

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta filozofická

Diplomová práce

**Historická krajina severního Stříbrska. Terénní
ověřování výsledků leteckého laserového skenování**

Kateřina Šebková

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta filozofická

Katedra archeologie

Studijní program Archeologie

Studijní obor Archeologie

Diplomová práce

**Historická krajina severního Stříbrska. Terénní
ověřování výsledků leteckého laserového skenování**

Kateřina Šebková

Vedoucí práce:

PhDr. Jan John, Ph.D.

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 touto cestou vyjádřila poděkování PhDr. Janu Johnovi, Ph.D. a Mgr. Lence Starkové, Ph.D. za trpělivost, vstřícnost, cenné rady a připomínky.

Obsah

1	ÚVOD	7
2	CÍLE A SLEDOVANÉ OTÁZKY PRÁCE	7
3	LETECKÉ LASEROVÉ SKENOVÁNÍ	8
	3.1 Lidar, jeho součásti a princip skenování	8
	3.2 Uplatnění a přesnost LLS, komparace s dalšími metodami ..	10
	3.3 Interpretace a ověřovací povrchový průzkum v terénu	13
	3.4 Metadata	15
	3.4.1 Hustota skenování.....	16
	3.4.2 Datum skenování.....	16
	3.5 Příklady archeologických výzkumů s využitím dat LLS	18
	3.5.1 ČR	18
	3.5.2 Zahraničí.....	19
	3.6 Klasifikace dat.....	20
	3.7 Digitální výškopisné modely terénu	21
	3.7.1 DMR4G.....	23
	3.7.2 DMR5G.....	23
	3.8 Interpolace dat	24
	3.8.1 Nejčastěji využívané interpolační metody	25
	3.8.1.1 Triangulated Irregular Network (TIN)	25
	3.8.1.2 Natural Neighbor.....	25
	3.8.1.3 Kriging.....	26
	3.8.2 Příklady dalších interpolačních metod.....	26
	3.8.2.1 Spline	26

3.8.2.2 Inverse Distance Weighted (IDW)	27
3.9 Vizualizace dat LLS.....	27
3.9.1 Stínovaný model (hillshade)	27
3.9.2 Faktor výhledu (sky-view factor).....	28
3.9.3 Lokální reliéf (local relief model).....	28
3.9.4 Svažitost terénu (slope).....	29
3.10 Možný vliv vegetace na skenování a zachování památek ...	29
4 OBLAST SEVERNÍHO STŘÍBRSKA	30
4.1 Zájmová oblast a přírodní poměry	30
4.2 Hlavní archeologické památky a historie bádání.....	31
4.2.1 Mohylová pohřebiště	31
4.2.2 Zaniklá ves Liběvice	34
5 VLASTNÍ VÝZKUM V OBLASTI SEVERNÍHO STŘÍBRSKA.....	35
5.1 Metodika vlastního výzkumu	35
5.2 Analýza	36
5.2.1 Analýza archeologických objektů	36
5.2.1.1 Milířiště.....	36
5.2.1.2 Mohyly.....	38
5.2.1.3 Úvozové cesty.....	45
5.2.1.4 Mezní pásy plužiny	49
5.2.1.5 Těžba nerostných surovin.....	53
5.2.1.6 Tvrziště	55
5.2.2 Analýza výrazných pseudoobjektů	55
5.3 Syntéza	55
5.4 Interpretace	60

6 ZÁVĚR.....	66
7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A PRAMENŮ.....	68
8 RESUMÉ	77
9 PŘÍLOHY.....	78

1 ÚVOD

Letecké laserové skenování se řadí mezi stále oblíbenější a častěji vyhledávané metody používané při výzkumu archeologických památek. Tato moderní metoda dálkového průzkumu Země umožňuje s velkou přesností vyhledávat a lokalizovat nové i již známé archeologické objekty a stejně tak celé lokality na archeologicky více či méně probádaném území. Zpracování dat leteckého laserového skenování v prostředí GIS softwaru umožňuje získat mnohé informace již před samotným terénním ověřovacím vizuálním průzkumem, predikovat do určité míry situaci v terénu a následně též atraktivní formou prezentovat dosažené výsledky za pomoci variabilních modelů terénu. Podstatou této práce je zejména provedení vizuálního ověřovacího povrchového průzkumu ve vymezeném polygonu v oblasti historické krajiny severního Střibrska na Tachovsku. Průzkum je založen především na zpracování lidarových dat (DMR5G) v kombinaci s dalšími dostupnými zdroji. První část této práce je věnována zachycení hlavních znaků leteckého laserového skenování (terminologické vymezení, možnosti uplatnění a princip skenování, příklady projektů s využitím LLS, nejčastěji využívané vizualizace atd.). Další oddíl této práce obsahuje informace o samotné oblasti severního Střibrska (přírodní poměry oblasti, hlavní archeologické památky a historie dosavadního bádání). Následující část je věnována vlastnímu výzkumu ve vymezeném polygonu studované oblasti. V tomto oddíle jsou představena shromážděná data (obsažená v databázi objektů). Závěrečný oddíl práce se pak věnuje celkovému vyhodnocení výzkumu a posouzení přínosu dat leteckého laserového skenování pro jeho účely.

2 CÍLE A SLEDOVANÉ OTÁZKY PRÁCE

Mezi cíle a sledované otázky této diplomové práce patří zejména samotné provedení vizuálního povrchového průzkumu v terénu ve sledované oblasti, který slouží k dokumentaci a ověření archeologických nemovitých památek identifikovaných především s využitím lidarových dat na digitálních modelech terénu v prostředí GIS softwaru ESRI ArcMap verze 10.2. Mezi

hlavní výstupy této práce se řadí zejména databáze objektů (nemovitých archeologických památek) s charakteristikami a formalizovanými dokumentačními prvky ověřovaných poloh, dále zhodnocení a prezentace výsledků získaných vlastním výzkumem. Konkrétně je v této práci sledována např. otázka potenciálu (efektivity) lidarového skenování při vyhledávání (nebo případně dokumentaci) archeologických objektů ve zvoleném polygonu na severním Stříbrsku, dále vliv lesní vegetace na skenování a otázka efektivity třech různých vizualizací a jejich variant využívaných pro vyhledávání nebo též částečnou dokumentaci objektů (stínovaný model, model lokálního reliéfu a model faktoru výhledu). Vzhledem k úrovni dosavadního bádání u některých skupin objektů (zejména mohylníků) je cílem práce spíše částečně rozšířit datovou základnu a případně identifikovat s využitím dat leteckého laserového skenování ve zvolené oblasti nějaké dosud neznámé objekty nebo lokality. Samotná data LLS pocházejí od ČÚZK v rámci SGS projektu (č. SGS-2015-034) s názvem „Krajina jako archeologický pramen: moderní výzkum nemovitých archeologických památek“ (hlavním řešitelem PhDr. Petr Krišťuf, Ph.D.).

3 LETECKÉ LASEROVÉ SKENOVÁNÍ

3.1 Lidar, jeho součásti a princip skenování

Termínem lidar/LiDAR (z původního light detection and ranging) nebo případně zkratkou ALS (z anglického airborne laser scanning) bývá označována technologie leteckého laserového skenování. Tato moderní metoda dálkového průzkumu Země (po zpracování lidarových dat) umožňuje vznik výškopisných modelů terénu a s velkou přesností tak trojrozměrně mapovat jeho povrch.

Mezi 5 hlavních součástí samotného systému lidarů lze zařadit stanice GPS (Global Positioning System), skener, laserové jednotky (LRF), kontrolní/řídící jednotku a navigační jednotku IMU (Inertial Measurement Unit). GPS slouží k určování absolutní polohy nosiče v prostoru (souřadnice x, y, z).

Za letu je možno využívat i větší počet GPS stanic. Rotující zrcadlo, nacházející se ve skeneru, slouží ke kontrole rozsahu záběru skenované oblasti (princip je založen na vychylování laserových paprsků). Laserové jednotky sestávají z laserového vysílače a přijímače, které - jak již názvy napovídají - slouží k vyslání a opětovnému příjmu odražených laserových paprsků. Skener a laserové jednotky spolu musejí neustále komunikovat (časově se synchronizovat) - k tomuto účelu slouží kontrolní/řídící jednotka. Navigační jednotka IMU je pak určena k záznamu polohy měřených bodů vzhledem k poloze letounu (obsahuje 3 gyroskopy a 3 akcelerometry), jelikož za letu dochází ke změnám rychlosti i náklonům (*Dolanský 2004, 22-23; Dolanský 2005, 18-27; Ackermann 1999; Fowler 2001; Pavelka 2011, 12-16*).

Principem leteckého laserového skenování je vysokorychlostní vysílání laserových paprsků (impulsů) prostřednictvím skeneru umístěném na letounu (menší letadlo či helikoptéra) směrem k zemskému povrchu. Tímto způsobem jsou vysílány statisíce paprsků za sekundu. Děje se tak za pomoci speciálních zrcadel pod různými úhly. Citlivé detektory poté zachytí odražené paprsky od povrchu terénu. Mezičas (vyslání a přijetí paprsku) představuje řádově pouhé nanosekundy. Určení polohy překážek na zemském povrchu, od nichž se paprsky odrazily, probíhá na základě rozlišení a měření těchto krátkých časových intervalů. Polohu objektů je možno určit s přesností řádově na centimetry. Přesnému snímání povrchu terénu napomáhá navigační jednotka IMU a GPS stanice na palubě letounu, dále spolupráce s pozemní sítí přijímačů signálů GPS. Skenování probíhá ve vzájemně se doplňujících pásech (průletech), jejichž šířka se odvíjí od výšky letu. Výsledkem jsou přesná, rychle získaná, georeferencovaná data (*John – Gojda 2013, 9; Gojda – John – Starková 2011, 681*). Pozemní geodetické zaměřování totální stanicí využívá stejně jako letecké laserové skenování systém laserového paprsku a je v archeologii taktéž oblíbenou metodou (*Gojda 2005, 807*).

3.2 Uplatnění a přesnost LLS, komparace s dalšími metodami

V případě archeologických výzkumů může letecké laserové skenování významně přispět zejména při mapování ploch kulturní krajiny (v otevřených i zalesněných oblastech) pravěkého i středověkého stáří. Konkrétně jde např. o identifikaci mohylníků, zaniklých polí či vesnic a jejich plužin, identifikaci těžebních nebo výrobních areálů (např. pinky, rýžoviště, milířišťe, sklářské pece atp.), dále díky LLS dochází též k objevení vojenských zařízení z doby husitství či třicetileté války (Gojda 2005, 809). Mimo archeologii se letecké laserové skenování využívá např. k určení rozsahu eroze, sledování stupně zalesnění krajiny, výškopisnému mapování, 3D vizualizaci a modelaci, atmosférickému výzkumu, architektuře, geomorfologii, hydrologii, glaciologii, geografii, oceánografii, ekologii, topografii, turismu, vojenství, mapování urbanizovaných a zastavěných ploch, stavbě dálničních koridorů atd. (Gojda 2005, 807; Gojda et al. 2010, 105).

Oblibu této technologie můžeme tedy pozorovat u stále většího počtu vědních, hospodářských i dalších odvětví. Díky využití metody LLS pro vodohospodářské účely lze tímto způsobem mapovat např. hranici vodní plochy (případně záplavovou čáru). V tomto případě je vhodné využít infračervené spektrum záření, které vodní plocha částečně nebo úplně pohltí. V těchto místech bude tudíž možno zpozorovat nízkou bodovou hustotu. Výšky bodů odražených od břehů mohou odpovídat přibližné výšce vodní hladiny u dané vodní plochy. Naopak v případě potřeby mapovat dno je záhodno využít zelené nebo modrozelené spektrum záření. Na rozdíl od infračerveného záření tato část spektra nemůže být absorbována vodní plochou. Důsledkem této skutečnosti je možnost průchodu laserového paprsku až ke dnu vodní plochy, od kterého se odrazí a navrátí se zpět. Na našem území je pro monitorování dna vodních ploch či toků aplikováno měření využívající především sonary, které se nalézají na plavidlech. V zahraničí se pak setkáme se systémem DIAL (Differential Absorption Lidar), který lze použít pro mapování vodní hladiny i dna, jelikož pracuje s infračerveným i zelenomodrým spektrem záření. Dno lze takto mapovat v případě čisté,

průhledné vody za předpokladu klidné hladiny přibližně do 50 metrové hloubky. Pro práci s těmito systémy je ale důležité uzpůsobit (snížit) výšku letu - měla by se pohybovat mezi 200 – 400 m (*Dolanský 2004, 73-74; http://www.dibavod.cz/data/lis_clanek_vtei.pdf?PHPSESSID=vcbxqccl*).

Na rozdíl od např. metody leteckého snímkování má lidar schopnost pronikat i skrze lesní vegetaci a po aplikaci možnosti odstínění vegetace (a vytvoření digitálního modelu reliéfu sledované krajiny) je možno mapovat tvar terénu původně skrytého pod korunami stromů. Při pohledu shora tak mohou být na DMR k vidění archeologické památky a nikoliv pouze vzrostlé stromy v lese, které je obklopují. Lze takto studovat otevřenou i zalesněnou krajinu (*Gojda 2005, 807-808*). Prostřednictvím lidarů lze měřit výšky přímo na povrchu terénu na rozdíl od fotogrammetrie, kde se tak děje zprostředkovaně přes letecké snímky. Díky lidarů lze oproti metodě leteckého snímkování snáze vyhodnocovat oblasti zejména se souvislými lesními porosty, strmými svahy, zástavbou, sloupy nebo stožáry atd. Informace o barvě či textuře povrchu terénu ve sledované oblasti však můžeme získat naopak z leteckých fotografií a z lidarových dat nikoliv (*Šmejda 2009, 64-66*).

Z hlediska rychlosti získání dat při měření v terénu se může letecké laserové skenování jevit v některých případech jako vhodnější než pozemní geodetické zaměrování totální stanicí. Využití totální stanice k plošnému zaměrování v terénu by v rámci archeologických projektů znamenalo mimo vynaložení většího množství času a energie též vynaložení větších finančních prostředků (*Gojda 2005, 809; John 2008, 253*).

Velkou výhodou leteckého laserového skenování je též možnost zobrazit i terénní nerovnosti, které by se fyzicky v terénu mohly jevit jako nenápadné do té míry, že by mohlo dojít k jejich přehlédnutí archeologem a ztrátě užitečných informací o lokalitě. Studovanou krajinu je navíc možno skenovat takřka kdykoliv, protože po úpravě lidarových snímků mohou snímky vypadat jako získané za nízkého světla. V prostředí GIS lze nabýt (mj. již před průzkumem v terénu) mnohých informací o sledované lokalitě a získat též

určité poznatky na základě rozboru digitálního modelu reliéfu terénu nebo 3D modelů vizualizované oblasti zájmu. Zkoumanou oblast lze díky leteckému laserovému skenování pozorovat oproti průzkumu pouze v terénu z jiné perspektivy (shora nebo v případě trojrozměrného zobrazení s odstupem jakoby v prostoru). Lze si tak povšimnout dalších objektů, možných vztahů mezi nimi atp. LLS se jeví jako efektivní též při částečném posuzování umístění archeologických památek v prostoru nebo prostorových vztahů mezi objekty či lokalitami (*Gojda 2005, 807-808*).

Na rozdíl od geofyzikálního průzkumu není možno aplikovat letecké laserové skenování za účelem identifikace či výzkumu zahloubených objektů z důvodu neschopnosti laserových paprsků lidarů proniknout pod povrch terénu a zachytit tak památky dochované pod zemským povrchem. Takovým zahloubeným objektem může být např. zaniklé obydlí pohřbené pod úrovní terénu. Velká část z veškerých pravěkých památek u nás náleží k zahloubeným objektům. Z tohoto důvodu je možno nejlépe využít potenciál leteckého laserového skenování v zemích, kde v minulosti převažovala spíše pastva nad orným zemědělstvím – tzn. např. ve Velké Británii, kde v některých oblastech lze do dnešní doby sledovat dochovaný antropogenní tvar reliéfu datovaný do období pravěku. Pro dosažení cíle větší komplexnosti výzkumu a možnost sběru dat též pod povrchem terénu lze tedy považovat za vhodné doplnit LLS o geochemický či geofyzikální průzkum (měření). Je tak možno získat ucelenější představu o dané lokalitě a při výzkumu nad i pod povrchem terénu nepřijít o cenné informace (*Gojda 2005, 808*).

V porovnání s družicovým (satelitním) snímkováním není letecké laserové skenování do takové míry ovlivněno atmosférickými vlivy. Např. u LLS je pravděpodobné, že oblačnost se nestane překážkou znemožňující nebo výrazně zkreslující samotné skenování. Družicové snímky nacházejí své uplatnění při výzkumech zejména v pouštních oblastech Předního východu či Egypta, příčinou může být též minimum či úplná absence vegetačního pokryvu (*Gojda – John 2009, 468*).

Otázka (ne)přesnosti leteckého laserového skenování se odvíjí od několika faktorů. V průběhu skenování dochází ke zkreslování generovaného modelu vlivem odrazů laserových paprsků od např. horní části vegetačního pokryvu, zvěře, skal, budov atp. Vzniká množství (mračno) nežádoucích bodů, které je po jeho nadefinování vhodné pomocí automatizovaných postupů v datových souborech odstranit. Za tímto účelem se používají počítačové systémy (např. SCOP++, TerraScan pocházející od firmy TerraSolid) (Gojda et al. 2010, 105; Kraus – Rieger 1999, 222; Dolanský 2004, 57; Dolanský – Gasior 2006, 56; Gasior 2006, 17).

S rozvojem technologií jde v případě leteckého laserového skenování ruku v ruce též větší míra přesnosti skenování. V současnosti se uváděná polohová přesnost pohybuje okolo 5 - 10 centimetrů, v praxi ale LLS vykazuje přesnost přibližně 10 – 20 nebo 30 centimetrů. V potaz je též nutno vzít další faktory ovlivňující výsledky, jako je např. filtrace a klasifikace dat, vliv vegetačního pokryvu na skenování, datum zvolené pro skenování atd. Tato poměrně vysoká míra přesnosti je dána též využíváním GPS stanic – ať již referenční pozemní sítě stanic nebo GPS nacházející se přímo v letounu. (Dolanský 2004, 10-11; Pavelka 2011, 28-29; John – Gojda 2013, 9). Např. v Holandsku či Švýcarsku metoda leteckého laserového skenování prakticky nahradila do té doby používané fotogrammetrické postupy při tvorbě DMR (Pavelka 2011, 17).

3.3 Interpretace a ověřovací povrchový průzkum v terénu

I přesto, že lze očekávat neustálé zkvalitňování technologie skenování, je však důležité odhady a na DMR vytipované možné archeologické památky vždy podrobit terénnímu ověřovacímu povrchovému průzkumu. Verifikační vizuální povrchový průzkum v terénu (výzkum antropogenních tvarů reliéfu) je časově poměrně náročná záležitost. V zásadě tato nedestruktivní metoda (v případě občasného využívání ověřovacích mikrovrypů málo destruktivní metoda) vyžaduje od archeologa zejména vydat se fyzicky přímo do sledované oblasti výzkumu a cíleně tyto pozůstatky minulé lidské činnosti

vyhledávat (případně s využitím GPS), klasifikovat, interpretovat a v rámci možností též dokumentovat jejich specifické vlastnosti (*Kuna 2004; Kuna – Tomášek 2004*). Již v prvních fázích výzkumu lze na základě vizualizovaných digitálních modelů terénu přibližně predikovat též stav (zachování nebo narušení) archeologických památek, avšak i toto je vhodné ověřit a zdokumentovat fyzicky přímo v terénu (*Gojda – John – Starková 2011, 691*).

Kvalita terénního ověřovacího povrchového průzkumu jde ruku v ruce s předchozími zkušenostmi archeologa. Vyhledávání a dokumentace archeologických památek zejména v zalesněných oblastech nemusí být vždy jednoduchou záležitostí. V optimálním případě by je proto měli provádět archeologové, kteří mají s archeologickými výzkumy jako takovými a též s výzkumy v lesním prostředí již nějaké zkušenosti. Tato skutečnost může zvýšit pravděpodobnost, že dojde ke správnému rozlišení objektů recentních od objektů, které lidská ruka vytvořila již v dobách pravěku, středověku nebo časném novověku. Zhodnocení situace v terénu napomáhá též ke zjištění možností vegetačního krytu ve sledované oblasti ovlivnit letecké laserové skenování (*Crow et al. 2007, 241-242*). Terénním průzkumem lze docílit získání důležitých informací o typu a hustotě lesní vegetace. Na jejich základě je pak možno odhadnout míru pravděpodobnosti, že laserový paprsek pronikne (nebo již v předcházejícím skenování oblasti pronikl) skrze vegetační pokryv až k povrchu terénu – a tedy i o přesnosti získaných lidarových dat (*Crow et al. 2007, 251*).

