

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta filozofická

Bakalářská práce

**Identifikace nemovitých archeologických
pramenů pomocí leteckého laserového
skenování**

Kateřina Šebková

Plzeň 2014

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta filozofická

Katedra archeologie

Studijní program Archeologie

Studijní obor Archeologie

Bakalářská práce

**Identifikace nemovitých archeologických
pramenů pomocí leteckého laserového
skenování**

Kateřina Šebková

Vedoucí práce:

PhDr. Jan John, Ph.D.

Katedra archeologie

Fakulta filozofická Západočeské univerzity v Plzni

Plzeň 2014

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

Plzeň, duben 2014

.....

Ráda bych touto cestou vyjádřila poděkování PhDr. Janu Johnovi, Ph.D. za jeho nezměrnou trpělivost při vedení této bakalářské práce, vstřícnost, cenné rady a připomínky. Dále bych ráda poděkovala Českému úřadu zeměměřičskému a katastrálnímu (ČÚZK) za ochotné a bezplatné poskytnutí datových listů, které byly pro tuto práci nepostradatelné.

Obsah

1	ÚVOD	7
2	CÍLE A SLEDOVANÉ OTÁZKY PRÁCE	7
3	LIDAR	8
	3.1 Termín LIDAR, princip skenování a možnosti jeho uplatnění..	8
	3.2 Komparace LLS s některými dalšími metodami	9
	3.3 Klasifikace dat	11
	3.3.1 Metody klasifikace dat	11
	3.3.2 Hlavní typy skenerů	11
	3.3.3 Vybrané formáty souborů	12
	3.3.4 Druhy digitálních modelů	12
	3.3.4.1 DMR4G	12
	3.3.4.2 DMR5G	13
	3.4 „Digitální slunce“ – stínové příznaky	13
	3.5 První projekt zaměřený na výzkum krajiny pomocí LLS v ČR	14
	3.6 Příklady zahraničních projektů s využitím LIDARU	14
	3.7 Možnosti získání lidarových dat a jejich cena	15
	3.8 Metadata:	16
	3.8.1 Hustota skenování	16
	3.8.2 Datum skenování.....	16
	3.9 Interpolace, metody a vizualizace dat	17
	3.10 Interpretace a vizuální kontrola situace	18
	3.11 Vegetace	20

3.11.1	Optimální vegetační podmínky	20
3.11.2	Zachování archeologických objektů v lesích	20
4	VYBRANÉ LOKALITY NA ŠTÁHLAVSKU	21
4.1	Přírodní poměry oblasti	21
4.2	Neslívky	21
4.3	Kamýk	22
4.4	Mydlná	22
4.5	Hrad Lopata	23
4.6	Štáhlavy - Hájek	23
5	LOKALITY ZVOLENÉ PRO VLASTNÍ VÝZKUM	24
5.1	ZSV Javor	24
5.2	Javor – Hádky	26
6	METODIKA VLASTNÍHO VÝZKUMU A JEHO ANALÝZA	26
6.1	Milíře	29
6.1.1	Polygon Milínov u Nezvěstic	29
6.1.2	Polygon Kornatice	30
6.1.3	Analýza prostorových vztahů milířů	31
6.2	Mohyly	32
6.2.1	Polygon Milínov u Nezvěstic	32
6.3	Úvozy	33
6.4	Mezní pásy	34
6.4.1	Polygon Milínov u Nezvěstic	34
6.4.2	Polygon Kornatice	34

6.5 Popis vegetačního pokryvu na obou lokalitách.....	35
7 SYNTÉZA.....	35
8 INTERPRETACE	37
9 ZÁVĚR	41
10 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A PRAMENŮ:	44
Internetové zdroje	47
11 SUMMARY.....	48
12 PŘÍLOHY	49

1 ÚVOD

Letecké laserové skenování zažívá v posledních letech opravdový boom. Jedná se o moderní metodu dálkového průzkumu Země, která může kromě řady nových objevů doplnit a obohatit výsledky již dříve proběhlých projektů. Prostřednictvím lidarů, jak je dnes letecké laserové skenování běžně označováno, je totiž možno nalézt neznámé objekty v neprobádaném prostoru stejně jako v okolí již známých archeologických lokalit. Dále pak možnosti zpracování v programech GIS obohacují archeologii o mnoho nových informací a v případě např. 3D modelů terénu mohou být i velmi atraktivně prezentované. Letecké laserové skenování je moderní metoda, která do archeologie zajímavou formou přináší mnoho nového poznání, avšak i on má své limity, kterými se částečně bude tato práce také zabývat.

2 CÍLE A SLEDOVANÉ OTÁZKY PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je převážně sledovat a hodnotit potenciál Digitálního modelu reliéfu ČR 5. generace pro vyhledávání a dokumentaci archeologických nemovitých památek v oblasti Štáhlavského polesí pomocí leteckého laserového skenování (lidaru). Pro vlastní výzkum této práce byl jako sledovaná oblast zvolen extravilán zaniklé vesnice Javor a také nedaleké mohylové pohřebiště Javor-Hádky na Rokycansku. Důvodem byla dobrá dostupnost dat od ČÚZK, možnost rychlého pěšího přesunu z jedné lokality na druhou a odlišná datace jednotlivých objektů (pravěk, středověk, u objektů interpretovaných jako milíře patrně novověké stáří), která může vzhledem ke své různorodosti do jisté míry zvýšit reprezentativnost výsledků výzkumu.

Mezi sledované otázky práce budou patřit např. výhody a nevýhody leteckého laserového skenování při použití v archeologii, případně některé faktory ovlivňující skenování (zejména vliv vegetace). Dalším z cílů práce bude také pokus o částečné sledování prostorových vztahů některých vybraných skupin objektů a komparace dokumentace objektů

při terénním průzkumu s předběžnou dokumentací s pomocí digitálního modelu reliéfu terénu (zobrazeném v prostředí GIS - v programu ESRI ArcMap 10.2, případně Surfer verze 11). Ověřovací terénní průzkum bude založen na vytvořených modelech reliéfu krajiny, vytipovaných potencionálních archeologických objektech a srovnáváním se skutečností a s dalšími dostupnými prameny – např. s literaturou o předchozích výzkumech na zvolených lokalitách. Jedním z hlavních výsledků této práce (zaměřené vzhledem k předchozím výzkumům spíše na bodové objekty) bude databáze antropogenních reliktnů ve sledované oblasti.

3 LIDAR

3.1 Termín LIDAR, princip skenování a možnosti jeho uplatnění

Letecké laserové skenování, označované zkratkou LIDAR (z původního light detection and ranging), se jinak také nazývá anglickým termínem Airborne Laser Scanning (zkráceně ALS). Jedná se o jednu z metod tzv. dálkového průzkumu Země umožňující tvorbu výškopisných modelů (*John – Gojda 2013, 8*). Díky laserovému skenovacímu zařízení je možno s velkou přesností trojrozměrně mapovat zemský povrch. Tento princip mapování terénu však není úplně nový – již delší dobu se s ním můžeme setkat u - v archeologii tolik oblíbených - tzv. totálních stanic (*Gojda 2005, 806-807; John 2008, 253*).

Laserový skener (umístěný na letadle nebo vrtulníku) vysokou rychlostí vysílá pomocí speciálních zrcadel pod různými úhly k zemskému povrchu i statisíce laserových impulsů (paprsků) za sekundu. Citlivé detektory pomáhají zachycovat odrazy paprsků od povrchu terénu. Doba mezi vysláním a přijetím paprsku je velmi krátká – řádově v pouhých nanosekundách. Na základě rozlišení a měření těchto kratičkových časových intervalů je možno dosti přesně (na několik málo desítek centimetrů) určit polohu oněch překážek na zemském povrchu, od kterých se impulsy původně odrazily. LIDAR je velice přesným zařízením. Přesnému snímání povrchu terénu napomáhá také GPS stanice přímo na

palubě letadla a spolupráce s pozemní sítí přijímačů signálů GPS (*John – Gojda 2013, 9; Gojda – John – Starková 2011, 681-682*).

LIDAR našel možnost svého uplatnění hned v několika oblastech – např. v archeologii, 3D vizualizaci a modelaci, atmosférickém výzkumu, architektuře, geomorfologii, hydrologii, glaciologii, geografii, topografii, lesním managementu, infrastruktuře, komunikačních sítích, oceánografii, ekologii, vojenství, turismu atd. (*Gojda et al. 2010, 105*).

Letecké laserové skenování by mohlo s největší pravděpodobností významně přispět české archeologii zejména při mapování ploch kulturní krajiny (v otevřené i zalesněné oblasti) z doby pravěku i středověku (např. mohylníky, zaniklé vesnice, plůžiny, těžební i výrobní areály atd.) (*Gojda 2005, 809*).

3.2 Komparace LLS s některými dalšími metodami

Velkou výhodou leteckého laserového skenování představuje schopnost laseru projít skrz vegetaci a vytvořit následně digitální model reliéfu sledované krajiny. Na letecké fotografii by byl při pohledu shora např. vidět jen les, v případě LIDARU je však možno ho odstínit a vidět tvar terénu původně skrytého pod korunami stromů. Další výhodou LIDARU oproti leteckému fotografování je přesné mapování reliéfu otevřené i zalesněné krajiny (*Gojda 2005, 807-808*). LIDAR dokáže měřit výšky přímo na povrchu terénu. V případě fotogrammetrie se tak děje zprostředkovaně přes letecké snímky. Terén často také obsahuje plochy, které lze jen těžko pomocí fotografií vyhodnotit a pokud ano, výsledky nejsou příliš spolehlivé – např. souvislé lesní porosty, strmé svahy, zástavba, sloupy, stožáry, zakryté oblasti a vodní plochy. Naopak informace o barvě a textuře terénu nám LIDAR bohužel dodat nedokáže (*Šmejda 2009, 64-66*).

Letecké laserové skenování umožňuje zobrazení i takových terénních nerovností (např. zbytky plůžin), kterých by se mnoho fyzicky

přítomných lidí na dané lokalitě pravděpodobně vůbec nevšimlo. Užitečná může být i možnost skenovat terén téměř kdykoli a upravit snímky tak, že mohou vypadat jako získané za nízkého světla. Zpracováním lidarových dat v programech GIS můžeme získat množství dalších informací stejně jako vytvořit 3D modely krajiny (Gojda 2005, 807-808).

V případě pozemního geodetického zaměřování (pomocí tzv. totálních stanic) dochází k mapování na rozdíl od LIDARU přímo ze země a například zaměřování hradiště o několika hektarech může trvat i několik dní. LIDAR toto zvládne řádově v minutách a umožní i data vizualizovat ve 3D v prostředí GIS. S využitím laseru a přesným měřením se sice setkáme u obou možností, avšak LIDAR ušetří archeologům pravděpodobně daleko více času a energie (Gojda 2005, 809).

Kvalita družicových (satelitních) snímků se bohužel dosti silně odvíjí od atmosférických vlivů, které na ně působí (zkreslení či úplné znemožnění kvalitnějšího snímkování – např. oblačnost). Bývá používáno k získání informací spíše v pouštních oblastech Předního východu nebo Egypta. Jedním z důvodů může být nejspíše i absence vegetace v těchto oblastech (Gojda – John 2009, 468).

Výraznější nevýhodou LIDARU v porovnání s geofyzikálním průzkumem může být naopak jeho neschopnost proniknout pod povrch terénu a zachytit památky uchované pod zemí. LIDAR se dá nejlépe využít v zemích, kde lidé v dávných dobách využívali spíše možnost pastvy než orného zemědělství (např. Velká Británie). V této zemi je totiž možno v některých oblastech nalézt a také mapovat pravěký antropogenní tvar reliéfu zachovaný až do současnosti (Gojda 2005, 808).

3.3 Klasifikace dat

3.3.1 Metody klasifikace dat

Klasifikací dat rozumíme proces, při kterém se naměřené body rozčleňují do různých skupin (např. terén, vegetace, budovy atp.). Je možno ji rozdělit na automatickou a manuální. Jako první přichází na řadu automatická klasifikace. Jedná se o matematické algoritmy. Její přesnost je poměrně vysoká – obvykle bývá kolem 90 %. Zbylé procento chyb ve druhé fázi pak napraví klasifikace manuální. Budovy bývají odstraňovány z terénu při automatické klasifikaci. To může však mít za následek ztrátu podstatných informací o archeologických památkách. Problematická proto může být identifikace a dokumentace pozůstatků zdí a nabízí se otázka, zda by nebylo vhodnější použít jinou metodu – klasifikaci manuální nebo na některých místech aplikovat pozemní měření pomocí totální stanice. Pro klasifikaci dat je také důležité využití speciálních programů (např. TerraScan) (*John – Gojda 2013, 12*).

3.3.2 Hlavní typy skenerů

S klasifikací dat také souvisí daný typ skeneru, díky němuž byla data získána. Můžeme je rozdělit na konvenční a full-wave skenery. Full-wave skener je, podle mého názoru, spíše víceúčelový v porovnání s konvenčním. Konvenční totiž nejen že nezaznamená vlnové křivky odražených paprsků, ještě u něj mohou nastat problémy s rozpoznáním a odstraněním odrazů od přízemní vegetace (na rozdíl od full-wave skeneru, který dokáže rozpoznat i místa, kde se paprsek odrazil např. od pevného povrchu či hromad větví) (*John – Gojda 2013, 12; Doneus - Briese – Fera – Janner 2008, 882-893*).

3.3.3 Vybrané formáty souborů

Výsledkem klasifikace bývají data s koncovým formátem LAS. Taková data obsahují např. informaci o odrazu, jeho souřadnicích a intenzitě. I přes takové poměrně detailní informace si však tento typ souborů zachovává spíše malou velikost a na nosičích (diskách) si tak nenárokuje příliš velké místo a je možno s nimi pracovat poměrně rychle. Bohužel ho ale dokáže „přečíst“ nepříliš mnoho programů na rozdíl od formátu ASCII, u něj se však setkáme zase s menší datovou úsporností. Patří sem např. i formát XYZ, v němž byla ochotně poskytnuta data prostřednictvím ČÚZK pro účely této práce (*John – Gojda 2013, 12*).

3.3.4 Druhy digitálních modelů

Po fázi klasifikace dat následuje vznik digitálních modelů. Dělíme je obvykle na dva základní druhy: DMP (digitální model povrchu) a DMR (digitální model reliéfu). První model zobrazuje povrch krajiny dané oblasti i např. s vegetací a zástavbou. Na první pohled vlastně může, podle mého názoru, částečně připomínat leteckou fotografii dané oblasti. Druhým typem digitálních modelů je DMR/DMT (digitální model reliéfu/terénu). Terén se na tomto modelu může jevit jako poměrně hladká plocha. Setkáme se u něj mimo jiné obvykle s cílenou absencí vegetace. DMR je velmi přesný a detailní. Avšak je u něj nezbytná aplikace terénního ověřování z důvodu pravděpodobných nepřesností či chyb při skenování nebo práci s daty (*John – Gojda 2013, 13*). Při vlastním výzkumu, který je nedílnou součástí této práce, byl používán právě tento typ digitálního modelu a následně byla mj. ověřována data povrchovým průzkumem přímo v terénu.

3.3.4.1 DMR4G

Digitální model reliéfu 4. generace je sice relativně dobře dostupný, není však možno tato generalizovaná data (do rastru 5 x 5 metrů) používat při snaze objevit památky drobnější rozlohy. Hodí se spíše na

identifikaci velikostně výraznějších památek v terénu (*Gojda – John – Starková 2011*, 684-685). Užitečná by tato data však mohla být např. při zkoumání svažitosti nebo nadmořské výšky terénu na daných archeologických lokalitách (*John – Gojda 2013*, 12).

3.3.4.2 DMR5G

Tato nová verze digitálního modelu reliéfu vznikla (vzhledem k již nevyhovujícím modelům ZABAGED a DMR dvouapůlté a 3. generace) pro potřeby armády, krizových štábů, orgánů státní správy, územní samosprávy a v jistém smyslu i pro účely mezinárodní. Data vznikla v rámci projektu Ministerstva zemědělství ČR, Ministerstva obrany ČR a Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního (ČÚZK) (*Gojda – John – Starková 2011*, 685; *Brázdil 2012*, 3). Posledně zmiňovaná instituce ochotně poskytla několik datových listů oblasti Štáhlavska důležitých pro potřeby této práce.

