýžovišť zlata. Na Blatensku se vyskytují tři území s těmito památkami, jejichž rozloha činí dohromady 87 ha. Za již známé a významné archeologické lokality lze považovat keltské valové opevnění u Bělčic, které bylo již několikrát zkoumané. Vlastním průzkumem byl pouze ověřen současný stav objektu a zjištěna míra viditelnosti vůči lidarovým snímkům, která byla zhodnocena jako velmi kvalitní. Do poslední kategorie spadá objekt zaniklé tvrže, u které byly detekovány relikty valového a příkopového opevnění. U této lokality nebyl zjištěn žádný proběhlý destruktivní výzkum a kromě fortifikací nenese žádné prvky povrchových konstrukcí či jiných pozůstatků.

Kdyby měl být sledován poměr úspěšnosti zviditelnění archeologických objektů vzhledem k použitým metodám, dalo by se říci, že největší množství krajinných reliktních objektů bylo detekováno pomocí vizualizace Multi-direction hillshading a svažitosti terénu. Použitím samotného stínovaného reliéfu se některé objekty z obrazu vytrácely. Mnohokrát se ale také ověřila kombinace této metody s pomocnou vizualizací Negative či Positive openness, které byly využívány především při detekci liniových objektů a u mohylových pohřebišť. Jako nejméně úspěšnou, přestože je to překvapivé, se zdá být vizualizace faktor výhledu.

V rámci zkoumání vlastností jednotlivých objektů byl například také sledován vztah významnějších lokalit vzhledem k vodním tokům, jelikož území Blatenska je známo svým rozsáhlým vodním systémem. U mohylových pohřebišť a dříve objevených oblastí sídlišť byla zjištěna vzdálenost od řek od 300 do 500 m. Je tedy možné konstatovat, že především sídliště byla budována v blízkosti vodních toků. Například valové ohrazení z doby železné se nachází asi 700 m rybníční sítě a necelý kilometr od většího vodního toku. Udává se, že byla tato jeho nestrategická poloha vybrána právě díky této návaznosti, kvůli zmiňovanému rýžování zlata. Konečně i středověká tvrz byla vybudována na ostrožně nad rybníkem, a to pravděpodobně kvůli vodnímu zdroji. Obecně je tedy možné říci, že všechny oblasti s doloženým osídlením měly návaznost na alespoň jeden vodní zdroj.

Oblast Blatenska nese vzhledem k jeho dochování archeologických lokalit velký potenciál, a to především díky vzácným rýžovnickým celkům, valům z doby železné a mohylníkům. Možnosti pozorování vývoje krajiny lze pozorovat také díky zachovaným částem středověké plužiny v podobě mezních pásů. Ačkoliv byly vymezené lokality sledovány také z hlediska artefaktové náplně, nebyly na žádné z nich nalezeny žádné potencionální nálezy. Obecně lze Blatensko zařadit mezi oblasti s velkou koncentrací jak pravěkých, tak středověkých a novověkých archeologických areálů a objektů, mapující období od doby bronzové až po 20. století.

## 11. ZÁVĚR

Předložená práce se zabývá problematikou identifikace a mapování komponent pravěké a středověké krajiny pomocí leteckého laserového skenování na vybraném území okresu Strakonice. Konkrétně se jedná o oblast nacházející se severně od Blatné.

Mapování krajiny pomocí leteckého laserového skenování se v posledních letech stalo velmi populární, a to nejen v oblasti archeologie. Tuto skutečnost pravděpodobně zapříčinilo zpřístupnění dat široké veřejnosti. Díky vizualizovaným snímkům lze v našem krajinném prostředí mapovat především rozsáhlé plochy minulé kulturní krajiny, a to i v zalesněné krajině, kde se tato metoda jeví jako nejefektivnější.

Práce si kladla za hlavní cíl zhodnotit především možnosti metod archeologického průzkumu jako prostředek pro detekci pozůstatků minulých sídelních aktivit. V rámci zpracovávání datových listů pomocí různých kombinací interpolačních a vizualizačních algoritmů bylo detekováno celkem 243 potenciálních archeologických objektů v krajinném celku o rozloze 125km<sup>2</sup>. Ty byly následně verifikovány a dokumentovány. Viditelnost takového množství reliktních na vizualizovaných snímcích, mezi kterými se vyskytovaly především mohyly, mezní pásy a ohrazení, lze zhodnotit jako velmi uspokojivou. Z výsledků průzkumu je možné říci, že oblast Blatenska je velmi bohatá na koncentraci jak pravěkých tak středověkých i novověkých archeologických areálů, mapující období od doby bronzové po 20. století. Obohacení dosavadní pramenné základny provedeným průzkumem oblasti je na tomto místě značné, jelikož zde zatím nebyla provedena žádná novodobější prostorová dokumentace nějakého archeologického objektu. Výjimkou je však keltské valové opevnění, které byly dokumentované před několika lety. Součástí práce bylo také zpracování databáze všech verifikovaných reliktních, obsahující jejich sledované formální vlastnosti a metody, kterými byly na snímcích leteckého laserového skenování zviditelněny.

## 12. LITERATURA

- Ackermann, F. 1999: Airborne laser scanning – present status and future expectations. *Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 54, 64 – 67.
- Beneš, A. 1978: Poznámky k počátkům těžby zlata v hospodářském a společenském životě obyvatel Čech. *Studie z dějin hornictví* 8, 53 – 83.
- Brázdil, K. 2009: Projekt tvorby nového výškopisu území České republiky. *Geodetický a kartografický obzor* 55/97 – 7, 145 – 151.
- Brázdil, K. 2012a: Technická zpráva k digitálnímu modelu reliéfu 5. generace (DMR 5G). Pardubice: Zeměměřický úřad. Dostupné z: [http://geoportal.cuzk.cz/Dokumenty/TECHNICKA\\_ZPRAVA\\_DMR\\_5G.pdf](http://geoportal.cuzk.cz/Dokumenty/TECHNICKA_ZPRAVA_DMR_5G.pdf). (16. 2. 2016).
- Cowley, D. (ed.) 2011: *Remote Sensing for Archaeological Heritage Management*. EAC Occasional Paper No. 5. Budapest. Archaeolingua.
- Čulíková, L. 2013: *Nedestruktivní výzkum polních systémů*. Plzeň.
- Čulíková, L. – Malina, O. 2015: *Metody dálkového průzkumu Země*. In: P. Krištuf – T. Zíková et al.: *Výzkum krajiny: vybrané antropologické a archeologické metody*. KAR ZČU. Plzeň, 14 – 27.
- Dolanský, T. 2004: Lidary a letecké laserové skenování. *Acta Univesitatis Purkynianae* 99. UJEP Ústí nad Labem.
- Doneus, M. – Briese, C. 2006: Digital terrain modelling for archaeological interpretation within forested areas using full-waveform laserscanning. In: M. Ioannides, D. Arnold, F. Niccolucci, K. Mania (eds.): *The 7th International Symposium on Virtual Reality. Archaeology and Cultural Heritage*, 155-162.

- Doneus, M. – Briese, C. – Fera, M. – Janner, M. 2008: Archaeological prospection of forested areas using full-waveform airborne laser scanning. *Journal of archaeological science* 35, 882-893.
- Fröhlich, J. 1989: Čtyřúhelníkovitý valový útvar u Bělčic. *Archeologické výzkumy v jižních Čechách* 6, 201 – 204.
- Fröhlich, J. – Waldhauser, J. 1990: Pokusné rýžování zlata na Otavě. *Archeologica technica* 6, 42 – 50.
- Gojda, M. 2000: *Archeologie krajiny. Vývoj archetypů kulturní krajiny.* Praha.
- Gojda, M. 2005: Lidar a jeho možnosti ve výzkumu historické krajiny. *Archeologické rozhledy* 57, 806-810
- Gojda, M. et al. 2010: Studie k dálkovému průzkumu v archeologii. *Studies in Remote Sensing for Archaeology.* KAR ZČU. Plzeň.
- Gojda, M. – John, J. – Starková, L. 2011: Archeologický průzkum krajiny pomocí leteckého laserového skenování. Dosavadní průběh a výsledky prvního českého projektu. *Archeologické rozhledy* 63, 680 – 698.
- Halounová, L. – Pavelka, K. 2005: *Dálkový průzkum Země.* ČVUT Praha.
- Childs, C. 2004: Interpolating surface in ArcGis Spatial Analyst. *ArcUser/July-September*, 32-35.
- 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 6. České Budějovice – Plzeň.

- Javorčíková, K. 2014: Nedestruktivní výzkum v Bělčicích a čtyřúhelníková ohrazení mladší doby železné. Nepublikovaná diplomová práce. Katedra archeologie. Západočeská univerzita v Plzni. Plzeň.
- John, J. 2008: Počítačová podpora dokumentace terénních reliktnů v archeologii. In: Počítačová podpora v archeologii 2. Brno – Praha – Plzeň, 254 – 262.
- John, J. 2012: Letecké laserové skenování jako nástroj vyhledávání a mapování mohylových pohřebišť v Hemerském polesí. Archeologické výzkumy v jižních Čechách 25, 245-248.
- 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. KAR ZČU. Plzeň, 8 – 20.
- Kašička, F. – Nechvátal, B. 1986: Tvrze a hrádky na Strakonicku. Strakonice.
- Krištuf, P. – Zíková, T. et al. 2015: Výzkum krajiny: vybrané antropologické a archeologické metody. KAR ZČU. Plzeň.
- Kuna, M. – Tomášek, M. 2004: Povrchový průzkum reliéfních tvarů. In: M. Kuna et al.: Nedestruktivní archeologie. Praha, 237 – 296.
- Kuna, M. a kol. 2015: Archeologický atlas Čech. Vybrané památky od pravěku do 20. století. Archeologický ústav AV ČR. Praha.

- Michálek, J. 1985: Blatná a okolí v Pravěku. In: Sborník k 750. výročí Blatné. Sborník vlastivědných prací vydaných k 750. výročí první písemné zprávy o Blatné. Městské muzeum Blatná. Blatná, 9 – 30.
- Michálek, J. 1999: Keltský poklad z Bezdědovic na Blatensku. Blatná – Strakonice.
- Opitz, R. S. - Cowley, D. C. (eds.) 2013: Interpreting Archaeological Topography. Oxford: Oxbow Books.
- Plánka, L. 2007: Dálkový průzkum Země. Modul 01. Teoretické základy. Brno.
- Patera, T. 1985: Přírodní poměry a výskyt zlata na Blatensku. In: Sborník k 750. výročí Blatné. Sborník vlastivědných prací vydaných k 750. výročí první písemné zprávy o Blatné. Městské muzeum Blatná. Blatná, 208 – 218.
- Řeřicha, J. 1998: Dálkový průzkum Země. Příloha časopisu GeolInfo 4/1998, 5/1998, 6/1998.
- Sedláček, A. 1999: Hrady, zámky a tvrze království českého 11. Praha.
- Siblík, J. 1904 – 1905: Pozdní mohyly žárové na Blatensku. Příspěvek k slovanskému spalování mrtvých. Památky archeologické 21, 573 – 582.
- Siblík, J. 1906 – 1908: Žárové hroby u Kocelovic. Památky archeologické 22, 360 – 366.
- Siblík, J. 1908 – 1909: Žárové hroby u Dobšic. Památky archeologické 23, 57 – 68.
- Siblík, J. 1910 – 1912: Hroby žárové a mohyly s rázem laténským u Chlumu-Bezdědovic na Blatensku. Památky archeologické 24, 141 – 149.

- Siblík, J. 1913: Sídliště rázu stradonického u Chluma-Bezdědovic na Blatensku. Památky archeologické 25, 113 – 117.
- Siblík, J. 1917: Kamenné mohyly mladší na Hoře chlumské u Blatné. Rkp. Městské muzeum v Blatné, p. č. 552/56. (citováno 3.4.2016)
- Siblík, J. 1926: Z pravěku Blatné. In: Město Blatná. Obraz prehistorický, historický, kulturní, sociální a národohospodářský. Blatná, 3 – 10.
- Siblík, J. 1926 – 1927: Nejmladší mohyly žárové v Hlinišťanech za Dobšicí na Blatensku. Obzor praehistorický 5/6, 72.
- Starková, L. 2010: LIDAR. Potenciál a využití laserového skeneru na příkladové studii Národního parku České Švýcarsko. In: M. Gojda et al.: Studie k dálkovému průzkumu v archeologii. Studies in Remote Sensing for Archaeology. KAR ZČU. Plzeň, 104 – 117.
- Starková, L. 2012: Verifikace obtížně interpretovatelných dat leteckého průzkumu. Nepublikovaná disertační práce. Katedra archeologie. Západočeská univerzita v Plzni. Plzeň.
- Schejbal, C. – Homola, V. – Staněk, F. 2004: Geoinformatika. Košice. – dostupné na <http://geologie.vsb.cz/geoinformatika> (2. 3. 2016)
- Šmejda, L. 2009: Mapování archeologického potenciálu pomocí leteckých snímků. ZČU Plzeň.
- Young, J. 2011: Lidar for dummies. Indianapolis.