V případě objektů, které nebyly od začátku dobře patrné na modelech terénu v prostředí GIS a došlo k jejich objevení archeologem až při povrchovém průzkumu, poslouží GPS stanice k zaměření jejich polohy. Tento případ, kdy bylo nutno zaměřit objekt identifikovaný až v terénu bez předchozího vytipování, nastal např. při výzkumu extravilánu zaniklé středověké vesnice Javor na Rokycansku, který byl součástí předchozí kvalifikační práce autorky. Zmíněný výzkum vycházel též ze zpracování dat leteckého laserového skenování DMR5G. Při průzkumu v terénu došlo k objevu milířiště poměrně atypického tvaru v porovnání s ostatními

nalezenými. Jeho přítomnost nebyla v těchto místech dopředu predikována z toho důvodu, že na digitálním modelu reliéfu terénu nebyl prakticky vůbec patrný (Šebková – John 2014).

Význam vizuálního ověřovacího povrchového průzkumu v terénu tkví zejména v možnosti objevit ve sledované oblasti recentní pseudoobjekty nebo objekty neznámého účelu na místo vytipovaných, domnělých archeologických památek. Typickým pseudoobjektem může být např. kupa větví v první fázi výzkumu interpretovaná jako možná (doposud neznámá) mohyla. Počty takovýchto archeology matoucích objektů se mohou pohybovat i řádově ve stovkách či tisících zejména u sledovaných oblastí o větší rozloze. Dalším důvodem zařazení verifikačního povrchového průzkumu v terénu na seznam nutných úkolů mohou být též odrazy laserových paprsků od vegetačního pokryvu zkoumané oblasti nebo např. od zvířat. Nezanedbatelná podrobnost dat leteckého laserového skenování ve spojení s nesprávnou interpretací objektů se v těchto zmíněných případech mohou jevit jako značně komplikující práci s daty LLS a čerpání jejich potenciálu (Gojda – John – Starková 2011, 686–687; John – Gojda 2013, 9, 18).

3.4 Metadata

V metadatach leteckého laserového skenování jsou obsaženy informace o vzniku dat a následné manipulace s nimi. Konkrétně je možno v nich nalézt údaje o datu, rychlosti a výšce letu, při kterém samotné skenování probíhalo. Dále jsou zde údaje o typu a frekvenci použitého skeneru, jednotlivých průletech, úhlu skenování, výškovém a souřadnicovém systému atp. Metadata lze tedy považovat za důležitá pro vytvoření použitelných dat LLS a archeologovi by mělo být umožněno se k těmto metadatům dostat, protože sám osobně obvykle skenování neprovádí a tyto informace tudíž postrádá. Platí to zvláště pak u těch dat, které vznikly původně za jiným účelem, než je archeologické bádání. Při zpracování dat LLS mohlo dojít také ke ztrátě cenných informací o antropogenních tvarech reliéfu v krajině. Pro

archeologické využití mívají nejvýznamnější roli zejména hustota a datum skenování.

3.4.1 Hustota skenování

Úspěšnost zachycení antropogenních tvarů reliéfu v krajině je závislá mj. na hustotě skenování. Skenery s vysokou frekvencí, které se nacházejí např. na vrtulnicích, a průlety v pásech s vysokým překryvem pomáhají dosáhnout větší hustoty naskenovaných bodů ve sledované oblasti. Platí, že čím hustěji jsou body skenovány, tím jsou informace o sledované oblasti podrobnější. Hustější síť naskenovaných bodů nachází své uplatnění zejména při snaze identifikovat (nebo částečně dokumentovat) archeologické památky o menší rozloze. Za minimum pro relativně spolehlivou detekci objektů bývá obvykle archeology považován 1 bod na metr čtvereční. Avšak snahu o co největší plošnou hustotu skenovaných bodů též v mnohých případech nelze považovat za nejlepší řešení. S vyšší hustotou skenovaných bodů ve sledované krajině totiž vyvstává problém obrovského nárůstu objemu dat LLS, počtu letových hodin a tzn. i nákladů na jejich vytvoření (*Doneus – Briese 2011; John – Gojda 2013, 11*). S tímto problémem se setkáme zejména u archeologických lokalit o větší rozloze. Navíc u některých lokalit v rámci konkrétních výzkumů může být dostačující i menší podrobnost dat LLS (hustota skenovaných bodů) s ohledem na sledované otázky výzkumu. Schopnost archeologa zpracovávat data leteckého laserového skenování je kromě jeho zkušeností s prací v programech k tomu určených limitována též např. kapacitou a výkonností jeho hardwarového vybavení. Pro rychlou a efektivní práci s daty LLS je vhodné se, pokud možno, vybavit novějšími počítačovými technologiemi (*Šmejda 2009, 65*).

3.4.2 Datum skenování

Druhými pro archeologii nejdůležitějšími metadaty jsou data skenování. Z hlediska kvality získaných dat lze za ideální dobu pro skenování krajiny ve sledované oblasti považovat především jarní měsíce (nebo ještě případně

podzimní měsíce) zejména po roztátí sněhové pokrývky. Tento typ metadat je poměrně úzce spjat zejména s vývojem vegetačního krytu na lokalitách (či v jejich okolí) v průběhu roku. Důvodem označení jarního období jako nejvhodnějšího pro tvorbu dat leteckého laserového skenování je to, že vegetace na jaře ještě nedosahuje svého vrcholu (není příliš vzrostlá nebo hustá). Paprsky laseru mohou skrze vegetaci v tomto období pronikat nejsnáze v porovnání s ostatními obdobími v roce. Navíc vegetace ještě nezakrývá archeologické památky, takže naskenování jejich tvaru je v tomto období o něco přesnější, vegetací nezkreslené. Stav vývoje vegetačního krytu v určité části roku je vhodné zohlednit zejména při skenování archeologických památek v zalesněné krajině či v zemědělsky využívaných oblastech (*John – Gojda 2013, 11*). Data LLS naskenovaná právě v jarním období (konkrétně dne 29. 3. 2011) se jevila jako poměrně kvalitní a dobře použitelná např. v rámci výzkumu v okolí ZSV Javor a mohylníku Javor – Hádky na Rokycansku předchozí kvalifikační práce autorky (*Šebková 2014*). Do určité míry lze za relativně přijatelné období pro skenování považovat též podzim. V tomto období však mohou při skenování s ohledem na průchodnost laserových paprsků způsobovat jisté komplikace zbytky listů na stromech. Vrstvy spadaneho listů (v pozdější fázi podzimního období až kolem 20 centimetrů vysoké) mohou mít též potenciál do určité míry zkreslit výsledky LLS tím, že vyplní deprese na povrchu terénu či ovlivní měření výškových rozdílů při skenování i na rovinném terénu. Důsledkem tohoto jevu by mohlo být např. to, že některé drobnější objekty by tak nemusely být následně na DMR téměř vůbec patrné (*Doneus – Briese 2011, 63*). Podobně jako vrstvy listů může takto vyplnit, zakrýt nebo téměř úplně zneviditelnit objekty též vrstva sněhu v zimním období a negativně tak ovlivnit výsledky archeologického bádání při výzkumu ve sledované oblasti. V létě vznik kvalitních lidarových dat komplikují plně vzrostlé koruny stromů i rozvinutý vegetační pokryv v nižších patrech. Skenování v letním či zimním období lze mj. z těchto důvodů podle mého názoru tedy považovat za spíše neefektivní než naopak.

3.5 Příklady archeologických výzkumů s využitím dat LLS

3.5.1 ČR

Vůbec prvním realizovaným projektem zaměřeným na výzkum krajiny pomocí leteckého laserového skenování v ČR byl projekt „*Potenciál archeologického výzkumu krajiny v ČR prostřednictvím dálkového laserového 3-D snímkování (LIDAR)*“. Kladl si za cíl testovat možnosti LLS s ohledem na českou krajinu a zhodnotit jeho možný přínos pro mapování a dokumentaci území s výskytem archeologických památek v komparaci s tradičními metodami. Nositelem tohoto projektu se stala po dobu dvou let (od roku 2010) Katedra archeologie Fakulty filozofické ZČU v Plzni (Gojda – John – Starková 2011, 680). Jedním z následujících projektů realizovaných na našem území byl pak v rámci výzkumného záměru „Opomíjená archeologie“ (KAR FF ZČU v Plzni) např. projekt „Osídlení Křivoklátské vrchoviny v pravěku a raném novověku“. Z tohoto výzkumu pocházejí zejména nálezy úvozových cest a milířišť (Křišťuf 2007, 158–162).

Letecké laserové skenování umožnilo též již delší dobu postrádanou, kvalitní a podrobnou polohopisnou i výškopisnou dokumentaci významné výšinné lokality Vladař u Záhořic. Toto hradiště o velké rozloze v okrese Karlovy Vary bylo podrobena skenování v březnu roku 2010. Zpracování dat LLS dalo vzniknout digitálnímu modelu povrchu i reliéfu a dále trojrozměrnému modelu hradiště (John 2014, 67–71; Chytráček – Šmejda 2005).

Data leteckého laserového skenování se stala významným přínosem též např. pro výzkum neolitické těžby na Jistebsku v Jizerských horách. Tradičními postupy by bylo možno tyto plošně rozsáhlé archeologické památky pravěkého stáří v zalesněném terénu vyhledávat a dokumentovat jen s obtížemi (Šída – John – Prostředník – Ramminger 2013, 80).

Taktéž plzeňská mohylová pohřebiště byla podrobena v posledních letech výzkumu, který využíval data leteckého laserového skenování

(konkrétně DMR5G). V rámci výzkumu mohylových pohřebišť v Dolním kyjovském lese, Nová Hospoda a Černá Myť pak byly využívány vizualizační metody zvané svažítost terénu (slope) a lokální reliéf (local relief model) (*Křišťuf – Švejcar 2014, 56-66*).

Dalším výzkumem využívajícím data LLS byl např. výzkum týkající se archeologie konfliktu středověku, konkrétně pak obléhacích prací z 15. století. Technologie leteckého laserového skenování se v tomto případě stala prospěšná při průzkumu antropogenních tvarů reliéfu v těžko prostupném terénu v okolí Nového Hradu u Kunratic, Kostelce nad Sázavou a Lopaty. V oblasti o rozloze asi 2 kilometry čtvereční bylo cílem zejména odhalit doklady obehnání hradů prstenci obléhacích prací. Dle autora výzkumu by bylo vhodné doplnit informace z lidarových snímků též o data z plošného detektorového průzkumu ve sledovaných oblastech (*Koscelník 2013, 190–191*).

3.5.2 Zahraničí

Stejně jako na našem území je letecké laserové skenování poměrně vyhledávanou záležitostí i v zahraničí. Metoda lidarového skenování se začala nejintenzivněji rozvíjet a používat v Anglii, Francii, Itálii a Rakousku (*John – Gojda 2013, 4-5*). Vůbec první archeologický projekt využívající lidarová data byl zaměřen na výzkum světoznámé lokality Stonehenge, která se nachází právě v Anglii. Cílem projektu bylo spíše doplnit další metody o LLS a otestovat jeho užitečnost pro archeologické výzkumy. Díky své polohové přesnosti předčil lidar očekávání a umožnil objevení dosud neznámých památek na tak známé a tak intenzivně probádané lokalitě jako je Stonehenge. Původní mapy vytvořené na základě leteckých fotografií (s odchylkou i 15 m) se nemohly rovnat lidarovému skenování, jehož výsledky se lišily od reálného umístění objektů o pouhých 15 cm. Změny úhlů nasvícení (stínování) umožnily podrobnější členění dosud známých polních systémů a též identifikaci polí pravěkého stáří zachovaných dodnes v terénu (*Bewley – Crutchley – Shell 2005; Crutchley – Crow 2010*). Leteckému laserovému

skenování se věnovali též v Německu (Bavorsko a Bádensko-Würtembersko), Belgii, Holandsku, Slovinsku, Irsku či Dánsku. Konkrétně v Holandsku je cílem především detekce a dokumentace pravěkých polí, v Německu se pak aplikuje zejména metoda lokálních reliéfních modelů, která se jeví jako vhodná zejména pro mapování extrémně mělkých objektů (*Humme – Lindenbergh – Sueur 2006; Hesse 2010*).

3.6 Klasifikace dat

Proces, při kterém jsou naměřená mračna bodů rozřazována do různých skupin (vrstev) o specifických vlastnostech (budovy, vegetace, nadzemní elektrické vedení, terén atd.), se obvykle označuje jako tzv. klasifikace dat. Tato klasifikace dat probíhá v několika cyklech. Po vyčlenění vždy pouze jediné skupiny bodů v jednom cyklu se v dalším cyklu klasifikují zbylá, neroztříděná data. Z těchto rozčleněných bodů do vrstev lze pak generovat další výstupy (např. z bodů vegetace vzniknou mapy porostů, z bodů zachycujících budovy 3D modely měst atp.). Při klasifikaci dat se využívá speciálních programů vhodných (nebo přímo určených) k práci s daty LLS. Příkladem takového programu/systému může být program TerraScan (od firmy TerraSolid), dále ENVI, MARS či SCOP++. Toto rozřazování bodů do skupin probíhá manuálně či automaticky. V první fázi se využívá klasifikace automatické, která je založena na matematických algoritmech. Automatická klasifikace vykazuje přesnost obvykle kolem 90% - lze ji tedy považovat za poměrně přesnou záležitost. V další fázi následuje využití klasifikace manuální, jejíž princip se zakládá na odstranění zbývajících přibližně 10% chyb nebo nepřesností. Za pomoci právě automatické klasifikace bývají mnohdy z terénu odstraňovány např. budovy. Tato skutečnost však s sebou přináší možnost ztráty podstatných informací o archeologických památkách – zejména v případě identifikace či dokumentace pozůstatků architektury (např. u středověkých hradů). V těchto případech je zřejmě vhodné doplnit výsledky leteckého laserového skenování o pozemní měření totální stanicí přímo v terénu a při zpracování dat LLS se zaměřit spíše na klasifikaci manuálním způsobem než automatickým. Úspěšnost klasifikace může ovlivnit též

přítomnost nižší a hustší vegetace ve sledované oblasti nebo typ využitého skeneru (*Dolanský 2004, 59-67; John – Gojda 2013, 12*).

Skenery, díky nimž byla data LLS získána, lze rozdělit na tzv. konvenční a full-wave skenery. Konvenční skener pracuje pouze s odraženými paprsky od povrchu terénu a tato skutečnost s sebou může přinášet problém rozlišit samotný terén od vegetačního krytu. Na rozdíl od full-wave skeneru nezaznamenává konvenční typ vlnové křivky vysílaných laserových paprsků. S využitím algoritmů lze na základě zaznamenaných vlnových křivek odlišit odrazy od terénu a odrazy od nižší vegetace, pozůstatků lesnických prací atd. Skener typu full-wave se např. v rámci výzkumu lokality Purbach v Rakousku poměrně osvědčil při klasifikaci mohylových násypů od pseudoobjektů ve formě hromad ořezaných větví coby pozůstatků lesnických prací (*Doneus – Briese – Fera – Janner 2008; Doneus – Briese 2006*).

Ve výsledné fázi klasifikace vznikají data s koncovým formátem LAS. Tato data obsahují mj. pro data leteckého laserového skenování specifické informace o odrazech, jejich souřadnicích či intenzitě. Tento typ souborů si i přes svůj obsah relativně detailních informací zachovává nevelkou velikost. Z toho důvodu se kapacita úložných disků (jejich nosičů) nezaplňuje nijak výrazně a práce s daty s příponou „.las“ není ani příliš časově náročná. Nevýhodou tohoto formátu souborů je prozatím menší četnost programů, které jsou schopny ho otevřít a pracovat s ním. Opakem jsou v tomto ohledu textové formáty ASCII (XYZ, TXT atd.), které je schopno zpracovávat větší množství programů, avšak jejich stinnou stránkou je rychlejší nárůst objemu dat a s ním spojené zdlouhavější zpracování. U dat LLS se můžeme též setkat se soubory CAD s koncovým formátem DXF (*John – Gojda 2013, 12*).

3.7 Digitální výškopisné modely terénu

Po fázi klasifikace dat LLS následuje tvorba digitálních modelů. Lze je rozdělit na dva základní druhy: DMP (digitální model povrchu) a DMR (digitální model terénu). DMP (nebo též DSM – z anglického Digital Surface Model nebo

DGM – z německého Digitales Geländemodell) umožňuje zobrazit krajinu ve sledované oblasti i např. s vegetačním pokryvem či zástavbou. Dalším typem digitálního modelu je pak digitální model reliéfu/terénu DMR/DMT (nebo též DTM podle anglického Digital Terrain Model či německého DOM (Digitales Oberflächemodell). Na rozdíl od DMP se DMR díky obvykle využívanému automatickému vyhlazování povrchu nejeví na první pohled téměř jako letecký snímek krajiny, ale spíše jako určitá forma poměrně hladké plochy. Oproti DMP se na digitálním modelu reliéfu setkáme obvykle s cílenou absencí vegetačního pokryvu ve sledované oblasti (dochází k jeho odfiltrování či odstínění) (*John – Gojda 2013, 13*).

Digitální model reliéfu lze zobrazit za pomoci tzv. stínovaného povrchu (hillshade) a nastavováním polohy „digitálního slunce“ ve vztahu k horizontu. Tímto způsobem je možno dosáhnout zvýraznění i velmi nepatrných výškových rozdílů terénu. Tato skutečnost může napomoci odhalit některé další (méně výrazné) archeologické památky. Snímek terénu, který je analyzován v prostředí GIS, se archeolog může pokoušet nasvítit virtuálním světelným zdrojem pod různými úhly i směry. Základem je princip tzv. stínových příznaků využívaných při leteckém průzkumu v otevřené krajině již po celá desetiletí. Jedná se o dlouhé stíny, které vrhají dochované části nemovitých archeologických památek za nízkého slunečního světla (tzn. při východu a západu slunce) (*Gojda 2005, 807; Gojda – John – Starková 2011, 690*).

DMR je, celkem vzato, velmi přesnou a detailní záležitostí, ale metoda automatického vyhlazování povrchu terénu s sebou přináší možný problém ztráty některých důležitých informací – zejména v případě nedostatečně výrazných památek v krajině. Digitální model reliéfu (tzn. s odfiltrováním vegetačního krytu) byl využíván i v rámci vlastního výzkumu, který je součástí této práce. Na základě DMR v prostředí GIS je možno dopředu predikovat možný výskyt konkrétních (potencionálních) archeologických památek a získat hrubou představu i o přírodních poměrech na konkrétním místě ve sledované oblasti (např. svažítost terénu apod.). I přes možnost těchto prvotních odhadů

o situaci na lokalitě je však nutno digitální model reliéfu nepovažovat za naprosto přesnou kopii zkoumané části krajiny a vydat se fyzicky do terénu a provést ověřovací vizuální povrchový průzkum. Důvodem pro tuto verifikaci mohou být např. možné nepřesnosti či chyby při skenování nebo při následném zpracování dat, dále vliv hustoty a druhu vegetace nacházející se v okolí archeologických památek a do jisté míry mohou identifikaci, dokumentaci či interpretaci objektů ovlivnit i zkušenosti nebo specializace archeologa, který se samotným výzkumem zabývá.

3.7.1 DMR4G

DMR4G (digitální model reliéfu 4. generace) představuje generalizovaná data do rastru 5 x 5 metrů. Tato poměrně dobře dostupná data LLS jsou vhodná zejména pro identifikaci velikostně výraznějších archeologických památek v krajině (např. zaniklých polí). Na základě těchto dat je možno např. sledovat hodnoty svazitosti nebo nadmořské výšky ve sledovaných oblastech. Data DMR4G však nelze považovat za příliš efektivní při potřebě vyhledávat v rámci archeologického výzkumu památky drobnější rozlohy (Gojda – John – Starková 2011, 684-685). Data vznikla mezi lety 2009 až 2013. Mimo oblast archeologie lze data DMR4G využívat zejména při projektování dopravních či vodohospodářských záměrů, modelování přírodních jevů atd. ([http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(y3kbxtrky5vbi5uggezvb5qz\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZK-DMR4G-V&head_tab=sekce-02-gp&menu=301](http://geoportal.cuzk.cz/(S(y3kbxtrky5vbi5uggezvb5qz))/Default.aspx?mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZK-DMR4G-V&head_tab=sekce-02-gp&menu=301)).