Dostupnost digitálního modelu reliéfu 5. generace je bohužel zatím omezena jen na určité části našeho území. Je ale kvalitnější a podrobnější. Jednotlivé pásy skenování se překrývají, v otevřeném terénu dosahují polohové přesnosti 0,18 metru. Podmínky pro skenování jsou v oblastech pokrytých lesy přece jen o něco zhoršené, i tak ale výšková přesnost odpovídá 0,30 metru. Přesnost skenování a následnou identifikaci určitých nižších tvarů reliéfu může ovlivnit roční období, stav vegetace nebo vyhlazení v průběhu zpracování dat. Data DMR5G bohužel nejsou optimalizována pro archeologické účely, na druhou stranu jsou však poměrně snadno dostupná. Do konce roku 2015 by údajně mělo být naskenováno celé naše území (*John – Gojda 2013*, 11-12).

3.4 „Digitální slunce“ – stínové příznaky

Digitální model reliéfu (DMR) je možno zobrazit za pomoci tzv. stínovaného povrchu (hillshade) a nastavováním polohy „digitálního

slunce“ ve vztahu k horizontu docílit zvýraznění výškových rozdílů terénu, což může napomoci takto odhalit některé objekty (při terénním povrchovém průzkumu nenápadné). Analyzovaný snímek terénu můžeme zkoušet nasvítit pod různými náhodně zvolenými úhly a směry na principu tzv. stínových příznaků využívaných celá desetiletí při leteckém průzkumu památek v otevřené krajině (*Gojda 2005, 807; Gojda – John – Starková 2011, 690*).

3.5 První projekt zaměřený na výzkum krajiny pomocí LLS v ČR

Projekt „Potenciál archeologického výzkumu krajiny v ČR prostřednictvím dálkového laserového 3-D snímkování (LIDAR)“ byl prvním realizovaným projektem svého druhu na našem území. Jeho účelem bylo testovat možnosti LIDARU aplikací na krajinu ČR. Dále pak měl být zhodnocen jeho (případný) význam, efektivita a kvalita získaných výsledků, pokud by šlo o identifikaci, mapování, evidenci a dokumentaci archeologických lokalit v porovnání s tradičními metodami. Nositelem tohoto projektu byla po dobu dvou let (od roku 2010) Katedra archeologie Západočeské univerzity v Plzni (*Gojda – John – Starková 2011, 680*).

3.6 Příklady zahraničních projektů s využitím LIDARU

Také v zahraničí nezůstal LIDAR bez povšimnutí a skenování (z výšky asi jednoho kilometru) se dočkala např. i tak známá krajina jako je Stonehenge. Účelem mělo být původně spíše doplnění některých dalších metod. LIDAR ale se svou polohovou přesností (odchylka pouhých 0,15 metrů) v porovnání s mapami vytvořenými na základě leteckých fotografií (odchylka i 15 metrů) vyhrál na celé čáře a umožnil dokonce také objevení nových památek na tak známé a prozkoumané lokalitě. Práce se stínováním lidarových snímků napomohla k detailnějšímu členění doposud známých polních systémů stejně jako k identifikaci malých pravěkých polí zachovaných v terénu (*Bewley et al. 2005*). Právě v Anglii se metoda leteckého laserového skenování začala rozvíjet

pravděpodobně v největší míře. Skenování probíhalo ale např. i v Německu (Bavorsko, Bádensko-Würtembersko), Belgii, Holandsku, Slovinsku, Dánsku, Francii, Irsku a Rakousku (*Gojda – John 2013, 4-5; John – Gojda 2013, 6-10*).

3.7 Možnosti získání lidarových dat a jejich cena

Jednou z možností, jak získat lidarová data, je skenování prováděné na zakázku. K tomuto účelu vznikly specializované české i zahraniční firmy (u nás např. od r. 2009 společnost Geodis). Druhou alternativou je pak nákup hotových (archivních) dat. Taková data vznikla při mapování států nebo také v rámci předchozích projektů (*John – Gojda 2013, 11*). Cenová dostupnost dat leteckého laserového skenování je poměrně dobrá. Data DMR5G se totiž dají pořídit za pouhé stokoruny (cena je závislá na množství objednaných dat) za jeden mapový list o pěti kilometrech čtverečních (*John – Gojda 2013, 12*).

V případě objednání skenování na zakázku (ne již hotových listů) je výhodné jako poskytovatele dat zvolit společnost se základnou nedaleko od dané lokality. Ceny takovýchto projektů se pohybují obvykle řádově ve statisících a bývá do nich obvykle zahrnut také poplatek za použití a amortizaci přístrojů a zařízení společnosti, dále pak za letové hodiny, práci posádky letadla a za následnou přípravu dat. Výsledků se zadavatel (např. KAR ZČU v Plzni) obvykle dočká ve formě dat uložených na externím harddisku. Celkově vzato se jeví systém LLS jako výrazně rychlejší a ekonomičtější v porovnání s pozemním měřením (*Gojda – John – Starková 2011, 692-695*). Nepochybně zajímavý je také fakt, že kolekce fotogrammetrických dat je konkrétně až o 40% dražší než je cena souboru dat leteckého laserového skenování a také že se lidarová data dají pořídit a zpracovat mnohem rychleji (*John – Gojda 2013, 8*).

3.8 Metadata:

Přímo skenování jako takové archeologové obvykle neprovádějí. Měli by mít však přístup k metadatům z důvodu možné ztráty některých informací při zpracování dat LLS. Metadata totiž nesou informaci o vzniku dat (např. výška, rychlost letu, datum, frekvence skeneru, vzdálenost průletů, úhlu skenování atd.) a následné manipulaci s nimi. Mezi (pro archeologii) nejdůležitější metadata pravděpodobně patří hustota a datum skenování (*John – Gojda 2013, 11*).

3.8.1 Hustota skenování

Od hustoty skenování se odvíjí zachycení antropogenních tvarů reliéfu v terénu. Obecně platí, že čím více bodů bude naskenováno, tím budou informace přesnější (zvláště pokud chceme sledovat objekty menší rozlohy). Archeologové obvykle považují za minimum asi 1 bod na metr čtvereční (*John – Gojda 2013, 11*). Se snahou skenovat co nejvíce bodů však vyvstává problém obrovského nárůstu objemu dat – zvláště pak na lokalitách větší rozlohy. Je tedy jistě vhodné zajistit si nejlépe předem adekvátní (v tomto případě výkonný) hardware (*Šmejda 2009, 65*).

3.8.2 Datum skenování

Druhými pro archeologii nejdůležitějšími metadaty jsou data skenování. Za nejvhodnější dobu pro samotné skenování krajiny z hlediska kvality takto získaných dat považují jarní měsíce. Data použita pro vlastní výzkum byla získána skenováním ze dne 29. března roku 2011 (*John – Gojda 2013, 30*). Vegetace v jarním období totiž ještě nedosahuje svého vrcholu a laserové paprsky skrz ni mohou pronikat nejlépe v porovnání s jinými ročními obdobími. Za ještě poměrně přijatelné roční období ke skenování považují podzim, avšak zde mohou způsobit jisté problémy s prostupností paprsků koruny stromů stále ještě obsypané listím. Při vlastním výzkumu v terénu na podzim bylo patrné, že také již

spadané vrstvy listí na zemi (mnohdy až 10-20 centimetrů vysoké) nekomplikují pouze pěší postup archeologa lokalitou, ale podle mého názoru by mohly i částečně zkreslit výsledky získané případným skenováním v tuto dobu. Skenování v zimě a v létě považuji za spíše neefektivní. V létě ho totiž zkomplikují plně vzrostlé koruny stromů i rozvinutý přízemní vegetační pokryv. V zimě pak laserové paprsky sice přes vegetaci proniknou lépe, avšak případná vrstva sněhu na zemi skenování celkově příliš nepomůže – spíše naopak - může částečně nebo úplně zakrýt či vyplnit některé objekty archeologického zájmu podobně jako spadané listí na podzim (*srov. John – Gojda 2013, 11*).

3.9 Interpolace, metody a vizualizace dat

Interpolací obvykle rozumíme převod (pospojování) dat ve formě bodů do určitého modelu povrchu terénu. Zapotřebí jsou k tomu programy typu GIS. Pro potřeby archeologie bývá pak pravděpodobně nejčastěji používán program ESRI ArcMap a byl použit i pro účely této práce stejně jako specializovaný interpolační program Surfer. Dalším podobným programem je např. český program Atlas, tzv. open source programy GRASS či SAGA a dále např. program TerraScan - používaný pro klasifikaci dat (*John – Gojda 2013, 12-14*).

Co se týče používaných interpolačních metod, jedná se např. o metodu nepravidelné trojúhelníkové sítě (TIN), metodu přirozeného souseda (Natural Neighbor) či krigování (Kriging). První zmíněná metoda (TIN) bývá obvykle rychlá a v určitých případech je schopna umožnit zpracování obrovského množství souřadnic na běžných počítačích (*John – Gojda 2013, 13*). Další metodou je pak např. metoda minimální křivosti, která se oproti velmi přesnému krigování se zdlouhavým výpočtem vyznačuje svou vyšší rychlostí, což může být však na úkor přesnosti. Zajímavých výsledků (podobných těm vzniklých při krigování) můžeme docílit také radiálovou funkční bází. Jedná se de facto o soubor různých interpolačních metod (*John 2008, 254*).

Pro samotnou práci s daty a jejich vyhodnocení se používají různé typy vizualizace. Model terénu je díky nim možno zobrazit různými způsoby. Prvním z nich je stínování (tzv. hillshade). Tento typ byl používán při vlastním výzkumu nejčastěji. S jeho pomocí bylo možné zobrazit a později identifikovat různé archeologické objekty ve vybrané oblasti. Funguje na principu simulovaného světla. Druhým typem vizualizace (v tomto případě za pomoci škály ve stupních) je svažitost terénu (tzv. slope). Třetí možností zobrazení je faktor výhledu (častěji známý pod pojmem sky view factor). Tmavé odstíny šedi zvýrazní konkávní objekty na rozdíl od světlých konvexních objektů. Tato třetí metoda se zdá být vhodná k doplnění stínování – právě díky možnosti zvýraznit objekty, které se mohou při pouhém stínování jevit méně nápadně. Další možností je vytvoření lokálního reliéfu (local relief model). Díky potlačení výškových rozdílů v celé oblasti a naopak zvýraznění lokálních výškových rozdílů se stávají antropogenní reliktů nápadnější. Vhodná je prezentace pomocí barev kvůli možným problémům s interpretací (*John – Gojda 2013, 14-17*).

3.10 Interpretace a vizuální kontrola situace

Archeolog si může nad lidarovými snímky udělat jistou představu o tom, co za objekty v terénu přibližně nalezne, případně v jakých místech. Na interpretaci nálezů se ale významně podílí - v souvislosti s leteckým laserovým skenováním - vizuální kontrola situace v terénu. Tyto průzkumy jsou však bohužel velice časově náročné a také vůbec dané objekty nalézt v terénu a správně je rozpoznat, není jednoduché. V optimálním případě by je proto měli provádět archeologové, kteří mají s výzkumy v lesích již nějaké zkušenosti. To by také nepochybně zvýšilo pravděpodobnost, že dokáží rozlišit objekty recentní od objektů, které lidská ruka vytvořila již v dobách pravěku či středověku (*Crow et al. 2007, 241-242*).

V některých případech se totiž (v první fázi - odhadu) jako potencionální objekty zájmu archeologie mohou jevit i tisíce objektů. Toto ověření v terénu zkušeným archeologem však může ukázat, že ve skutečnosti jsou jich jen desítky nebo maximálně stovky. Právě tato až přílišná podrobnost lidarových snímků ve smyslu zobrazení velkého množství pseudoreliktů (např. ořezané větve jako důsledek lesních prací se po navršení na sebe mohou jevit jako mohyla atp.) je velkým problémem využití lidarových dat (*Gojda – John – Starková 2011, 686-687; John – Gojda 2013, 18*).

Podle mého názoru nelze naopak ani předem vyloučit možnost objevit v terénu nové objekty, které lidarový snímek nemusel vůbec (nebo ne dostatečně výrazně) zobrazit. Naopak může ale poskytnout zajímavé informace o stavu archeologických památek a jejich zachování, případně také narušení. Také toto je vhodné ověřit a zdokumentovat přímo na lokalitě (*Gojda – John – Starková 2011, 691*).

Vizuální zhodnocení (průzkum) může dále napomoci ke zjištění možností vegetačního krytu na dané lokalitě ovlivnit lidarový průzkum (*Crow et al. 2007, 241-242*). Tímto terénním průzkumem je možno získat informace o typu a hustotě lesní vegetace a vytvořit si představu, jaká je pravděpodobnost, že laserový paprsek pronikne skrze vegetaci až k povrchu terénu – a tedy i o přesnosti získaných dat (*Crow et al. 2007, 251*). Pokud je lesní porost totiž příliš hustý, může to signalizovat, že terén je nepřítliš dobře prostupný nejen pro archeologa provádějícího výzkum, ale také pro laserový paprsek. Celkově lze říci, že vizuální kontrola situace (ověřování přímo v terénu) je z výše uvedených důvodů pro výzkum spojený s leteckým laserovým skenováním opravdu důležitá.

3.11 Vegetace

3.11.1 Optimální vegetační podmínky

Mezi ideální lesní vegetační pokryv (vhodný pro letecké laserové skenování oblasti a nekomplikující klasifikaci dat) se obvykle označují zejména listnaté lesy s minimálním přízemním vegetačním podrostem. Na lidarovém „snímku“, vytvořeném z dat vzniklých skenováním v takovýchto podmínkách, je pak možno zpozorovat mnoho objektů, ale zdaleka ne všechny objekty je možno označit za archeologické. Je vhodné, aby mezi daným objektem a terénem byl patrný výškový rozdíl. Některé objekty spíše menších než větších rozměrů mohou však být také v terénním reliéfu rozpoznatelné. Lidar již dokonce vykazuje obstojné výsledky v detekci archeologických objektů pod lesním porostem, aniž by bylo nutno aplikovat proces odstranění vegetace. Pokud je naskenována oblast, na které už dříve probíhalo archeologické bádání, je ideální porovnat lidarová data s dalšími již existujícími daty a mapami a podrobit ji terénnímu ověřovacímu průzkumu (*Crow et al. 2007, 251*).

3.11.2 Zachování archeologických objektů v lesích

V Británii jsou archeologické objekty umístěné přímo v lese méně časté ve srovnání s těmi, které se nacházejí v místech s půdami využitými jiným způsobem – např. pro zemědělství. Důvodem je částečně to, že letecké snímky, které často poměrně dobře zobrazují archeologické lokality v oblastech s agrárním využitím, nejsou schopny „vidět“ skrze lesní porost. Kromě toho některé lesy se staly předmětem systematických archeologických výzkumů kvůli domněnce, že přítomnost lesů má automaticky za následek zničení jakéhokoli přítomného archeologického důkazu. Dobře spravované lesy mohou mít ve skutečnosti minimální dlouhodobý dopad na mnoho typů archeologických důkazů ve srovnání s oblastmi s půdami využitými jinými způsoby. V lesích nejsou objekty v takové míře vystaveny působení eroze. Archeologické objekty se tak

mohou díky lesům nacházet naopak v optimálních podmínkách v souvislosti s jejich zachováním, avšak za předpokladu, že lesníci provádějí své práce spíše šetrně než naopak (*Crow et al. 2007, 241; John 2008, 252*). Při vlastním výzkumu v terénu byl nalezen milíř s označením B3 necitlivě poškozený lesníky.

4 VYBRANÉ LOKALITY NA ŠTÁHLAVSKU

4.1 Přírodní poměry oblasti

Oblast ve směru jižně od Plzně s nadmořskou výškou přibližně 400–450 m n. m. (obr. 1) je poměrně bohatá na zajímavé archeologické lokality pravěkého i středověkého stáří. Klima je zde mírně teplé a stejně tak i vlhké. Průměrná roční teplota je v těchto místech tedy přibližně 7-8 °C a srážkový úhrn pak 550-650 mm (*Nová - Karlík 2010, 97; portal.chmi.cz*). Z větší části je pokryta lesním porostem. Můžeme se zde setkat s kopcovitým i rovným terénem. Kromě několika rybníků (např. Kornatický poblíž hradu Lopata) se zde nacházejí také potoky - Kornatický či Hradecký (*mapy.crr.cz*). V oblasti Štáhlavska se setkáme s druhy půd, jako jsou např. kambizemě, luvizemě, fluvizemě, glejové a pseudoglejové půdy (*mapy.geology.cz/pudy*).