## **Internetové zdroje**

<http://archivnimapy.cuzk.cz/>

<http://geologie.vsb.cz/geoinformatika>

<http://www.mapy.cz/>

<http://oldmaps.geolab.cz/>

<http://support.esri.com>

<http://geoportal.cuzk.cz>

[http://www.mzp.cz/cz/pudni\\_mapy](http://www.mzp.cz/cz/pudni_mapy)

<http://kontaminace.cenia.cz/>

## **Další zdroje**

- Siblík, J. 1917: Kamenné mohyly mladší na Hoře chlumské u Blatné - *rukopis získán z Městského muzea v Blatné, fond J. Siblíka, p. č. 552/56 (citováno 3.4.2016)*
- Mapa předhistorických nálezů v okrese Blatenském - *v měřítku 1:75 000, získáno z Městského muzea v Blatné, fond J. Siblíka (citováno 3.4.2016)*

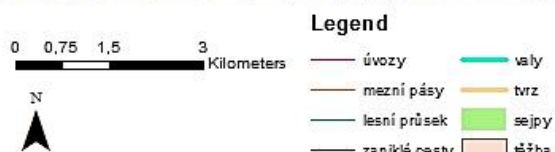
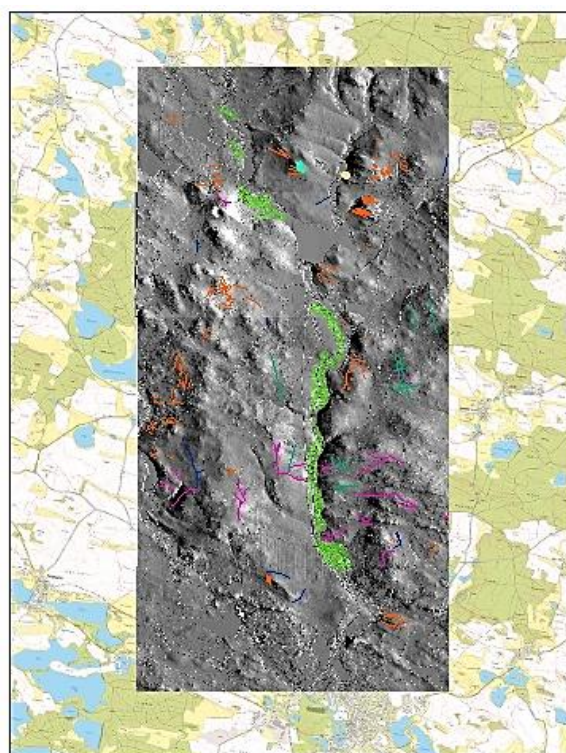
### **13. SUMMARY**

The submitted work deal with issue of identification and mapping components of prehistorical and medieval landscape using methods of remote sensing, especially by airborne laser scanning. The goal of this work was to make a terrain research of the potential archaeological features in region Blatná in south Czech. Data of ALS were processed in ESRI ArcMap 10.2 by combination a several types of visualisations (Hillshade, Multi-direction Hillshade, Slope, Negative and Positive opens). Found archeological features were verified and documented in terrain. Overall was identified 243 features in the area of 125 km<sup>2</sup>. They were dated to the period from bronze age till the 20. century. The chosen area contained archeological features like mounds, fort, celtic fortification, boundaries of the medieval fields, hollow ways and others. A part of this work was to make a database which contained documented relicts and types of their visualisations.

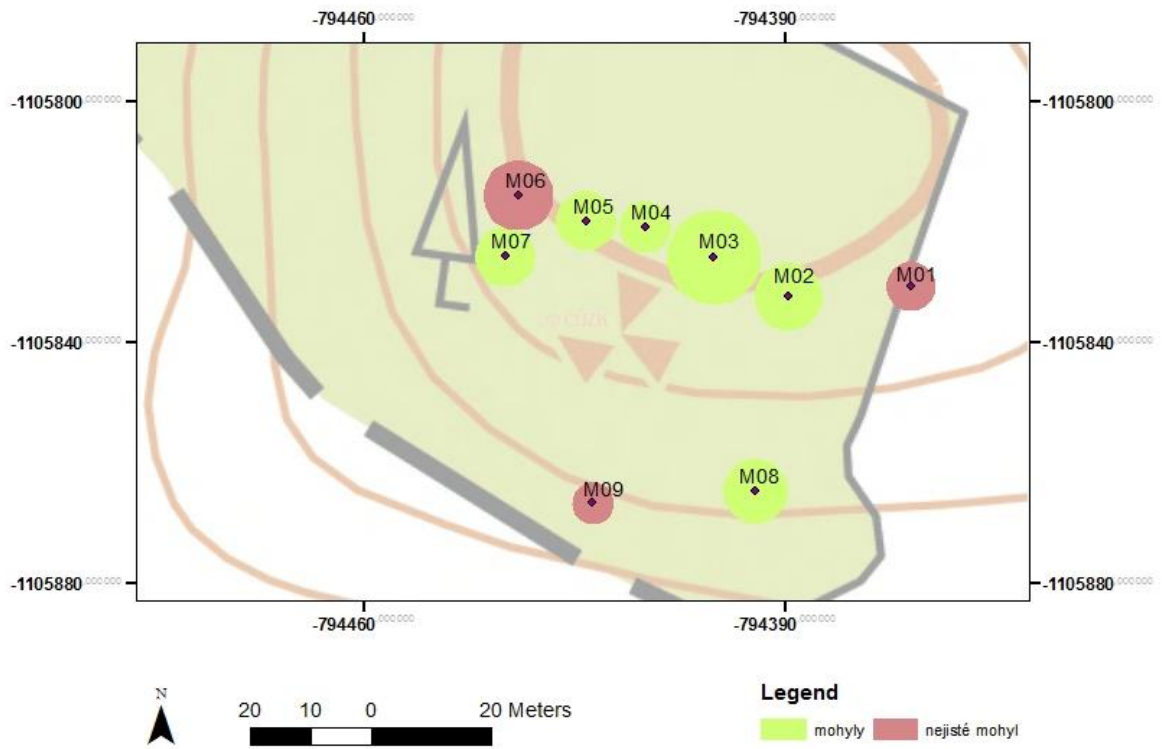
## 14. PŘÍLOHY



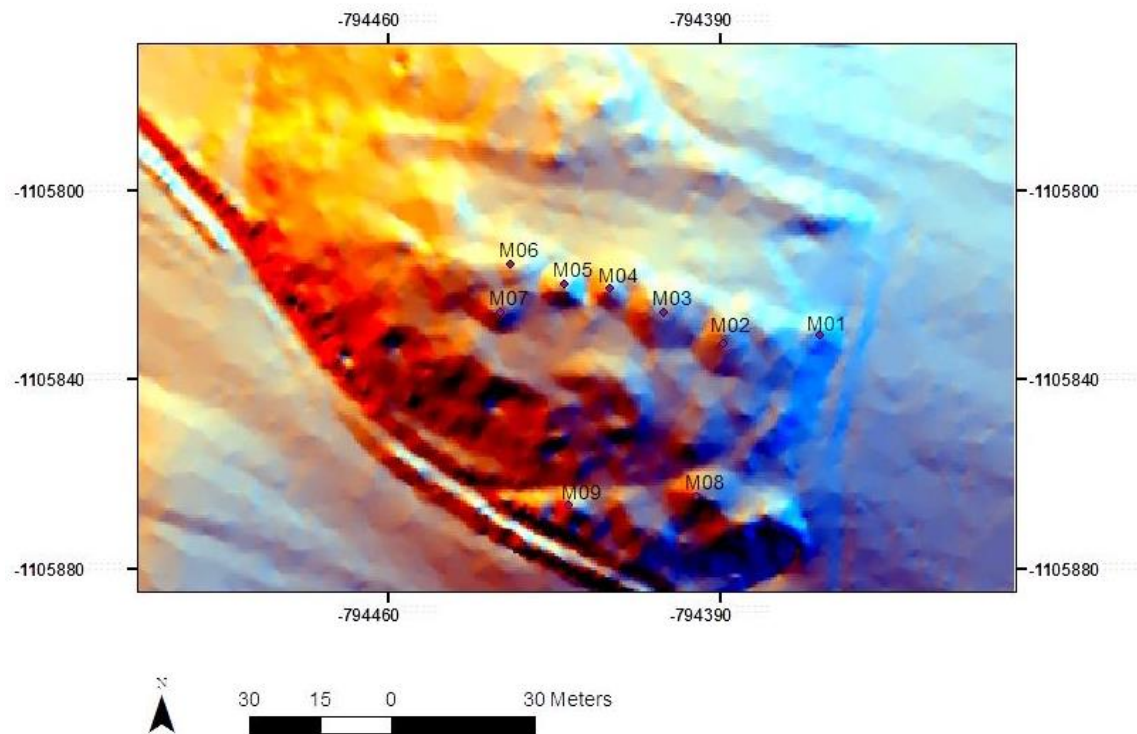
Obr. 1: Siblíkova mapa archeologických nalezišť na Blatensku 1:75 000 (foto autor; MM Blatná)



Obr. 2: Plánek oblasti s nalezenými objekty

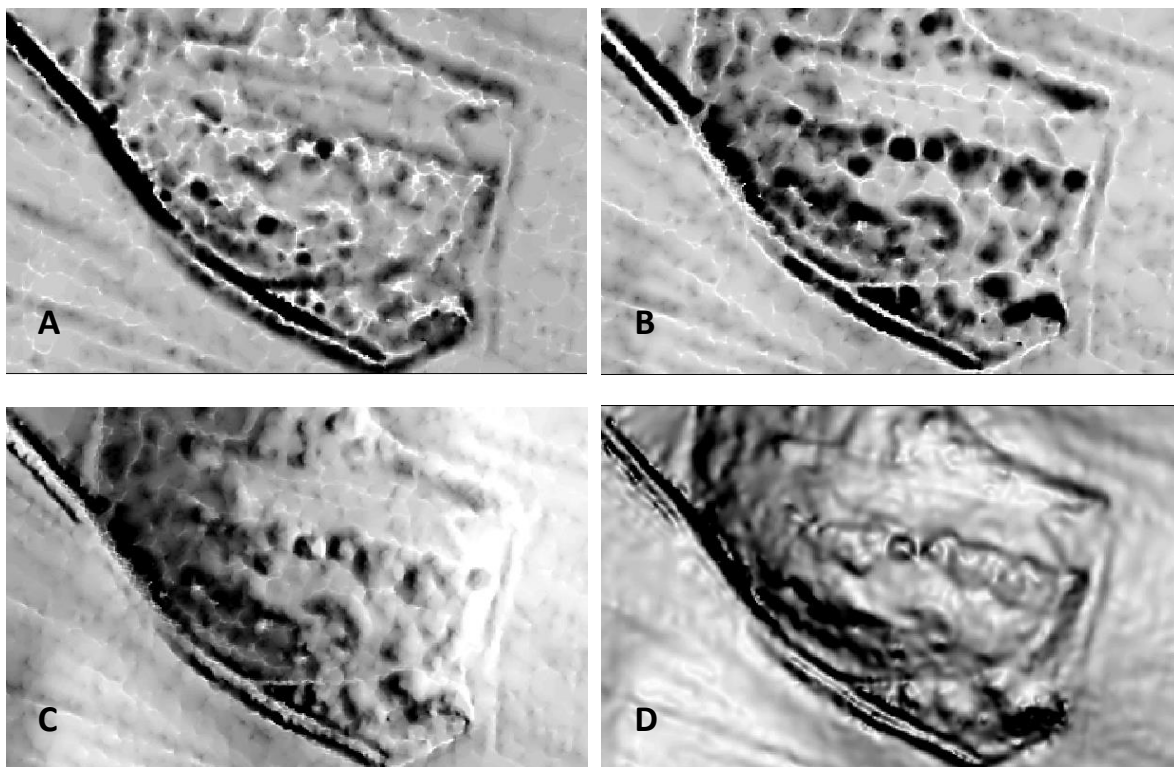


Obr. 3: Plán mohylového pohřebiště Kocelovice



Obr. 4: Mohylové pohřebiště Kocelovice – Multi-direction Hillshading





Obr. 5: Mohylové pohřebiště Kocelovice – A - Positive openness, B - Negative openness, C - stínovaný reliéf + Negative openness, D - svažitost terénu