3.7.2 DMR5G

Verze DMR 5. generace vznikla pro potřeby armády, krizových štábů, orgánů státní správy, územní samosprávy a v jistém smyslu i pro účely mezinárodní. Do projektu s názvem „Projekt tvorby nového výškopisu České republiky“ se zapojilo Ministerstvo zemědělství ČR (MZe), Ministerstvo obrany ČR (MO) a Český úřad zeměměřičský a katastrální (ČÚZK) (Brázdil 2012, 3). DMR5G lze považovat za podrobnější a kvalitnější než byl jeho předchůdce

DMR4G. Na rozdíl od něj je na jeho základě možno relativně spolehlivě identifikovat mimo objektů rozlehlejších i objekty o menší velikosti. Jednotlivé pásy skenování se překrývaly, hustota skenování měla hodnotu kolem 1,6 bodu/m². V otevřeném terénu dosahovala výšková přesnost hodnoty 0,18 m. V zalesněných oblastech mohou skenování ovlivnit různé faktory (např. hustý vegetační pokryv), v těchto polohách se však přesto výšková přesnost pohybovala okolo 0,3 m. Při zpracování dat se můžeme setkat s vyhlazováním povrchu terénu, které může být příčinou ztráty klíčových informací o archeologických památkách (zejména drobnější rozlohy) nebo nemožnosti jejich identifikace před vizuálním povrchovým průzkumem v terénu. Pokud při skenování (zejména vlivem husté vegetace) nedojde k naměření bodu v určitém místě, pro interpolaci budou využity okolní body. Toto slepé místo však může zrovna obsahovat dosud neznámé objekty archeologického zájmu. Data DMR 5. generace bohužel nebyla původně určena pro účely archeologického bádání, za jejich výhodu lze ale považovat jejich poměrně dobrou cenovou dostupnost – zejména při objednání jednotlivých listů od ČÚZK (*John – Gojda 2013, 12; Brázdil 2012*).

3.8 Interpolace dat

Vytvoření digitálních výškopisných modelů terénu vyžaduje provedení tzv. interpolace dat LLS, kterou na rozdíl od samotného lidarového skenování již může archeolog většinou provádět samostatně. Termínem interpolace obvykle rozumíme pospojování (převod) dat ve formě bodů do určitého modelu povrchu terénu. K tomuto účelu se využívají programy GIS. Nejčastějším programem využívaným pro potřeby archeologie je pravděpodobně ESRI ArcMap. ArcMap byl použit ke zpracování dat LLS též pro vlastní výzkum, který je součástí této práce. Dalším obdobným programem používaným k interpolaci dat LLS může být např. Surfer, dále český program Atlas nebo tzv. open source programy GRASS a SAGA. Dle hustoty naměřených bodů se odvíjí prostorové rozlišení vzniklých modelů, které se běžně pohybuje mezi 1 m a několika desítkami centimetrů na 1 m². Vyšší rozlišení (velikost pixelů) s sebou však přináší možný problém související s

delším časovým úsekem potřebným pro výpočet nebo s uložením a prací s větším objemem dat. Řešením této situace může být do jisté míry pořízení výkonnějšího počítače ke zpracování dat LLS (*John – Gojda 2013, 12-14*).

3.8.1 Nejčastěji využívané interpolační metody

3.8.1.1 Triangulated Irregular Network (TIN)

Výhodou této metody nepravidelné trojúhelníkové sítě je obvykle rychlé dosažení výsledků. Jejím prostřednictvím lze též zpracovávat velké množství souřadnic i s využitím běžného hardwarového vybavení. Metoda TIN je založena na pospojování vstupních bodů z bodového mračna do na sebe navazujících a nepřekrývajících se trojúhelníků, které společně tvoří triangulační síť. Spojnice mezi body nese informaci o jejich poloze, u výsledku nehraje roli zvolení počátečního bodu pro výpočet. Triangulační síť může vznikat několika interpolačními postupy (např. Delaunayho triangulace, distanční uspořádání). Trojúhelníková síť může mít vyšší rozlišení v oblastech s větší variabilitou povrchu a naopak. Při použití pro mapování zejména menších ploch vykazuje tato metoda vysoce přesné výsledky (*Humme – Lindenbergh – Sueur 2006; <http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/006000000001000000.htm>*).

3.8.1.2 Natural Neighbor

Metoda přirozeného souseda vychází z vkládání interpolovaných bodů do sítě polygonů (tzv. Thiessnových/Voronoiových). Důsledkem je přebudování této sítě a vzniku dvou sítí polygonů – původní a nové sítě. Polygon nového bodu překrývá určité části polygonů původních (vstupních, známých) bodů. Body v takto překrytých částech polygonů jsou označovány jako tzv. přirození sousedé. Tito přirození sousedé hrají roli při interpolaci nových bodů. Plochy oddělené z původních polygonů jednotlivých přirozených sousedů jsou při interpolaci vahami. Výsledný odhad odpovídá tedy sumě násobků vah s hodnotami v jednotlivých polygonech. Při pravidelném rozmístění naměřených hodnot je metoda Natural Neighbor vysoce efektivní

(<http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#//005v00000027000000>; Křikavová 2009, 23).

3.8.1.3 Kriging

Krigování je souborem interpolačních metod, zakládá se na statistických modelech obsahujících prostorové autokorelace (statistické vztahy mezi měřenými body). Jedná se o vícestupňový proces, do kterého patří průzkumná statistická analýza dat. Geostatistické techniky umožňují předpovídání tvaru povrchu a současně poskytují určitou míru jistoty či přesnosti této predikce. Krigování vychází z předpokladu, že prostorová variace v datech je homogenní v celé ploše (stejný vzor variability lze pozorovat ve všech místech na povrchu) (<http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#//009z00000076000000.htm>; <http://support.esri.com/en/knowledgebase/gisdictionary/term/kriging>).

3.8.2 Příklady dalších interpolačních metod

3.8.2.1 Spline

Metoda minimální křivosti se oproti velmi přesnému krigování se zdlouhavým výpočtem vyznačuje svou vyšší rychlostí, nevykazuje však takovou přesnost jako Kriging. Tato metoda je založena na principu odhalování neznámých hodnot aplikací matematických funkcí, kdy prokládaná funkce prochází měřenými body (minimální křivost) a splinová funkce imituje tenký, flexibilní povrch. Tento povrch prochází přesně naměřenými body. Důležitá je jeho maximální hladkost (tzn. minimální zakřivení). Každou část povrchu reprezentuje polynomická funkce (vzniklá odvozením z lokálních hodnot). Tato funkce musí být spojena se sousední polynomickou funkcí, vzniká hladký povrch, který respektuje vstupní body (John 2008, 254; Křikavová 2009, 12).

3.8.2.2 Inverse Distance Weighted (IDW)

Metoda vážené vzdálenosti se zakládá na geostatistickém principu. Jevy v prostoru s menší vzdáleností mezi sebou jsou vzájemně podobnější než jevy prostorově vzdálenější. Na tomto principu se zakládá určení vah vstupních bodů, využívá se inverzní vzdálenosti od určovaného bodu. Nevýhodou metody IDW je její neschopnost vypočítávat hodnoty nižší nebo vyšší než byly hodnoty vstupních dat a dochází tak ke zkreslení (Křikavová 2009, 10-11).

3.9 Vizualizace dat LLS

Pod pojmem vizualizace si lze představit určitou formu (způsob) zobrazení vypočteného modelu. Pro práci s daty leteckého laserového skenování, jejich vyhodnocení a prezentaci je možno používat rozmanité typy vizualizačních technik. Každá z těchto technik má své specifické vlastnosti a modely terénu tak lze zobrazit odlišnými způsoby. S ohledem na tuto skutečnost je důležité k řešení sledovaných otázek výzkumu zvolit nejvhodnější typ vizualizační metody, optimálně ji nastavit (pro větší přehlednost využít např. i barvy nebo změny textur) a ukotvit do souřadnicového systému. Vhodně zvolená metoda vizualizace studované oblasti umožňuje snazší predikci terénní situace a též vytipování objektů možného archeologického zájmu ještě před ověřovacím vizuálním povrchovým průzkumem v terénu. Pro poutavou prezentaci nebo pohled na památky z jiné perspektivy je podle mého názoru záhodno využít např. i 3D modely terénu sledované oblasti.

3.9.1 Stínovaný model (hillshade)

Stínovaný/stínový model je patrně nejčastěji využívanou vizualizační technikou pro práci s daty leteckého laserového skenování. Tato metoda je založena na principu simulovaného světla, které dopadá na model terénu (většinou pod azimutem 315° a pod úhlem 45°). Dochází ke vzniku tzv. virtuálních stínových příznaků a zviditelnění antropogenních reliéfních tvarů,

které jsou zobrazeny pomocí odstínů šedivé barvy. Vzhledem k tomu, že vizualizovaný model zohledňuje tvar (členitost) terénu, mohou při stínování povrchu vznikat na první pohled slepá místa (objekty skryté ve zcela zastíněných nebo naopak přesvětlených místech modelu). Pro získání informací i z takovýchto míst bývá užitečné změnit úhel a směr virtuálního zdroje světla (výše popsané tzv. „digitální slunce“). Mezi benefity tohoto typu vizualizace lze zařadit např. nepříliš velkou komplikovanost, rychlost výpočtu nebo možnost využití této metody k práci s daty LLS ve většině programů GIS (*John – Gojda 2013, 14-15*).

3.9.2 Faktor výhledu (sky-view factor)

Metoda faktoru výhledu spočívá v simulovaném nasvícení plochy sledované oblasti z celého prostoru uzavřené polokoule, kdy směr osvětlení nehraje roli. Jak ostatně vypovídá název sky-view, je v rámci této vizualizační metody měřena část nebe, kterou je možno vidět z nějakého bodu. Jako podklad bývá používán obvykle stínovaný model terénu (hillshade), který taktéž operuje s odstíny šedé barvy. Konkávní objekty jsou u modelu faktoru výhledu zvýrazněny tmavými odstíny šedivé barvy a konvexní (vyvýšené) objekty se zobrazují naopak ve světlých odstínech šedi. V komparaci právě se stínovaným modelem faktor výhledu zobrazí množství světla dopadajícího na objekt bez závislosti na umístění tohoto objektu v krajině. Metoda faktoru výhledu je spolehlivá i v případě její aplikace na oblasti s poměrně členitým terénem, který může např. u stínovaného modelu zapříčinit vznik již zmiňovaných na první pohled slepých míst (*Challis et al. 2008, 1055-1064; Kokalj et al. 2011; Zakšek et al. 2011, 398–415*).

3.9.3 Lokální reliéf (local relief model)

Princip metody lokálního reliéfu spočívá v komparaci dvou shodných digitálních modelů terénu, kdy jeden z těchto DMR byl předem podroben vyhlazení s využitím low-pass filtru. Dochází tak k potlačení výškových rozdílů celkového tvaru terénu a současně ke zvýraznění lokálních výškových rozdílů,

díky kterým se stávají antropogenní relikt viditelnými (tzv. trend removal proces). Konvexní i konkávní tvary bývají v rámci tohoto typu vizualizační techniky poměrně dobře rozlišitelné. Za určitý nedostatek metody lokálního reliéfu lze naopak považovat např. nutnost prezentovat výsledky založené na této vizualizaci pouze v barevném provedení – tzn. bez možnosti využití její černobílé podoby (*Hesse 2010; Kokalj – Zakšek – Oštir 2013, 107*).

3.9.4 Svažitost terénu (slope)

Vizualizační metoda zvaná v angličtině slope spočívá ve škálovém zobrazení každého z objektů, kdy tyto škály reprezentují svažitost terénu udávanou ve stupních. Jako poměrně efektivní se v některých studiích může jevit kombinace stínování (hillshade, sky-view factor) a metody svažitosti terénu. Svažité plochy jsou v tomto případě pak zobrazovány v tmavých odstínech (příčinou je inverze barevné škály). Tato funkce je obsažena ve většině GIS programů (*Doneus – Briese 2011, 66; Devereux – Amable – Crow 2008, 470-479*).

3.10 Možný vliv vegetace na skenování a zachování památek

V optimálních vegetačních podmínkách (s listnatými lesy a minimálním přízemním vegetačním porostem) by mělo být letecké laserové skenování schopné odhalit velké množství objektů – ovšem ne všechny tyto nalezené objekty lze považovat za archeologické památky. Některé objekty menší rozlohy mohou být též na DMR patrné, avšak je vhodnější, když je mezi památkami a terénem patrný určitý výškový rozdíl. Letecké laserové skenování již dokonce vykazuje dobré výsledky v zobrazení objektů i pod lesním porostem (zejména listnaté lesy), aniž by bylo bezpodmínečně nutné při zpracování dat aplikovat proces odstranění vegetačního pokryvu. V případě skenování oblasti již dříve podrobené archeologickému bádání je záhodno porovnat lidarová data s dalšími již existujícími záznamy, plánky či mapami a podrobit lokalitu vizuálnímu ověřovacímu povrchovému průzkumu v terénu (*Crow et al. 2007, 251*).

Ve Velké Británii se archeologické památky v zalesněném terénu vyskytují méně často ve srovnání s těmi, které se nacházejí v místech s půdami využitými jiným způsobem (např. pro účely zemědělství). Důvodem této skutečnosti je do jisté míry to, že letecké snímky (často poměrně dobře zobrazující archeologické památky v agrárně využívaných oblastech) nejsou schopny mapovat povrch terénu skrze vzrostlou lesní vegetaci. Některé lesy se kromě toho staly předmětem systematických archeologických výzkumů kvůli domněnce, že přítomnost lesů má automaticky za následek zničení jakéhokoli přítomného archeologického dokladu. Přítomnost lesa spravovaného správným způsobem může mít z dlouhodobého hlediska ve skutečnosti minimální dopad na mnoho typů archeologických památek ve srovnání oblastmi, kde se nacházejí půdy využívané jinými způsoby. V zalesněném terénu nejsou objekty vystaveny v takové míře působení eroze (hustý vegetační kryt může přispívat k jejímu významnému zpomalování). Antropogenní reliktů se tak mohou nacházet (díky přítomnosti lesního porostu v jejich okolí) naopak v optimálních podmínkách z hlediska jejich zachování. Je však důležité, aby lesníci prováděli své práce pokud možno šetrně a s ohledem na doklady minulé lidské činnosti (*Crow et al. 2007, 241; Brejcha 2013, 200; John 2008, 252*).

4 OBLAST SEVERNÍHO STŘÍBRKA

4.1 Zájmová oblast a přírodní poměry

Zájmovým územím, ve kterém probíhal vlastní výzkum, se stala oblast severního Stříbrska. Hlavním kritériem pro výběr studované oblasti byla zejména přítomnost zalesněné krajiny (odlesněné, zemědělsky obdělávané oblasti byly vyloučeny) – z důvodu předpokladu vyššího počtu dochovaných archeologických památek (*srov. Crow et al. 2007, 241*). Dalším kritériem pro výběr zájmového území byl značný počet známých archeologických památek dochovaných v krajině severního Stříbrska (především mohylníky) a dobrá dostupnost dat leteckého laserového skenování pro toto území. Zájmové území je vymezeno datovými listy digitálního modelu reliéfu 5. generace (obr.

1). Nejvýraznějšími památkami této oblasti jsou četná mohylová pohřebiště, která se již po celá desetiletí těší opakované pozornosti badatelů (např. O. Eichhorn, V. Šaldová, E. Čujanová).

Oblast Stříbrska je složena z několika geologických celků (krystalinikum Českého lesa, algonkia Barrandienu a Tepelské plošiny). Je zde možno nalézt ruly, svory a fylity s vložkami kvarcitů, erlanů, vápenců atd. a též granitoidy různého stáří, písky, štěrky, jíly a místy tělesa čedičových láv (Šaldová 1967, 5-6). Roční srážkový úhrn ve sledované oblasti představuje asi 500 – 600 mm a průměrná roční teplota je přibližně 6 - 7°C (<http://issar.cenia.cz/issar/page.php?id=1594>). Sledovaná oblast se nachází v nadmořských výškách přibližně mezi 400 – 550 m n. m. Pokud jde o vodstvo, nachází se v oblasti zájmu několik nevelkých rybníků, dále pak potoční síť - např. Malovický, Kozolupský, Slavický, Luční a Petrský potok a část vodní nádrže Hracholusky (http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ZM10_PUB/WMSservice.aspx). Půdy ve sledované oblasti tvoří pseudogleje s hnědými půdami oglejenými, dále hnědé půdy se surovými půdami, hnědé půdy kyselé a illimerizované půdy s illimerizovanými půdami oglejenými (http://geoportal.gov.cz/web/guest/map?wms=http://mapy.geology.cz/arcgis/services/Inspire/Pudni_typy/MapServer/WMSserver).

4.2 Hlavní archeologické památky a historie bádání

4.2.1 Mohylová pohřebiště

V zájmové oblasti výzkumu se nacházejí mohylníky známé jako **Veliká leč** a **U Osiky** (k. ú. Víchov). Jako první je zdokumentoval Otto Eichhorn již v roce 1934 - identifikoval zde 3 a 4 mohyly (Eichhorn 1937a, 16). Ve 40. letech věnovalo těmto mohylníkům svou pozornost stříbrské muzeum a v roce 1971 též Věra Šaldová. V obou případech došlo k potvrzení existence těchto sedmi mohyl (Věsta 1945; Šaldová 1971a). V červnu roku 1971 byly mohyly též zaměřeny inženýrem Šimanou (Šaldová 1973b). Věra Šaldová v těchto místech zaznamenala též dalších 5 mohyl, které se však v roce 2007 v rámci

své bakalářské práce (patrně z důvodu nedochování mohyl) Milan Latner pokoušel nalézt již marně. Oba tyto popisované mohylníky nejsou datované (Šaldová 1972a; Latner 2008, 16).

Mohylové pohřebiště zvané **Na Romadě** (k. ú. Záchlumí) bylo poprvé popsáno Věrou Šaldovou v roce 1971, která zde prováděla topograficko-geodetický průzkum. Jeho výsledkem byla identifikace dvou skupin mohyl - v první skupině 3 mohyly a ve druhé 13. Druhou skupinu mohyl se M. Latnerovi v roce 2007 nezdařilo identifikovat - opět zřejmě z důvodu nedochování mohyl do současnosti. Datace u tohoto mohylníku nebyla určena (Archiv BZO71 [159]; BZO71 [736]; Latner 2008, 21-22). O objev a zdokumentování mohylového pohřebiště zvaného **Na Žalostném** (k. ú. Kšice) se zasloužili v roce 1971 zaměstnanci polesí Liběvice. Věra Šaldová zde identifikovala skupinu 10 - 14 mohyl beze stop porušení. Datace zjištěna nebyla. V roce 1973 se i tento mohylník stal cílem měřičské skupiny inženýra Šimany. M. Latner zde v roce 2008 identifikoval 9 mohyl, z nichž některé vykazovaly známky porušení (neodborný vkop, lesní zvěř) (Šaldová 1971b; Šaldová 1975, 207; Šaldová 1973c; Latner 2008, 22-23).

Pohřebiště složené ze čtyř mohyl s názvem **Branka** (k. ú. Kšice) bylo objeveno a zdokumentováno Věrou Šaldovou v roce 1972. Datováno nebylo. V roce 2008 byly tyto 4 mohyly identifikovány a popsány M. Latnerem. Povrch mohyl jevil známky poškození zřejmě od lesní zvěře (Šaldová 1972b, Latner 2008, 23-24). Mohylník **Stelka** (k. ú. Kšice) je jedním z mohylníků milavečské kultury Vrhavečského typu (Čujanová – Jílková 1995, 18). Otto Eichhorn zde identifikoval celkem 35 mohyl a v roce 1935 provedl destruktivní výzkum tří z těchto mohyl (nalezeny dva náramky s rytými liniemi, bronzové jehlice) (Eichhorn 1937a, 19–20). V roce 1971 zde našla V. Šaldová s E. Čujanovou relikty povrchové těžby železné rudy a napočítaly celkem 42 mohyl, které o rok později zaměřil inženýr Šimana (Šaldová 1973a). M. Latner zde na podzim roku 2007 v rámci svého průzkumu našel ale již jen 12 mohyl (Latner 2008, 24-25).