4.2 Neslívy

Název vesnice Neslívy se postupem času měnil a různě komolil. Jednalo se např. o tvary Nestev, Nestějov, Nestajov, Nestevec. Mezi mladší možnosti označení vsi pak patří např. Nestívy, Nestlívy či Neslívy. Vesnice Neslívy vznikla pravděpodobně ve 2. polovině 14. století a poslední zmínky o ní známe v souvislosti s pobělohorskými konfiskacemi ze století 17. Zaniklý sídelní komplex Neslívy, který se nachází v údolí Rakovského potoka, je složen z Horních a Dolních Neslív. Tyto dvě zaniklé vesnice (ZSV) byly mezi roky 1983-1989 systematicky zkoumány povrchovým průzkumem. Výsledkem byl plán reliktní patrných nad

povrchem terénu a plán zachycující původní umístění archeologických nálezů na lokalitě. Ovšem tento výzkum nebyl jediný. Poprvé tuto lokalitu podrobil svému výzkumu již v roce 1880 F. X. Franc. Také jeho plán lokality se zachoval stejně jako část archeologického materiálu. Kromě středověké keramiky zde např. našel zlomky neglazovaných kachlů, šipky do kuší a nože. Z této lokality pochází také větší množství zlomků mazanice. Na severním okraji areálu se nachází také tvrziště s příkopem. Má kruhový tvar a průměr zhruba 32 metrů. Středový pahorek vykazuje stopy po Francově sondě. Na okraji osídlené plochy se také nacházel rybník s hrází ve tvaru L (*Anderle – Nováček 1990, 251-258; Anderle 1996, 15-17*).

4.3 Kamýk

Směrem na východ od vesnice Nevid na Rokycansku se nacházel panský dvůr s názvem Kamýk na místě ZSV Horního a Dolního Kamýka. Podle zprávy (pocházející z roku 1601) se zde nacházelo také tvrziště. Poblíž dvora a v sousedním lese jsou nalézány zbytky usedlostí a jakési ohrady či zaniklého rybníka. Ovšem přesná poloha tvrze, o níž se mluví ve zmíněném pramenu ze začátku 17. stol., zůstává neznámou (*Anderle 1996, 10*).

4.4 Mydlná

První zmínky o tvrzi Mydlné se objevují v písemných pramenech na konci 14. století. Nacházela se v údolí s jedním přítokem Kornatického potoka. Toto královské manství s tvrzí, dvorem a selskými usedlostmi bylo několikrát prodáno a vystřídalo tak mnoho majitelů. Tvrz zde zanikla pravděpodobně násilně při požáru v souvislosti s Poděbradskými válkami a od 16. století již máme zprávy pouze o pusté vsi Mydlné. Zbytky tvrze s areálem lichoběžníkovitého tvaru zůstaly poměrně dobře zachovány. Důvodem možná byla představa sedláků, že se jednalo o zbytky kostela.

Sedláci se zřejmě obávali, že by se těžbou kamene z pozůstatků tvrze („kostela“) dopustili svatokrádeže. Z paláce tvrze s pískovcovým portálem pochází zbytky menších zlomků pískovcových ostění. Krom zbytků staveb se našla i mazanice. Tvrz ze dvou stran kdysi obklopoval rybník. Ten ale nebyl jediným – nacházel se zde také další rybník zajišťující napouštění příkopu (*Anderle 1996, 12-14*).

4.5 Hrad Lopata

První zmínky o tomto hradu na pravém břehu Kornatického potoka se dochovaly z roku 1377 v souvislosti s Heřmanem z Litic, který bývá obvykle označován jako jeho zakladatel (*Profous 1949, 663; Novobilský 2008, 19*). Ani hrad Lopata nebyl výjimkou z výzkumů významného průkopníka archeologie F. X. France. Roku 1885 zde probíhaly pod jeho vedením rozsáhlé vykopávky. Byla při nich objevená „mohylka“, která se nacházela v rohu mezi bergfritem a obvodovou hradbou (*Hajšman – Trnka 2010, 16-17*). Dalšími nálezy byly např. eneolitické přesleny, kamenné sekerky, mazanice, keramika, brousky atd. (*Šaldová 1988, 165*). Tento hrad byl obléhán v letech 1432-1433 vojskem spojených husitských měst a šlechtických pánů. Posádka hradu se urputně bránila a ke konci obléhání dokonce z hladu pojídali vlastní koně. Nakonec hrad sami zapálili ve snaze odvést pozornost a z Lopaty uprchli. Minimálně 40 jich přesto zrakům obléhatelů neuniklo a zahynulo. Zbytky hradu poté obléhatelé srovnali se zemí a také dřevěné opevnění nevydrželo o moc déle, jelikož podlehlo požáru. Až více než po pěti letech byly odhaleny v roce 1993 militárie poukazující na vojenskou aktivitu při obléhání (*Novobilský 2008, 105-107*).

4.6 Štáhlavy - Hájek

Mohylové pohřebiště Hájek se nacházelo v zámecké oboře mezi hradem Lopata a zámkem Kozel. Nedaleko bychom našli tzv. Kostelíček

s valem kruhového tvaru náležící k ZSV Dolní Neslívky. F. X. Franc zde mezi roky 1878 až 1884 prováděl výzkum na 91 mohylách. Ne každá se však zachovala z důvodu poničení při dobývání pařezů. Franc tedy popisoval 53 zachovaných. Některé z nich měly i větší počet kamenných konstrukcí. Podle France byly některé mohyly vykradené již v době pravěku a důvodem mohla pravděpodobně být snaha přistavět ke starším hroby nové. Franc si odvodil, že hroby, v nichž se kosti nezachovaly, byly také kostrové. Vycházel zřejmě z toho, že u většiny hrobů na lokalitě se setkal s kostrovým ritem. Pomáhalo mu také porovnání rozmístění nálezů v hrobech bez kostí s těmi se zachovalými kostmi. Nálezy samotné se svým typem přibližně podobaly těm z lokality Javor – Hádky (*Šaldová 1988, 166-168*).

Toto mohylové pohřebiště bylo podrobno v roce 2004 také detektorovému průzkumu. Ani jeden kovový artefakt pravěkého stáří se však překvapivě nepodařilo nalézt. Na lokalitě se tyto předměty pravděpodobně nacházejí spíše již v menším počtu a řídce rozprostřené. Podařilo se však objevit středověké artefakty (ostruhy či podkovy). Mohyly jako takové, podrobně zdokumentované již F. X. Francem, detektory prozkoumávány nebyly (*Šmejda 2007, 241*).

5 LOKALITY ZVOLENÉ PRO VLASTNÍ VÝZKUM

5.1 ZSV Javor

První zmínky o této středověké vesnici máme z roku 1373 v predikátu Čáslava z Javora (*Profous 1949, 106; Vařeka et al. 2006, 31*). Roku 1888 zde prováděl první archeologický výzkum F. X. Franc (obr. 2). Prováděl zde výkopy opevněného sídla a dokumentoval okolí tohoto tvrziště (tzv. Zámečku) včetně zaniklých rybníků. Svou pozornost věnoval i několika objektům nedaleko zaniklé vsi Javor s rybníkem (obr. 3) a další vodní nádrží (obr. 4). Povrchovými sběry se mu podařilo nalézt středověkou keramiku, železné šipky a ostruhy (*Šaldová 1988, 169*).

Pozůstatky jeho výzkumu jsou na lokalitě patrné dodnes. Právě kvůli středověkému stáří lokality však své počínání záhy přerušil (*Anderle 1996, 6-8; Vařeka - Veselá 2010, 37-39*).

V rámci své bakalářské práce v roce 2004 zaměřila relikty ZSV, provedla sběr keramiky a popis celkem 93 objektů také Renáta Veselá (*Veselá 2008, 27-51*). Jednalo se pravděpodobně o vesnici středně velkou s počtem usedlostí mezi 5–10 kusy a s obdélnou návší. Po aplikaci lidarových „snímků“ byla v zázemí ZSV Javor odhalena klínovitá záhumenicová plužina (*Vařeka – Holata – Rožmberský – Schejbalová 2011, 333-334*). Objekty, které se nacházejí v severní části vesnice, mohou být patrně pozůstatkem a dokladem povrchové těžby (*Hajšman – Trnka 2010, 17*).

ZSV Javor (a její extravilán) byla již podrobena výzkumu pracujícím s daty leteckého laserového skenování. V roce 2010 ho zde prováděla Katedra archeologie FF ZČU. Výzkum, zaměřený na rozdíl od této práce spíše na liniové objekty v extravilánu než na bodové, přinesl zjištění existence 69 liniových objektů (*Starková 2013, 173-175*).

Tvrz Javor se nacházela asi 1,5 km směrem na sever od obce Kornatice na vyvýšené terase nad močálem (obr. 5). V údolí tekli potůček, který pramenil o 600 metrů dále u vesnice Javor. Kolem středového pahorku tvrze se nalézají příkop a val. Val je ve tvaru podkovy z důvodu jeho absence na západní straně tvrze. Je otázkou, proč toto místo nebylo opevněno. Pravděpodobně mohla v těchto místech jistou roli sehrát přirozená ochrana prostřednictvím tehdejšího rybníka. Na tvrzišti se nacházela dřevěná věž. V rozměrnější jámě v sousedství tvrze, která pravděpodobně souvisela s předpokládaným dvorem, se našla keramika z 2. poloviny 13. a ze 14. století. V nedalekém okolí tvrze byla dále objevena rybníční hráz a dále po proudu potoka také další rybník. Tyto rybníky mohou být zřejmě s tvrzí současné. Vazba ZSV a tvrze není

v případě Javoru příliš těsná (vzdálenost 600 metrů). V písemných pramenech ze začátku 17. století se uvádí, že tvrziště a ves již v této době byly pusté (*Anderle 1996, 6-8; Vařeka - Novák 2012, 449-452*).

5.2 Javor – Hádky

Asi 1,5 km severozápadně od obce Kornatice, nedaleko ZSV Javor, se nachází mohylové pohřebiště Hádky (obr. 5). Toto mohylové pohřebiště bylo vybráno jako druhá část vlastního výzkumu této práce (spolu se ZSV Javor). První výzkumy zde v letech 1878-1883 prováděl F. X. Franc, kterému se zde podařilo objevit 42 mohyl a na návrší Baba pak ještě skupinu žárových hrobů (obr. 2). Mohyly mají často kamenné konstrukce. Zajímavými nálezy jsou např. bronzové náramky či jehlice, jantarové perly, sekerky, dýky, spirálové či manžetovité prsteny, zlatý svitek a terč nebo různé závěsky (*Šaldová 1988, 169-170*). Vzhledem k tomu, že F. X. Franc původně pracoval jako umělecký zahradník na zámku Kozel u Štáhlav, významnou měrou přispěl svými precizními výzkumy a záznamy o nich k poznání mnoha archeologických lokalit (*Šaldová 1988, 249*). V posledních letech byl mohylník podroben také geofyzikálnímu průzkumu a komparaci s lidarovými snímky s cílem zjistit využití na první pohled prázdného prostoru mezi dvěma skupinami mohyl. Výsledkem byl mimo jiné nález liniových objektů. Autoři článku předpokládají, že mohly fungovat jako úvozové cesty či bývalá vodoteč (*Křišťuf - Švejcar - Baierl 2010, 52-61*).

6 METODIKA VLASTNÍHO VÝZKUMU A JEHO ANALÝZA

Pro účely této práce byly objednány datové listy zachycující oblast Štáhlavska od Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního (ČÚZK) ve formátu XYZ. Konkrétně jsou označeny jako: BLOV 3-0, BLOV 4-0, BLOV 5-0, PLZE 3-8, PLZE 3-9, PLZE 4-8, PLZE 4-9, PLZE 5-8, PLZE 5-9. Skenování probíhalo 29. března roku 2011 (*John – Gojda 2013, 30*). V aplikacích ESRI ArcMap verze 10.2 a Surfer verze 11 posloužily tyto datové listy k vytvoření různých modelů terénu a map.

V programu ESRI ArcMap verze 10.2 z rodiny GIS byl vytvořen pomocí interpolační metody Natural Neighbor (a rastrového souboru) stínový model reliéfu krajiny (obr. 6). Stínové modely byly vytvářeny také v programu Surfer verze 11 (přes soubor GRID metodou krigování). Na těchto modelech pak byly vytipovány, zvýrazněny a očíslovány potencionální archeologické památky. Dalším krokem pak bylo vytvoření tabulky s jejich GPS souřadnicemi, které v terénu po zadání do GPS navigace značky Trimble typu Juno (ochotně zapůjčené Katedrou archeologie ZČU v Plzni) sloužily k vyhledávání konkrétních potencionálních archeologických objektů. V případě nalezení objektu až na místě v terénu sloužila tato navigace také k jeho zaměření a všechny nalezené archeologické objekty byly zdokumentovány pomocí předem připravených formulářů (pozdější deskriptory v databázi).

Nalezené a verifikované objekty byly rozdělovány do dvou základních skupin: na liniové a bodové. Vzhledem k předchozím výzkumům na ZSV Javor v letech 2004 a 2010 se terénní ověřovací výzkum této práce orientoval spíše na bodové objekty v extravilánu ZSV Javor a na mohylníku Javor-Hádky. Liniové objekty, z nichž většina byla identifikována již v předchozích výzkumech a interpretována jako mezní pásy, byly ověřovány a podrobně popisovány zejména s ohledem na okolní vegetační pokryv, jejich stav a viditelnost na stínovém digitálním modelu reliéfu. Cílem této mé snahy bylo spíše pouze o něco rozšířit již známou datovou základnu vztahující se k těmto zajímavým objektům o další data s ohledem na LLS.

Do jisté míry bylo při popisu objektů vycházeno z manuálů výzkumů v terénu (*Černý 1979; Vařeka et al. 2006, 58*). Tvrziště poblíž ZSV Javor nebylo ani v této práci výraznějším objektem zájmu. Podrobný popis vytipovaných a následně verifikovaných bodových objektů a vybraných liniových objektů byl průběžně zachycován do databáze antropogenních reliktních oblastí, která čítá 81 ks objektů. Databáze sloužila při výzkumu zejména k přehledné evidenci údajů o objektech a při tvorbě grafů. Mezi

její deskriptory patří: označení objektů, pracovní čísla objektů, potvrzení lidarem a případná nutnost zaměření objektu pomocí GPS, předběžná interpretace, tvar v půdorysu v úrovni terénu, délka (u liniových objektů) nebo průměr (u bodových objektů), typ okolního vegetačního pokryvu, informace o stavu památky, případná poznámka, polygony a vzdálenost milíře od nejbližšího sousedního. Posledně zmiňovaný deskriptor představuje zkoumání a porovnávání milířů z hlediska jejich vzájemných prostorových vztahů. V programu ArcMap byla měřena vzdálenost od nejbližšího sousedního milíře a zaznamenávána do databáze.

Vzrostlý vegetační pokryv (lesy) byl systematicky rozdělován podle několika předem nadefinovaných kritérií: typ „smíšený les“ obsahoval přibližně 50% jehličnanů a 50% listnatých stromů. Pokud jeden z nich převládal (alespoň 75%), byl označován úsek lesa jako jehličnatý nebo listnatý. Lesní pokryv byl dále dělen podle jeho hustoty. Jako výchozí měřítko bylo bráno 10 metrů čtverečních okolní plochy objektu. O označení „mírný“, „střední“ a „hustý“ les rozhodoval počet stromů nacházející se v dané ploše. Konkrétně v „mírném“ lese se nacházelo do 5 kusů stromů, ve „středním“ pak 6-8 stromů a v „hustém“ 9 a více stromů. Typy lesů na obou lokalitách jsou znázorněny na plánu (obr. 7).

Při ověřovacím průzkumu byly brány v potaz také případné pseudoobjekty (z toho důvodu, že např. hromada větví se mohla jevit jako mohyla atp.). V programu Surfer 11 byl po vytvoření stínového modelu reliéfu krajiny (přes rastrový soubor GRID) sledován vliv dopadajícího světla (horizontálně i vertikálně) pomocí změn úhlů jeho dopadu s cílem lépe odhadnout potenciální objekty nebo pseudoobjekty.

V programu ESRI ArcMap verze 10.2 vznikl poté plánek s výraznými pseudoobjekty. Další práce v tomto programu pak spočívala např. také v tvorbě plánků oblastí se zvýrazněnými nalezenými archeologickými objekty s popisky na základě podkladové mapy oblasti ZM 1:25 000 (obr. 5). Mezi další vložené vrstvy patřily např. relikty ZSV (podle Veselá 2008, 30-39) nebo vrstva s katastry (Milínov u Nezvěstic a

Kornatice) - na základě katastrální hranice, která se od roku 1949 vzhledem k nižší hustotě zalidnění v oblasti pravděpodobně příliš nezměnila, byly objekty pro lepší orientaci rozděleny do dvou polygonů (obr. 8).