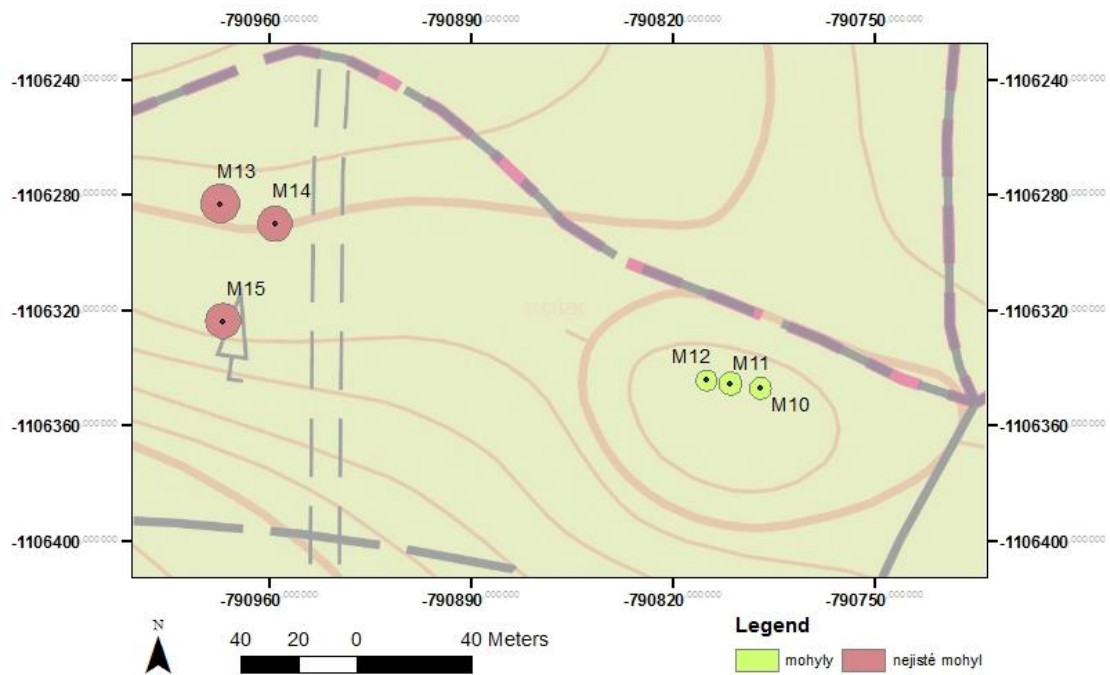


Obr. 6: Mohyla M04 – Kocelovice (foto autorka)

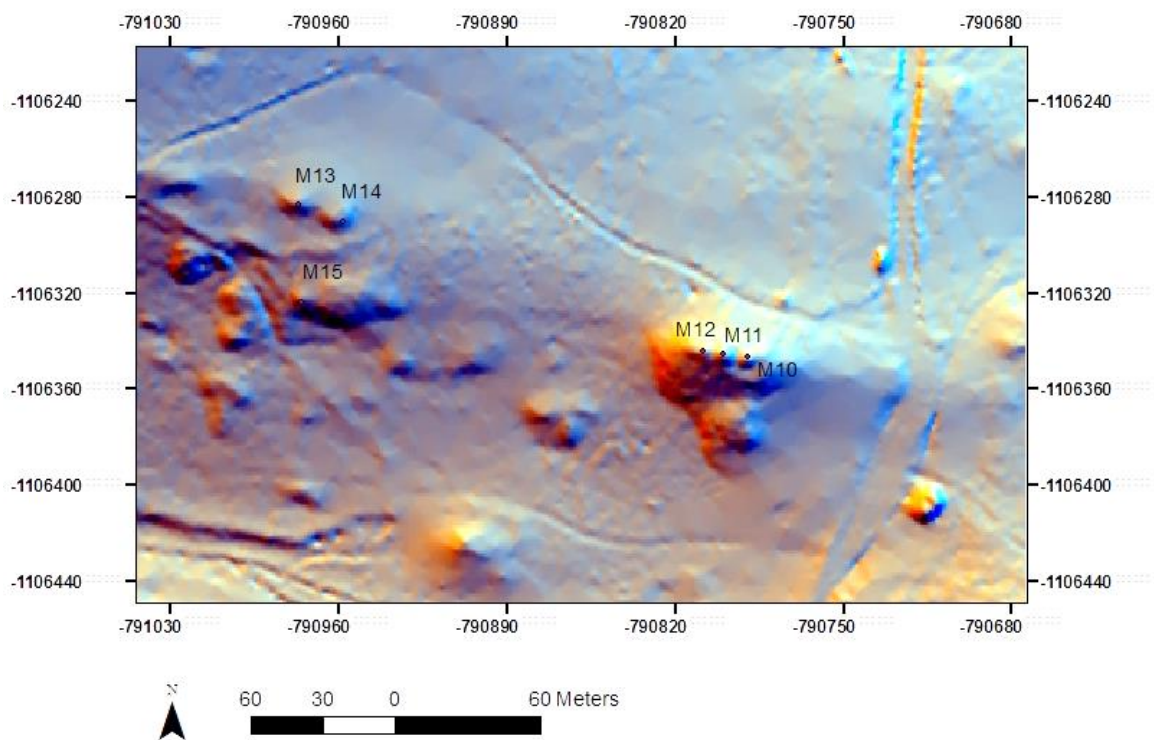




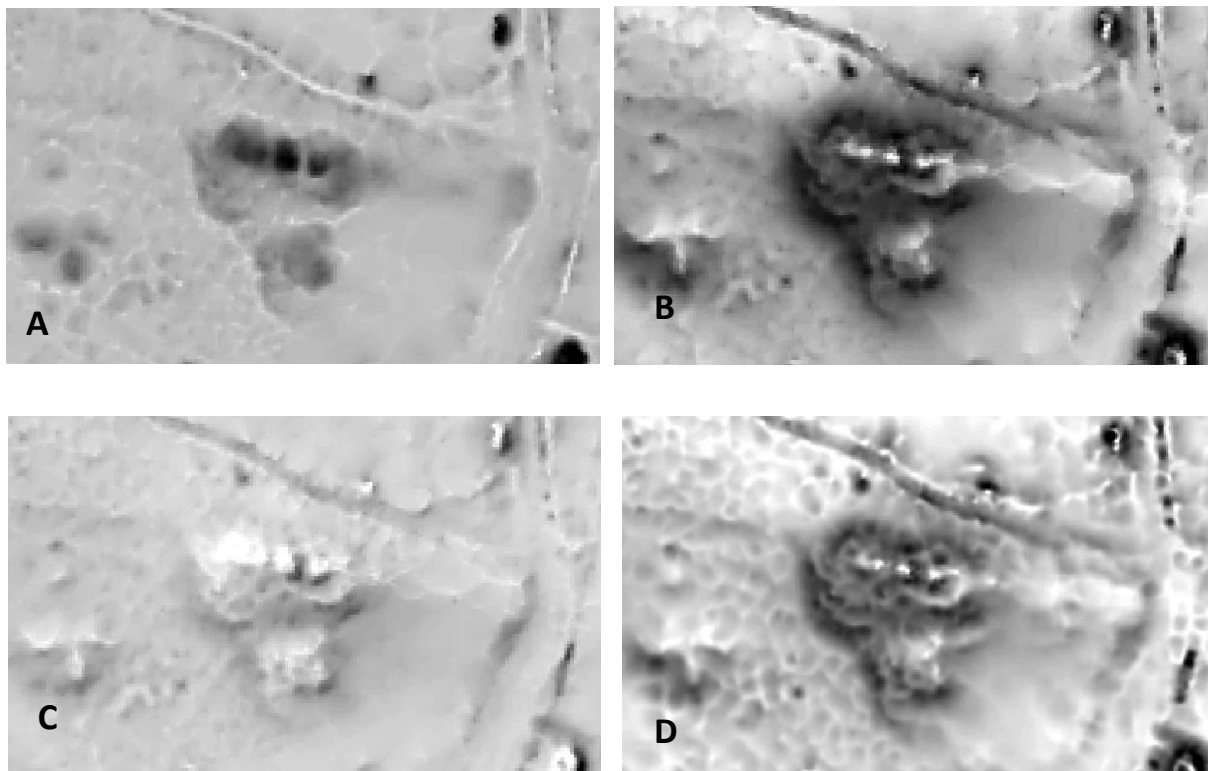
Obr. 7: Mohyla M05 – Kocelovice (foto autorka)



Obr.8: Plán mohylového pohřebiště Dobšice – „U bílých kamenů“ a „Na staré mýti“



Obr. 9: Mohylové pohřebiště Dobšice - U bílých kamenů a Na staré mýti – Multi-direction hillshading



Obr. 10: Mohylové pohřebiště Dobšice – A – Negative openness, B – faktor výhledu, C – Positive openness + stínovaný reliéf, D – svažitosť terénu





Obr. 11: Mohyla M10 – Dobšice (foto autorka)

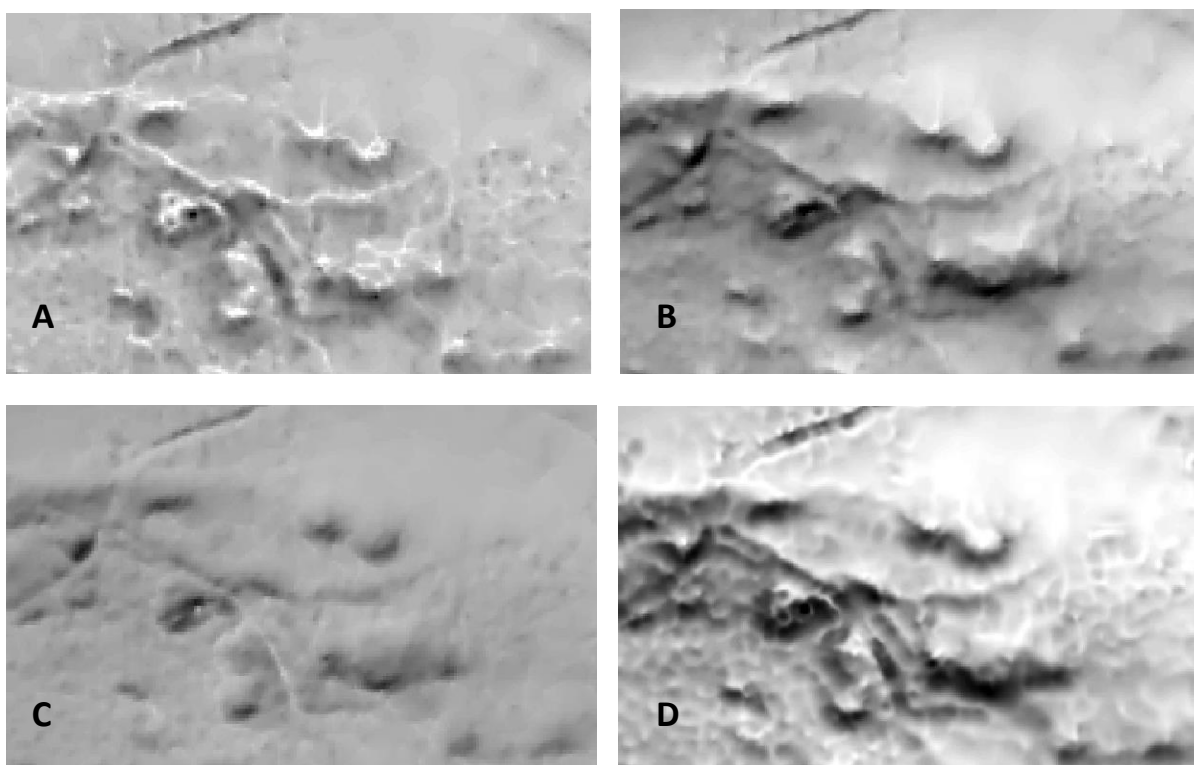


Obr. 12: Mohyla M11 – Dobšice (foto autorka)