Mohylové pohřebiště zvané **Čertův kámen** (k. ú. Kšice) zkoumal již v roce 1934 Otto Eichhorn (*Eichhorn 1937a*). V této oblasti došlo k identifikaci dohromady 42 mohyl, plochého žárového hrobu a k destruktivnímu výzkumu dvou mohyl – inventář z doby halštatské a časně laténské (*Eichhorn 1938, 263-266*). Ve 40. letech se stal mohylník předmětem zájmu člena muzejního spolku A. Věsty (evidence mohyl) a V. Spurného s J. Kabátem (výzkum mohyly z doby halštatské: nalezeny dva pohřby (hlavní pohřeb z doby halštatské a dodatečný v plášti s halštatsko–laténským inventářem) – nálezy keramiky, spálených kůstek, dvou bronzových turbanů atd.) (*Kabát 1949, 128; Rybová 1957, 611-624*). Mohylník zkoumala roku 1971 též Věra Šaldová (zjištěno 63 mohyl) (*Archiv BZO71 [955]*). Posléze zde prováděla též záchranný výzkum jedné z mohyl halštatské mohylové kultury. M. Latner zde v rámci svého průzkumu na podzim roku 2007 napočítal 32 mohyl (*Šaldová 1974, 125-139; Latner 2008, 25-26*).

Mohylník zvaný **V Křídlech** (k. ú. Únehle) milavečské kultury (střední doba bronzová) sestává ze 44 mohyl. Jako první zde prováděl výzkum Otto Eichhorn v roce 1934 a následně v roce 1971 V. Šaldová a E. Čujanová (*Eichhorn 1935, 33-41; Eichhorn 1937a, 16-17, Čujanová 1970, 106; Šaldová 1967, 25, Šaldová 1975, 210-211*). M. Latner tento mohylník nezahrnul do svého průzkumu (*Latner 2008*). Mohylové pohřebiště **Petrský les** (k. ú. Stříbro) „U Butovské hájovny“ obsahovalo asi 25 mohyl. Probíhal zde výzkum O. Eichhorna v roce 1936 (keramika a břitva ze střední doby bronzové), v roce 1971 průzkum E. Čujanové se zaměstnanci stříbrského lesního závodu (*Eichhorn 1937a, 17; Eichhorn 1937b, 29-41; Čujanová 1970, 88; Šaldová 1967, 24; Šaldová 1975, 210*). Tento mohylník též M. Latner nezahrnul do svého průzkumu (*Latner 2008*). V roce 2014 došlo k odkryvu a rekonstrukci jedné z mohyl (Západočeské muzeum v Plzni a KAR ZČU v Plzni). Dále bylo restaurováno 5 nádob z hrobové výbavy pro Městské muzeum ve Stříbře (*výroční zpráva Západočeského muzea v Plzni z roku 2014*).

Mohylník zvaný **U Liběvického dvora** (k. ú. Horní Kozolupy) objevila Věra Šaldová v roce 1972 za přispění zaměstnanců polesí Liběvice a měl by

být složený ze skupinky 3 menších, tehdy neporušených mohyl. Pohřebiště nebylo datováno. M. Latnerovi se nezdařilo v rámci jeho průzkumu tyto mohyly v terénu dohledat zřejmě z důvodu zániku mohyl důsledkem lesní mechanizace (Šaldová 1975, 204; Latner 2008, 17-18). Mohylové pohřebiště s názvem **Krähenberg** (k. ú. Únehle) se skládalo z 3 mohyl. Objevil je Otto Eichhorn zřejmě v roce 1934 (Eichhorn 1934, 111). M. Latner se tomuto pohřebišti při svém průzkumu nevěnoval (Latner 2008).

4.2.2 Zaniklá ves Liběvice

Ves Liběvice (z německého Libitzen) se měla nacházet zhruba 10 km jihozápadně od Bezdružic. První možná zmínka o této vesnici pochází pravděpodobně již z roku 1183 (CDB I, 421-422). Konkrétně jde o listinu č. 403, která však byla v minulosti několikrát různými autory (např. G. Friedrichem) diskutována jako možné falzum kvůli určitým chronologickým nesrovnalostem. Tato listina se dle autorů týká vyjmutí vsi Lebeunice (Liběvice) a Krašovského újezdu z desátkové imunity kladrubského kláštera (Nováček et al. 2010, 131). Prokazatelně první zmínku o vesnici Lubewice/Lubeuice lze dohledat do roku 1186 v listině č. 405 (CDB I, 436). Následují zmínky z let 1235 (Leny et Libewich) a 1239 (Lubeuici in Pilsen) v souvislosti s kladrubským opatem Gregoriem IX. (RBM I, 453-455). V roce 1379 se objevuje další zmínka o vesnici (villa Lybowicz) (Emler, J. 1876, 28) a objevuje se opět v roce 1406 s lehce upraveným názvem jako „villa Lybyeyowicz“ v dalším z pramenů (LEr. V, 683). Z roku 1543 pak pochází informace o možné existenci tvrze (w Libiwicz) (Profous 1949, 591) a dále je v tomto roce vesnice uváděna již jako pustá (Roubík 1959, 74). Roku 1848 je v okolí Krs uváděna zaniklá ves Liběvice (Libitzen) jako tehdejší poplužní dvůr (Palacký 1848, 405) (obr. 2). Původní útvar L'ubějovici (lidé L'ubějovi) se postupně měnil až do podoby Libívce (Profous 1949, 591). Dnes je možno v těchto místech na mapě dohledat už jen myslivnu Liběvice u Horních Kozolup. Někdejší přítomnost vesnice připomíná též les s názvem „Liběvický“ ležící nedaleko od myslivny (http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ZM10_PUB/WMService.aspx).

5 VLASTNÍ VÝZKUM V OBLASTI SEVERNÍHO STŘÍBRSKA

5.1 Metodika vlastního výzkumu

Tato práce vychází ze zpracování datových listů digitálního modelu reliéfu 5. generace, které zachycují oblast severního Střibrska. Digitální model reliéfu České republiky 5. generace (zkráceně DMR5G) zobrazuje zemský povrch v digitálním tvaru ve formě výšek bodů v nepravidelné trojúhelníkové síti (TIN) bodů, kdy se střední chyba výšky pohybuje kolem 0,18 m v odkrytém terénu a 0,3 m v zalesněném terénu. Datové listy byly objednány v rámci SGS projektu od Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního (ČÚZK) ve formátu textových souborů XYZ. Listy nesou označení: MANE88, MANE98, MANE99, STRI80, STRI81, STRI90, STRI91, TACH08, TACH09, TACH18, TACH19, kdy hustota skenování byla přibližně 3 body na 1 m čtvereční a skenování probíhalo v období mezi březnem až červnem v roce 2011 ([http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(c20akl0hintkolhif42bok4s\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&text=vyskopis&side=vyskopis&menu=30](http://geoportal.cuzk.cz/(S(c20akl0hintkolhif42bok4s))/Default.aspx?mode=TextMeta&text=vyskopis&side=vyskopis&menu=30); Brázdil 2012).

Zpracování dat probíhalo v prostředí GIS softwaru ESRI ArcMap verze 10.2 (zde byly vytvořeny digitální modely terénu krajiny za pomoci interpolační metody Natural Neighbor). K zobrazení lidarových dat byly zvoleny 3 typy vizualizací: stínovaný model (hillshade), model lokálního reliéfu (local relief) a faktor výhledu (sky-view factor). U stínovaného modelu byly při vlastním výzkumu k dispozici jeho 3 varianty: azimut 200 (úhel 45°), azimut 315 (úhel 45° a 65°). U těchto zmíněných vizualizací byla posuzována míra viditelnosti objektů (dobrá, horší, žádná viditelnost) (srov. Visinger 2015). Potencionální objekty byly vytipovány na základě digitálních modelů reliéfu terénu a dalších pramenů a následně podrobeny verifikaci vizuálním povrchovým průzkumem v terénu. K terénnímu vyhledávání (či případnému zaměřování) předem vytipovaných objektů byla používána GPS Garmin eTrex 10. Tímto postupem byly identifikovány též výrazné pseudoobjekty – tzn. recentní objekty, které se při predikci výskytu objektů v programu ArcMap jevily původně jako objekty

archeologické (např. haldy větví, lesní školky apod.). Objekty jsou v práci dále rozdělovány na bodové, liniové a polygony.

Dokumentace archeologických objektů, pseudoobjektů a dalších neznámých reliktních probíhala pro přehlednost záznamem do databáze vytvořené v programu Microsoft Access 2010 a byla nápomocná též při tvorbě grafů, tabulek či plánek této sledované oblasti. Mezi deskriptory databáze patří např.: označení objektů, interpretace, prvotní interpretace (u pseudoobjektů), název (u mohylníků), umístění (pomocný polygon), tvar a rozměry, míra viditelnosti na jednotlivých vizualizacích, hustota vegetace a druhová skladba lesa v okolí objektu, patrnost na vojenských mapováních a stabilním katastru (úvozy a mezní pásy), předpoklad možného využití dodnes (úvozy - lesní cesty) a případná poznámka. Sledování hustoty vegetace probíhalo metodou pozorování v terénu v kombinaci s ČÚZK ortofotomapou. Sama terminologie, která byla vytvořena pro účely tohoto výzkumu, souvisí s hustotou vzrostlého vegetačního pokryvu a je založena na odhadu počtu stromů v bezprostředním okolí dokumentovaného objektu (v „řídším“ lese se nacházelo do 4 kusů stromů, ve „středně hustém“ pak 5 - 6 stromů a v „hustém“ pak 7 a více stromů). Při monitorování druhové skladby lesa byla využívána mimo pozorování v terénu též online aplikace Ústavu pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem (UHUL) (<http://geoportal.uhul.cz/LhpoMap/?MapComposition=smispor>).

5.2 Analýza

5.2.1 Analýza archeologických objektů

5.2.1.1 Milířiště

Bodový objekt s označením M1 se nachází severozápadním směrem od Sviňomaz. Je interpretován jako milířiště kruhového tvaru o průměru přibližně 13 m. V jeho okolí se nalézá středně hustý les složený z borovic. S výjimkou stínovaného modelu azimut 200, úhel 45° je na všech ostatních použitých vizualizacích dobře viditelný (obr. 3). Milířiště označené M2 se nachází taktéž

severozápadním směrem od obce Sviňomazy. Je (stejně jako předchozí objekt) kruhového tvaru s průměrem 13 m. Jeho bezprostřední okolí reprezentuje hustý les, který se skládá z borovic. Na modelu faktoru výhledu není prakticky vůbec patrný a na stínovaném modelu azimut 200, úhel 45° je hůře viditelný. Na ostatních stínovaných modelech a modelu lokálního reliéfu je pak již patrný dobře. Stejně jako výše popsané objekty se milířiště označené jako M3 nachází severozápadním směrem od Sviňomaz. Jeho tvar přibližně odpovídá kruhu o průměru 13 m. S výjimkou stínovaného modelu azimut 315, úhel 45° je na všech dalších použitých vizualizacích dobře viditelný. Nachází se ve středně hustém, borovém lese. Severovýchodně od obce Rochlov je možno nalézt bodový objekt označený jako M4. Toto milířiště je kruhového tvaru s průměrem přibližně 12 m. Všechny typy použitých vizualizací (snad jen s výjimkou modelu lokálního reliéfu) tento objekt zobrazují jen velmi nevýrazně. Jeho okolí představuje středně hustý les, který se skládá z borovic a smrků. Severovýchodním směrem od Rochlova se nacházejí též milířiště M5 - M7. Bodový objekt M5 ve tvaru kruhu o průměru asi 12 m se nachází ve středně hustém lese, který (z hlediska druhové skladby vegetace) obsahuje borovice a smrky. Je poměrně dobře patrný na stínovaném modelu azimut 315, úhel 45° a také na modelu lokálního reliéfu. Ostatní modely terénu ho pak zobrazují spíše nevýrazně. Milířiště M6 se jeví jako objekt spíše oválného tvaru s průměrem přibližně 10 m. Je hůře viditelný na všech použitých typech vizualizačních technik. Na stínovaném modelu azimut 200, úhel 45° není patrný prakticky vůbec. Toto milířiště se nachází ve středně hustém lese, který je složen z borovic a smrků. Bodový objekt kruhového tvaru o průměru přibližně 11 m je označen jako M7. Toto milířiště se nachází v hustém, borovém lese. Je poměrně výrazné na stínovaných modelech azimut 200, úhel 45° a azimut 315, úhel 45° stejně jako na modelu lokálního reliéfu. Na modelu faktoru výhledu a dále na stínovaném modelu azimut 315, úhel 65° již tak dobře patrné není. Objekt označený jako M8 se nalézá severovýchodním směrem od Krásného Údolí (stejně jako objekty M9 - M12). Jedná se o bodový objekt interpretovaný jako milířiště kruhového tvaru o průměru 14 m. Na všech pěti variantách použitých vizualizačních technik je dobře viditelný. V jeho okolí

se rozkládá středně hustý les složený z borovic a smrků. Milířiště M9 má kruhový tvar s průměrem 14 m. Je obklopeno pouze řídkým smrkovým lesem a je dobře patrné na všech použitých vizualizacích. Bodový objekt M10 interpretovaný jako milířiště je taktéž dobře patrný na všech použitých vizualizacích. Je kruhového tvaru o průměru asi 14 m. Nachází se ve středně hustém lese složeném z borovic a smrků. Objekt M11 je kruhového tvaru o průměru přibližně 10 m. Toto milířiště obklopuje středně hustý smrkový les. Na stínovaných modelech azimut 200, úhel 45° a azimut 315, úhel 45° je hůře patrné, avšak na ostatních použitých vizualizacích je již poměrně výrazné. Milířiště s označením M12 je dobře patrné na všech pěti variantách použitých vizualizačních technik. Má spíše oválný než kruhový tvar a průměr přibližně 12 m. Nalézá se ve středně hustém lese, který se skládá z borovic a smrků. Bodový objekt označený jako M13 se nachází severozápadním směrem od obce Sviňomazy. Toto milířiště je oválného tvaru o průměru přibližně 11 m. Na stínovaných modelech azimut 200, úhel 45° a azimut 315, úhel 45° je spíše nepatrné na rozdíl od ostatních použitých vizualizací, kde je již viditelné dobře. V jeho okolí se nalézá středně hustý les složený z borovic. Všechna identifikovaná a zdokumentovaná milířiště lze na základě vizuálního povrchového průzkumu v terénu rámcově datovat do období novověku. Tato skupina objektů není dohledatelná mj. na stabilním katastru ani na vojenských mapováních.

5.2.1.2 Mohyly

Bodové objekty označené jako A1 – A5 se nacházejí směrem na sever od obce Vícho. Jedná se o mohyly, které lze zařadit do pohřebiště s názvem **Veliká leč**. Objekt A1 je kruhového tvaru, v průměru má přibližně 20 m a v jeho okolí se nachází středně hustý les. Tento les se skládá z borovic a smrků. Na všech pěti typech použitých vizualizačních metod je tato mohyla dobře viditelná (obr. 4). Objekt A2 (taktéž interpretovaný jako mohyla) se nachází ve středně hustém lese, který je složen z borovic a dubů/jilmů/lip. V průměru má přibližně 12 m, tvarem odpovídá kruhu. Na všech pěti typech použitých vizualizačních metod je tento bodový objekt dobře patrný. Mohyla

označená jako A3 je též kruhového tvaru o průměru asi 8 m. Všechny pět typů vizualizačních technik ji zobrazuje poměrně výrazně. V jejím blízkém okolí se nenachází žádná vyšší vegetace. Bodový objekt nazvaný A4 představuje mohylu spíše oválného než kruhového tvaru s průměrem přibližně 9 m. V jeho okolí se nachází středně hustý les složený z borovic. Všechny pět typů vizualizačních metod tento objekt zobrazuje poměrně výrazně. Poslední identifikovaná mohyla v rámci tohoto mohylníku s označením A5 je kruhového tvaru o průměru 7 m. V jejím blízkém okolí se nenachází prakticky žádná vyšší vegetace. Na všech pěti typech použitých vizualizačních technik je tento bodový objekt dobře patrný.

Objekty označené B1 – B3 je možno nalézt severovýchodně od obce Záchlumí. Jedná se o mohyly náležící k mohylníku s názvem **Na Romadě**. Mohyla označená jako B1 je kruhového tvaru o průměru přibližně 13 m. V jejím okolí se nachází středně hustý les, jehož druhová skladba odpovídá kombinaci borovic se smrkem. Tento bodový objekt je dobře viditelný na modelu faktoru výhledu a modelu lokálního reliéfu. Na všech ostatních použitých typech vizualizací (tzn. stínovaných modelech) je hůře patrný. Objekt nesoucí označení B2 je kruhového tvaru o průměru asi 16 m. Je hůře viditelný na všech stínovaných modelech, naopak dobrou viditelnost vykazuje model faktoru výhledu a lokálního reliéfu (obr. 4). V jeho bezprostředním okolí se nenachází prakticky žádná vyšší vegetace. Mohyla pracovní nazvaná B3 má přibližný tvar kruhu a její průměr odpovídá asi 9 m. Tento bodový objekt vykazuje dobrou viditelnost na modelu faktoru výhledu a modelu lokálního reliéfu. Na všech ostatních použitých typech vizualizací (tzn. stínovaných modelech) je pak patrný hůře. Jeho blízké okolí představuje středně hustý les, který se skládá z borovic a smrků.

Mohyly nesoucí pracovní označení C1 – C4 náležejí k mohylníku s názvem **U Osiky**. Toto mohylové pohřebiště se nachází severozápadně od obce Záchlumí. Bodový objekt označený C1 má kruhový tvar a průměr přibližně 7 m. Na všech pěti použitých typech vizualizací je dobře patrný (obr. 4). Mohyla s označením C2 je kruhového tvaru s průměrem asi 7 m. Tato

mohyla je dobře patrná na všech modelech terénu využitých k vizualizaci. Bodový objekt C3 s kruhovým tvarem o průměru 12 m lze snadno zpozorovat na všech pěti typech vizualizací. Mohyla označená C4 je kruhového tvaru s průměrem přibližně 6 m. Na všech modelech terénu použitých k vizualizaci je její existence hůře patrná. Popsaný mohylník se v současnosti nachází na travnaté mýtině – les zde byl zřejmě v posledních letech vykácen, z toho důvodu se v bezprostředním okolí mohyl neseťkáme s žádným vegetačním pokryvem vyššího vzrůstu (obr. 5).

Mohyly označené jako D1 – D9 náležejí k mohylovému pohřebišti **Na Žalostném**. Tento mohylník se nachází severozápadně od obce Kšice. Bodový objekt D1 je kruhového tvaru s průměrem přibližně 8 m. Na všech pěti typech použitých vizualizací je dobře patrný (obr. 6). V jeho okolí je možno nalézt řídký les reprezentovaný borovicemi. Mohyla D2 má tvar kruhu s průměrem asi 7 m. Na stínovaném modelu azimut 200, úhel 45° není příliš výrazná, avšak na ostatních modelech terénu je již viditelná dobře. V jejím okolí se nachází hustý les složený z borovic. Objekt nazvaný D3 má kruhový tvar o průměru 5 m. Jedná se o mohylu dobře viditelnou na všech použitých stínovaných modelech terénu. Naopak na modelu lokálního reliéfu a modelu faktoru výhledu není příliš výrazná. Nachází se v hustém borovém lese. Bodový objekt označený jako D4 má tvar kruhu s průměrem přibližně 10 m. Je dobře patrný na všech pěti typech využitých vizualizací. Jeho poloha je v hustém lese složeném z borovic. Mohyla označená jako D5 s kruhovým tvarem a průměrem 5 m je na všech použitých stínovaných modelech terénu a na modelu faktoru výhledu poměrně nevýrazná. Naopak na modelu lokálního reliéfu je patrná dobře. Nachází se v hustém borovém lese. Bodový objekt s označením D6 ve tvaru kruhu má průměr přibližně 6 m. Je hůře viditelný na všech použitých stínovaných modelech terénu a naopak na modelu lokálního reliéfu a modelu faktoru výhledu je jeho zobrazení dostatečně výrazné. V jeho okolí se nachází hustý les, který se skládá z borovic. Mohyla pracovně nazvaná D7 je kruhového tvaru s průměrem přibližně 6 m. S výjimkou modelu faktoru výhledu je dobře viditelná na všech ostatních typech použitých

vizualizací (tzn. na stínovaných modelech a modelu lokálního reliéfu). Její okolí představuje hustý les reprezentovaný borovicemi v kombinaci se smrkou. Objekt označený jako D8 má kruhový tvar s průměrem 6 m. Je huře patrný na všech použitých stínovaných modelech a na modelu faktoru výhledu. Na rozdíl od těchto zmíněných modelů se na modelu lokálního reliéfu jeví jako poměrně výrazný. Obklopuje ho hustý les složený z borovic a smrků. Mohyla s označením D9 je kruhového tvaru o průměru přibližně 6 m. Je dobře viditelná na všech pěti typech použitých vizualizací. V jejím okolí se nachází hustý les reprezentovaný borovicemi v kombinaci se smrkou.