Do prvního zmiňovaného polygonu (označeného číslem 1) spadají bodové objekty s označením B4-B6, B9-B21 (všechny interpretované jako milíře) a dále bodové objekty B22-B68 (interpretované jako mohyly) a liniové objekty L1-L4 (interpretované již v předchozích výzkumech v letech 2004 a 2010 jako mezní pásy, *srov. Starková 2013, 175*) a z větší části sem náleží také úvozová cesta označená jako L13. Do polygonu Kornatice (s číslem 2) pak spadá menší část objektů. Pouze: B1-B3, B7 a B8 a L5-L12.

6.1 Milíře

6.1.1 Polygon Milínov u Nezvěstic

Objekty B4-B5 z prvního polygonu nejeví žádné výrazné známky porušení. V jejich okolí se nachází les označený jako „smíšený střední“. Prostupnost laserových paprsků v takovém typu lesa odhaduji na poměrně dobrou. Za velmi důležitý považuji zejména jeden z těchto dvou objektů – bodový objekt s označením B5 interpretovaný jako milíř (obr. 9). Je zajímavý tím, že byl detekován až v terénu. Příčinou mohou být jeho o něco drobnější rozměry (průměr pouze přibližně 5 m) a nepříliš výrazné hrany v porovnání s jinými objekty interpretovanými jako milíře. Je kruhového tvaru. Jeho přesná poloha byla (jako u jediného objektu z celé databáze) zaměřena pomocí GPS a zpětně dohledána na stínovém digitálním modelu reliéfu. Jistý kruhový objekt je v těchto místech (nedaleko bývalé lesní školky) lehce patrný, ale jeví se na DMR spíše nenápadně. Souvislost s bývalou lesní školkou a možnost, že by tento poněkud zvláštní objekt byl spíše pseudoobjekt, byla terénním průzkumem vyloučena.

Průměr již zmiňovaného bodového objektu kruhového tvaru B4 je přibližně 10 m (obr. 10). Tento milíř je ale na stínovém digitálním modelu reliéfu již dobře patrný a nebylo ho tedy zapotřebí zaměřovat pomocí GPS. Milíř kruhového tvaru s označením B6 a průměrem 6,5 m se nachází v „jehličnatém středním“ lese. Výrazné zhoršení stavu památky zjištěno nebylo. Bodový objekt B9 se nachází na okraji lesa, který autorka práce definuje jako „jehličnatý hustý“ les. Na stínovém digitálním modelu reliéfu terénu je poměrně viditelný. Je kruhového tvaru a s průměrem 9,5 m. Nezdá se být výrazně porušen. Milíř B10 je oválnějšího tvaru s průměrem také 9,5 m. Nachází se v „jehličnatém středním“ lese, ve špatném stavu spíše není a na DMR je také poměrně viditelný.

Objekt B11 kruhového tvaru s průměrem asi 9 m je taktéž v uspokojivém stavu a na DMR poměrně dobře viditelný. V jeho okolí se nachází „smíšený střední“ les. Milíř s označením B12 DMR také zobrazil, je kruhového tvaru s průměrem přibližně 10 m, je nepřilíš porušen a nachází se ve „smíšeném středním“ lese. Přesně ten samý popis jako u předchozího objektu lze uplatnit také na objekty B13-B18, liší se pouze drobně ve svých průměrech (B13: 9 m, B14: 8 m, B15: 10 m, B16: 9 m, B17: 9,5 m, B18: 10 m). Objekt B19 je oválného tvaru s průměrem 9 m, DMR ho zobrazil, stav nemá příliš zhoršený a nachází se ve „smíšeném středním“ lese. Objekty B20 a B21 jsou prakticky identické: oba zobrazil DMR, jsou kruhového tvaru s průměrem 9 m, nebyly u nich pozorovány známky poškození a oba se nacházejí ve „smíšeném mírném“ lese.

6.1.2 Polygon Kornatice

Objekt B1 z druhého polygonu (interpretovaný jako milíř s průměrem 8,5 m) je kruhového tvaru (obr. 9). Na stínovém digitálním modelu reliéfu terénu je dobře patrný. Není výrazně porušen a nachází se v „listnatém středním“ lese. Milíř B2 je taktéž zobrazen na DMR, má kruhový tvar a průměr 9 m. Stejně jako předchozí není výrazně porušen a v jeho okolí je možno vidět „listnatý střední“ les. Bodový objekt B3 je

oválného tvaru s průměrem 9,5 m, DMR ho zobrazil. Nachází se v „jehličnatém mírném“ lese. Bohužel se u něj setkáme s výrazným porušením - projel skrze něj vůz lesníků. Milíře B7 a B8 se shodným kruhovým tvarem a průměrem 9 m měly (pokud jde o stav) větší štěstí a nejsou příliš porušeny (obr. 11 a 12). Nacházejí se oba v „listnatém středním“ lese a na DMR jsou dostatečně patrné.

6.1.3 Analýza prostorových vztahů milířů

Milíře B1 a B2 jsou si vzájemně nejbližší. Jejich vzdálenost činí 40 m (obr. 9 a 13). Objekty B3 a B4 jsou si také vzájemně nejbližšími sousedy, jejich vzdálenost je 74 m. První z nich patří však do polygonu Kornatice, zatímco druhý spadá do polygonu Milínov u Nezvěstic. Milíř B4 je pak nejbližším sousedem objektu B5. Vzdálenost mezi nimi je přibližně 57 m. Nejbližším sousedním milířem pro milíř B6 je B10. Jsou vzdálené 117 m. Objekty B7 a B8 jsou sobě vzájemně nejbližší (56 m) stejně jako objekty B9 a B10 (vzdálenost 92 m). Nejbližším sousedním milířem pro B11 je pak B12. Jsou vzdálené 23 m. Naopak ale pro objekt B12 se zdá být nejbližší milíř B13. Jejich vzdálenost činí pouhých 20 m. Tento objekt B13 je současně nejbližší také pro milíř s označením B14. Vzdálenost mezi nimi je 25 m. Milíře B15 a B16 jsou vzájemně nejbližšími se vzdáleností asi 54 m. Objekt B16 je současně nejbližším sousedem objektu B17. Je od něj vzdálen 69 m. Vzájemně jsou svými nejbližšími sousedy milíře označené jako B18 a B19. Je mezi nimi vzdálenost přibližně 45 m. Toto platí také pro objekty B20 a B21, liší se ale od předchozích dvou objektů o 11 m delší vzdáleností mezi sebou. Kromě objektů B1-B3 a B7-B8 spadají všechny milíře do polygonu Milínov u Nezvěstic.

6.2 Mohyly

6.2.1 Polygon Milínov u Nezvěstic

Mohyly lze na základě jejich polohy a katastrů zařadit pouze do jednoho z polygonů - Milínov u Nezvěstic (obr. 14). Mohyly s označením B22-B26 mají kruhový tvar. Všechny se nacházejí v typu lesa, který je označován jako „smíšený střední“ les. Jeví známky porušení zřejmě kvůli předchozím výzkumům (jsou prokopané) a na stínovém digitálním modelu reliéfu jsou dobře patrné stejně jako jejich tvar a porušení. Liší se pouze svými průměry (B22: 5 m, B23: 5,5 m, B24: 5 m, B25: 6 m, B26: 13 m). Kruhové objekty B27 a B28 s průměry 5 m je možno také spatřit na DMR a nacházejí se ve „smíšeném mírném lese“. Zdají se být také poškozené (pravděpodobně předchozími výzkumy). Mohyla kruhového tvaru, označená jako B29, je poněkud větších rozměrů (průměr má přibližně 18 m). V jejím okolí se nachází „smíšený střední“ les. Na DMR je viditelná a její stav není příliš ideální.

Mohyly B30-B36 se všechny nacházejí ve „smíšeném mírném“ lese. Všechny se jeví jako poničené, na DMR jsou dobře patrné, mají kruhový tvar. Liší se ale svými průměry: B30: 8 m, B31: 9,5 m, B32: 16 m, B33: 13 m, B34: 18 m, B35: 15 m, B36: 13 m. Mohyly označené B37-B47 se také odlišují spíše pouze na základě svých průměrů. Ty jsou: B37: 10,5 m, B38: 10 m, B39: 11 m, B40: 9,5 m, B41: 12 m, B42: 10 m, B43: 12 m, B44: 7,5 m, B45: 12 m, B46: 10 m, B47: 8 m. Mezi jejich společné znaky patří spíše kruhový tvar, dobrá viditelnost na stínovém digitálním modelu reliéfu a nepříliš dobrý stav - patrně vlivem předchozích výzkumů (obr. 15). Všechny se také vyskytují v lese, který je možno charakterizovat jako „smíšený střední“ les.

Mohyla označená jako B48 je poměrně enormních rozměrů. Zdá se být největší ze všech zkoumaných mohyl se svým průměrem přibližně 20,5 m. Jinak se jeví podobně jako ostatní. Má kruhový tvar, zdá se být poničená prokopáním (viditelném i na DMR), v jejím okolí se nachází

„smíšený střední“ les. Mohyly označené B49-B56 se shodují ve své poměrně dobré viditelnosti na stínovém digitálním modelu reliéfu, kruhovém tvaru, nepříliš dobrém stavu a situováním ve „smíšeném středním“ lese. Jejich průměry jsou: B49: 11 m, B50: 8 m, B51: 10 m, B52: 7 m, B53: 10 m, B54: 13 m, B55: 9 m, B56: 6,5 m. Také bodové objekty označené B57-B63 mají všechny jmenované znaky shodné (obr. 16). Průměry těchto mohyl jsou: B57: 10 m, B58: 13,5 m, B59: 8 m, B60: 10 m, B61: 9 m, B62: 8 m, B63: 9 m.

Poněkud zvláštní jsou nalezené (a na DMR zobrazené) bodové objekty B64-B68 kruhového tvaru (obr. 14). Mohlo by se pravděpodobně jednat také o mohyly, neprokopané, avšak silně erodované. Zdají se být také o něco nižší než ostatní a také méně výrazné na DMR. Jejich průměry jsou: B64: 10 m, B65: 10 m, B66: 8 m, B67: 12 m, B68: 12 m. Nacházejí se ve „smíšeném středním“ lese.

6.3 Úvozy

Liniový objekt s označením L13 prochází jižní částí mohylníku Javor-Hádky. Jeho větší část se nachází v polygonu Milínov u Nezvěstic. S největší pravděpodobností se jedná o úvozovou cestu podobnou té na mohylníku Štáhlavy-Hájek (*srov. Křišťuf – Švejcar - Baierl 2010, 52*). Prochází sledovanou oblastí od mohylníku Javor-Hádky přibližně severovýchodním směrem k extravilánu ZSV Javor (obr. 17). Navazuje na svazky úvozů východně od ZSV, které byly s pomocí LLS zkoumány již v minulosti (*srov. Starková 2013, 175*) a jejichž podrobnější průzkum tedy nebyl součástí této práce. Úvoz je ale možno sledovat také na opačnou stranu. Na digitálním modelu reliéfu Štáhlavska je patrné, že vede od mohylníku Javor-Hádky k ZSV Dolní Neslívky (obr. 18). Tato úvozová cesta byla však podrobněji zkoumána a dokumentována pouze v rámci sledované oblasti. Přibližná délka linie od mohylníku k ZSV je asi 1600 m, na DMR je objekt L13 dobře patrný a prochází hned několika typy lesů: „listnatý střední“, „jehličnatý střední“, „smíšený střední“, „smíšený mírný“,

„jehličnatý hustý“. Prostorově víceméně respektuje mezní pásy plužiny vesnice. Je na několika místech porušen: poblíž mohylníku jeho stav narušila komunikace procházející skrze ZSV Javor (obr. 19 a 20), dva milíře (B18 a B19) a tři pseudoobjekty přibližně kruhového tvaru. Až na tyto výjimky milíře tento úvoz prostorově respektují (např. B21, B20, B9, B10, B2).

6.4 Mezní pásy

6.4.1 Polygon Milínov u Nezvěstic

Liniový objekt s délkou linie 235 m a s označením L1 je viditelný na DMR (obr. 17). Tento mezní pás není výrazně porušen a nachází se ve „smíšeném středním“ lese. U objektu L2 má jeho linie (patrná na DMR) délku 255 m. Nebylo zjištěno výraznější porušení. V jeho okolí se nachází „jehličnatý střední les“. Linie mezního pásu L3, viditelná na stínovém digitálním modelu reliéfu, má délku 385 m. Tento nepřilíš porušený objekt se nachází poblíž „jehličnatého hustého“ lesa. Stav liniového objektu L4 se také nezdá být nejhorší a je možno ho vidět i na DMR. Délka jeho linie je 165 m a nachází se v „jehličnatém mírném“ lese (interpretace jako mezní pásy *srov. Starková 2013, 175*).

6.4.2 Polygon Kornatice

Liniový objekt L5 o délce 150 m, který je viditelný na DMR a je interpretovaný jako mezní pás, není příliš porušen (obr. 17). V jeho okolí je les typu „listnatý střední“. Mezní pás s označením L6 také nemusel být zaměřován pomocí GPS, jeho stav je uspokojivý. Délka linie je 215 m. Nachází se v témže typu lesa jako předchozí objekt. Objekt L7 s délkou linie pouhých 60 m nejeví výrazné známky poškození. Je umístěn ve „smíšeném středním“ lese a na DMR je dobře patrný. L8 se nachází také ve „smíšeném středním“ lese, jeho délka je 85 m a na DMR je možno ho zpozorovat. Nezdá se být výrazně poškozen. Mezní pás L9 s délkou linie

130 m byl také zobrazen na DMR, stav se nezdá být příliš špatný a nachází se v typu lesa označeném jako „smíšený hustý“ les.

Liniový objekt L10 se nachází v tomtéž typu lesa, nejeví známky výraznějšího porušení, délka linie je asi 335 m a je možno ho zpozorovat na DMR. Mezní pás L11 má délku linie 300 m, nachází se ve „smíšeném středním“ lese, není příliš porušen a je viditelný na DMR. Objekt L12 se nachází v tomtéž typu lesa jako předchozí objekt, také nejeví známky výraznějšího porušení, linie má délku 140 m. Tento mezní pás je také možno zpozorovat na DMR (interpretace jako mezní pásy *srov. Starková 2013, 175*).

6.5 Popis vegetačního pokryvu na obou lokalitách

V okolí lokality ZSV Javor se nachází tyto stromy: dub zimní i letní, habr, buk lesní, borovice, javor klen a lípa. Z rostlin z nižšího patra jsou to pak zejména traviny a barvínek menší (obr. 21). Traviny se nacházejí převážně na podmáčené až bažinaté louce jižně od vesnice (*srov. Nová - Karlík 2010, 103-104*). Barvínek menší je možno nalézt prakticky po celém intravilánu ZSV Javor v poměrně souvislé vrstvě. Jeho pokryv částečně zasahuje také do extravilánu vesnice. Při vizuálním průzkumu v terénu byla větší část výše uvedených rostlin rozpoznána a v případě stromů také zachycena do databáze jako vegetační pokryv. Na mohylníku Javor-Hádky se setkáme v porovnání se ZSV Javor spíše se smrky než s borovicemi a spíše s kapradinami než s barvínkem.

7 SYNTÉZA

Měřením a porovnáváním vzdáleností jednotlivých milířů a jejich nejbližších sousedních milířů v programu ArcMap bylo zjištěno, že 4 milíře (z polygonu Milínov u Nezvěstic a s označením B11-B14) jsou velmi blízko sebe (průměrné vzdálenosti mezi nimi jsou přibližně 23 m). Tímto se tyto objekty poměrně výrazně odlišují od ostatních dvojic nejbližších sousedních milířů. Konkrétně nejmenší vzdálenost mezi milíři se vyskytla u objektů označených B12-B13 a její hodnota byla 20 m. Naopak s

nejdelší vzdáleností nejbližších sousedních milířů (117 m) se setkáme u objektů B6-B10 (obr. 9).

Při pohledu na velmi precizní plánek F. X. France (obr. 2) je v objektech zakreslených v plánu a objektech zobrazených na DMR patrná velká shoda. Stejně tak shodně s DMR se jeví též relikty intravilánu ZSV Javor (zaměřené totální stanici R. Veselou v roce 2004) vložené jako vrstva do stínového digitálního modelu reliéfu terénu v programu ArcMap (obr. 22). R. Veselá zachytila pomocí totální stanice části 4 liniových objektů (mezních pásů). Jednotlivé relikty zaniklé vesnice se ale na DMR nejeví příliš kvalitně zobrazené.

Porovnáním dat získaných měřeními a pozorováními v terénu s počátečními odhady vyvozenými z DMR v programech ArcMap a Surfer bylo zjištěno, že se ve většině případů zcela shodují. Jedná se zejména o měření délek a průměrů objektů, odhady jejich tvaru a stavu. Pokud jde o interpretaci, bylo předběžně odhadnuto, že potencionálních archeologických objektů je na DMR viditelných o 19 ks více než objektů skutečných a verifikovaných. Jednalo se tedy o pseudoobjekty. Pouze v jednom případě byl objekt objeven až v terénu (nenápadný, atypický milíř).