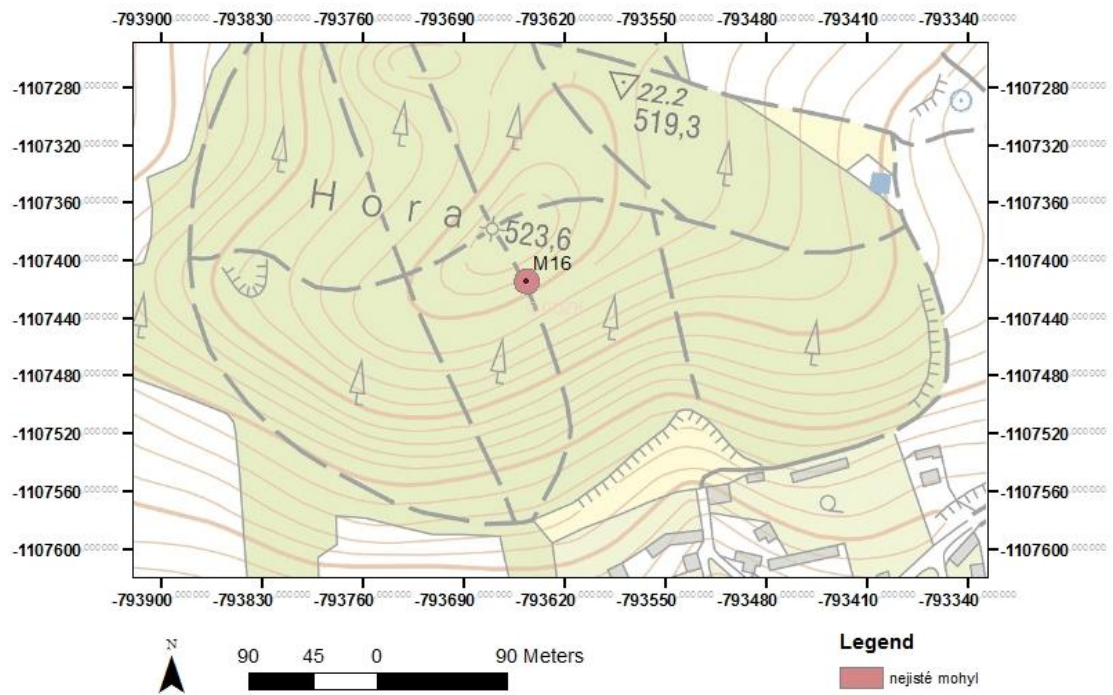


Obr. 13: Mohyla M12 – Dobšice – v pozadí mohyla M11 (foto autorka)

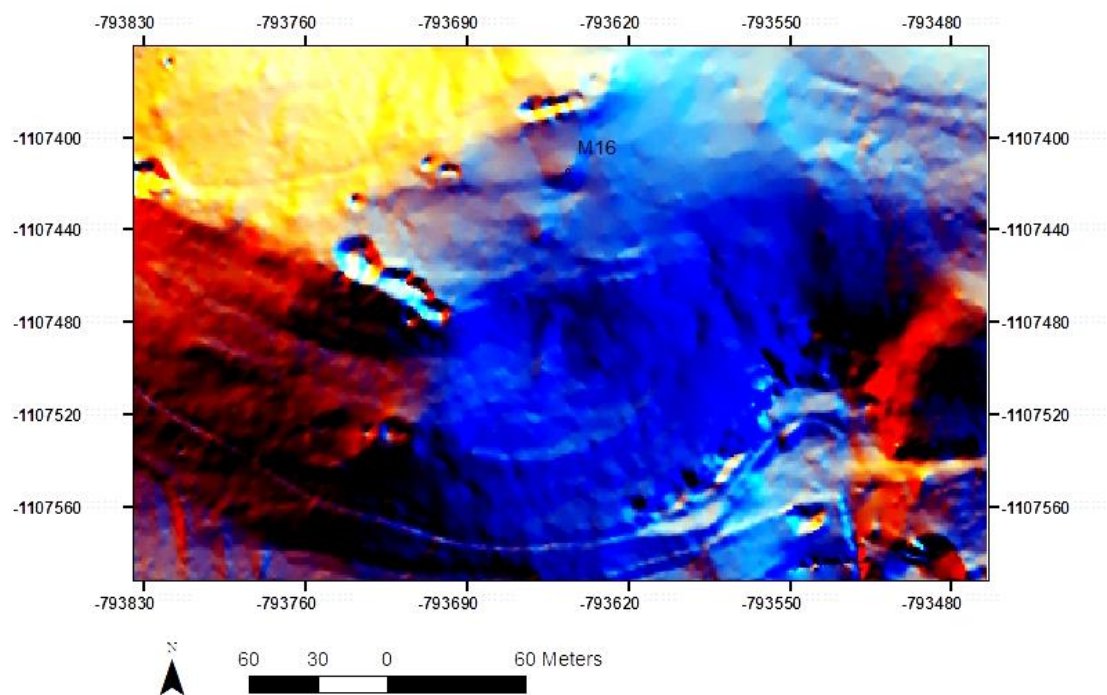


Obr. 14: Mohylové pohřebiště Dobšice- Stará mýt' – A – Positive openness, B – stínovaný reliéf + faktor výhledu, C – stínovaný reliéf + Negative openness, D – svažitosť terénu

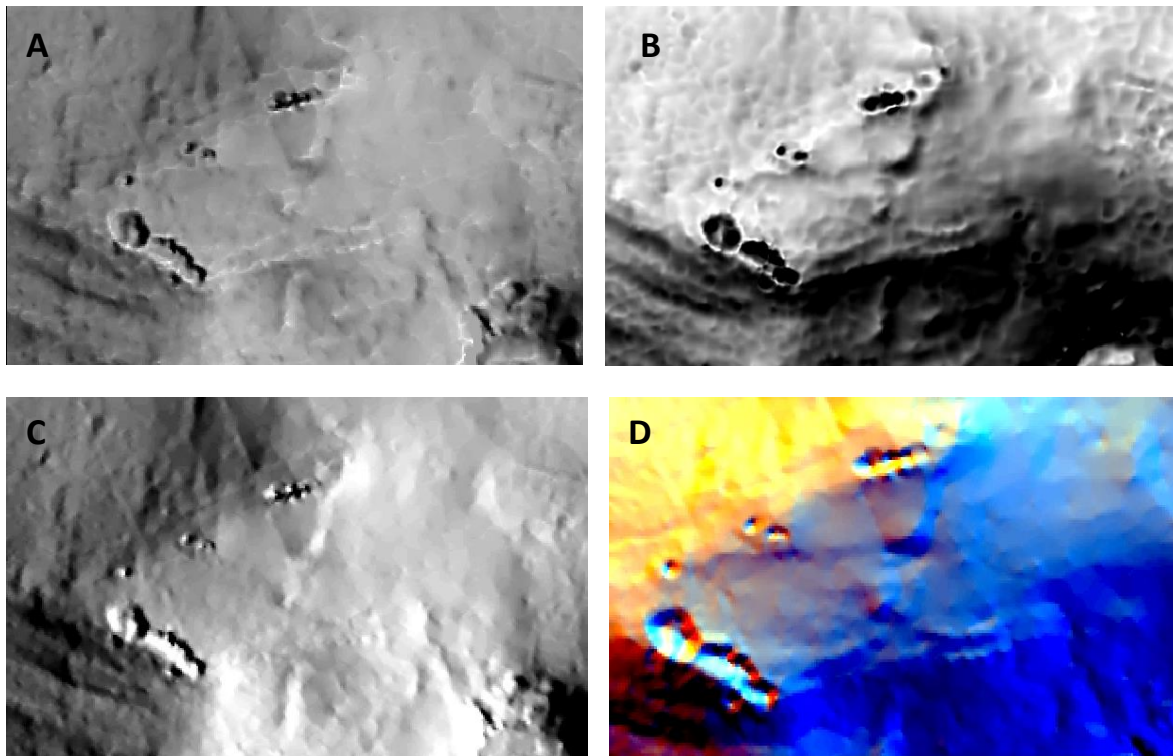




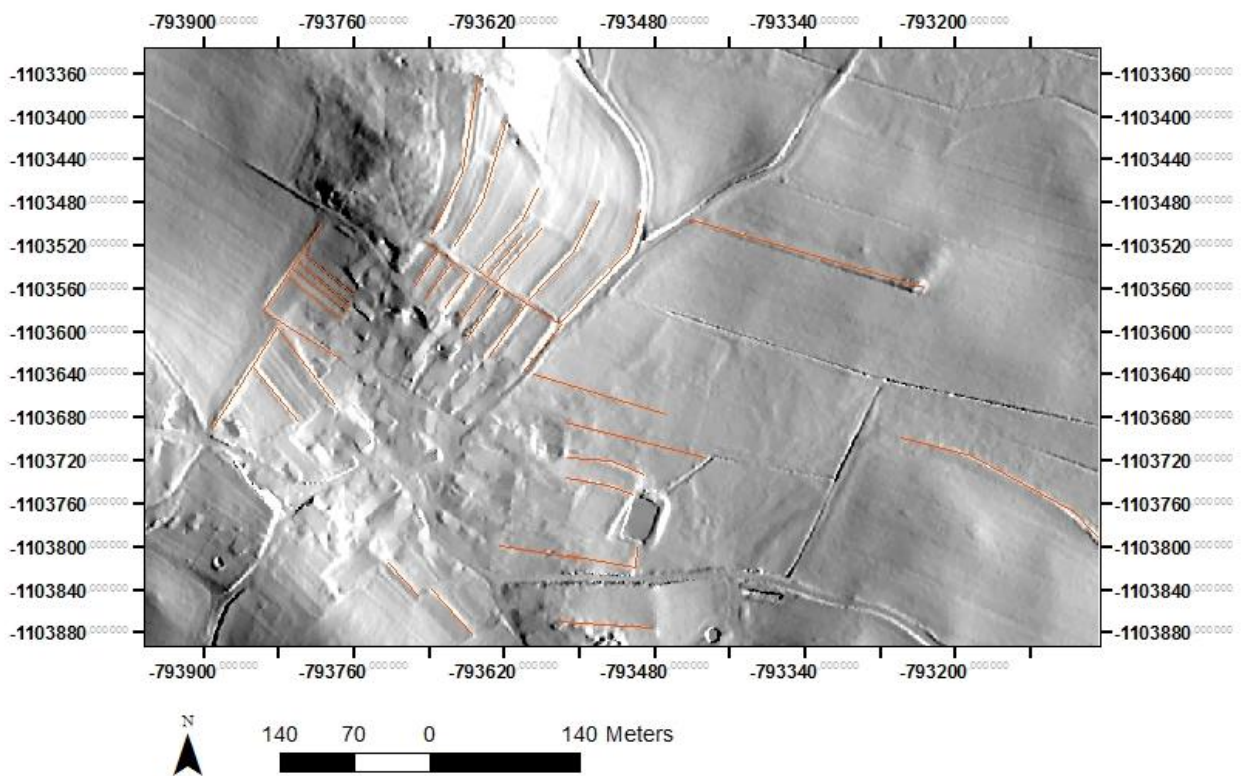
Obr. 15: Mohyla M16 u Chlumu



Obr. 16: Mohyla M16 u Chlumu – Multi-direction hillshading

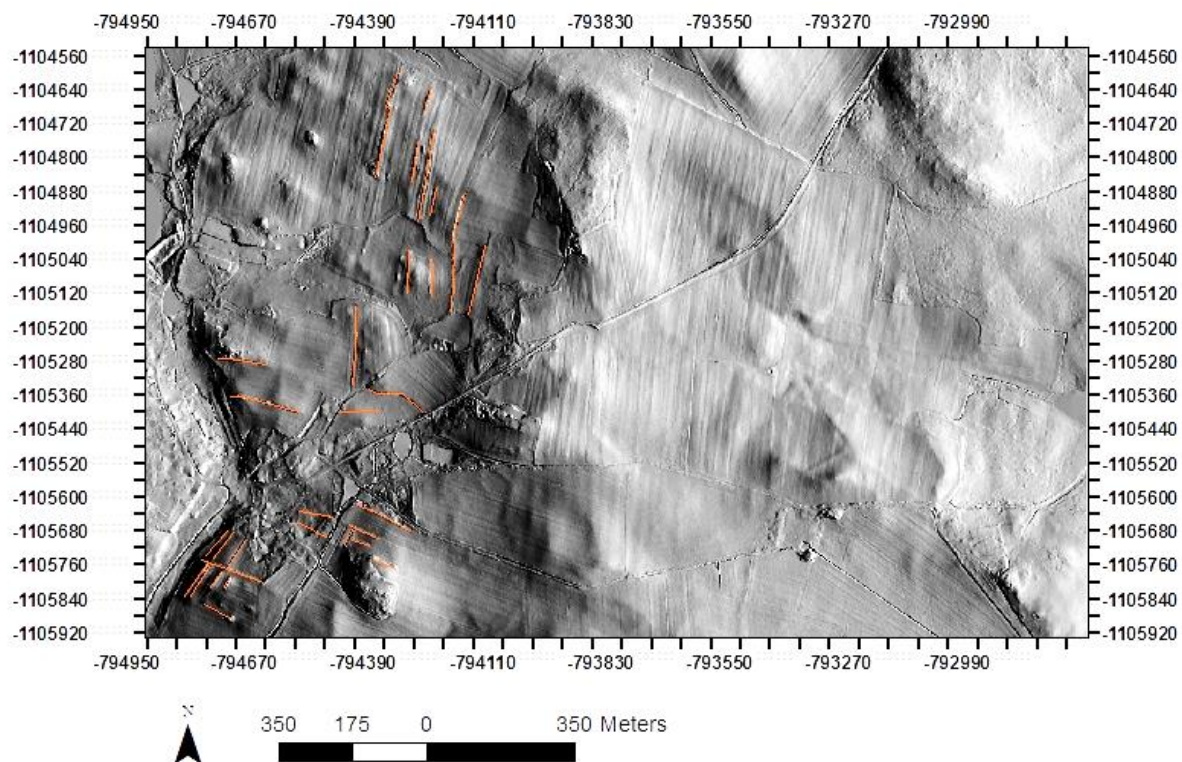


Obr. 17: Mohyla M16 u Chlumu – A – stínovaný reliéf + Positive openness, B – svažitosť terénu, C – faktor výhľedu, D – Multi-direction Hillshading