Bodové objekty s označením E1 – E3 se nacházejí východním směrem od obce Únehle. Jedná se o mohyly patřící do pohřebiště s názvem **Krähenberg**. Objekt E1 má kruhový tvar o průměru přibližně 7 m. Na všech pěti použitých vizualizacích je dobře viditelný. V jeho okolí se nalézá středně hustý les složený z borovic. Mohyla pracovně označená jako E2 je kruhového tvaru s průměrem 7 m. Je dostatečně výrazná na všech pěti vizualizovaných modelech terénu. Její bezprostřední okolí reprezentuje středně hustá vyšší lesní vegetace, kterou tvoří zejména borovice. Bodový objekt nazvaný jako E3 má tvar kruhu a průměr 9 m. Tato mohyla je dobře patrná na všech stínovaných modelech stejně jako na modelech faktoru výhledu a lokálního reliéfu. V jejím okolí můžeme nalézt středně hustý borový les.

Bodové objekty označené jako F1 - F44 byly interpretovány jako mohyly, které lze zařadit do mohylového pohřebiště **V Křídlech**. Mohylník se nachází jihozápadním směrem od obce Únehle. Objekty označené F8, F20, F35, F39, F41 a F42 jsou oválného tvaru, ostatní objekty tvarem odpovídají spíše kruhu. Objekt F37 má v průměru 9 m a mohyly F5, F17, F41 10 m. Přibližně 11 m v průměru mají pak mohyly označené jako F16, F22, F31 – F33, F35, F36, F42. 12 m v průměru měří objekty F9, F10, F15, F21, F30, F39, F40, F43. Mohyly F20, F27 mají průměr 13 m a F6 – F8, F14, F28 asi 14 m. Zhruba patnáctimetrové průměry mají mohyly F12, F18, F19, F23 – F26, F44 a šestnáctimetrové pak F11, F38. F4 17 m a F1, F2, F13 mají v průměru 18 m. Přibližně dvacetimetrové průměry pak byly zjištěny u mohyl F3, F29, F34. Na

všech pěti typech použitých vizualizačních technik jsou dobře viditelné mohyly F1 – F12, F14, F29, F34. Na stínovaném modelu azimut 200, úhel 45° jsou dále dobře patrné mohyly F13, F16, F22, F23, F31, F35, F36, F38, F39, F41. Na stínovaných modelech azimut 315, úhel 45° a azimut 315, úhel 65° jsou dále poměrně výrazně zobrazeny objekty F13, F16, F36, F38, F39 (obr. 7) a na modelu lokálního reliéfu pak F17 – F23, F25 – F28, F30 – F33, F35, F36, F38, F39, F41. Model faktoru výhledu pak dobře viditelně zobrazuje dále mohyly F23, F35, F41. Nejmenované objekty tohoto mohylníku vykazují pak zhoršenou/žádnou viditelnost na konkrétních použitých vizualizacích. Se středně hustým lesem v okolí mohyl se setkáme u objektů F1, F5, F6, F14 – F16, F24, F27, F32. V ostatních případech se v jejich okolí nalézají hustý vyšší vegetační pokryv. Les složený čistě z borovic se nachází v blízkosti mohyl F2, F3, F5, F6, F9, F10, F13 – F15, F17 – F20, F23, F25 – F29, F31, F33 – F35, F37 – F40, F42 a F43. Borový les zkombinovaný místy s modřínem se nalézají u objektů F1, F8, F11, F12, F21, F22, F24, F30, F36, F41, F44 a borový les v kombinaci s dubem/jilmem/lípou pak u mohyl označených F4, F7, F16, F32. Ostatní druhové kombinace se u tohoto mohylového pohřebiště nevyskytují.

Mohyly označené G1 - G12 jsou součástí mohylového pohřebiště s názvem **Stelka**. Tento mohylník se nachází západně od obce Kšice. Mohyla s pracovním označením G1 je kruhového tvaru o průměru 10 m. Je dobře patrná na všech pěti typech použitých vizualizací (obr. 8). Mohyla G2 má tvar kruhu s průměrem přibližně 13 m. Na stínovaném modelu azimut 200, úhel 45° je hůře viditelná, na ostatních vizualizovaných modelech terénu je však již patrná poměrně dobře (obr. 9 a 10). Bodový objekt nazvaný G3 je mohyla kruhového tvaru o průměru 10 m (obr. 11). Tento objekt je dobře viditelný na všech pěti typech použitých vizualizací. Objekt s označením G4 má tvar kruhu o průměru přibližně 11 m. Všechny vizualizované modely terénu tuto mohylu zobrazují poměrně výrazně. Mohyla pracovním pojmenovaná G5 s kruhovým tvarem a průměrem asi 7 m je hůře patrná na stínovaném modelu azimut 200, úhel 45° a dále na modelu faktoru výhledu. Na ostatních variantách stínovaných modelů a na modelu lokálního reliéfu je viditelná již poměrně

dobře. Mohyla s označením G6 připomíná svým tvarem kruh o průměru přibližně 8 m. Její existence je dobře patrná na všech pěti použitých vizualizovaných modelech terénu. Bodový objekt nazvaný jako G7 je mohyla spíše oválného než kruhového tvaru o průměru zhruba 10 m. Všechny vizualizované modely terénu tuto mohylu zobrazují dostatečně viditelně. Objekt G8 je mohyla kruhového tvaru o průměru asi 12 m. Tuto mohylu lze relativně snadno pozorovat na všech pěti využitých vizualizacích. Mohyla pracovně nazvaná jako G9 má tvar odpovídající přibližně kruhu a průměr 10 m. Je hůře viditelná na stínovaném modelu azimut 200, úhel 45° a dále na modelu faktoru výhledu. Na ostatních variantách stínovaných modelů a na modelu lokálního reliéfu je viditelná již poměrně dobře. Bodový objekt G10 je mohyla spíše oválného než kruhového tvaru s průměrem přibližně 8 m. Stejně jako předchozí objekt je tato mohyla hůře viditelná na stínovaném modelu azimut 200, úhel 45° a na modelu faktoru výhledu. Ostatní vizualizované modely ji zobrazují již poměrně výrazně. Mohyla s názvem G11 je kruhového tvaru o průměru přibližně 12 m. Jeví se jako nevýrazná na všech pěti modelech použitých k její vizualizaci. Objekt s názvem G12 je oválného tvaru o průměru zhruba 11 m. Jedná se o mohylu dobře viditelnou na modelu lokálního reliéfu a na stínovaných modelech azimut 315, úhel 45° a azimut 315, úhel 65°. Na zbývajícím stínovaném modelu (azimut 200, úhel 45°) a na modelu faktoru výhledu je poměrně nevýrazná. Toto mohylové pohřebiště je skryto ve středně hustém lese složeném z borovic místy s příměsí dubů/jilmů/lip – pouze s výjimkou objektů G1 (kde není v nejbližším okolí žádná vyšší vegetace) a dále mohyly G10 (kde se nachází spíše řídký les).

Mohyly nazvané jako H1 – H4 spadají do mohylníku zvaného **Branka**. Poloha tohoto pohřebiště je západním směrem od obce Kšice. Objekt H1 má tvar přibližně odpovídající kruhu o průměru 10 m. Na všech variantách stínovaných modelů je hůře viditelný stejně jako na modelu faktoru výhledu. Naopak na modelu lokálního reliéfu je výrazný poměrně dobře (obr. 8, 9 a 10). V jeho okolí se nachází hustý les složený zejména z borovic a dubů/ořešáků. Mohyla označená jako H2 je málo výrazná na stínovaném modelu azimut 315,

úhel 45° a azimut 315, úhel 65°. Na ostatních variantách vizualizací je viditelná již dobře. Nalézá se v hustém borovém lese. Její tvar je kruhový s průměrem přibližně 10 m. Bodový objekt H3 má tvar kruhu a průměr 11 m (obr. 12). Tato mohyla je dobře viditelná na všech vizualizovaných modelech pouze s výjimkou stínovaného modelu azimut 200, úhel 45°. Poloha popisované mohyly je charakterizována hustým lesem složeným z borovic a dubů/ořešáků. Objekt nazvaný pracovně jako H4 tvarem přibližně odpovídá kruhu s průměrem 11 m (obr. 13). Je hůře viditelný na stínovaném modelu azimut 200, úhel 45° a dále na modelu faktoru výhledu. Na zbývajících vizualizacích je patrný již dobře. Nachází se v hustém borovém lese. V blízkosti tohoto objektu a i přímo na mohyle (ve svislém směru) byla při vizuálním povrchovém průzkumu objevena na více místech poměrně nepřírozně rozrušená půda (obr. 14 a 15).

Mohyly pracovně označené jako I1 – I47 se nacházejí východním směrem od obce Záchlumí. Náleží k mohylníku s názvem **Čertův kámen**. Bodové objekty s označením I5, I10, I18, I19, I26, I30, I33, I35 (obr. 16), I36, I42, I44 – I47 jsou oválného tvaru, ostatní objekty tvarem odpovídají spíše kruhu. Mohyly I31, I46 jsou o průměru 5 m, I44, I45, I47 6 m, I10, I16, I20, I28, I40 7m a mohyla I43 má průměr přibližně 8 m. Devítimetrový průměr mají bodové objekty I14, I29, I32, I37, I38, I42 a desetimetrový pak objekty I5, I6, I9, I12, I15, I21 – I24, I26, I30, I41. Mohyly I3, I8, I13, I19, I35 v průměru měří 11 m a mohyly I17 (obr. 17), I25, I27, I39 pak 12 m. Průměr zhruba 13 m mají objekty I2, I18 a 14 m objekty I1, I33, I34, I36. Přibližně šestnáctimetrové průměry vykazují objekty označené jako I7, I11 a zhruba 18 m měří v průměru mohyla I4. Dobrou viditelnost na všech pěti typech použitých vizualizací vykazují objekty I1 – I5, I7, I8, I11 – I15, I17, I24, I34 – I36, I43. Na stínovaném modelu azimut 200, úhel 45° jsou dále dobře patrné mohyly I6, I19 – I23, I25, I28 – I30, I33, I38, I39, I41, I42, I44, I46, I47. Na stínovaném modelu azimut 315, úhel 45° jsou dále poměrně výrazně zobrazeny objekty I33, I39 a na stínovaném modelu azimut 315, úhel 65° pak pouze objekt I39. Model lokálního reliéfu dále dostatečně viditelně zobrazuje objekty I6, I9, I16,

I18 – I23, I25, I28 – I30, I32, I33, I37, I38, I40, I41 a na modelu faktoru výhledu jsou dalšími dobře patrnými mohylami I6, I19, I22, I23, I25, I28 – I30, I33, I38, I40, I41. Nejmenované mohyly tohoto pohřebiště vykazují pak zhoršenou/žádnou viditelnost na konkrétních použitých vizualizacích. U bodových objektů I20, I24, I25, I27, I32, I46 se setkáme v jejich okolí s existencí středně hustého lesa a u objektů I2, I3, I5 – I7, I19, I23, I29 – I31 s řídkou vyšší lesní vegetací. Ostatní nejmenované mohyly se nacházejí v hustém lese. Čistě borový les se nachází v okolí objektů I7 – I11, I16, I18 – I21, I26, I27, I34 – I39, I42, I43, I46 a borový les s příměsí smrků je v okolí mohyl I1 – I3, I5, I6, I17, I28 – I31, I33. V případě objektů I1, I17, I33 je možno zde pozorovat i příměs modřínů. U ostatních nejmenovaných bodových objektů tohoto pohřebiště odpovídá druhová skladba lesa borovému lesu v kombinaci s duby/jilmy/lipami.

Bodové objekty označené jako J1 – J3 spadají do mohylníku nazvaného **Petrský les**. Tyto mohyly se nacházejí severozápadním směrem od Butova. Mohyly J1 a J2 jsou kruhového tvaru s průměrem přibližně 8 m (obr. 18). Na všech variantách stínovaných modelů jsou hůře viditelné stejně jako na modelu lokálního reliéfu (obr. 19). Na modelu faktoru výhledu nejsou patrné de facto vůbec. V jejich okolí se nachází středně hustý les složený z borovic a smrků. Bodový objekt J3 je mohyla kruhového tvaru s průměrem zhruba 11 m. Obklopuje ji středně hustý borový les. Je dobře viditelná pouze na modelu lokálního reliéfu a na stínovaném modelu azimut 315°, úhel 45°. Na ostatních použitých typech vizualizací je spíše nevýrazná. Vzhledem zejména k předchozímu archeologickému bádání lze tyto objekty (identifikované jako mohyly) rámcově datovat do období pravěku (konkrétní kultury zmíněny v předcházející kapitole). Tato skupina objektů není dohledatelná mj. na stabilním katastru ani na vojenských mapováních.

5.2.1.3 Úvozové cesty

Objekt označený jako L1 byl interpretován jako svazek úvozů dlouhý zhruba 215 m. Nachází se severozápadním směrem od obce Sviňomazy. Na

všech pěti použitých vizualizacích je dobře patrný (obr. 3). Jeho okolí reprezentuje středně hustý les složený ze smrků. Je možno ho zpozorovat na I., II. i III. vojenském mapování (<http://oldmaps.geolab.cz>), jeho využití do dnešní doby se nepředpokládá. Liniový objekt nazvaný L2 se nachází SV směrem od obce Rochlov. Tento svazek úvozů je dlouhý přibližně 635 m. Je poměrně dobře viditelný na stínovaném modelu azimut 315, úhel 45° i 65°, na ostatních vizualizacích není tolik nápadný. V jeho okolí lze nalézt středně hustý les složený z borovic v kombinaci se smrkem. Lze ho zaznamenat pouze na III. vojenském mapování, nejeví známky využívání do dnešní doby. Severovýchodně od Rochlova se nachází též úvozová cesta s označením L3 a délkou zhruba 815 m. Na všech vizualizovaných modelech terénu je spíše hůře viditelná. V blízkosti této cesty je možno zpozorovat hustý les, jehož druhová skladba odpovídá modřínu v kombinaci s borovicemi a smrkem. Úvoz není zaznamenán na žádném z vojenských mapování a zřejmě není do současnosti využíván. Svazek úvozů nazvaný jako L4 o délce 670 m je umístěn severně od obce Lomnička. Méně výrazný je pouze na stínovaném modelu azimut 200, úhel 45° a na modelu faktoru výhledu. Nachází se v hustém lese reprezentovaném modřínem, borovicemi a smrkem. Je možno ho identifikovat na všech třech vojenských mapováních a do určité míry jeví známky plnění své funkce i v dnešní době. Severně od obce Lomnička se nachází též svazek úvozů L5 s délkou zhruba 490 m. Vykazuje horší viditelnost na stínovaném modelu azimut 200, úhel 45° a na modelu faktoru výhledu. V jeho blízkosti lze spatřit řídkou vyšší lesní vegetaci složenou z borovic a smrků. Tato komunikace je zaznamenaná na všech třech vojenských mapováních a patrně může být dodnes využívána. Liniový objekt označený jako L6 je umístěn východně od Lomničky. Má délku 220 m, jeho okolí charakterizuje přítomnost středně hustého lesa, který se skládá z modřínů v kombinaci s borovicemi a smrkem. Je stěží identifikovatelný na všech typech vizualizovaných modelů terénu. Tento svazek úvozů je viditelný pouze na II. vojenském mapování a pravděpodobně dnes již není využívána komunikací. Svazek úvozových cest nazvaný L7 nalezneme severovýchodním směrem od obce Záchlumí. Tento liniový objekt o délce zhruba 820 m je hůře

viditelný pouze na stínovaných modelech azimut 315, úhel 45° a 65° (obr. 8, 9 a 10). Nachází se v řídkém borovém lese a lze ho identifikovat na všech třech vojenských mapováních. Patrně náleží k využívaným cestám i v současnosti. Svazek úvozů označený jako L8, polohou jihovýchodně od Záchlumí, má délku přibližně 450 m. Je dobře patrný na všech pěti vizualizovaných modelech terénu. V jeho blízkosti se nachází středně hustý borový les. Není zaznamenán na žádném z vojenských mapování, zřejmě jde o objekt z části využívaný do dnešní doby. Jihozápadně od obce Kšice se nachází svazek úvozových cest L9 o délce zhruba 590 m, který je dobře patrný na všech pěti použitých vizualizacích. Obklopuje ho pouze řidší vyšší lesní vegetace složená z borovic a smrků. Jeho existenci zaznamenávají všechna tři vojenská mapování. V současnosti již zřejmě nenáleží k využívaným komunikacím. Liniový objekt interpretovaný jako svazek úvozů a označený jako L10 je možno nalézt jihozápadně od obce Únehle. Měří přibližně 660 m a je dobře viditelný na všech pěti vizualizovaných modelech terénu (obr. 7). V jeho okolí nalezneme středně hustý les složený z borovic s příměsí dubů/jilmů/lip. Je zaznamenán pouze na III. vojenském mapování, jeví známky využití do dnešní doby. Porušuje objekty Z14-Z25 (interpretované jako mezní pásy). Svazek úvozů L11 umístěný jihovýchodně od Únehlí má délku přibližně 1260 m. Na všech pěti použitých vizualizacích je hůře identifikovatelný. Obklopuje ho středně hustý borový les s příměsí dubů/jilmů/lip. Je zaznamenán pouze na II. a III. vojenském mapování a patrně může plnit funkci komunikace i v současnosti. Liniový objekt s označením L12 a polohou jihovýchodně od obce Únehle má délku 555 m. Tento úvoz není dobře patrný na prakticky žádném z vizualizovaných modelů terénu, nachází se v hustém borovém lese. Nenalezneme ho na žádném z vojenských mapování, jeví známky používání i v dnešní době. V této oblasti se nachází též úvoz označený jako L13 s délkou 415 m. Na stínovaném modelu azimut 200, úhel 45° a na modelu faktoru výhledu není vůbec rozpoznatelný a na ostatních vizualizacích ho také lze identifikovat jen s obtížemi. V jeho okolí se vyskytuje les středně hustý složený z borovic s příměsí dubů/jilmů/lip. Jeho existence je zaznamenána jen na I. vojenském mapování, pravděpodobně ale patří ke komunikacím využívaným i

v současnosti. Svazek úvozových cest L14 taktéž z této oblasti má délku přibližně 550 m. Je snadno identifikovatelný pouze na stínovaném modelu azimut 315, úhel 45° a 65° a na modelu lokálního reliéfu. Jeho bezprostřední okolí je charakterizováno středně hustou vyšší lesní vegetací, kdy druhová skladba lesa odpovídá borovicím v kombinaci s duby/jilmami/lipami. Na I. vojenském mapování se ho dohledat nezdařilo, avšak na zbývajících dvou mapováních již ano. Zřejmě je využívanou komunikací až do dnešní doby. Úvozové cesty označené jako L15 – L19 se nacházejí všechny jižně od obce Únehle. Objekty L15 (délka 1270 m) a L16 (délka 2000 m) nelze snadno identifikovat na žádné z pěti použitých vizualizací. Obklopuje je středně hustý les složený z borovic a dubů/jilmů/lip. Na všech třech vojenských mapováních jsou oba objekty zaznamenány a mohlo by jít o cesty využívané i v současnosti. Liniový objekt L17 o délce 710 m lze identifikovat na všech pěti vizualizovaných modelech spíše jen s obtížemi. Tento svazek úvozových cest má ve svém bezprostředním okolí hustý borový les v kombinaci se smrkem. Není patrný na I. vojenském mapování, na dalších dvou mapováních již však ano. Pravděpodobně ho lze zařadit mezi využívané komunikace i v dnešní době. Svazek úvozů s označením L18 má délku zhruba 1000 m. Nachází se ve středně hustém borovém lese a nelze ho snadno identifikovat na žádné z použitých vizualizací. I. vojenské mapování tento objekt nezachycuje, na II. a III. je ale již zobrazen, do určité míry jeví známky používání až do současnosti. Liniový objekt L19 o délce 1120 m je dobře viditelný pouze na stínovaném modelu azimut 200, úhel 45° a na modelu lokálního reliéfu. Polohou odpovídá tento svazek úvozů středně hustému borovému lesu. Na všech třech vojenských mapováních je zaznamenán a zřejmě plní funkci komunikace až do dnešní doby. Svazek úvozových cest L20 se nachází severozápadně od Butova a má délku zhruba 590 m. Všechny vizualizované modely terénu ho zobrazují spíše nevýrazně (obr. 19). Nachází se v hustém lese, který se skládá z modřínů, borovic a smrků. Nebyl nalezen na žádném z vojenských mapování, částečně může jít o dodnes využívanou komunikaci. Jihovýchodně od Únehlí se nachází svazek úvozů L21 o délce 2190 m. S výjimkou modelu faktoru výhledu je dobře viditelný na použitých vizualizacích. Jeho okolí

reprezentuje středně hustá vyšší lesní vegetace složená z borovic s příměsí dubů/jilmů/lip. Tato komunikace je zanesena ve všech vojenských mapováních a pravděpodobně náleží mezi dodnes využívané cesty. Úvozy L22 a L25 se nacházejí jihovýchodně od obce Únehle. L22 má délku 2130 m a L25 940 m. Oba jsou dobře viditelné na vizualizovaných modelech terénu snad pouze s výjimkou modelu faktoru výhledu. L22 má ve svém okolí středně hustý borový les a L25 hustý borový les. Oba úvozy jsou zaznamenány na všech vojenských mapováních a pravděpodobně mohou být dodnes využívanými komunikacemi. Svazek úvozů L23 se nachází jihozápadním směrem od obce Malovice. Je dlouhý zhruba 230 m. Na stínovaném modelu azimut 200, úhel 45° není viditelný prakticky vůbec, na modelu faktoru výhledu je též sotva patrný. Lepší viditelnost vykazují jen zbývající tři varianty vizualizace. Okolí představuje středně hustý borový les s příměsí smrků. Nebyl nalezen žádný záznam tohoto objektu na vojenských mapováních, zřejmě tato cesta ale v současnosti není využívána. Liniový objekt s označením L24 je interpretován jako svazek úvozů nacházejících se severozápadně od Butova. Je dlouhý 215 m a na všech použitých vizualizacích je hůře identifikovatelný. Obklopený je středně hustým borovým lesem s příměsí dubů/jilmů/lip. Není zaznamenán na žádném z vojenských mapování, nejeví známky používání do dnešní doby. Úvozová cesta s označením L26 leží severozápadně od Malovic, má délku zhruba 2055 m. Je poměrně nevýrazná na všech pěti vizualizovaných modelech terénu. V jejím okolí se nenachází prakticky žádná vyšší vegetace. Na I. vojenském mapování patrná není, na ostatních dvou však již ano. Zřejmě se nejedná ale o dodnes využívanou komunikaci. Tuto skupinu objektů nebylo možno dohledat na stabilním katastru – pouze na vojenských mapováních.