Celkový počet výrazných pseudoobjektů byl 19. Byly sem zahrnuty např. také některé zajímavé jámy - v okolí zaniklé lesní školky a v oblasti mezi ZSV Javor a mohylníkem a v blízkosti komunikace vedoucí skrze ZSV Javor. Nalezených, verifikovaných a popsanych objektů je 81 (obr. 23). Bodových je 68 a liniových 13 (obr. 24). Do těchto bodových spadá 21 milířů a 47 mohyl (pravděpodobně 5 neprokopaných k 42 původně známým) (obr. 25). Jak vyplývá z databáze, bodové objekty mají ve většině případů kruhový tvar. Pouze ve třech případech se u nich setkáváme s tvarem oválným (3 milíře). Mohyly byly při tvorbě grafu z praktických důvodů na základě databáze rozděleny na tři skupiny (s průměrem do 10 m včetně, do 15 m včetně a nad 15 m). Nejčastěji mají mohyly průměr do 10 m včetně (29 případů), do 15 m včetně jsou pak mohyly ve čtrnácti případech a více než 15 m v průměru mají jen 4

mohly (obr. 26). Jako největší mohyla se jeví ta s označením B48 (20,5 m v průměru). Milíře mají nejčastěji (v devíti případech) průměr 9 m a největší milíře jsou shodně s deseti metry v průměru tyto: B4, B12, B15 a B18 (obr. 27). Nejdelší mezní pás je označen jako L3 (linie má délku 385 m). Nejdelším liniovým objektem je pak úvoz L13 s délkou linie asi 1600 m.

Konkrétně v „listnatém středním“ lese se podařilo nalézt a zdokumentovat 8 objektů, ve „smíšeném středním“ 52 objektů, ve „smíšeném mírném“ 11 a ve „smíšeném hustém“ 2 objekty. Les „jehličnatý mírný“ se nacházel v okolí 2 objektů, „jehličnatý střední“ obklopoval 3 objekty a v „jehličnatém hustém“ lese byly nalezeny 2 objekty (obr. 28). Z výpočtů byl vynechán úvoz označený L13 z toho důvodu, že se nachází v několika různých typech lesa. Nejvíce objektů pocházelo tedy z typu lesa označovaného jako „smíšený střední“. Z těchto počtů vyplývá, že v lesích, které většinou nejsou příliš husté a ve kterých se nacházejí alespoň z poloviny listnaté stromy, se podařilo objevit více než 10 krát tolik objektů než v lesích výlučně jehličnatých.

V okolí ZSV Javor byla zjištěna přítomnost jehličnatých i listnatých stromů. Z rostlin se zde setkáváme především s travinami a poměrně souvislým pokryvem barvínku menšího (především v intravilánu vesnice). Na DMR jsou viditelné dvě zaniklé lesní školky (obr. 29). Obsahují objekty kruhového tvaru. Stále fungující oplocené lesní školky (obr. 30), identifikované v terénu, nejsou viditelné na DMR.

8 INTERPRETACE

Příčinou větších vzdáleností mezi jednotlivými milíři, kdy i ty nejbližší se obvykle nacházely desítky metrů od sebe, by mohla být pravděpodobně nutnost existence dostatečného množství stromů (na dřevo potřebné k výrobě dřevěného uhlí) mezi objekty. Výjimkou je skupina milířů B11-B14. Tyto objekty jsou mezi sebou vzdálené jen kolem

20 m. Důvod tak malé vzdálenosti mezi těmito čtyřmi objekty není možno s jistotou určit, milíře nemusejí být chronologicky současné. Mohl tam být možná pro tento účel vhodnější terén – nezdá se být příliš svažité (sklon terénu pouze asi 3 stupně), čehož se lidé mohli snažit využít, aby nemuseli (jako v mnohých jiných případech) „zasekávat“ milíř do svahu a pracně vytvářet rovnější plošinku.

Důvodem shody Francových plánek s DMR a zaměřených reliktnů (zejména mezních pásů) ZSV Javor R. Veselou může být, podle mého názoru, velká preciznost obou autorů při zpracování těchto pramenů. Poukazuje to ale také na velkou přesnost leteckého laserového skenování, zejména pokud jde o zobrazení přesné polohy objektů. Příčinou nepřiliš kvalitního zobrazení reliktnů (vyjma mezních pásů) ZSV Javor možná může být nedostatečně vhodné nastavení programu při tvorbě DMR, ale domnívám se, že se celkově vzato letecké laserové skenování hodí spíše na výzkum extravilánu než na intravilán. Jako nejlepší kombinaci metod, použitých pro výzkum zaniklých středověkých vesnic, obecně vidím tedy takto: intravilán zaměřit totální stanicí, na extravilán použít lidarové „snímky“ a verifikovat prvotní odhady ověřovacím terénním průzkumem.

Výsledky komparace pozorování a měření v terénu s prvotními odhady a měření na lidarovém „snímku“ v programech ArcMap a Surfer jsou důkazem, že metoda leteckého laserového skenování je velmi přesná a důvěryhodná. Její potenciál, jak tento výzkum prokázal, spočívá ve schopnosti detekovat všechny později ověřené archeologické objekty (pouze 1 nenápadný milíř méně výrazně) a také ve schopnosti dokumentovat (zejména stav objektů, tvar, interpretace, rozměry). Digitální model reliéfu také umožnil poměrně dobře pozorovat, měřit a zaznamenávat vzdálenosti mezi nalezenými objekty a sledovat tak do jisté míry jejich prostorové vztahy. Vždy by ale mělo dojít k terénnímu průzkumu k ověření prvotních odhadů a doplnění dokumentace (např. zjištění výplně objektů mikrovrypem). Dále je důležité v terénu určit, které

z objektů jsou ve skutečnosti pseudoobjekty. Ty je DMR schopen také kvalitně zobrazit.

Příčinou tolik častého kruhového tvaru u bodových objektů v porovnání s tvarem oválným může být, podle mého názoru, potřeba větší geometrické pravidelnosti těchto objektů. Domnívám se, že důvodem by mohl být jejich účel (materiál na proporčně přesné kruhové základně milíře či mohyly by mohl lépe „držet“ a nesesouvat se směrem k zemi). U mohyl se pravděpodobně pozůstalí snažili svým zemřelým zajistit co nejtrvanlivější místo jejich posledního odpočinku. U milířů pak mohla kruhová základna možná napomoci k lepším výsledkům při výrobě dřevěného uhlí. Podle mého názoru by bylo zajímavé učinit experiment se stavbou milíře oválného a kruhového půdorysu a zkoumat vliv statiky a tvaru milíře na kvalitu i kvantitu vyrobeného dřevěného uhlí.

Důvodem, proč se zdařilo nalézt 10 krát více objektů v lesích, které obsahují výlučně nebo alespoň z poloviny listnaté stromy, může být lepší prostupnost laserového paprsku skrze jejich koruny v porovnání s jehličnany. Dále pak jsou tyto lesy snáze prostupné také při terénním ověřovacím průzkumu. Vyloučit není zcela možno ale ani náhodu, případně lidský úsudek ve smyslu vhodnějšího terénu pro vytvoření objektu přímo na tomto určitém místě, zkušeností lidí atp.

Podle mého názoru může zvýšená četnost rozšíření barvíнку menšího na lokalitě ZSV Javor poukazovat na jeho často předpokládanou a diskutovanou schopnost indikovat osídlení zaniklé před několika stovkami let.

Viditelné zaniklé lesní školky na lidarovém „snímku“ jsou důkazem toho, že DMR je schopen zobrazit také tento typ recentních objektů. V těsném okolí zaniklé lesní školky poblíž severozápadní části extravilánu ZSV Javor se nachází kruhová jáma. Při pohledu na DMR se jevila nejprve jako potencionální archeologický objekt. Mohlo by se možná jednat o tzv. sněžnou jámu kruhového tvaru, kterou lesníci používají

k tomu, aby sazeničky stromků nevyklíčily příliš rychle - prodlužuje vegetační klid rostlin (<http://www.clatrutnov.cz/index.php/ke-stazeni/category/13-stroje-a-zarizeni?download=55%3Alesni-skolky>). Jedná se o jámu vyhloubenou v zemi a naplněnou udusaným sněhem, nad kterou je vystavěn dřevěný přístřešek (obr. 31). Přístřešek se nemusel do současnosti zachovat, ale podle mého názoru není možno zcela vyloučit, že v minulosti nad touto jámou stál a sloužil zmiňovanému účelu.

Objekty kruhového tvaru, které se na první pohled mohou na DMR jevit jako potencionální archeologické objekty (pozůstatky těžby, relikty vesnice, případně milíře), jsou ve skutečnosti pravděpodobně recentní. V případě jámy v oblasti mezi ZSV Javor a mohylníkem Javor – Hádky by se mohlo jednat o jámu vzniklou po dopadu bomby shozené v minulosti do zalesněné, málo obydlené oblasti. Podobně se jeví také objekt ležící těsně u fungující komunikace vedoucí skrze ZSV Javor. Tyto objekty by bylo v budoucnosti možná vhodné prozkoumat detektorem kovů.

Důvodem neviditelnosti na DMR fungujících oplocených lesních školek může být patrně to, že vznikly až po skenování terénu. Každopádně významně přispěly spolu s oplocením, hustším vegetačním pokryvem, vrstvou spadaneho listí, různorodým krajinným reliéfem nebo pokácenými (případně popadanými) stromy (obr. 32 a 33) ke znemožnění přístupnosti na některá místa a výrazně komplikovaly také pěší postup v okolí zkoumaných lokalit.

Příliš ideálně pro ověřovací průzkum se nejevilo ani podmáčené okolí louky jižním směrem od zaniklé vesnice Javor (obr. 34) a rybníka k ní náležejícímu. Z důvodu špatné přístupnosti nemohly být tedy nějaké potencionální objekty viditelné na stínovém digitálním modelu terénu verifikovány a náležitě zdokumentovány. Byl učiněn pokus vyznačit na plánu některé výraznější hůře přístupné oblasti (obr. 35). Les v západní části extravilánu ZSV Javor je hustý natolik, že postup skrze něj se jevil až nemožně. Přítomnost případných archeologických objektů v této oblasti není tedy možno ani potvrdit, ani vyvrátit. Také data LLS se v této části

jeví poněkud nekvalitně v porovnání s jinými oblastmi na stínovém digitálním modelu reliéfu. Lze tedy usuzovat, že hustý jehličnatý les je v porovnání např. se „středním listnatým“ spíše na překážku leteckému laserovému skenování a také samotnému ověřovacímu průzkumu v terénu. Pokud jsou ale objekty spíše na jeho okraji, je šance, že budou detekovány stejně jako objekty B9 a L3.

Lesní pokryv může poměrně dobře chránit většinu archeologických objektů v něm ukrytých. Vyjma prokopaných mohyl, jejichž stav byl ale pravděpodobně zhoršen kvůli výzkumům na nich probíhajících, a jednoho lesníky poničeného milíře nebyly objekty v příliš špatném stavu. V případě milíře se lesníci bohužel neobtěžovali projet se svým vozem alespoň okolo. Podle mého názoru tak učinili ale spíše z nevědomosti. Neinformovanost lesníků o archeologických památkách v lesích a jejich důležitosti může být velkým problémem. V budoucnu by možná stálo za zvážení pokusit se o jistou archeologickou osvětu v řadách těchto pracovníků a jejich zaměstnavatelů. Otázkou však zůstává, zda by to bylo efektivní a vlastně vůbec proveditelné a zda by také poukázání na cennost objektů naopak nevedlo k nelegálním výkopům ze strany lesníků či jejich známých s cílem nalézt něco cenného.

9 ZÁVĚR

Tato práce si kladla za cíl sledovat a hodnotit potenciál DMR5G pro vyhledávání a dokumentaci nemovitých archeologických památek na zvolených lokalitách ve Štáhlavském polesí (ZSV Javor a mohylník Javor - Hádky) a vytvořit databázi antropogenních reliktních ve zvolené oblasti. Otázka dokumentace objektů je komplikovaná. Dokumentaci jako takovou nelze zcela generalizovat vzhledem k velké různorodosti archeologických objektů a také odlišným otázkám a cílům, které sledují konkrétní výzkumy. Z výsledků vlastního výzkumu, který byl součástí této práce, ale vyplývá, že je metoda leteckého laserového skenování velmi dobře použitelná k prakticky bezchybnému detekování a také minimálně částečné dokumentaci bodových i vybraných liniových objektů pravěkého,

středověkého i novověkého stáří ve zvolené oblasti. DMR se nezdařilo použít de facto jen ke zjištění konkrétních lesních typů v okolí objektů (k tomu by ale mohl dobře posloužit DMP s vrstvou vegetace, který však nebyl při vlastním výzkumu k dispozici). Ovšem ale zhoršená kvalita DMR v některých jeho částech mohla předpovědět skutečnost, že v terénu budou v těchto místech objeveny oblasti s hustým jehličnatým lesem, které zhoršují možnost laserového paprsku dostat se skrze vegetaci k zemskému povrchu a také archeologovi nalézt zde archeologické objekty. Jak výsledky výzkumu napovídají, lepší šance průchodu paprsku a vzniku kvalitního DMR je u lesů nepříliš hustých a smíšených nebo listnatých (v takových lesích se podařilo při výzkumu nalézt nejvíce objektů a všechny jsou - až na jeden méně nápadný, atypický milíř - na DMR dobře patrné). Kromě vegetace je ale nutno vzít v potaz také skutečnost, že ideálnímu ročnímu období pro skenování nejlépe odpovídá jaro. Tomu je vhodné přizpůsobit objednání skenování vybrané lokality. Konkrétně bylo výzkumem dále zjištěno, že metoda LLS umožňuje např. sledovat v lepší perspektivě prostorové vztahy objektů (milířů). Mimo ostatních objektů se také podařilo zjistit dobrou viditelnost úvozových cest na digitálním modelu reliéfu Štáhlavska. Sledování vzájemných vztahů lokalit, které tyto úvozy očividně spojovaly, by mohlo být velmi zajímavé a přínosné pro budoucí výzkumy.

Měření v programu ESRI ArcMap umožnilo též sledování rozměrů objektů (odpovídající datům získaným v terénu), zejména v případě prokopaných mohyl také jejich stav, dále objekty předběžně interpretovat a předem odhadnout jejich tvar. Ověřování v terénu odpovídalo v drtivé většině případů těmto předchozím odhadům a měřením. Identifikace objektů však do nezanedbatelné míry souvisí na zkušenostech daného archeologa v terénu a také s jeho umem pracovat s lidarovými daty, správně na modelech terénu vytipovat objekty archeologického zájmu a odlišit je od pseudoobjektů. Každopádně ověřit počáteční odhady v terénu je ale stejně nezbytné. I to nejzkušenější oko archeologa může být v terénu překvapeno, že objekt není tím, čím se zdál být. V případě potřeby podrobně zkoumat např. výplň objektů považuji za nutné se také

vydat do terénu a provést mikrovrypy. Stejně tak je nutno vizuálně zhodnotit např. barvu objektu fyzicky přímo v terénu či doplnit výzkum o geofyzikální průzkum, který na rozdíl od metody LLS má schopnost detekovat objekty i pod zemí. S tímto vším data LLS totiž bohužel nepomohou. I přes některé drobné nevýhody má ale letecké laserové skenování před sebou nepochybně slibnou budoucnost a s velkou pravděpodobností bude zapojováno do stále většího počtu archeologických výzkumů, pro které bude významným přínosem.

10 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A PRAMENŮ:

Anderle, J. - Nováček, K. 1990: Zaniklý středověký sídelní komplex Neslívky, *Archaeologia historica* 15, 251 - 260.

Anderle, J. 1996: Tvrze kozelského polesí. Plzeň.

Bewley, R. H. – Crutchley, S. P. – Shell, C. A. 2005: New light on an ancient landscape: lidar survey in the Stonehenge World heritage Site. *Antiquity* 79, 636–647.

Crow, P. – Benham, S. – Devereux, B. J. – Amable, G. S. 2007: Woodland vegetation and its implications for archaeological survey using LiDAR, *Forestry* 80/3, 241–252.

Černý, E. 1979: Zaniklé středověké osady a jejich plůžiny. Metodika historickogeografického výzkumu v oblasti Dražanské vrchoviny. Praha.

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

Gojda, M. 2004: Letecká archeologie a dálkový průzkum. In: M. Kuna a kol., *Nedestruktivní archeologie*, Praha, 49–115.

Gojda, M. 2005: Lidar a jeho možnosti ve výzkumu historické krajiny, *Archeologické rozhledy* 57, 806-810.