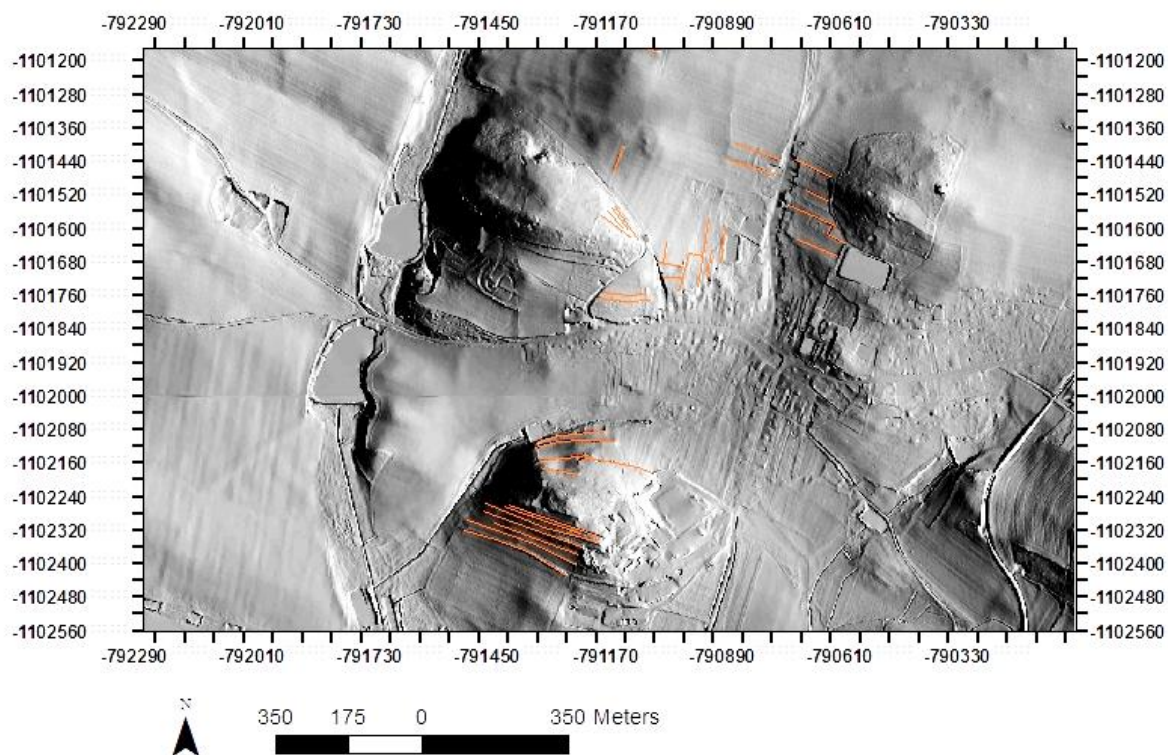


Obr. 18: Mezní pásy u obce Hornosín – polygon BLAT71





Obr. 19: Mezní pásy u obce Kocelovice – polygon BLAT72



Obr. 20: Mezní pásy u města Bělčice – polygony BLAT60 a BLAT61



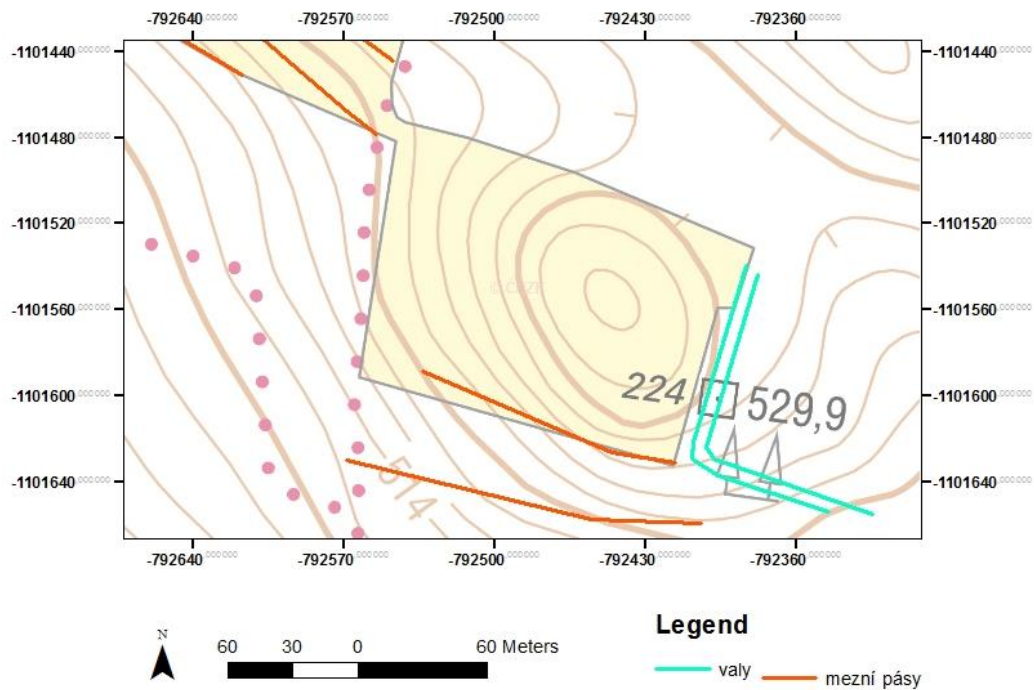


Obr. 21: Mezní pásy u obce Kocelovice (foto autorka)



Obr. 22: Mezní pásy – u obce Hornosín (vlevo), u obce Dobšice (vpravo) (foto autorka)





Obr. 23: Lokalizace keltského valového opevnění Bělčice

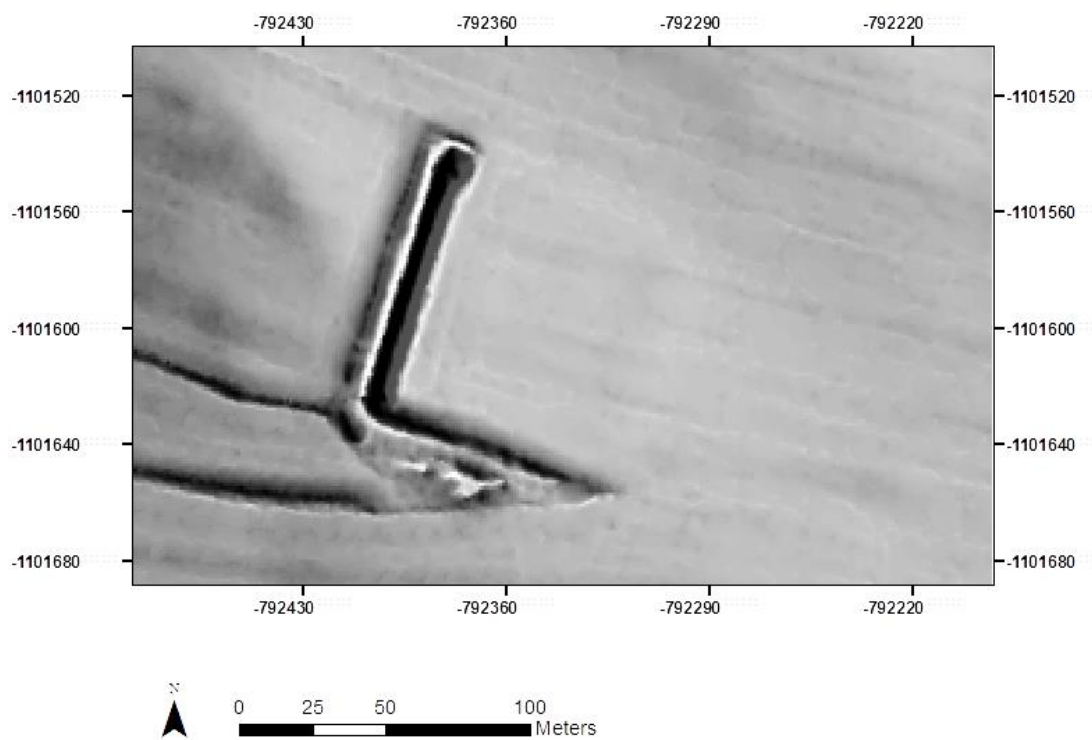


Obr. 24: Bělčice - západní val V01 s příkopem (foto autorka)