5.2.1.4 Mezní pásy plužiny

Liniové objekty s označením Z1-Z25 byly interpretovány jako mezní pásy plužiny a nacházejí se jihozápadním směrem od obce Únehle. Objekt Z1 je dlouhý 170 m, v jeho okolí je středně hustý les složený z modřínů, borovic a smrků. Tento mezní pás je velmi špatně patrný na všech variantách vizualizací. Na stínovaném modelu azimut 200, úhel 45° a na modelu faktoru

výhledu není prakticky vůbec identifikovatelný. Objekt označený jako Z2 o délce 265 m je s výjimkou stínovaného modelu azimut 200, úhel 45° a modelu faktoru výhledu na vizualizovaných modelech terénu dobře viditelný (obr. 7). V jeho okolí nalezneme středně hustý les, který tvoří borovice s příměsí smrků. Mezní pás nazvaný pracovníě jako Z3 s délkou 235 m má ve své blízkosti středně hustý les, který se skládá z borovic a smrků. Tento objekt je dostatečně výrazný na stínovaných modelech azimut 315, úhel 45° a 65° a na modelu lokálního reliéfu, na zbylých vizualizacích tak dobře patrný už není. Objekt Z4 s délkou 220 m je dobře dohledatelný na většině z vizualizovaných modelů terénu pouze s výjimkou stínovaného modelu azimut 200, úhel 45° a modelu faktoru výhledu. Jeho okolí je reprezentováno středně hustým lesem, který se skládá z borovic a smrků. Mezní pás s pracovním názvem Z5 má délku 140 m. Obklopuje ho středně hustý borový les s příměsí smrků. Tento objekt je špatně viditelný na všech pěti variantách vizualizovaných modelů terénu. Mezní pás s označením Z6 o délce 130 m nalezneme v řídkém borovém lese, kde se místy vyskytují i smrky. Dobrou viditelnost vykazuje především na stínovaných modelech azimut 315, úhel 45° a 65° a modelu lokálního reliéfu, na zbývajících vizualizacích tak dobře patrný už není. Liniový objekt označený jako Z7 je dlouhý zhruba 230 m. Jeho okolí lze charakterizovat jako středně hustý borový les s příměsí dubů/jilmů/lip. Tento objekt je dobře patrný na všech použitých vizualizacích pouze s výjimkou stínovaného modelu azimut 200, úhel 45°. Mezní pás s pracovním názvem Z8 o délce 285 m se nachází ve středně hustém lese, jehož druhovou skladbu představují borovice v kombinaci s duby/jilmy/lipami. Tento objekt je poměrně snadno dohledatelný na většině vizualizovaných modelů. Pouze na stínovaném modelu azimut 200, úhel 45° se jeví jako hůře identifikovatelný. Mezní pás označený jako Z9 lze jen s obtížemi identifikovat na stínovaném modelu azimut 200, úhel 45°, na ostatních vizualizovaných modelech je ale už viditelný dostatečně. Má délku 510 m a obklopuje ho středně hustá vyšší lesní vegetace složená z borovic s příměsí dubů/jilmů/lip. Liniový objekt s pracovním názvem Z10 a délkou 480 m je bez větších obtíží identifikovatelný pouze na stínovaných modelech azimut 315, úhel 45° a 65°, na ostatních

vizualizacích není už tak snadno dohledatelný. Nalezneme ho ve středně hustém borovém lese složeném dále z dubů/jilmů/lip. Mezní pás označený jako Z11 o délce přibližně 330 m je hůře viditelný (nebo prakticky vůbec) na všech pěti použitých vizualizacích. V jeho okolí se nachází středně hustý borový les s příměsí smrků. Liniový objekt s označením Z12 o délce zhruba 230 m je na všech vizualizovaných modelech velmi špatně dohledatelný. Okolí tohoto mezního pásu lze charakterizovat jako středně hustý borový les. Mezní pás nazvaný jako Z13 má délku přibližně 190 m. Lze ho jen s obtížemi dohledat na všech pěti použitých vizualizacích. Je umístěn ve středně hustém lese složeném z borovic. Mezní pás s označením Z14 o délce zhruba 450 m je dobře patrný na všech vizualizovaných modelech terénu snad pouze s výjimkou stínovaného modelu azimut 200, úhel 45°, kde je hůře viditelný. Jeho okolí charakterizuje existence středně hustého borového lesa. Liniový objekt Z15, který je dlouhý přibližně 440 m, je hůře dohledatelný na stínovaném modelu azimut 200, úhel 45° a na modelu faktoru výhledu. Na ostatních vizualizacích je patrný dobře. V jeho okolí nalezneme středně hustý les, který se skládá z borovic v kombinaci se smrky. Mezní pás s pracovním označením Z16 je dobře identifikovatelný pouze na modelu lokálního reliéfu a faktoru výhledu. Na ostatních vizualizacích ho lze zpozorovat jen s určitými obtížemi. Má délku zhruba 240 m, nachází se ve středně hustém lese složeném z borovic s příměsí dubů/jilmů/lip. Liniový objekt pracovně nazvaný jako Z17 je dlouhý 130 m. Jeho okolí reprezentuje středně hustý les složený z borovic a dubů/jilmů/lip. Na všech pěti použitých vizualizacích ho lze spíše jen stěží identifikovat. Objekt Z18 o délce 130 m je hůře patrný na všech vizualizovaných modelech terénu. V jeho bezprostředním okolí lze nalézt jen řídkou rozmístěnou vyšší lesní vegetaci, která se skládá z borovic v kombinaci s duby/jilmy/lipami. S tímto typem lesa se setkáme též v blízkosti mezního pásu s označením Z19, který je dlouhý zhruba 280 m. Vykazuje zhoršenou viditelnost na všech použitých stínovaných modelech terénu. Na modelu lokálního reliéfu a faktoru výhledu ho nelze prakticky vůbec dohledat. Mezní pás pracovně nazvaný jako Z20 o délce 320 m vykazuje zhoršenou nebo žádnou viditelnost na všech vizualizovaných modelech terénu. Nachází se

v hustém borovém lese s příměsí dubů/jilmů/lip. Liniový objekt s názvem Z21 a délkou zhruba 370 m lze na všech použitých vizualizacích identifikovat jen s určitými obtížemi. Jeho okolí charakterizuje přítomnost pouze řídké rozmístěné vyšší lesní vegetace, která se skládá z borovic v kombinaci s duby/jilmy/lipami. Mezní pás Z22 o délce 320 m je hůře viditelný na všech použitých variantách vizualizací. Na modelu faktoru výhledu není patrný téměř vůbec. Nalezneme ho ve středně hustém borovém lese s příměsí dubů/jilmů/lip. Objekt s označením Z23 a délkou 375 m je dobře dohledatelný na všech třech použitých typech stínovaných modelů. Na modelu lokálního reliéfu a faktoru výhledu ale není už tak snadno identifikovatelný. V jeho okolí se nachází hustý borový les kombinovaný s duby/jilmy/lipami. Mezní pás pracovní nazvaný jako Z24 má délku přibližně 340 m. Na modelu lokálního reliéfu a faktoru výhledu vykazuje zhoršenou viditelnost, ale na stínovaných modelech je dohledatelný bez větších problémů. Jeho okolí je charakterizováno existencí středně hustého borového lesa. Liniový objekt označený jako Z25 a interpretovaný jako mezní pás má délku zhruba 290 m. Je dobře viditelný na všech třech použitých variantách stínovaných modelů, na modelu lokálního reliéfu a faktoru výhledu lze tento objekt dohledat ale jen stěží. Obklopuje ho středně hustý vyšší vegetační pokryv složený z borovic a smrků. Liniové objekty s označením L26 – L29 interpretované jako mezní pásy plůžiny se nacházejí východně od Liběvic. Všechny tyto objekty se nacházejí ve středně hustém lese složeném z borovic a dubů/jilmů/lip. Jejich délky se poměrně shodují - pohybují se v rozmezí 170 – 180 m a pouze s výjimkou stínovaných modelů azimut 315, úhel 45° a 65° jsou dobře viditelné na vizualizovaných modelech terénu (obr. 20). Popsané mezní pásy porušují objekt X1 interpretovaný jako tvrziště. Tuto obdělávanou plochu je možno nalézt na stabilním katastru z roku 1839 (obr. 21). Ostatní identifikované mezní pásy nejsou na stabilním katastru patrné (<http://archivnimapy.cuzk.cz>). Tuto skupinu objektů nebylo možno dohledat na vojenských mapováních.

5.2.1.5 Těžba nerostných surovin

Polygony těžby označené jako T1 – T3 se nacházejí jihovýchodně od obce Záchlumí. Polygon T1 je dobře viditelný na všech použitých vizualizacích pouze s výjimkou stínovaného modelu azimut 200, úhel 45° (obr. 7). Obklopuje ho středně hustý borový les a zabírá plochu přibližně 16700 m². Těžební oblast pracovně nazvaná T2 o ploše zhruba 4600 m² je snadno identifikovatelná na všech pěti vizualizovaných modelech terénu. V jejím okolí se nenachází prakticky žádná vyšší lesní vegetace. Těžební polygon T3 je dobře viditelný na všech použitých vizualizacích pouze s výjimkou stínovaného modelu azimut 200, úhel 45°. Nachází se ve středně hustém borovém lese a zabírá plochu 13138 m². Pozůstatky po těžbě s označením T4 a T5 je možno nalézt severovýchodním směrem od Stříbra. Těžební areál T4 zabírá plochu 84028 m² a je hůře patrný na stínovaném modelu azimut 200, úhel 45° a na stínovaném modelu azimut 315, úhel 65°, na ostatních vizualizacích je ale viditelný již dobře. V jeho okolí je středně hustý les složený z borovic v kombinaci se smrkou. Polygon těžby s pracovním názvem T5 je dobře viditelný pouze na stínovaném modelu azimut 315, úhel 45° a na modelu lokálního reliéfu. Zaujímá plochu 39830 m². Jeho blízké okolí reprezentuje středně hustý les, který se skládá z borovic a smrků. Západně od Butova se nacházejí oblasti těžby označené jako T6 – T8. Polygon těžby T6 stejně jako T7 je hůře patrný pouze na stínovaných modelech azimut 200, úhel 45° a azimut 315, úhel 45°. Obě těžební oblasti se nacházejí ve středně hustém lese složeném z borovic a smrků. T6 zabírá plochu 51738 m² a T7 pak 42462 m². Těžební areál s názvem T8 je dobře viditelný na všech použitých vizualizacích snad pouze s výjimkou stínovaného modelu azimut 200, úhel 45°. Je obklopen středně hustým lesem, ve kterém se vyskytují borovice a smrkou. Jeho plocha je 83471 m². Severozápadně od Butova se nacházejí těžební polygony T9 a T10. Oblast T9 je snadno identifikovatelná jen na stínovaných modelech azimut 200, úhel 45° a azimut 315, úhel 45°. Její okolí charakterizuje středně hustá vyšší lesní vegetace, jejíž druhová skladba odpovídá borovicím a smrkům. Plocha, již zaujímá v terénu tento polygon těžby, je 14976 m². Areál

těžby T10 pak zabírá plochu 5218 m², nachází se v hustém lese složeném z borovic v kombinaci se smrkou. Je dobře viditelný jen na stínovaném modelu azimut 315, úhel 45°, na modelu lokálního reliéfu a faktoru výhledu. Polygon těžby s pracovním označením T11 zaujímá v krajině plochu 14753 m² a nachází se západně od obce Kšice. V jeho okolí je možno nalézt středně hustý borový les. Je hůře dohledatelný jen na stínovaném modelu azimut 315, úhel 65°, na ostatních použitých vizualizacích ho lze postřehnout snáze (obr. 8, 9 a 10). Těžební areál T12 se nachází východně od obce Lomnička a zabírá plochu 3572 m². S výjimkou stínovaného modelu azimut 315, úhel 65° je dobře patrný na všech ostatních vizualizovaných modelech terénu. V jeho bezprostředním okolí je možno spatřit hustý smrkový les. Polygon těžby s označením T13 se nachází východně od Liběvic a zaujímá plochu 6989 m² (obr. 22). Je hůře viditelný na stínovaných modelech azimut 200, úhel 45° a azimut 315, úhel 65°, na ostatních modelech ho lze identifikovat už s menšími obtížemi (obr. 20). Jeho okolí reprezentuje hustý les složený z borovic a smrků. Oblast těžby s názvem T14 se nachází západně od obce Víchov. Je hůře pozorovatelná pouze na stínovaném modelu azimut 315, úhel 65° a zaujímá v terénu plochu 32471 m². Uvnitř tohoto polygonu těžby nalezneme středně hustý borový les, v jeho okolí se nachází pole. Těžební areál označený jako T15 nalezneme západně od obce Kšice. Je hůře dohledatelný pouze na stínovaném modelu azimut 315, úhel 65°, zbývající vizualizované modely terénu ho již zobrazují dostatečně výrazně (obr. 8, 9 a 10). V jeho okolí se nachází jen řídká vyšší lesní vegetace, jejíž druhová skladba odpovídá borovicím. Plocha zabraná v krajině tímto těžebním polygonem je pak 12765 m². Polygon těžby s pracovním názvem T16 se nachází severozápadně od obce Záchlumí (obr. 23). S výjimkou stínovaného modelu azimut 315, úhel 65° je dobře viditelný na všech ostatních použitých vizualizacích. Jeho okolí je reprezentováno hustým borovým lesem. Plocha v krajině zabraná touto těžební oblastí činí 5838 m². Tuto skupinu objektů se nepodařilo dohledat na vojenských mapováních ani na stabilním katastru.

5.2.1.6 Tvrziště

Bodový objekt označený jako X1 byl interpretován jako tvrziště. Nachází se asi 150 m východně od hájovny Liběvice (obr. 24). Je kruhového tvaru o průměru zhruba 38 m, průměr vnitřní vyvýšeniny je pak zhruba 8 m. V terénu tento vnější kruh tvoří pozůstatky valového tělesa (obr. 25 - 28), u kterého se na jednom místě, kde je tento val částečně obnažen, podařilo zachytit při vizuálním povrchovém průzkumu v terénu též přítomnost kamenů (obr. 29). Při terénním průzkumu došlo v oblasti tvrziště k objevu poměrně nepřírozně rozrušené půdy (obr. 30). Objekt X1 vykazuje zhoršenou viditelnost na stínovaném modelu azimut 200, úhel 45° a na modelu faktoru výhledu. Na ostatních stínovaných modelech a modelu lokálního reliéfu je pak výraznější (obr. 20). V jeho okolí najdeme řídký les složený z borovic a dubů/jilmů/lip. Tento objekt se nepodařilo dohledat na vojenských mapováních. Na stabilním katastru se v těchto místech nachází obdělávaná plocha (obr. 21).

5.2.2 Analýza výrazných pseudoobjektů

Pseudoobjekt s označením P1 byl v první fázi výzkumu interpretován jako možný dosud neznámý mohylník. Ověření v terénu však přineslo zjištění, že se jedná o lesní školku dlouhou přibližně 100 m a širokou zhruba 50 m. Tento polygon je dobře patrný na všech vizualizovaných modelech terénu. Nachází se ve středně hustém smrkovém lese. Pseudoobjekt nazvaný P2 byl stejně jako předchozí pseudoobjekt původně považován za mohylník, avšak jedná se opět o lesní školku dlouhou zhruba 80 m a širokou 55 m. Vyšší lesní vegetace je zde středně hustá a skládá se ze smrků. Tento polygon je dobře viditelný pouze na stínovaném modelu azimut 315, úhel 45° a na modelu lokálního reliéfu. Oba popsané pseudoobjekty leží severovýchodně od obce Rochlov.

5.3 Syntéza

Výsledkem vlastního výzkumu v oblasti severního Střívbrska s využitím dat leteckého laserového skenování je identifikace, ověření a analýza celkem

219 objektů a 2 výrazných pseudoobjektů (lesní školky). V rámci výzkumu byla zjištěna existence archeologických památek interpretovaných jako mohylníky, polygony těžby, úvozové cesty, milířiště, mezní pásy zaniklé plužiny a tvrziště. Konkrétně došlo k identifikaci a dokumentaci 134 mohyl (náležících do 10 mohylových pohřebišť v této oblasti), dále 13 milířišť, 1 tvrziště, 26 úvozových cest (nebo jejich svazků), 29 mezních pásů a 16 těžebních polygonů (obr. 31). Dohromady bylo tedy nalezeno 148 bodových objektů, 55 liniových a 16 polygonů těžby (obr. 32).

Většina z bodových objektů měla kruhový tvar (121 objektů) a oválný tvar vykazovalo pak 27 objektů. K mohylám s největším průměrem náleží objekty A1, F3, F29, F34 (přibližně 20 m) a k mohylám s nejmenším průměrem pak objekty D3, D5, I31, I46 (zhruba 5 m). Z milířišť mají největší průměr objekty M8 – M10 (asi 14 m) a nejmenší M6 a M11 (přibližně 10 m). Za nejdelší úvozovou cestu lze považovat svazek úvozů s označením L21 (zhruba 2190 m), jako nejkratší úvozové cesty se naopak jeví objekty nazvané L1 a L24, které jsou dlouhé 215 m. Předpoklad možného využívání jako komunikace až do dnešní doby je pak celkem u 18 objektů. Většina z úvozových cest je koncentrována v bezprostřední blízkosti těžebních polygonů (v okolí objektů T4, T5, T6 a T10 tvoří přímo síť) nebo mohylníků (např. V Křídlech – zde se úvozová cesta nachází přímo na mohylníku). Nejdelší je mezi mezními pásy objekt Z9 o délce 510 m a jako naopak nejkratší mezní pásy se jeví objekty Z6, Z17 a Z18 (zhruba 130 m). Za těžební oblast o největší zaujímané ploše lze označit polygon T4 (84028 m²). Pozůstatek po těžební činnosti o nejmenší rozloze pak představuje polygon těžby s pracovním názvem T12, který zabírá plochu 3572 m². Rozlohou největší je pseudoobjekt P1 (100 x 50 m).