Gojda, M. – John, J. 2009: Dálkový archeologický průzkum starého sídelního území Čech - Konfrontace výsledků letecké prospekce a analýzy družicových dat, *Archeologické rozhledy* 61, 467–492.

Gojda, M. et al. 2010: Studie k dálkovému průzkumu v archeologii. Plzeň: KAR ZČU.

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.

Hajšman, J. – Trnka, R. 2010: F. X. Franc a problematika středověkých mohylovitých útvarů, *Archeologie západních Čech* 1, 16-36.

Holata, L. - Plzák, J. 2013: Examinace procesu optimalizace „archeologicky korektních“ způsobů vyhodnocení dat z leteckého laserového skenování zalesněné krajiny. Potenciál filtrace surových dat, problematika interpolačních algoritmů a způsobů vizualizace antropogenních tvarů v digitálních modelech reliéfu. In: M. Gojda – J. John (eds.), *Archeologie a letecké laserové skenování krajiny*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 49-79.

John, J. 2008: Počítačová podpora dokumentace terénních reliktnů v archeologii. In: *Počítačová podpora v archeologii 2*. Brno – Praha - Plzeň , 254-262.

John, J. - Gojda, M. 2013: Ex caelo lux. Principy leteckého laserového skenování a jeho využití. In: M. Gojda – J. John (eds.), *Archeologie a letecké laserové skenování krajiny*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 8-20.

John, J. - Gojda, M. 2013: Předmluva. In: M. Gojda – J. John (eds.), *Archeologie a letecké laserové skenování krajiny*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 4-5.

Křišťuf, P. - Švejcar, O. - Baierl, P. 2010: Geofyzikální průzkum mohylového pohřebiště Javor-Hádky (k. ú. Milínov, okr. Rokycany), *Acta FF* 4/2010, 49-63.

Nová, J. – Karlík, P. 2010: Vegetace zaniklých středověkých vesnic Kozelského polesí (Plzeňsko), *Zprávy České botanické společnosti* 45, 93-117.

Novobilský, M. 2008: Obléhání hradu Lopaty. Rekonstrukce obléhání hradu z roku 1432-1433. Plzeň: Západočeské muzeum.

Profous, A. 1949: Místní jména v Čechách. Jejich vznik, původní význam a změny. Praha.

Starková, L. 2013: Využití leteckého laserového skenování na příkladu mapování a dokumentace zaniklých vesnic středověkého a novověkého charakteru v Čechách. In: M. Gojda – J. John (eds.), Archeologie a letecké laserové skenování krajiny. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 173-189.

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

Šmejda, L. 2007: Poznámky k průzkumu lesního prostředí pomocí detektoru kovů. In: Opomíjená archeologie 2005 - 2006. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 233-245.

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

Vařeka, P. a kol. 2006: Archeologie zaniklých středověkých vesnic na Rokycansku I. Plzeň.

Vařeka, P. a kol. 2008: Archeologie zaniklých středověkých vesnic na Rokycansku II. Plzeň.

Vařeka, P. – Veselá, R. 2010: F. X. Franc a zaniklé středověké vesnice, Archeologie západních Čech 1, 37–41.

Vařeka, P. - Holata, L. - Rožmberský, P. - Schejbalová, Z. 2011: Středověké osídlení Rokycanska a problematika zaniklých vsí, Archaeologia historica 36, 319-342.

Vařeka, P. - Novák, D. 2012: Tvrze na Rokycansku, *Archaeologia historica* 37, 445-459.

Veselá, R. 2004: Zaniklé středověké osídlení v mikroregionu šťáhlavského polesí. Plzeň.

Veselá, R. 2008: Zaniklá ves Javor. In: Vařeka, P. (ed.), *Archeologie zaniklých středověkých vesnic na Rokycansku II*. Plzeň, 27-51.

Internetové zdroje

Brázdil, K. 2012: Technická zpráva k digitálnímu modelu reliéfu 5. generace (DMR 5G). URL:

http://geoportal.cuzk.cz/Dokumenty/TECHNICKA_ZPRAVA_DMR_5G.pdf
[Cit. 10. 2. 2014].

URL: www.mapy.crr.cz [Cit. 17. 2. 2014].

URL: <http://mapy.geology.cz/pudy/> [Cit. 17. 2. 2014].

URL: <http://portal.chmi.cz> [Cit. 13. 3. 2014].

URL: http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ZM25_PUB/WMSservice.aspx [Cit. 1. 4. 2014].

URL: <http://www.clatrutnov.cz/index.php/ke-stazeni/category/13-stroje-a-zarizeni?download=55%3Alesni-skolky> [Cit. 3. 4. 2014].

URL: <http://znamky.szesro.cz/text/MVOP%20-%20produkty/LESNICTV%C3%8D%20A%20MYSLIVOST/Les.obr.prezentace/Zakl%C3%A1d%C3%A1n%C3%AD%20lesa.pptx> [Cit. 3. 4. 2014].

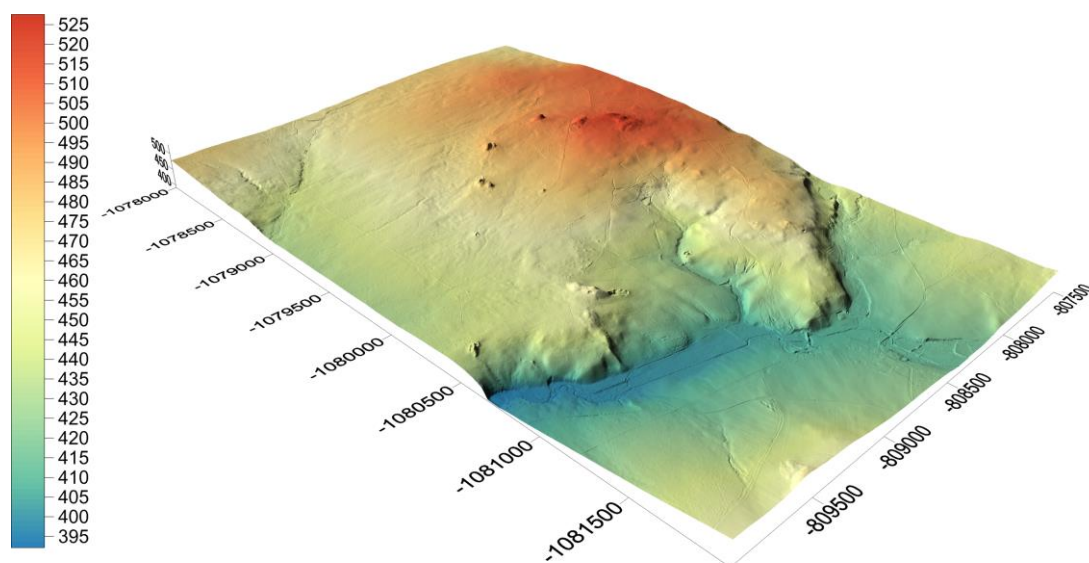
11 SUMMARY

LIDAR (Light Detection and Ranging or Airborne Laser Scanning) is one of the methods of remote sensing. With LIDAR data we can make very accurate digital terrain elevation model and we can use it for detection (and documentation) new archaeological sites and objects.

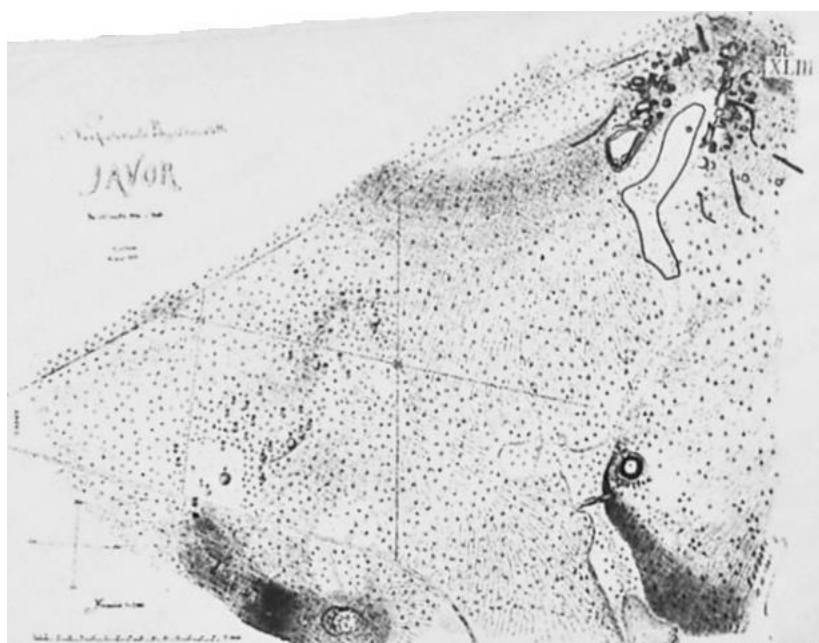
The goal of this work is mainly to monitor and evaluate the potential of the digital terrain model of the Czech Republic (the fifth generation) to search and documentation of archaeological immovable objects. For my own research of this work was chosen as the monitoring area extraregion deserted medieval village Javor and the nearby burial mounds Javor-Hádky in region of Rokycany.

Archaeologists need much experiences with finding objects in digital terrain model and in terrain too. Important for this work was using programmes ESRI ArcMap, Surfer and Access, monitoring the visibility of objects in digital terrain models, monitoring the vegetation and describing found objects.

12 PŘÍLOHY



Obr. 1 3D model terénu oblasti ZSV Javor a Javor – Hádky (pohled od jihozápadu, dvojnásobné převýšení, škála zobrazuje nadmořské výšky)



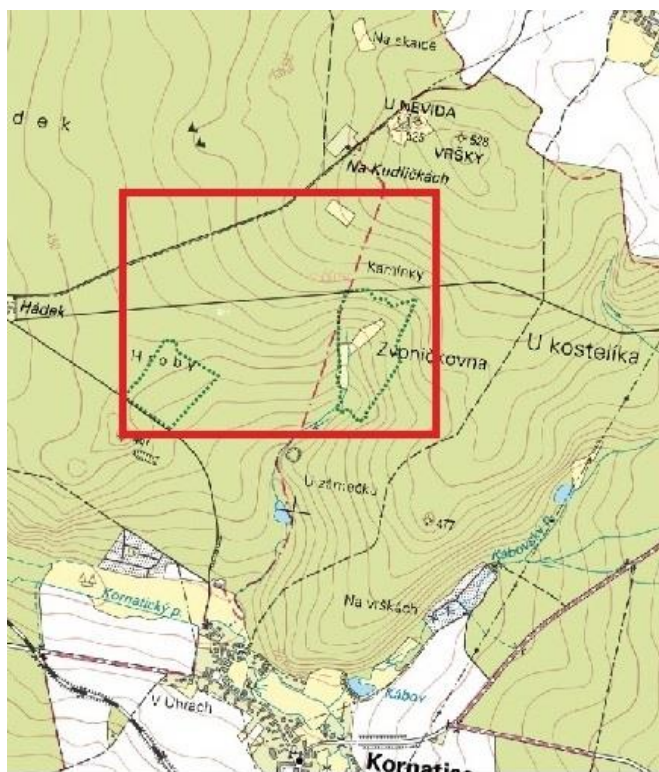
Obr. 2 Francův plánec zaniklé vesnice Javor s tvrzí a mohylníku Javor – Hádky (převzato z: Šaldová 1988)



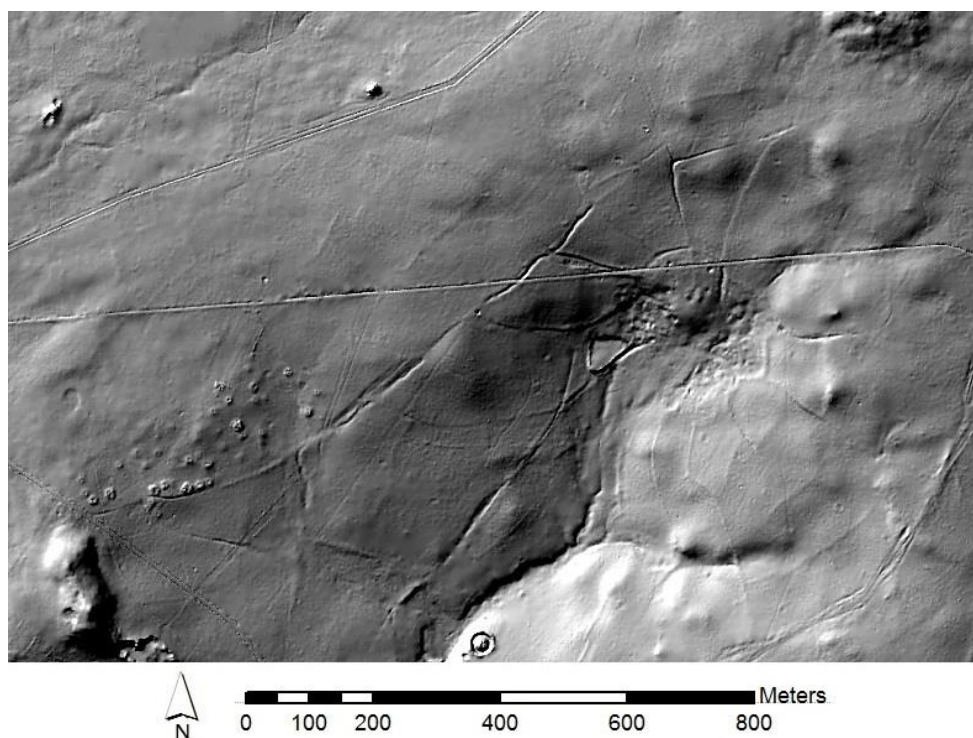
Obr. 3 Rybník u zaniklé středověké vesnice Javor (zkoumal a zakreslil již *F. X. Franc* a zaměřila ho *R. Veselá* v roce 2004; foto autorka)



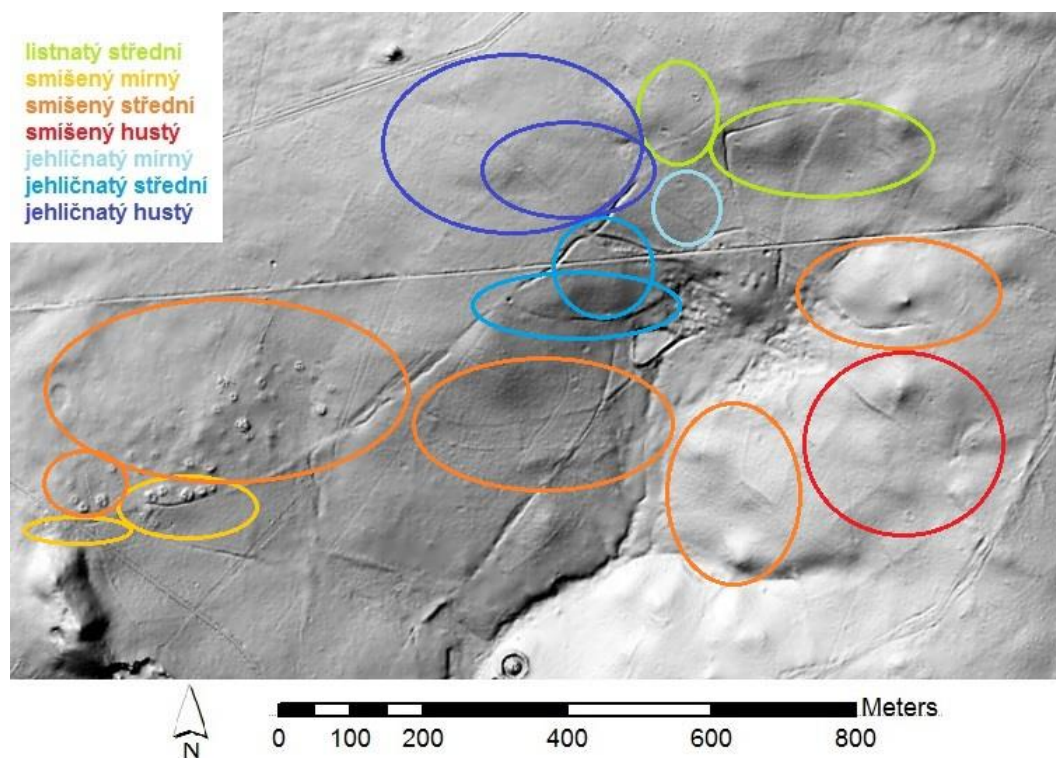
Obr. 4 Menší vodní nádrž u zaniklé středověké vesnice Javor (zkoumal a zakreslil již *F. X. Franc* a zaměřila ho *R. Veselá* v roce 2004; foto autorka)