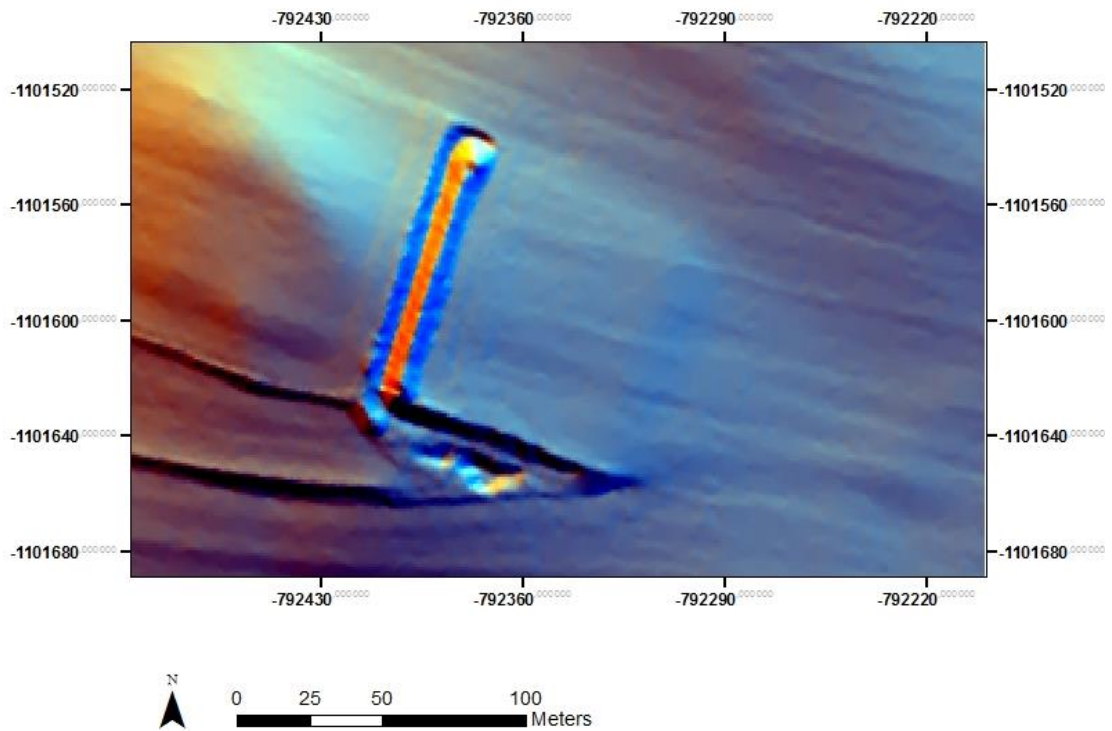




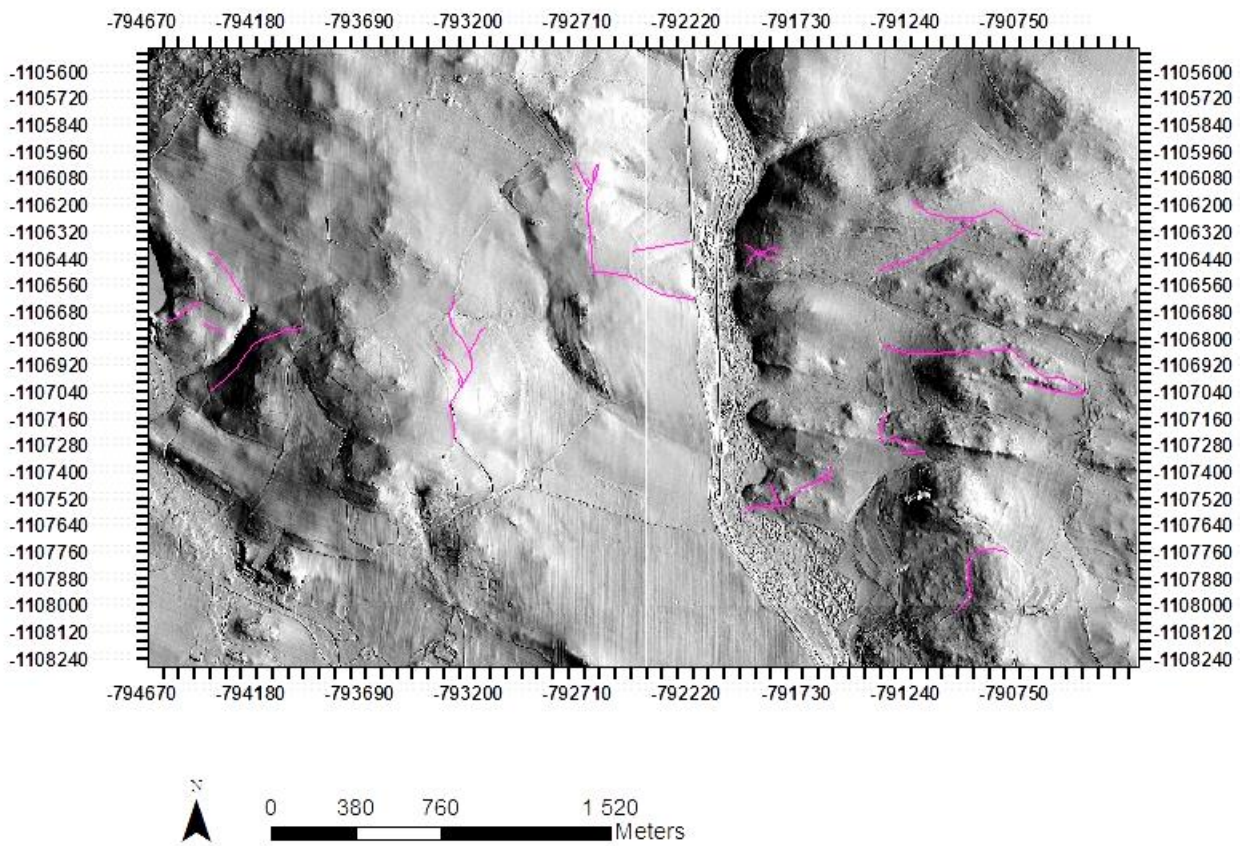
Obr. 25: Bělčice - jižní val V02 (foto autorka)



Obr. 26: Bělčice – valy – vizualizace Negative openness

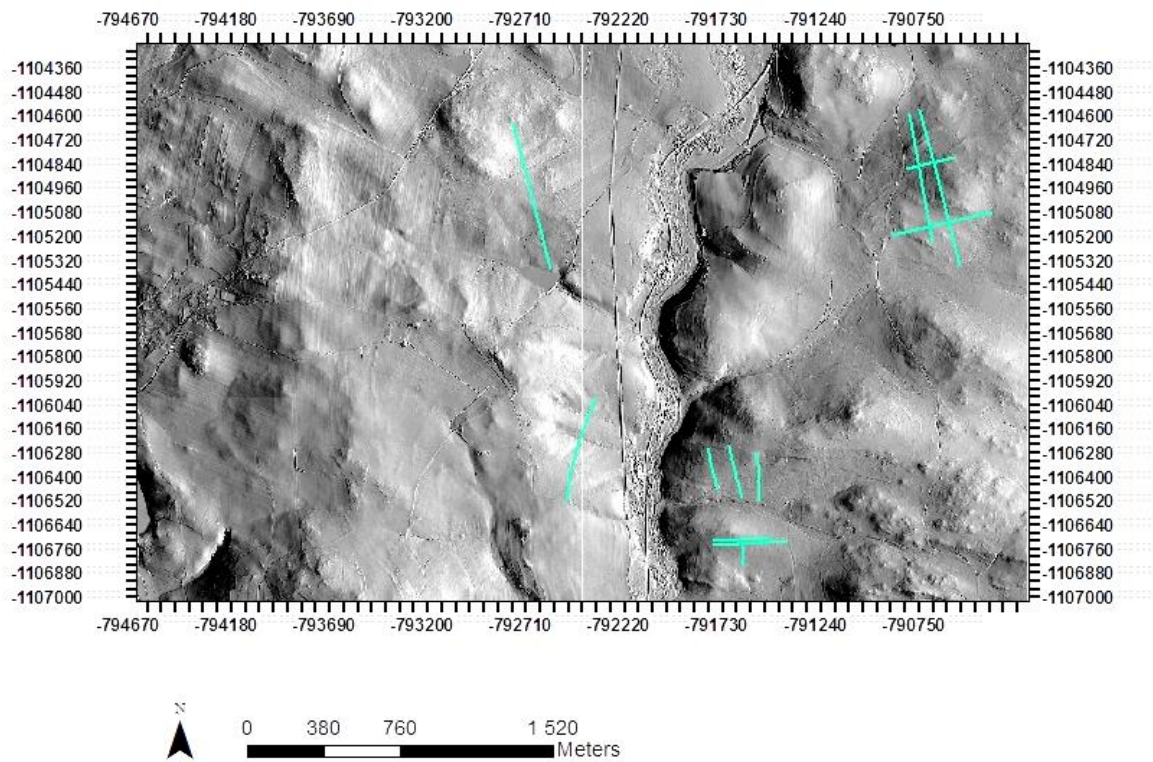


Obr. 27: Bělčice - valy – Multi-direction Hillshade

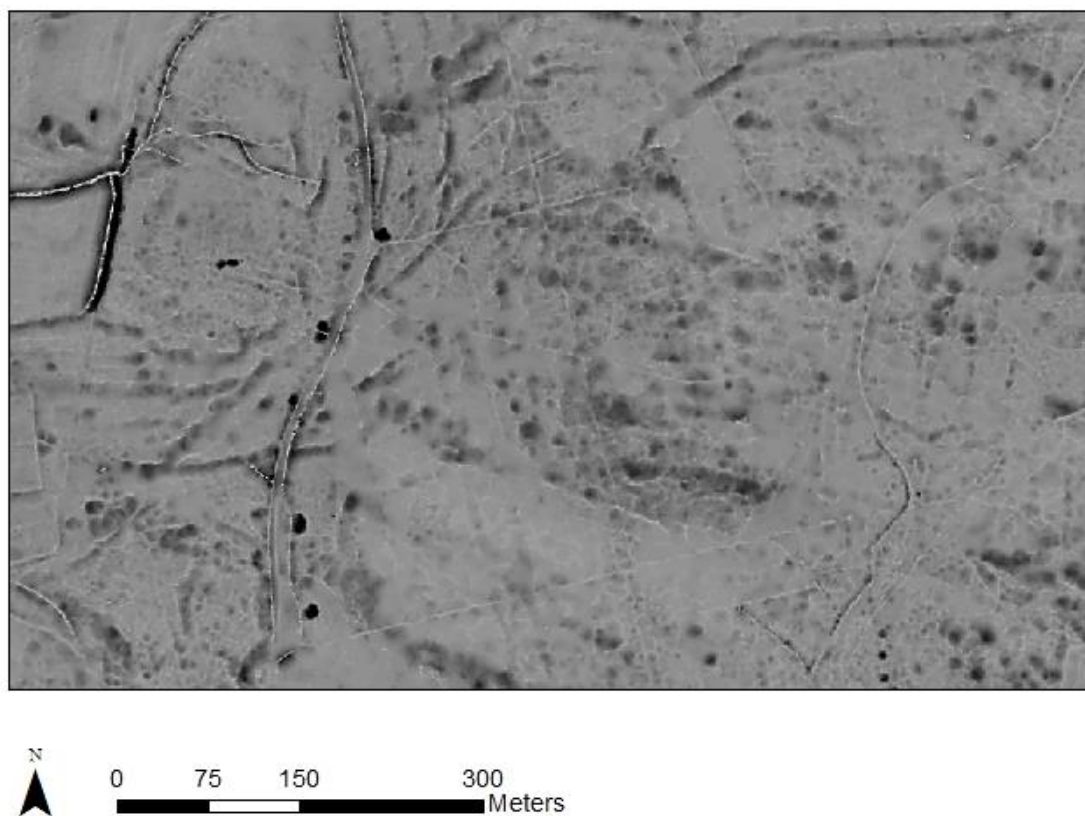


Obr. 28.: Úvozové cesty v polygonech BLAT73, BLAT63

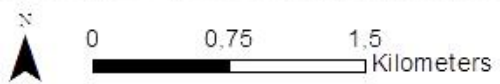
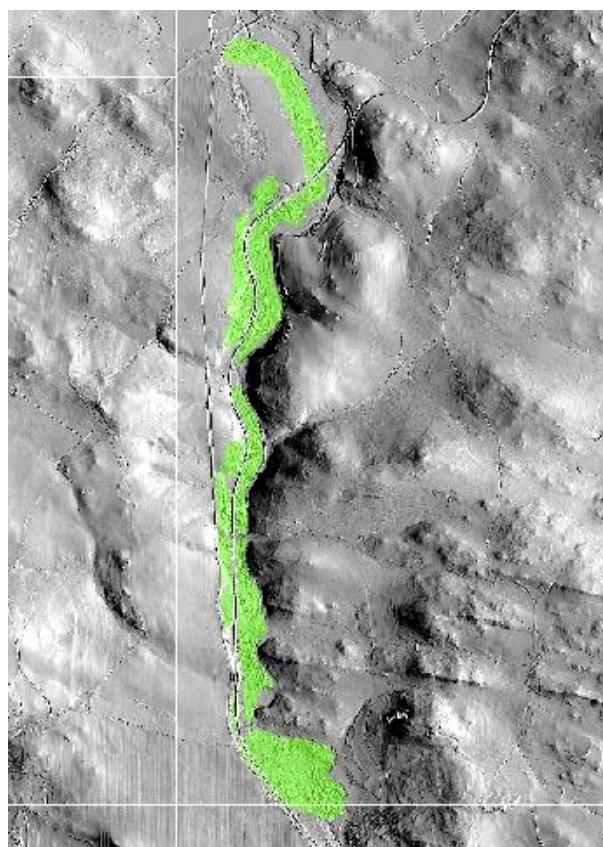




Obr. 29: Lesní průseky v polygonech BLAT72, BLAT62, BLAT63



Obr. 30: Zviditelnění lesních průseků LP09 – LP12 (bílé linie) pomocí vizualizace Negative openness