Největší počet archeologických památek se zdařilo nalézt v typech lesa označených jako středně hustý (95 objektů a 2 výrazné pseudoobjekty) a hustý (92 objektů). V řídkém lese bylo identifikováno a zdokumentováno 22 archeologických památek a v oblastech s absencí vyššího vegetačního pokryvu pak 10 objektů (obr. 33). Není také výjimkou, že právě u objektů s

hustou (příp. středně hustou), obvykle jehličnatou vegetací v jejich okolí je možno na digitálních modelech terénu pozorovat též zhoršenou kvalitu lidarových dat (obr. 34). Nejčastěji se v okolí archeologických památek vyskytuje les složený výhradně z borovic (85 případů). Borový les v kombinaci s dubem/jilmem/lípou se vyskytuje v 56 případech. Třetím nejčastěji zastoupeným typem lesa z hlediska jeho druhové skladby je pak borový les s příměsí smrků (v okolí 43 objektů). Borovice v kombinaci s modřínem se vyskytuje u 11 identifikovaných objektů, modřín v kombinaci s borovicí a smrkem je možno nalézt u 8 památek. Smrkový les se vyskytuje u 4 dohledaných objektů (a 2 pseudoobjektů). U 2 objektů byla určena druhová skladba lesa jako borovice s příměsí dubů/ořešáků. V 10 případech se v blízkosti památek nenachází žádný vyšší vegetační pokryv (obr. 35). Poblíž identifikovaných mohyl se nejčastěji setkáme s hustým lesem (78 případů) složeným většinou pouze z borovic (v 59 případech), u milířišť je to les středně hustý (10 případů) složený většinou z borovic a smrků (6 případů). Okolí úvozových cest/svazků úvozů bývá nejčastěji charakterizováno jako středně hustý les (v 16 případech), který se skládá z borovic v kombinaci s duby/jilmy/lipami (v 8 případech). V blízkosti mezních pásů se pak obvykle setkáme se středně hustým lesem (u 23 objektů) složeným nejčastěji z borovic s příměsí dubů/jilmů/lip (v 16 případech) a u polygonů těžby je nejobvyklejší les středně hustý (v okolí 10 polygonů) složený většinou z borovic a smrků (v 8 případech).

Z hlediska prostorového uspořádání identifikovaných archeologických památek v zájmové oblasti lze jejich poněkud větší koncentraci zpozorovat např. v zalesněném území mezi obcemi Záchlumí a Kšice (mohylová pohřebiště zvaná Čertův kámen, Branka, Stelka, 2 svazky úvozů a 2 polygony těžby), dále např. zalesněná oblast jihozápadním směrem od Únehlí (25 mezních pásů, 3 polygony těžby, 2 svazky úvozů, mohylník s názvem V Křídlech), v oblasti severovýchodně od Stříbra a západně/severozápadně od Butova se pak setkáme přímo se sítí tvořenou úvozovými cestami/svazky úvozů, dále se 7 těžebními polygony a mohylníkem Petřský les.

Severozápadně/západně od obce Sviňomazy je patrná kumulace 8 bodových objektů interpretovaných jako milířišťe a 5 úvozových cest/svazků úvozů. V oblasti mohylového pohřebiště s názvem V Křídlech je patrný shluk 4 úvozových cest (L11 – L14) (obr. 7). Tyto úvozy však samotné mohly víceméně prostorově respektují. Naopak 4 liniové objekty (mezní pásy s označením Z26 – Z29) porušují objekt X1 interpretovaný jako tvrziště. U jednoho svazku úvozů (objekt L10) bylo zjištěno, že porušuje ostatní liniové objekty v této oblasti (12 mezních pásů s pracovními názvy Z14 – Z25).

Na stabilním katastru (obr. 21) lze pozorovat 4 z identifikovaných a popsaných mezních pásů (Z26 – Z29) – respektive zemědělsky obdělávanou plochu na jejich místě. Na I. vojenském mapování se podařilo dohledat 12 liniových objektů, na II. mapování 17 objektů a na III. pak 18 objektů. Ve všech případech se jedná o úvozové cesty/svazky úvozových cest.

Identifikované a zdokumentované polygony interpretované jako těžební areály spadají do katastrů obcí: Stříbro, Kšice, Únehle, Pytlov, Víchov, Horní Kozolupy a Sviňomazy (<http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/?wmcid=485>). Poloha těchto nalezených těžebních areálů byla podrobena komparaci s mapovou aplikací Geologické zajímavosti ČR (konkrétně s vrstvami „lomy“ a „důlní díla“), avšak nebyla nalezena žádná shoda (<http://mapy.geology.cz/zajimavosti/>). V místech identifikovaných a zdokumentovaných areálů těžeb se nepodařilo nalézt ani žádná odpovídající toponyma na mapě ZM 10/ZM 25 (http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ZM10_PUB/WMSservice.aspx).

Ve výsledcích vlastního výzkumu jsou patrné rozdíly v efektivitě i kvalitě zobrazení jednotlivých objektů v závislosti na použitých vizualizacích (obr. 36 a 37). Na stínovaném modelu azimut 200, úhel 45° je dostatečně výrazných celkem 113 objektů (a 1 pseudoobjekt), na stínovaném modelu azimut 315, úhel 45° lze bez obtíží identifikovat 119 objektů (a 2 výrazné pseudoobjekty) a u stínovaného modelu azimut 315, úhel 65° je dobře viditelných 111 objektů (a 1 pseudoobjekt). Na modelu lokálního reliéfu lze snadno dohledat celkem 165 objektů (a 2 pseudoobjekty) a na modelu faktoru výhledu pak dohromady 112

objektů (a 1 pseudoobjekt) (obr. 38). Největší počet dobře viditelných mohyl je možno pozorovat na modelu lokálního reliéfu (110 objektů), jako 2. nejefektivnější vizualizace se v tomto případě jeví stínovaný model azimut 200, úhel 45° s 84 dobře patrnými objekty (obr. 39). Model faktoru výhledu dobře zobrazoval 76 mohyl a zbývající dva stínované modely pak 71 a 69 objektů. Model lokálního reliéfu byl nejvhodnější pro vizualizaci dalších bodových objektů – milířišť. Zobrazoval dostatečně výrazně všechny objekty pouze s výjimkou 1 objektu (celkem tedy 12 objektů). Na stínovaných modelech azimut 315, úhel 45° a 65° bylo dobře patrných 8 a 10 objektů podobně jako na modelu faktoru výhledu (8 milířišť). Stínovaný model azimut 200, úhel 45° vykazoval u této skupiny objektů jen přibližně poloviční úspěšnost ve viditelnosti (6 dobře patrných objektů ze 13 identifikovaných). Úvozové cesty/svazky úvozů vykazovaly nejhorší viditelnost na modelu faktoru výhledu (pouze 5 dobře viditelných objektů). Na stínovaném modelu azimut 200, úhel 45° bylo již 9 dostatečně výrazných objektů a na ostatních stínovaných modelech pak 12 úvozů. Největší počet dobře identifikovatelných úvozů vykazoval model lokálního reliéfu (13 dobře viditelných objektů). Nejefektivnější vizualizační technikou byl i u mezních pásů plužiny model lokálního reliéfu (celkem 14 dobře patrných objektů) a dále stínované modely azimut 315, úhel 45° a 65° (shodně 13 mezních pásů). Naopak model faktoru výhledu (9 objektů) a stínovaný model azimut 200, úhel 45° (7 objektů) nevykazovaly takovou úspěšnost při vizualizaci objektů z této skupiny. U těžebních polygonů byly největší počty dobře viditelných památek u modelu lokálního reliéfu (15 polygonů těžby), dále u modelu faktoru výhledu a stínovaného modelu azimut 315, úhel 45° (shodně 14 dobře viditelných polygonů). Zbývající stínované modely azimut 200, úhel 45° a azimut 315, úhel 65° umožnily bezproblémovou identifikaci pouze u 7 a 6 památek.

Při vizuálním povrchovém průzkumu nedošlo přímo v terénu k žádnému neočekávanému objevu archeologické památky, který by nebyl od první fáze výzkumu predikován na základě pěti použitých variant vizualizačních metod – a to i přes místy částečně zhoršenou kvalitu lidarových dat (obr. 34). Není

výjimkou, že právě u objektů s hustou (případně středně hustou), obvykle jehličnatou vegetací je možno na digitálních modelech terénu pozorovat právě tuto zhoršenou kvalitu lidarových dat. Výsledkem vizuálního ověřovacího průzkumu v terénu bylo též zjištění, že vzrostlý borový les, o kterém píše M. Latner ve své práci (*Latner 2008, 14*) a který je viditelný též na ortofoto mapě (rok 2013) i ZM 10/ZM 25 v oblasti mohylníku U Osiky, je v současnosti již vykácen. Na mohylách, které jsou v terénu poměrně výrazné, roste v současnosti (v letních měsících) vysoká tráva a mohyly se tak nacházejí na mýtině, kterou při jasném počasí slunce přímo rozpaluje (obr. 5). Na jednom z mohylníků (Branka) - zejména v okolí a i přímo na mohyle H4 – bylo na několika místech zjištěno rozrušení půdy poměrně dost nepřírodným způsobem (obr. 14 a 15) a též na ploše tvrziště X1 (obr. 30).

5.4 Interpretace

Na základě výsledků výzkumu, které souvisejí s relativně velkým množstvím identifikovaných archeologických památek v zalesněných územích studované oblasti (příčinou ochrana objektů před erozí, rozoráním apod.), lze usuzovat, že výběr datových listů leteckého laserového skenování směřovaný právě na zalesněné oblasti s předpokladem větší míry zachování archeologických objektů, byl poměrně správný a opodstatněný (obr. 40). Druhou stranou mince je však u těchto silně (hustě nebo středně hustě) zalesněných oblastí též lokální výskyt zhoršené kvality lidarových dat z důvodu nedostatečné hustoty vysílaných/odražených pulsů pronikajících skrze hustou (nejčastěji jehličnatou) vegetaci až k povrchu terénu. Celkem vzato se ale zvolená hustota a datum skenování jeví jako více než dostačující pro potřeby této práce.

Důvodem, proč nedocházelo k neočekávaným objevům archeologických památek při vizuálním povrchovém průzkumu v terénu, ale pouze k ověřování a dokumentaci na DMR předem vytipovaných objektů a jejich charakteristik, je zřejmě využívání většího počtu vizualizačních technik aplikovaných na modely terénu a poměrně podrobný rozbor vizualizovaného zájmového území

v programu ESRI ArcMap již v prvotní fázi vlastního výzkumu. Vzhledem k velké variabilitě a specifickým vlastnostem archeologických objektů, dále záležitostí ovlivňujících samo LLS (např. vegetace), kdy se může u každého objektu lišit kvalita viditelnosti na DMR, se jeví jako nejpřesnější a nejefektivnější právě možnost průběžného využívání a kombinování většího počtu vizualizačních metod doplněná o vizuální povrchový průzkum v terénu a práci s dalšími dostupnými prameny. Přínosem pro vlastní výzkum byly i záznamy o archeologických výzkumech doposud zkoumaných památek v této oblasti (především mohylníků). Za zmínku stojí i velmi dobré výsledky (z hlediska efektivity zobrazení památek) zejména modelu lokálního reliéfu, dokonce lepší než u stínovaných modelů, které přitom bývají asi nejčastěji aplikovanou vizualizační metodou (obr. 38). Tento způsob vizualizace vykazoval nejlepší výsledky u de facto všech skupin identifikovaných objektů. V případě zkombinování tohoto modelu (nebo též modelu faktoru výhledu) se stínovým modelem jako podkladem a nastavováním míry průhlednosti získal model lokálního reliéfu větší plastičnost, terénní situace se tak stala přehlednější a použitelnost této vizualizace se tak ještě zvýšila (obr. 3, 4, 9). Podle mého názoru by se tedy tato vizualizační technika měla zapojovat častěji či automaticky do prací/archeologických výzkumů využívajících data leteckého laserového skenování.

Možnou příčinou určité kumulace archeologických památek v zalesněném území mezi obcemi Záchlumí a Kšicemi (mohylníky zvané Čertův kámen, Branka, Stelka, 2 svazky úvozů a 2 polygony těžby) mohou být podle mého názoru poměrně specifické přírodní poměry této oblasti. Setkáme se zde s relativně rovným terénem stejně jako s výraznějším převýšením (mohyly přímo na výrazné terénní dominantě) a dále jsou v těchto lesích rozptýlené kameny/skály větších rozměrů (některé i několik metrů) – odtud zřejmě název Čertův kámen. Jde o pouhou domněnku, avšak podle mého názoru není vyloučené, že celá tato konkrétní oblast (zejména pokud jde o kumulaci 3 mohylových pohřebišť) mohla mít nějaký hlubší kultovní význam,

který u ostatních lokalit (mohylníků) na severním Stříbrsku zpozorován nebyl (především z hlediska jejich přírodních poměrů).

Existence propletené, rozvinuté sítě úvozových cest/svazků úvozů v blízkosti 7 identifikovaných těžebních polygonů (obr. 19) patrně není ojedinělou záležitostí. S vazbami úvozů na těžební areály se můžeme setkat též např. v oblasti Brd (srov. Nováček 2011, 4). Obecně vzato polygony těžby byly v terénu poměrně snadno dohledatelné díky využití dat leteckého laserového skenování. Velkoplošná analýza lidarových dat byla efektivně aplikována též v oblasti saského Krušnohoří k vyhledávání celých hornických revírů i jednotlivých objektů či reliktních (srov. Ernée 2015, 393). Vzhledem k tomu, že se polohy objevených těžebních areálů nezdařilo dohledat v mapové aplikaci Geologické zajímavosti ČR stejně jako nalézt v těchto místech odpovídající toponyma na mapě, ani výzkumy zaměřené na polygony těžby v této oblasti, lze podle mého názoru usuzovat, že tyto konkrétní těžební polygony nejsou dosud u místních lidí, turistů a patrně ani u odborné veřejnosti příliš známou a probádanou záležitostí – nelze vyloučit, že se jedná o dosud neznámé (nebo dosud nelokalizované) památky, u kterých by bylo v budoucnu vhodné provést archeologický výzkum jiného než vizuálně – povrchového charakteru (např. sondáž, geofyzikální metody).

Těžební areál označený jako T11 (nedaleko mohylníků) mezi obcemi Záchlumí a Kšice lze podle mého názoru spojit s údaji o těžbě limonitu na vrchu zvaném Stelka, kde se nachází tento polygon těžby. Měl by mít povahu okru či lebníku, může být i porézní, křemitý, naběhlého struskovitého povrchu. Na území katastru obce Kšice by se dále měl v minulosti získávat např. křemen, kalcit, galenit, dolomit, pyrit, chalkopyrit a existují i záznamy o dolech na stříbro, olovo a železo na tomto území, avšak v rámci výzkumu se nepodařila prokázat spojitost s některým ze 4 dalších identifikovaných těžebních areálů v těchto místech (Kratochvíl 1960, 382). První zmínky o dolování na Stříbrsku pocházejí z 12. století (z let 1183 a 1186) a je možno tak stříbrský rudní revír řadit k nejstarším v českých zemích (Kratochvíl 1963, 244). V roce 1975 byla ukončena těžba v celém stříbrském rudním revíru

(*archiv Městského muzea ve Stříbře*), z tohoto důvodu lze identifikované těžební areály přibližně (rámcově) datovat do doby od vrcholného středověku do novověku.

Přítomnost úvozových cest na mohylových pohřebištích byla zjištěna při větším počtu archeologických výzkumů. Úvozová cesta na mohylníku se nacházela též např. na lokalitách Javor – Hádky nebo Šťáhlavy – Hájek (*srov. Šebková – John 2014, 102; Křišťuf – Švejcár – Baierl 2010, 52*). Vyhledávání úvozových cest/svazků úvozů na jednotlivých vojenských mapováních může napomoci k určení nejstaršího horizontu dohledání komunikací – jejich přibližné datace. Lze je tak snáze oddělit od cest vzniklých v posledních letech. Z některých původně úvozových cest se mohou stát oficiální turistické stezky či cesty využívané lesníky (a jako takové většinou zaznamenané na mapách ZM 10/ZM 25) a jejich komunikační funkce tak kontinuálně přetrvává až do současnosti. Mapy I. vojenského mapování vznikly mezi lety 1764-1783, mapy II. vojenského mapování mezi 1836-1852 a III. voj. mapování probíhalo pak v 80. a 90. letech 19. století (<http://www.historicke-cesty.cz/projekt/nova-metodika/>). Zaznamenání cest v těchto pramenech je odrazem existence komunikací (jejich zachování) již v době mapování. Z toho tedy vyplývá, že minimální stáří úvozové cesty, jejíž poloha je zanesena již na mapě I. vojenského mapování, by mělo odpovídat 2. polovině 18. století – nevznikla tedy v poslední době a jako taková (nebo objekty s ní bezprostředně související) se podle mého názoru může stát předmětem dalšího archeologického bádání.

V blízkém okolí dnešní hájovny s názvem Liběvice byl identifikován bodový objekt X1 interpretovaný jako tvrziště. Tvrziště se nachází přibližně 2200 m vzdušnou čarou od centra obce Černošín, náleží však ke katastru Horní Kozolupy. Objekt leží zhruba 150 m východně od hájovny, od které ho odděluje nepřilíš vodnatý Luční potok a jeho údolí (obr. 24). Vzhledem k názvu této blízké hájovny a též okolního lesa nazvaného Liběvický lze tuto lokalitu pravděpodobně spojit s místem dosud opomíjené zaniklé vsi Liběvice (Libitzen), která byla dosud zmiňována jen v písemných pramenech. A tedy i

onu tvrz „w Libiwiczach“ zmiňovanou v roce 1543 (*Profous 1949, 591*) lze díky možnosti využití dat leteckého laserového skenování nyní lokalizovat. Podle mého názoru se přítomnost kamenů identifikovaná v místě obnažení valu mohla nacházet po celé délce valového tělesa, avšak odhalena je jen v jedné jeho části (obr. 29). Nepřirozeně rozrušená půda nalezená v oblasti tvrziště při terénním průzkumu (obr. 30) může být pozůstatkem činnosti hledačů kovů (tzv. detektorářů) nebo divokých prasat. V okolí výkopu však nebyly viditelné žádné recentní kovové předměty, takže nelze v tomto případě rozrušenou půdu s jistotou spojit s detektoráři. V oblasti objektu interpretovaného jako tvrziště se na mapě stabilního katastru zdařilo dohledat 4 mezní pásy (Z26 – Z29 respektive obdělávanou plochu na jejich místě). Mapa stabilního katastru, na které byly monitorovány zejména mezní pásy, pochází z roku 1839 (samotné mapování katastru probíhalo mezi lety 1826-1843) (<http://www.historicke-cesty.cz/projekt/nova-metodika/>). Objekt X1 (tvrziště) se na DMR i v terénu jevil jako poničen dlouhodobou orbou a možnost srovnání se stabilním katastrem toto de facto potvrdila (obr. 21). V okolí tvrziště nalezneme též těžební areál s označením T13 (obr. 22). Pokud jde o datování, mezní pásy Z26 – Z29 (a bývalá zemědělsky obdělávaná plocha v těchto místech) by patrně mohly pocházet z doby 1. poloviny 19. století, možná již i z konce 18. stol. a tvrziště, které porušují, lze považovat tedy za ještě starší – vrcholně středověké. U ostatních mezních pásů plužiny v okolí Stříbra, které nebylo možno dohledat na stabilním katastru, nelze dataci na základě dostupných informací z vizuálního povrchového průzkumu v terénu bohužel s jistotou určit. Dle mého názoru však mohou pocházet rámcově z konce středověku či možná počátku novověku. Vazbu na nějakou zaniklou vesnici v jejich okolí (ostatně stejně jako existenci samotné zaniklé vesnice) se nepodařilo v rámci výzkumu prokázat. Identifikované mezní pásy lze zřejmě zařadit do skupiny tzv. schodkovitých mezních pásů (na základě jejich tvaru a výšky řádově minimálně v desítkách centimetrů a dále průběhu po vrstevnicích v méně nebo středně svažitém terénu) (*Černý 1979, 68-69*). Samotná plužina by pravděpodobně mohla odpovídat typu plužiny traťové (*Černý 1979, 90*). Dle mého názoru se do současnosti dochovala jen polovina

z původní plužiny. Její druhá část (dnes již patrně novodobou orbou zdestruovaná) se mohla nacházet buď jihozápadním směrem k obci Těchlovice, nebo naopak na druhé straně na protějším břehu Petrského potoka. Ovšem v tomto případě se jedná o nepodloženou domněnku vycházející pouze z tvaru dochované plužiny (mezních pásů) a jejich polohy na mapě ZM 10/ZM 25.