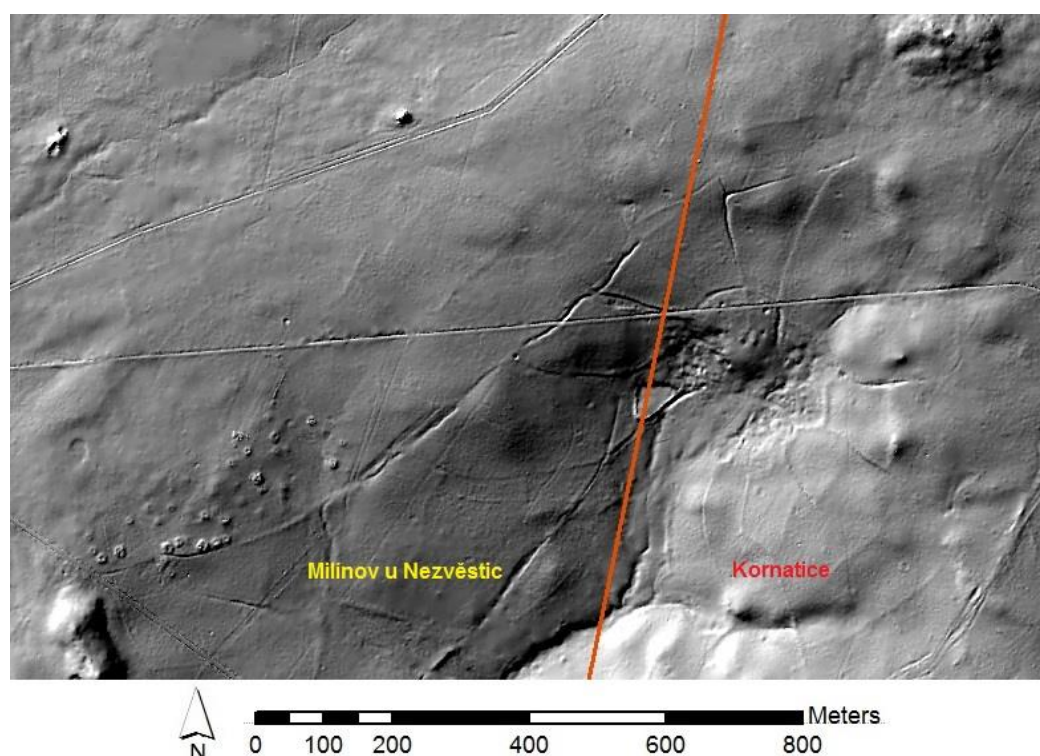
Obr. 5 Podkladová mapa ZM 1:25 000 (jako vrstva do ArcMap převzato z: http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ZM25_PUB/WMSservice.aspx)



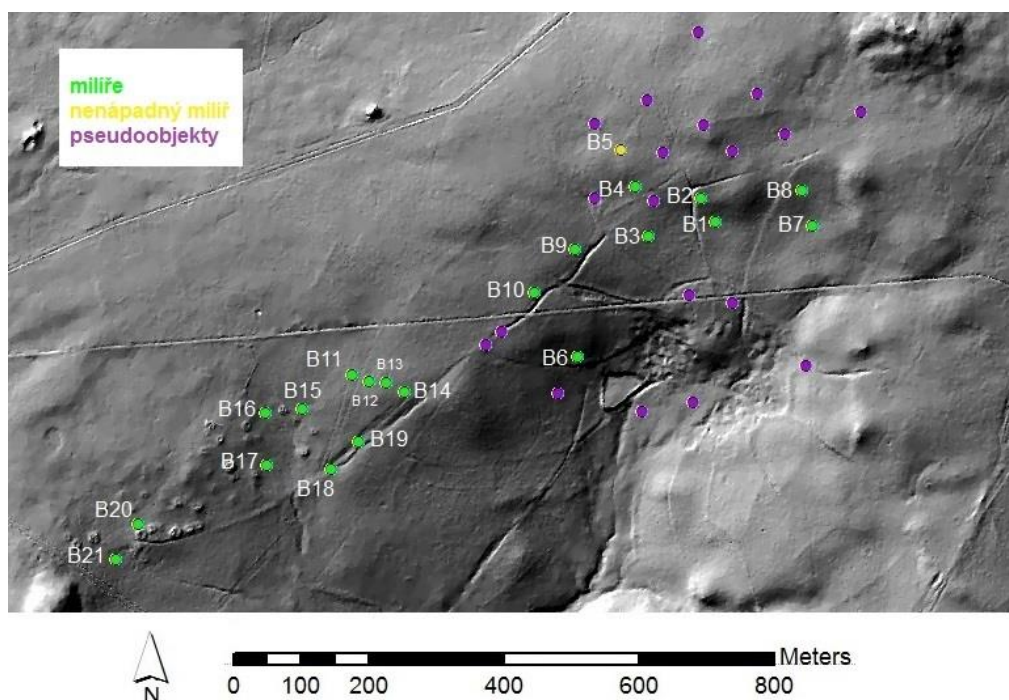
Obr. 6 Digitální model reliéfu zkoumaných lokalit (mohylník Javor – Hádky a ZSV Javor)



Obr. 7 Typy lesů v jednotlivých částech lokalit ZSV Javor a Javor – Hádky



Obr. 8 Rozdělení lokalit do dvou polygonů na základě katastrů Milínov u Nezvěstic a Kornatice podle podkladové mapy ZM 1:25 000 (převzato z: http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ZM25_PUB/WMSservice.aspx)



Obr. 9 Plánek s barevně vyznačenými milíři (1 nenápadný žlutě, ostatní zeleně) a pseudoobjekty kruhového tvaru (fialově)



Obr. 10 Milíř s označením B4 z polygonu Milínov u Nezvěstic (foto autorka)



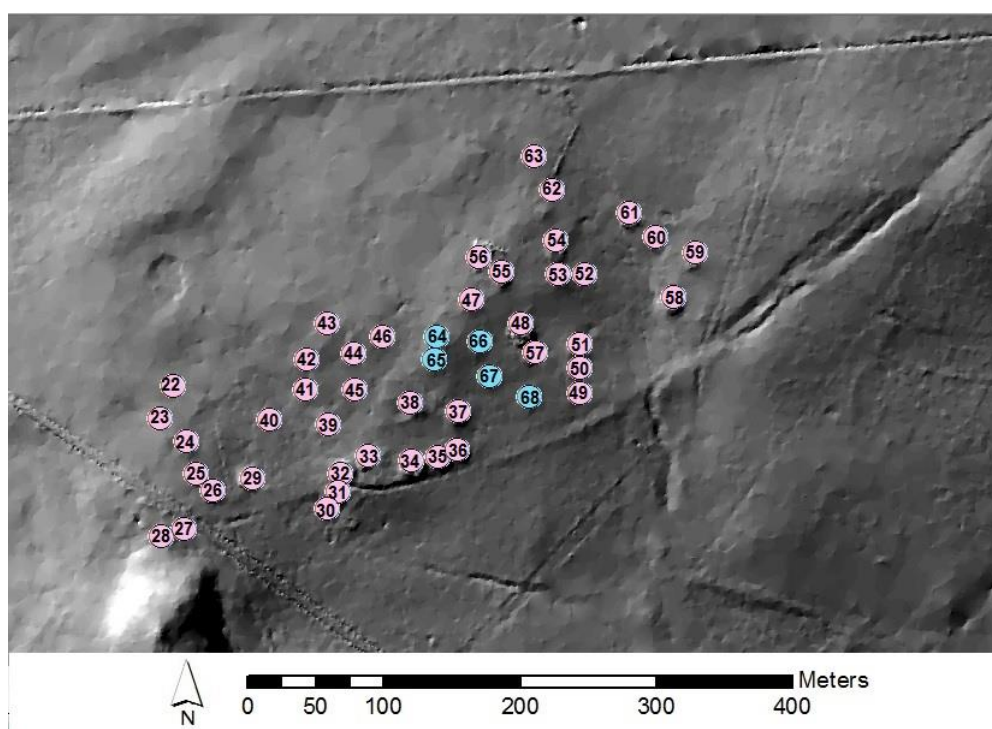
Obr. 11 Milíř s označením B7 z polygonu Kornatice (foto autorka)



Obr. 12 Milíř s označením B8 z polygonu Kornatice (foto autorka)

milíř	nejbližší sousední milíř	vzdálenost (v metrech)
B1	B2	40
B2	B1	40
B3	B4	74
B4	B3	74
B5	B4	57
B6	B10	117
B7	B8	56
B8	B7	56
B9	B10	92
B10	B9	92
B11	B12	23
B12	B13	20
B13	B12	20
B14	B13	25
B15	B16	54
B16	B15	54
B17	B16	69
B18	B19	45
B19	B18	45
B20	B21	56
B21	B20	56

Obr. 13 Tabulka 1 zobrazuje prostorové vztahy milířů (jejich nejbližší sousedy a jak jsou od sebe vzdálené)



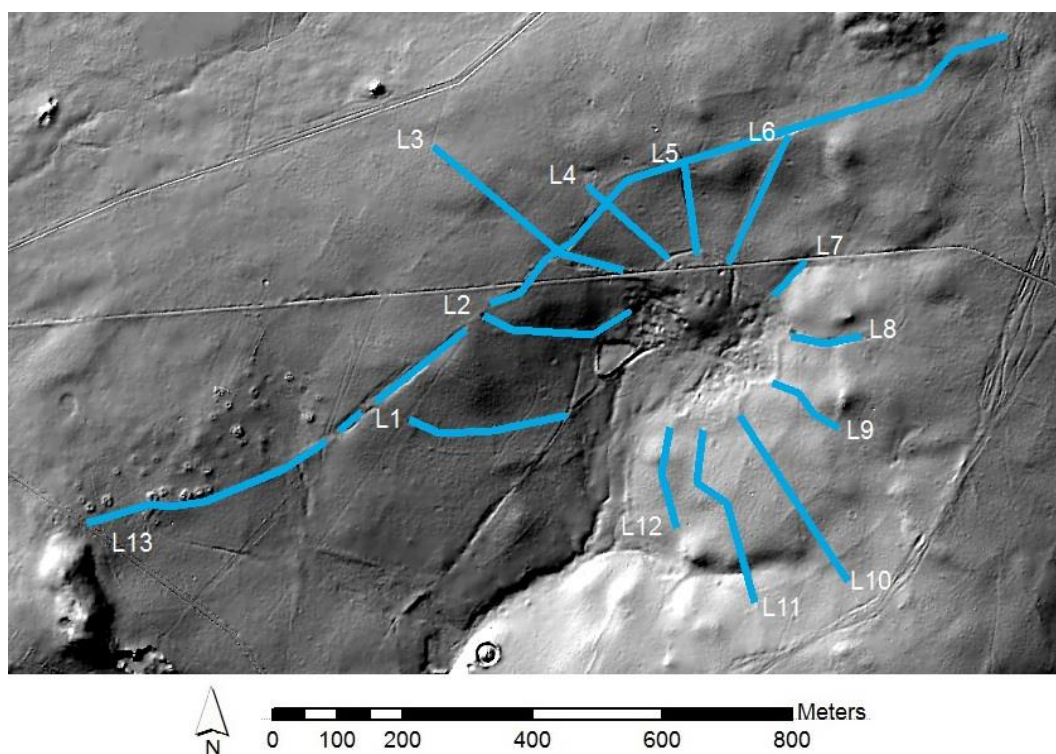
Obr. 14 Plánek mohylníku Javor-Hádky. Růžově: známé mohyly (podle plánu F. X. France), modře: objekty interpretované nově jako možné neprokopané mohyly



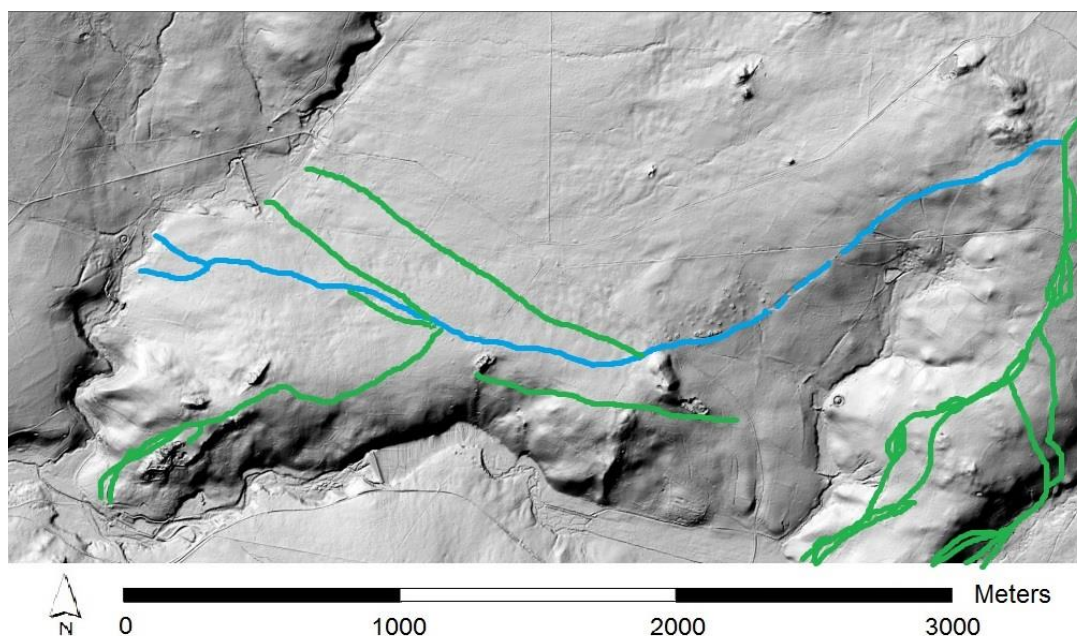
Obr. 15 Mohyla s označením B37 – porušena prokopáním a stromy (*foto autorka*)



Obr. 16 Mohyla s označením B61 – porušena prokopáním a stromy (*foto autorka*)



Obr. 17 Liniové objekty L1-L12 (mezní pásy, *podle Starková 2013, 175*) a L13 (úvozová cesta)



Obr. 18 Plánek s výraznějšími úvozy v oblasti (modře úvoz vedoucí od ZSV Javor přes Javor-Hádky až k Dolním Neslívám; zeleně pak některé další úvozy - část z nich (na V od ZSV Javor) již objevena a zkoumána za pomoci leteckého laserového skenování - *srov. Starková 2013, 175*)



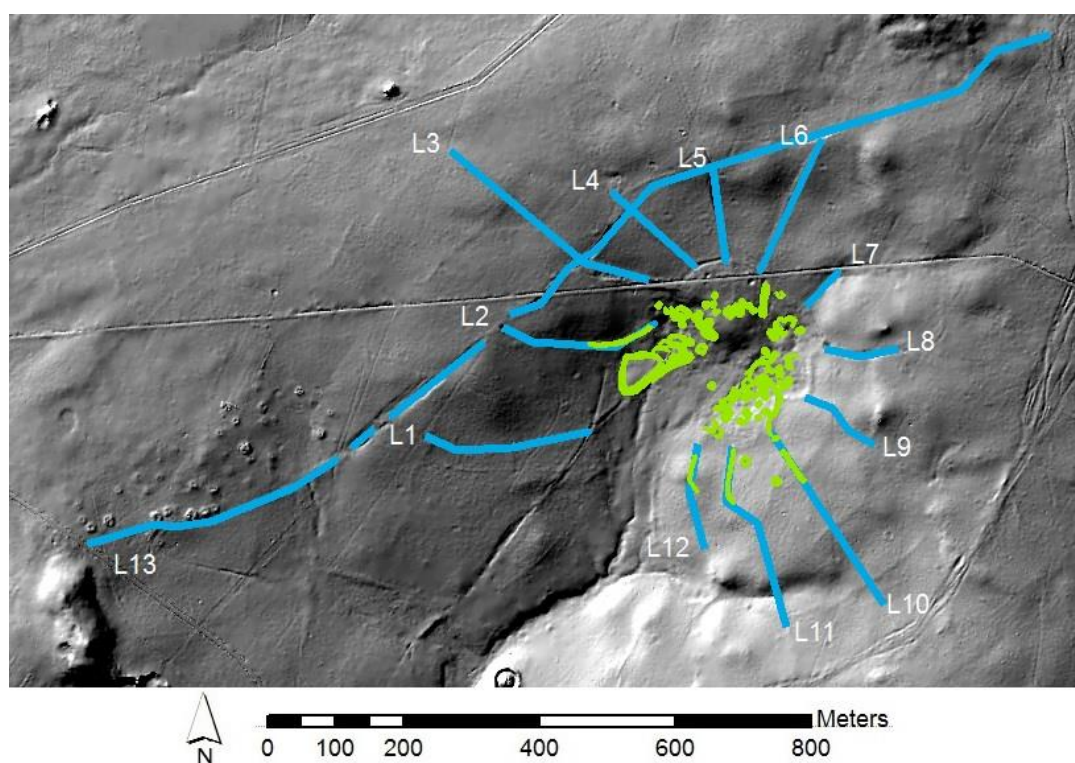
Obr. 19 Severovýchodní část úvozu L13 přerušného komunikací (foto autorka)