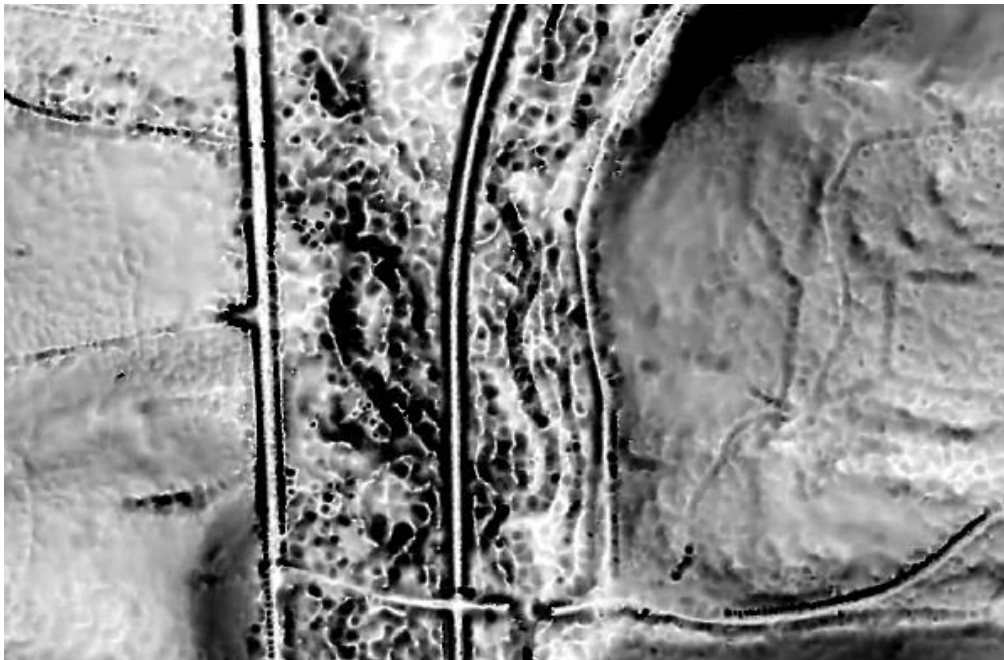


Obr. 31: Oblast rýžovišť zlata v okolí Závěšinského potoka S01



Obr. 32: Výřez oblasti vizualizované pomocí stínovaného reliéfu v kombinaci s Negative Opennes



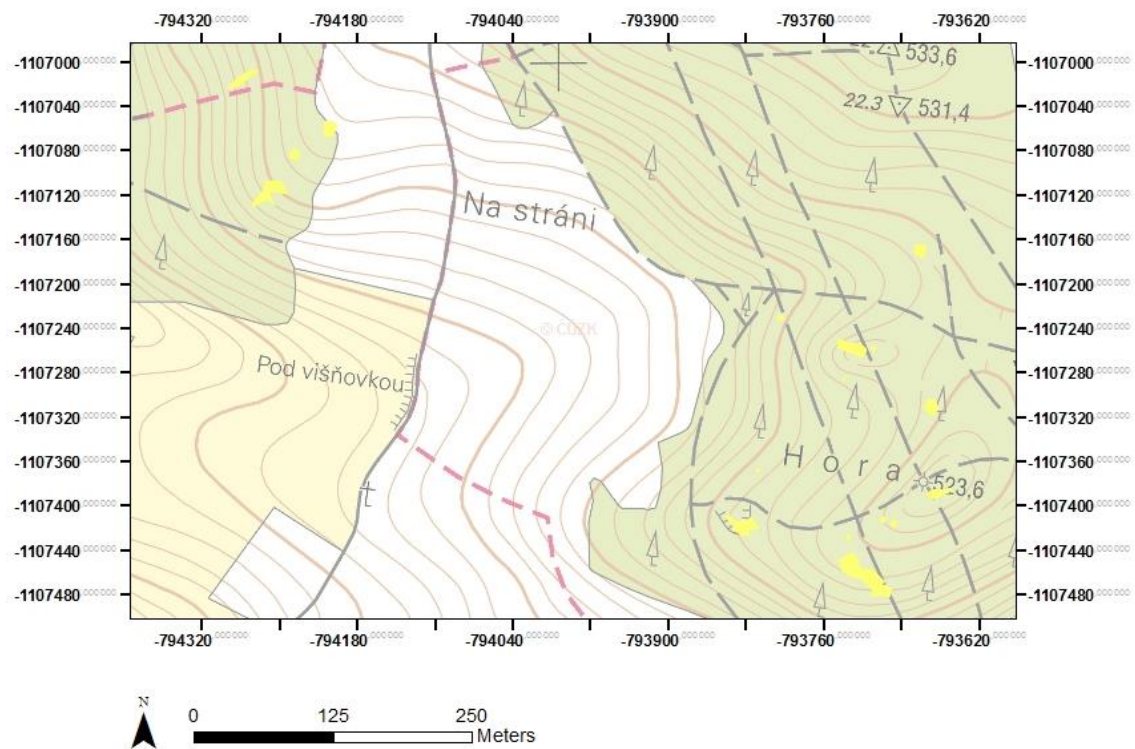


Obr. 33: Výřez oblasti vizualizované pomocí svažitosti terénu

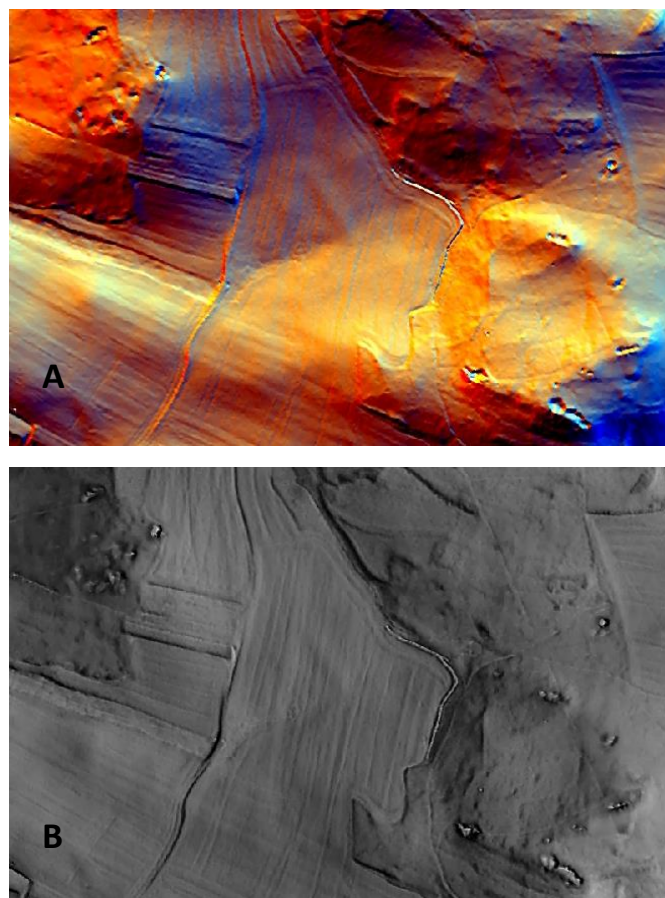


Obr. 34: Pozůstatky po rýžování zlata u Závišínského potoka S01 (foto autorka)





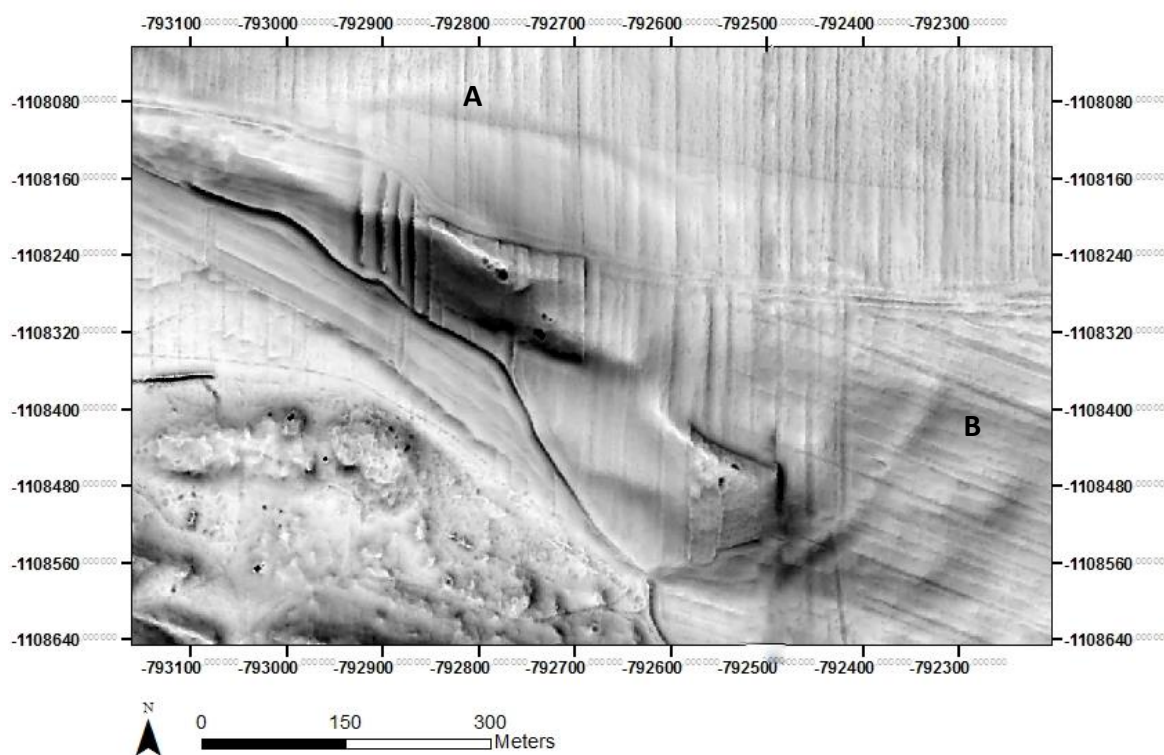
Obr. 35: Lokalizace těžebních objektů v polygonu BLAT73



Obr.36: Těžební objekty v polygonu BLAT73 – A – Multi-direction Hillshade, B – stínovaný reliéf + Negative openness

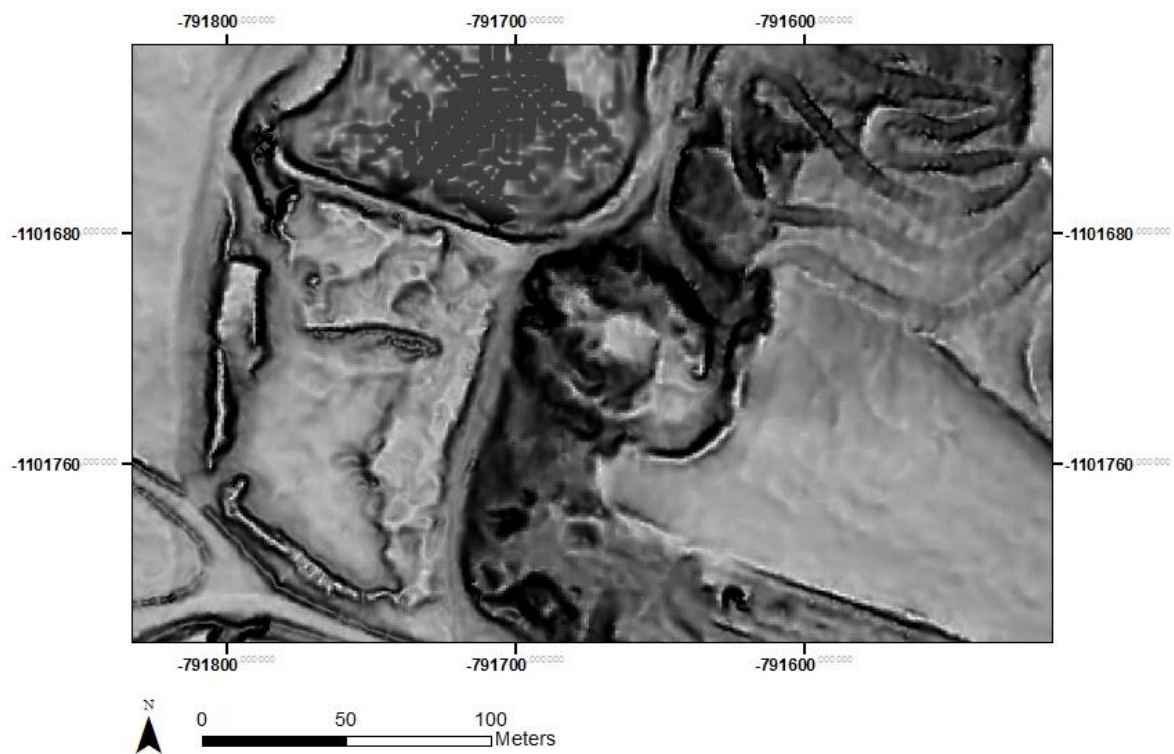


Obr. 37: Těžební objekty u Chlumu v polygonu BLAT73 (foto autorka)



Obr. 38: Relikty zaniklé silnice (A) a polní cesty (B)