Obr. 20 Jihozápadní část úvozu L13 přerušného komunikací (foto autorka)

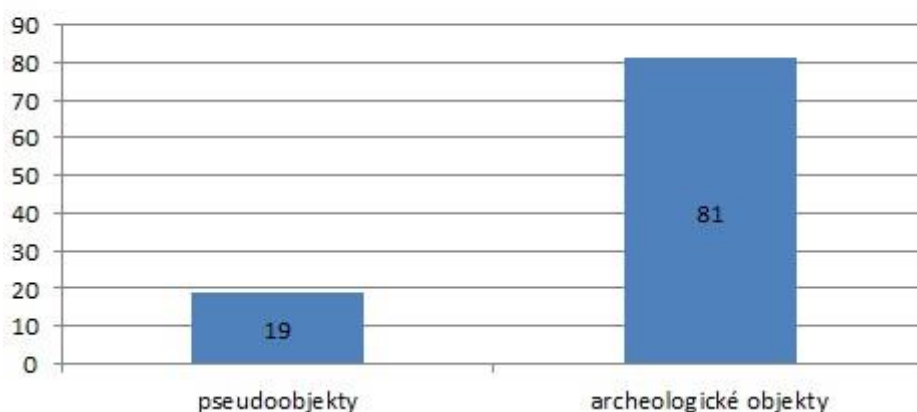


Obr. 21 Pokryv barvínku menšího v intravilánu ZSV Javor (foto autorka)



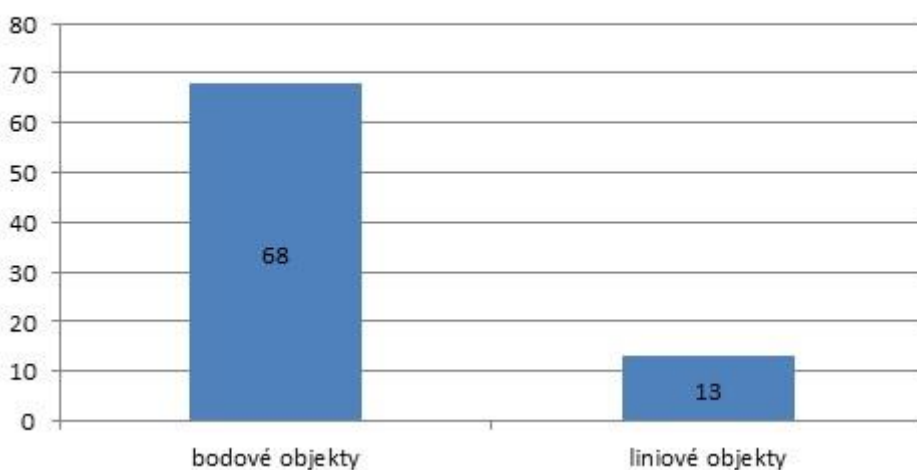
Obr. 22 Liniové objekty L1-L12 (mezní pásy, podle Starková 2013, 175) a L13 (úvozová cesta). Přidána vrstva se zaměřenými relikty ZSV za pomoci totální stanice (Veselá 2004)

Porovnání pseudoobjektů s ověřenými archeologickými objekty

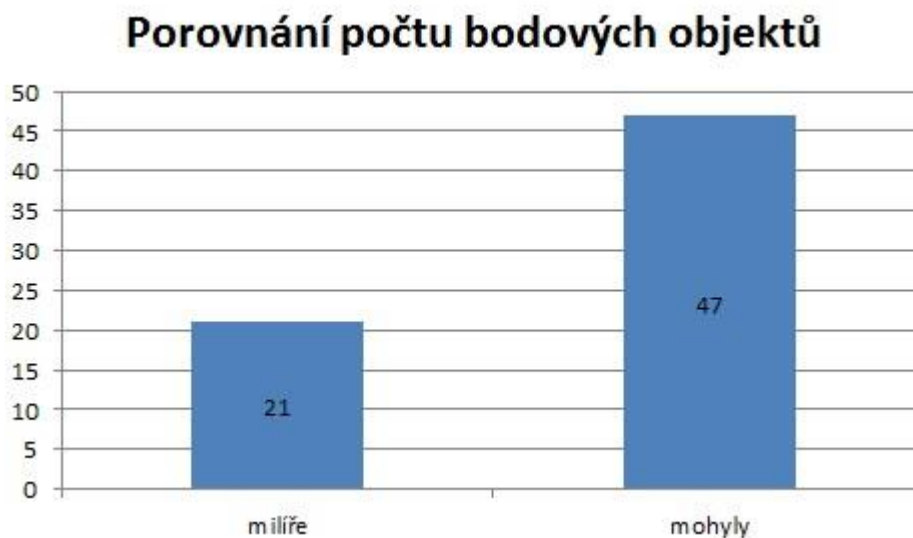


Obr. 23 Graf 1 zobrazuje počty výraznějších pseudoobjektů a nalezených, ověřených a zdokumentovaných archeologických objektů

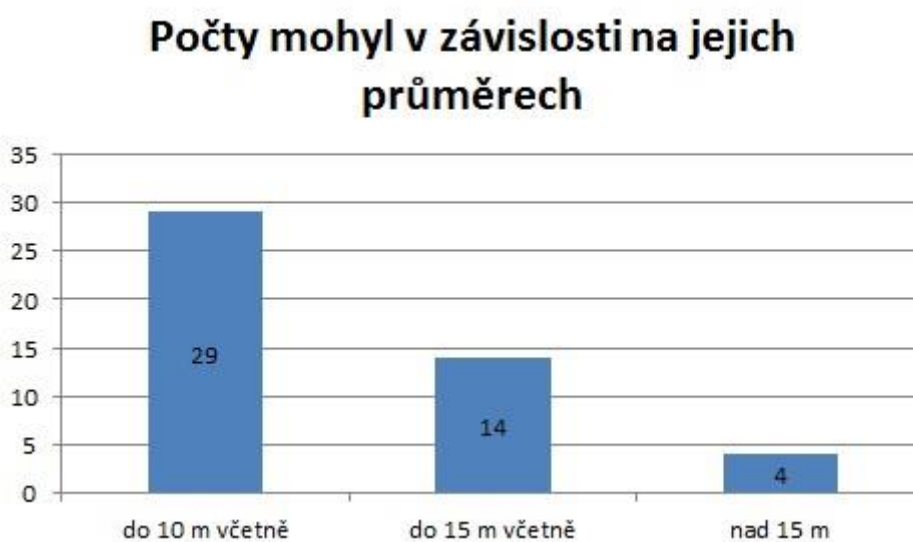
Počty nalezených objektů obou typů



Obr. 24 Graf 2 zobrazuje celkové počty nalezených, ověřených a zdokumentovaných objektů (bodových i liniových)

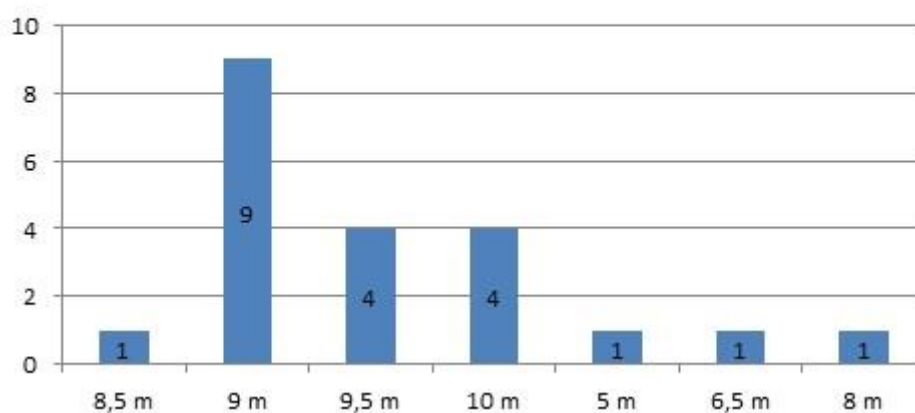


Obr. 25 Graf 3 zobrazuje celkové počty nalezených, ověřených a zdokumentovaných bodových objektů (mířů i mohyl)



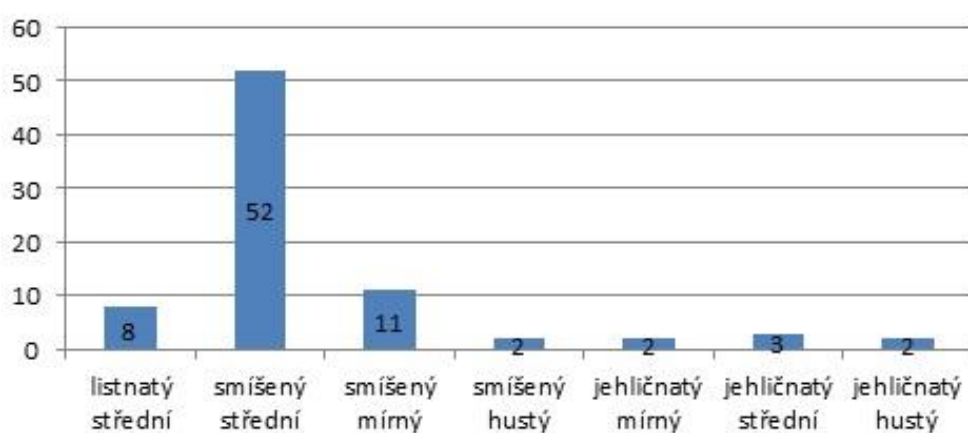
Obr. 26 Graf 4 zobrazuje celkové počty mohyl rozdělené podle jejich průměrů (z praktických důvodů rozděleny na tři skupiny)

Počty milířů v závislosti na jejich průměrech



Obr. 27 Graf 5 zobrazuje počty milířů rozdělených na základě jejich průměrů (nejčastěji průměr 9 m)

Počty nalezených objektů v jednotlivých typech lesa



Obr. 28 Graf 6 zobrazuje počty nalezených, ověřených a zdokumentovaných archeologických objektů (rozděleno podle typu lesa v blízkosti objektů)



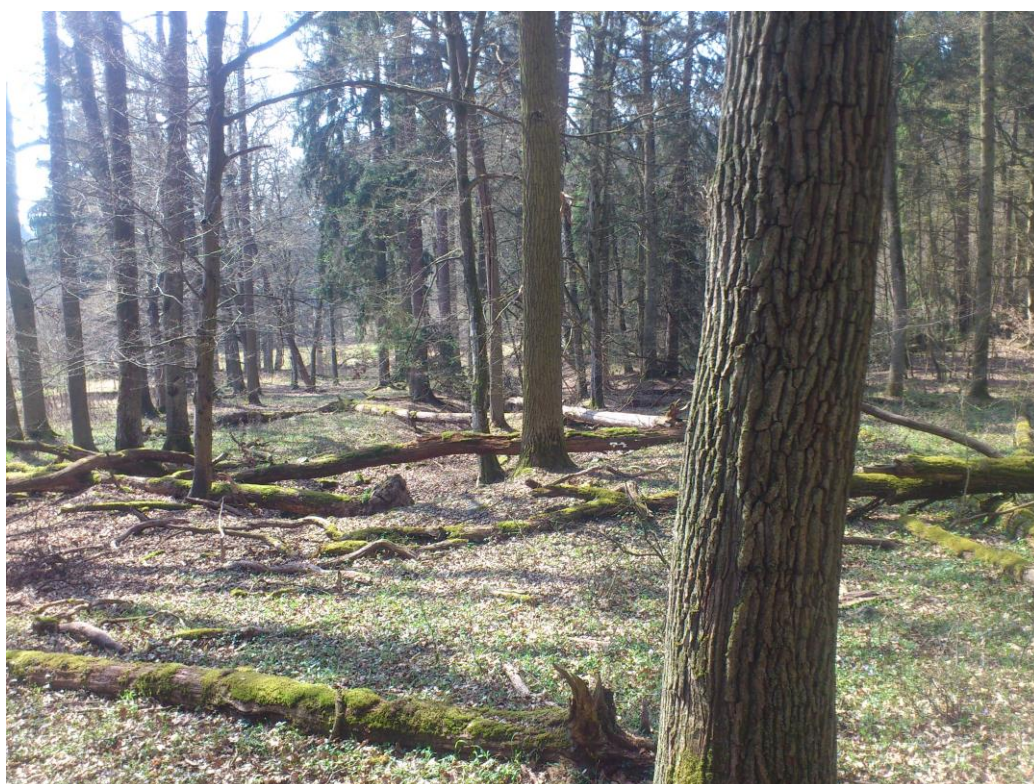
Obr. 29 Zaniklá lesní školka v severozápadní části ZSV Javor (foto autorka)



Obr. 30 Fungující lesní školka v severozápadní části ZSV Javor (foto autorka)



Obr. 31 Sněžná jáma s přístřeškem pro prodloužení vegetačního klidu sazeniček (převzato z: <http://znamky.szesro.cz/text/MVOP%20-%20produktu/LESNICTV%C3%8D%20A%20MYSLIVOST/Les.obr.prezentace/Zakl%C3%A1d%C3%A1n%C3%AD%20lesa.pptx>)



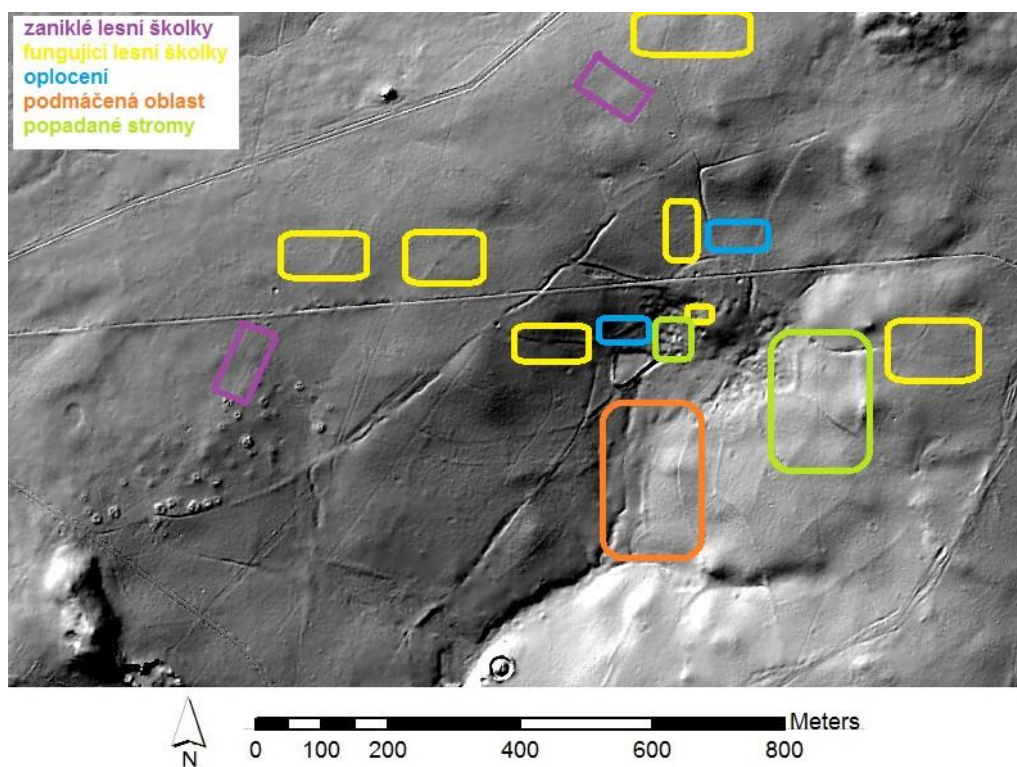
Obr. 32 Popadané stromy v oblasti intravilánu ZSV Javor (foto autorka)



Obr. 33 Popadané stromy jihovýchodně od intravilánu ZSV Javor (foto autorka)



Obr. 34 Podmáčená louka jižně od intravilánu ZSV Javor (foto autorka)



Obr. 35 Plánek s vyznačenými hůře přístupnými oblastmi a lesními školkami (fialově zaniklé lesní školky, žlutě fungující lesní školky, modře oplocení, oranžově podmáčená oblast a zeleně popadané stromy)