Obr. 39: Objekt tvrže Hrádek u Bělčic – vizualizace pomocí kombinace Positive Openness a svažitosti terénu

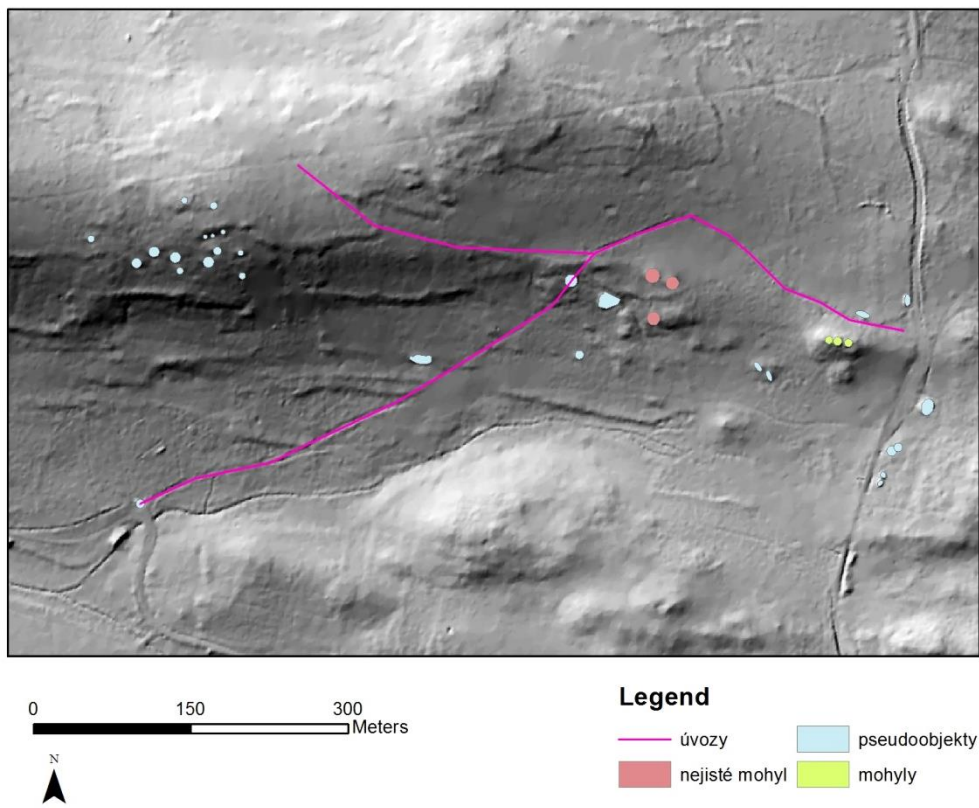


Obr. 40: Tvrz hrádek – pohled na jádro tvrže z jihu

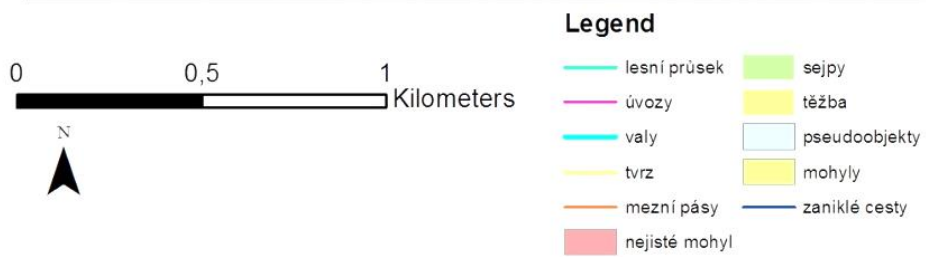
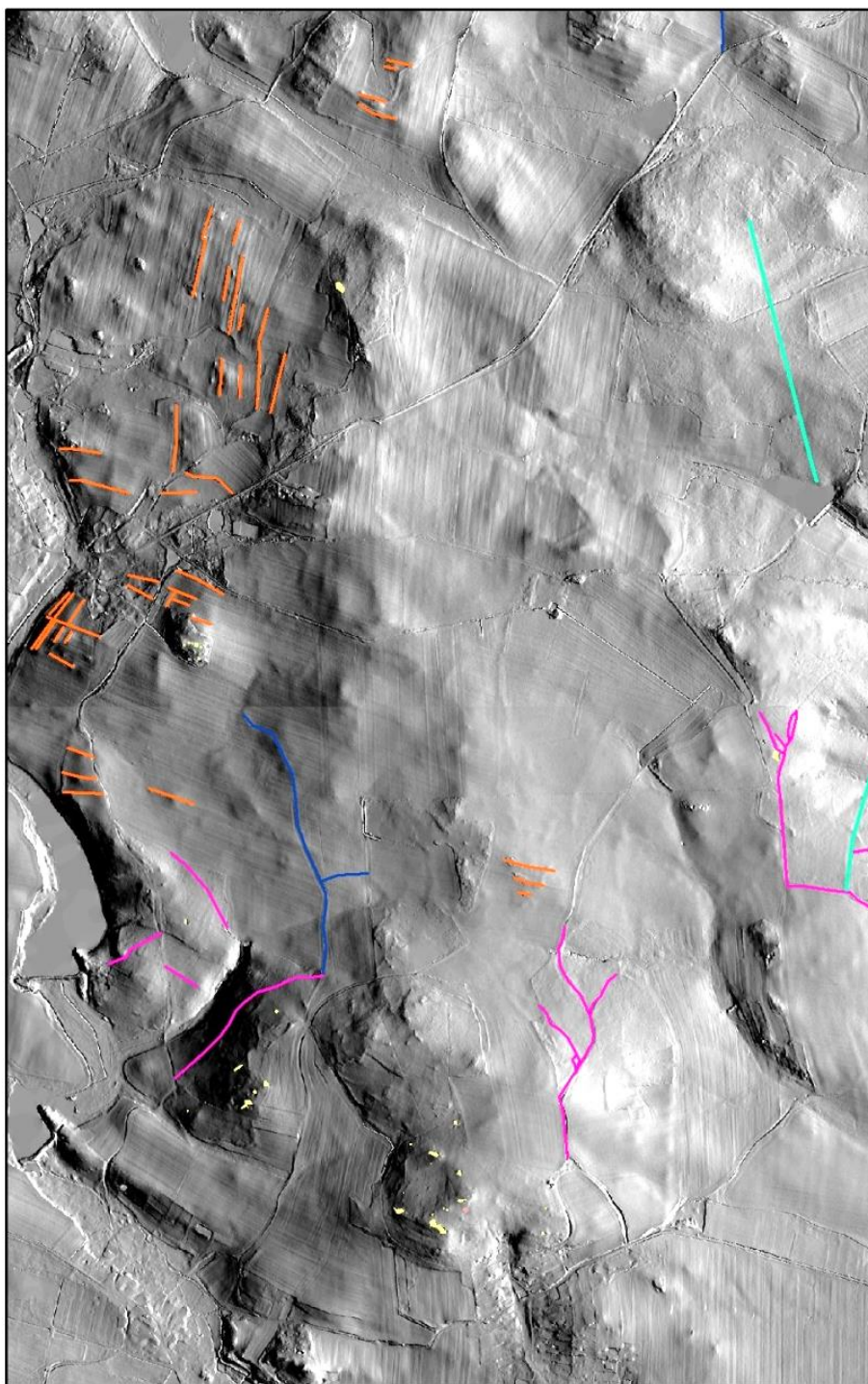




Obr. 41: Tvrz Hrádek - pohled na jižní valové opevnění z hradního jádra

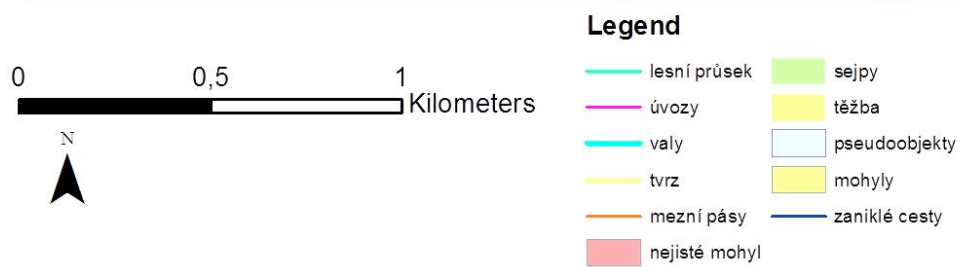
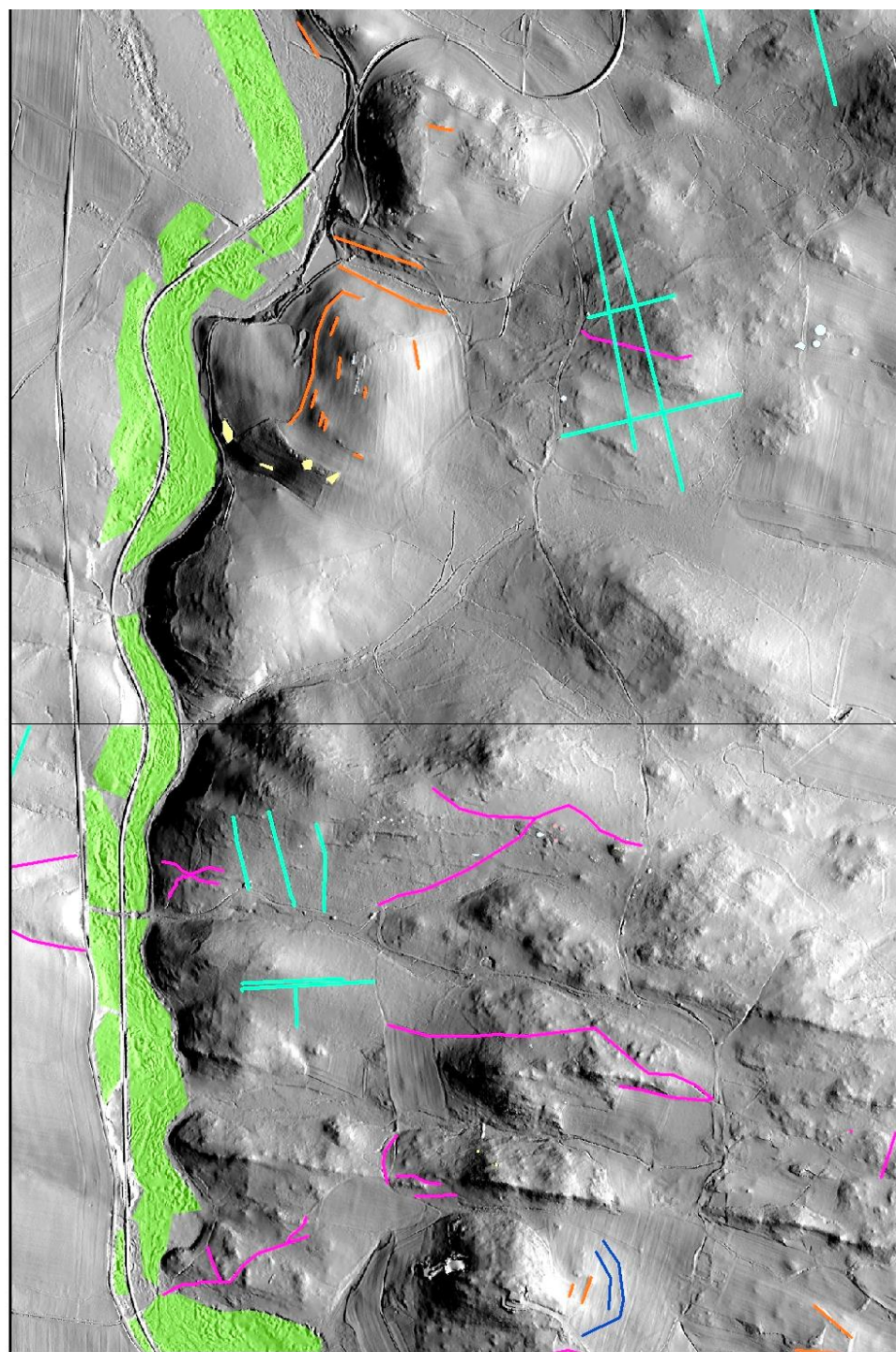


Obr.42: Pseudoobjekty na Hliničním vrchu v polygonu BLAT63



Obr. 43: Koncentrace nalezených objektů v polygonech BLAT72 a BLAT73





Obr. 44: Koncentrace nalezených objektů v polygonech BLAT62 a BLAT63