Existenci vysoké trávy (v letních měsících) na mohylníku U Osiky lze pravděpodobně přirovnat až k porostovým příznakům, klasicky využívaných při letecké archeologické prospekci. Zejména z pohledu ze strany (díky vysoké trávě i přímo na mohylách) mohly vystupují do výšky oproti okolnímu terénu (obr. 5). Z důvodu vykáčení lesa, který je dříve chránil mj. před povětrnostními vlivy, lze podle mého názoru očekávat určité zrychlení eroze u mohyl a celkově bohužel i jejich rychlejší zánik. Tento případ odlišnosti skutečné situace v terénu - na rozdíl od prvotních odhadů na základě ortofoto mapy a vlastně i map ZM 10/ZM 25 - jen potvrzuje důležitost ověřovat prvotní odhady vytvořené na základě digitálních modelů a různých map fyzicky v terénu.

V případě komparace informací/dat získaných pozorováním, měřením v terénu a prací s GPS s prvotními odhady a měřením na DMR v prostředí programu ArcMap, bylo prokázáno, že metoda leteckého laserového skenování je velice přesnou a důvěryhodnou záležitostí. Tato metoda umožnila detekci všech později verifikovaných archeologických památek a do určité míry i jejich dokumentaci (odhad tvaru, stavu, účelu/interpretace, měření rozměrů atd.) stejně jako např. sledování umístění památek v krajině a možných prostorových vztahů mezi nimi. I přes potenciál této metody (identifikace a dokumentace objektů) je však vhodné vždy zkombinovat práci s daty LLS v programech GIS s ověřovacím povrchovým průzkumem v terénu, oddělit objekty archeologického zájmu od tzv. pseudoobjektů a případně ke zjištění výplně objektů (např. uhlíkové vrstvy u milířišť) též v terénu aplikovat i metodu mikrovrypů.

Zkoumaná oblast severního Stříbrska se jeví jako bohatá především na památky pravěkého stáří (134 identifikovaných pravěkých mohyl z 219 nalezených objektů). Nepřirozeným způsobem rozrušená půda na jednom z mohylníků (s názvem Branka) a konkrétně i přímo na mohyle H4 a v jejím okolí je podle mého názoru dílem hledačů kovů (tzv. detektorářů). Soudím tak na základě umístění samotných výkopů (i svisle přímo skrze mohylu, na jejím vrcholku a též v jejím okolí), dále na základě skutečnosti, že vedle vyhloubeného výkopu se nacházela evidentně z něho vyhozená, zrezivělá plechová nádoba, jež pravděpodobně původně signalizovala hledači kovový předmět, který ho motivoval kopat (obr. 15). A konečně posledním důvodem, proč se domnívám, že autorem výkopů je neznámá osoba řadící se mezi tzv. detektoráře, je výkop vyhloubený zřejmě motyčkou, lopatkou či obdobným nástrojem, ze kterého byl vyndán větší počet kamenů (obr. 14). Celkově vzato se tyto terénní nerovnosti příliš nejeví jako pozůstatek existence např. divokých prasat.

6 ZÁVĚR

Tato práce si kladla za cíl zejména rozšíření datové základny (u již lokalizovaných, probádaných památek) a případnou identifikaci nějakých dosud neznámých či nelokalizovaných objektů možného archeologického zájmu. Mezi hlavní výstupy práce patří především databáze nemovitých archeologických památek s formalizovanými charakteristikami verifikovaných poloh. Vlastní výzkum se zakládal na zpracování dat leteckého laserového skenování v prostředí GIS softwaru ESRI ArcMap verze 10.2 a provedení vizuálního ověřovacího povrchového průzkumu v terénu v oblasti severního Stříbrska. V rámci vlastního výzkumu bylo identifikováno celkem 219 památek, kdy nejpočetněji jsou zastoupeny památky pravěkého stáří (134 mohyl). Konkrétně došlo dále k objevům 13 milířišť, 26 úvozových cest, 29 mezních pásů, 16 těžebních areálů/polygonů a jednoho tvrziště, které lze pravděpodobně spojit s dosud vcelku opomíjenou zaniklou vsí Liběvice zmiňovanou v písemných pramenech. Dalším cílem práce bylo sledování a hodnocení potenciálu (efektivity) dat DMR5G pro vyhledávání a dokumentaci

archeologických památek a dále některých faktorů, které LLS mohly ovlivnit (např. vliv hustoty vyšší lesní vegetace či druhové skladby). Důležitá byla též otázka odlišností v efektivitě u třech různých vizualizačních technik a jejich variant využívaných pro vyhledávání nebo i částečnou dokumentaci objektů (stínovaný model, model lokálního reliéfu a model faktoru výhledu). Výsledky vlastního výzkumu, který byl součástí této práce, potvrdily skutečnost, že letecké laserové skenování je velmi užitečnou a přesnou metodou při vyhledávání i dokumentaci archeologických nemovitých památek ve sledované oblasti - severního Střibrska. Dále bylo zjištěno, že se větší množství archeologických nemovitých památek (objektů) nachází v zalesněných oblastech, což však místy může být částečně na úkor viditelnosti objektů na DMR. Byla nalezena jistá souvislost (ne)kvality lidarových dat s hustotou vyšší lesní vegetace i druhovou skladbou zalesněných ploch. I přes zhoršenou kvalitu lidarových dat nad hustými, většinou jehličnatými lesy se metoda leteckého laserového skenování jeví (s ohledem na možnost průchodu laserového paprsku vegetací) efektivněji než jiné metody dálkového průzkumu Země, které touto možností nedisponují. Nespornou výhodou digitálních modelů reliéfu je i pohled na terén z širší perspektivy, což může být užitečné zejména při posuzování prostorových vztahů mezi objekty, umístění objektů v terénu apod. Kvalita viditelnosti objektů byla v závislosti na použité vizualizaci mnohdy odlišná a pravděpodobně může v rámci archeologických výzkumů hrát poměrně zásadní roli při identifikaci památek i do budoucna. Dle výsledků výzkumu se jeví tedy jako nejefektivnější při práci s daty LLS průběžné využívání několika typů vizualizačních metod (v tomto případě několik variant stínovaného modelu, model lokálního reliéfu i model faktoru výhledu) a následné terénní ověření prvotních předpokladů – vytipovaných objektů či jejich charakteristik. Z dlouhodobého hlediska lze podle mého názoru i v budoucnu očekávat stále častější integraci metody leteckého laserového skenování do archeologických výzkumů (projektů) - nových i již stávajících v rámci jejich rozšiřování, pro které bude jistě významným přínosem.

7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A PRAMENŮ

Archeologická databáze Čech (ADČ) 3.0.

Ackermann, F. 1999: Airborne laser scanning – present status and future expectations. *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing* 54, 64–67.

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.

Brejcha, R. 2013: Evaluace archeologického potenciálu lesního prostředí jihozápadní části Radečské vrchoviny s využitím lidarových dat. In: M. Gojda – J. John (eds.), *Archeologie a letecké laserové skenování krajiny*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 200–220.

CDB I: Friedrich, G. Ed. 1904-1907: *Codex diplomaticus et epistolaris Regni Bohemiae I. Pragae*.

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.

Crutchley, S. – Crow, P. 2010: *The Light Fantastic: Using airborne laser scanning in archaeological survey*. Swindon: English Heritage.

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

Čujanová, E. 1970: *Mittelbronzezeitliches Hügelgräberfelder in Westböhmen*. Praha.

Čujanová-Jílková, E. 1995: Ein Beitrag zur Datierung der Funde vom Typ Vrhavěč in Westböhmen - Příspěvek k datování nálezů typu Vrhavěč v západních Čechách, *Památky archeologické* 86, 5–20.

Devereux, B. J. – Amable, G. S. – Crow, P. 2008: Visualisation of LiDAR terrain models for archaeological feature detection. *Antiquity* 82, 470–479.

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

Dolanský, T. 2005: Lidary a letecké laserové skenování. Disertační práce, Ústí nad Labem.

Dolanský, T. – Gasior, M. 2006: Laserové skenování na území Českého Švýcarska. In: *GEOS 2006*. Praha: VÚGTK, 2006, 54.

Doneus, M. – Briese, Ch. 2006: Full-waveform airborne laser scanning as a tool for archaeological reconnaissance. In: *From Space To Place. Proceedings of The 2nd International Conference On Remote Sensing In Archaeology*, *Bar International Series*, 1568 (2006), 99–105.

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.

Doneus, M. – Briese, Ch. 2011: Airborne Laser Scanning in forested areas – potential and limitations of an archaeological prospection technique. In D. Cowley (ed.): *Remote Sensing for Archaeological Heritage Management*. EAC Occasional Paper No.5, 59–76.

Eichhorn, O. 1934: Hügelgräber bei Mies, *Sudeta X*, Leipzig, 111.

Eichhorn, O. 1935: Grabungen bei Mies, *Sudeta XI*, Leipzig, 33–41.

Eichhorn, O. 1937a: Die Ausgrabungen des Museums der Stadt Mies von 1933 bis 1936. *Stříbro*.

Eichhorn, O. 1937b: Ein mittelbronzezeitlicher Hügelgrab bei Mies im Egerlande, *WPZ* 24, 29–41.

Eichhorn, O. 1938: Ein spätbronzezeitliches und ein hallstädtisches Hügelgräb bei Mies im Egerlande, *Mannus* 30, 263–267.

Emler, J. Ed. 1876: Ein Bernaregister des Pilsner Kreises vom Jahre 1379. Praha.

Ernée, M. 2015: ArchaeoMontan 2013: Krušná krajina — Erz (gebirgs) landschaft — Ore landscape, *Památky archeologické* 106, 393–396.

Fowler, R. 2001: Topographic lidar. In: *Digital Elevation Model Technologies and Applications: The DEM Users Manual*. American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, Bethesda, MD-USA, 207–236.

Gasior, M. 2006: Laserové skenování pro tvorbu 3D modelu vybrané části Národního parku České Švýcarsko, diplomová práce, Fakulta životního prostředí, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem.

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.

Hesse, R. 2010: LiDAR derived local relief models: a new tool for archaeological prospection. *Archaeological Prospection* 17, 67–72.

Humme, A. – Lindenbergh, R. – Sueur, C. 2006: Revealing celtic fields from Lidar data using kriging based filtering. In: H. - G. Maas – D. Schneider (eds.), Proceedings of the ISPRS Commission. Vol. 36, part 5. Dresden, 22–28.

Chytráček, M. – Šmejda, L. 2005: Opevněný areál na Vladaři a jeho zázemí. K poznání sídelních struktur doby bronzové a železné na horním toku Střely v západních Čechách. Archeologické rozhledy 57, 3–56.

John, J. 2008: Počítačová podpora dokumentace terénních reliktů 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.

John, J. 2014: Vývoj mapování hradiště Vladař u Žlutic – Entwicklung der Kartierung des Burgwalls Vladař bei Žlutice. Archeologie západních Čech 8, 67–71.

Kabát, J. 1949: Nové mohyly v jihozápadních Čechách, AR 1, 126–129.

Kokalj, Ž. et al. 2011: Application of sky-view factor for the visualization of historic landscape features in lidar-derived relief models. Antiquity 85, 263–273.

Kokalj, Ž. – Zakšek, K. – Oštir, K. 2013: Visualizations of lidar derived relief models. In: Opitz, R. – Cowley, D. (eds.), Interpreting Archaeological Topography. 3D Data, Visualisation and Observation. Oxford, 100–114.

Koscelník, P. 2013: Využití lidarových dat v archeologii konfliktu středověku: obléhací práce z 15. století. In: M. Gojda – J. John (eds.), Archeologie a

letecké laserové skenování krajiny. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 190–199.

Kratochvíl, J. 1960: Topografická mineralogie Čech, díl III (I-K), Praha.

Kratochvíl, J. 1963: Topografická mineralogie Čech, díl VI (S-T), Praha.

Kraus, K. – Rieger, W. 1999: Processing of laser scanning data for wooded areas. In: Fritsch – Spiller eds.: Photogrammetric Week '99. Stuttgart, Wichmann Verlag, 221–231.

Křišťuf, P. 2007: Průzkum Křivoklátské vrchoviny. Příspěvek vizuálního povrchového průzkumu k poznání novověké kulturní krajiny. In: Křišťuf, P. – Šmejda, L. – Vařeka, P. (eds.), Opomíjená archeologie 2005-2006, Plzeň: KAR FF ZČU, 158–162.

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

Křišťuf, P. – Švejcar, O. 2014: Využití dat leteckého laserového skenování (DMR5G) k dokumentaci mohylových pohřebišť v Plzni, Archeologie západních Čech 8, 56–66.

Křikavová, L. 2009: Interpolace bodových dat v GIS. Nepublikovaný rukopis bakalářské práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, Katedra mapování a kartografie.

Kuna, M. (ed.) 2004: Nedestruktivní archeologie - Non-destructive archaeology. Praha.

Kuna, M. – Tomášek, M. 2004: Povrchový výzkum reliéfních tvarů, In: Kuna, M. a kol., Nedestruktivní archeologie. Praha, 237–296.

Latner, M. 2008: Pravěká mohylová pohřebiště na severním Stříbrsku. Nepublikovaný rukopis bakalářské práce. Západočeská univerzita v Plzni, Filozofická fakulta, Katedra archeologie.

LEr: Libri erectionum archidioecesis Pragensis saeculo XIV. et XV. Pragae (ed. C. Borový, A. Podlaha).

Nováček K. et al. 2010: Kladrubský klášter 1115–1421. Osídlení – architektura – artefakty. Plzeň.

Palacký, F. 1848: Popis království Českého. Praha.

Pavelka, K. 2011: Zpráva o řešení projektu 2009 - 2010, Projekt č. CG 912-105-520, ČVUT v Praze, Fakulta stavební. Praha.

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

RBM I: C. J. Erben Ed. 1855: Regesta diplomatica nec non epistolaria Bohemiae et Moraviae I. (600-1253). Pragae.

Roubík, F. 1959: Soupis a mapa zaniklých osad v Čechách. Praha.

Rybová, A. 1957: Halštatská mohyla s dodatečným pohřbem u Kšic, AR 9, 611–625.

Státní archeologický seznam ČR (SAS) online – veřejný přístup.

Šaldová, V. 1967: Pravěk Stříbrska. Stříbro.

Šaldová, V. 1971a: Archiv nálezových zpráv (NZ) ArÚ Praha, čj. 5227/71, Vícho, okr. Tachov.

Šaldová, V. 1971b: Archiv nálezových zpráv (NZ) ArÚ Praha, čj. 5226/71, Kšice, okr. Tachov.

Šaldová, V. 1972a: Archiv nálezových zpráv (NZ) ArÚ Praha, čj. 7619/72, Vícho, okr. Tachov.

Šaldová, V. 1972b: Archiv nálezových zpráv (NZ) ArÚ Praha, čj. 7966/72, Kšice, okr. Tachov.

Šaldová, V. 1973a: Archiv nálezových zpráv (NZ) ArÚ Praha, čj. 3851/73, Kšice, okr. Tachov.

Šaldová, V. 1973b: Archiv nálezových zpráv (NZ) ArÚ Praha, čj. 3854/73, Víchov, okr. Tachov.

Šaldová, V. 1973c: Archiv nálezových zpráv (NZ) ArÚ Praha, čj. 3853/73, Kšice, okr. Tachov.

Šaldová, V. 1974: Halštatské mohylové pohřebiště u "Čertova kamene", k. ú. Kšice, AR 26, 120–151.

Šaldová, V. 1975: Mohylová pohřebiště na Stříbrsku, Výzkumy v Čechách 1971, Praha, 202–213.

Šebková, K. 2014: Identifikace nemovitých archeologických pramenů pomocí leteckého laserového skenování. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni, Filozofická fakulta, Katedra archeologie.

Šebková, K. – John, J. 2014: Identifikace nemovitých archeologických památek pomocí leteckého laserového skenování v oblasti extravilánu zaniklé středověké vesnice Javor a mohylníku Javor-Hádky. Archeologie západních Čech 8, 97-106.

Šída, P. – John, J. – Prostředník, J. – Ramminger, B. 2013: Neolitická těžba na Jistebsku v Jizerských horách a možnosti její detekce pomocí leteckého laserového skenování. In: M. Gojda – J. John (eds.), Archeologie a letecké laserové skenování krajiny. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 80–86.

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

Věsta, A. 1945: Archiv nálezových zpráv (NZ) ArÚ Praha, čj. 2345/45, Víchov (okr. Tachov).

Visinger, B. 2015: Historická krajina Kdyňska. Terénní ověřování výsledků dálkového archeologického průzkumu. Nepublikovaný rukopis diplomové práce. Západočeská univerzita v Plzni, Filozofická fakulta, Katedra archeologie.

Zakšek, K. – Oštir, K. – Kokalj, Ž. 2011: Sky-View Factor as a Relief Visualization Technique. *Remote Sensing*, 3, 398–415.

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 [Citováno dne 6. 3. 2016].

Výroční zpráva Západočeského muzea v Plzni z roku 2014. URL: http://www.zcm.cz/sites/default/files/vyrocnizprava_2014.pdf [Cit. 16. 8. 2015].

Nováček, K. 2011: Archeologické dědictví středních Brd: současný stav poznání a problematika jeho ochrany. URL: http://zcu.academia.edu/KarelNovacek/Papers/1189591/Archeologicke_dedictvi_strednich_Brd_soucasny_stav_poznani_a_problematika_jeho_ochrany The archaeological heritage of the central Brdy forest a current stage of knowledge research and protection perspectives in Czech only [Citováno dne 20. 8. 2015].

Archiv Městského muzea ve Stříbře (dostupné na: URL: <http://www.strebro.cz/okrread.php?id=15>)

URL: http://www.dibavod.cz/data/lls_clanek_vtei.pdf?PHPSESSID=vcbxqccbl [Citováno dne 18. 2. 2016]

URL: [http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(y3kbxtrky5vbi5uggezvb5qz\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZZK-DMR4G-V&head_tab=sekce-02-gp&menu=301](http://geoportal.cuzk.cz/(S(y3kbxtrky5vbi5uggezvb5qz))/Default.aspx?mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZZK-DMR4G-V&head_tab=sekce-02-gp&menu=301) [Citováno dne 5. 3. 2016]

URL: <http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/006000000001000000.htm> [Citováno dne 8. 3. 2016]

URL: <http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#//005v00000027000000> [Citováno dne 8. 3. 2016]

URL: <http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#//009z00000076000000.htm> [Citováno dne 8. 3. 2016]

URL: <http://support.esri.com/en/knowledgebase/gisdictionary/term/kriging> [Citováno dne 8. 3. 2016]

URL: <http://issar.cenia.cz/issar/page.php?id=1594> [Cit. 1. 8. 2015]

URL: http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ZM10_PUB/WMSservice.aspx [Cit. 10. 8. 2015]

URL: http://geoportal.gov.cz/web/guest/map?wms=http://mapy.geology.cz/arcgis/services/Inspire/Pudni_typy/MapServer/WMSserver [Cit. 14. 8. 2015]

URL: [http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(c20akl0hintkolhif42bok4s\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&text=vyskopis&side=vyskopis&menu=30](http://geoportal.cuzk.cz/(S(c20akl0hintkolhif42bok4s))/Default.aspx?mode=TextMeta&text=vyskopis&side=vyskopis&menu=30) [Cit. 1. 8. 2015].

URL: <http://geoportal.uhul.cz/LhpoMap/?MapComposition=smispor> [Cit. 14. 8. 2015].

URL: <http://oldmaps.geolab.cz> [Cit. 14. 8. 2015].

URL: <http://archivnimapy.cuzk.cz> [Cit. 4. 4. 2016].

URL: <http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/?wmcid=485> [Cit. 14. 4. 2016].

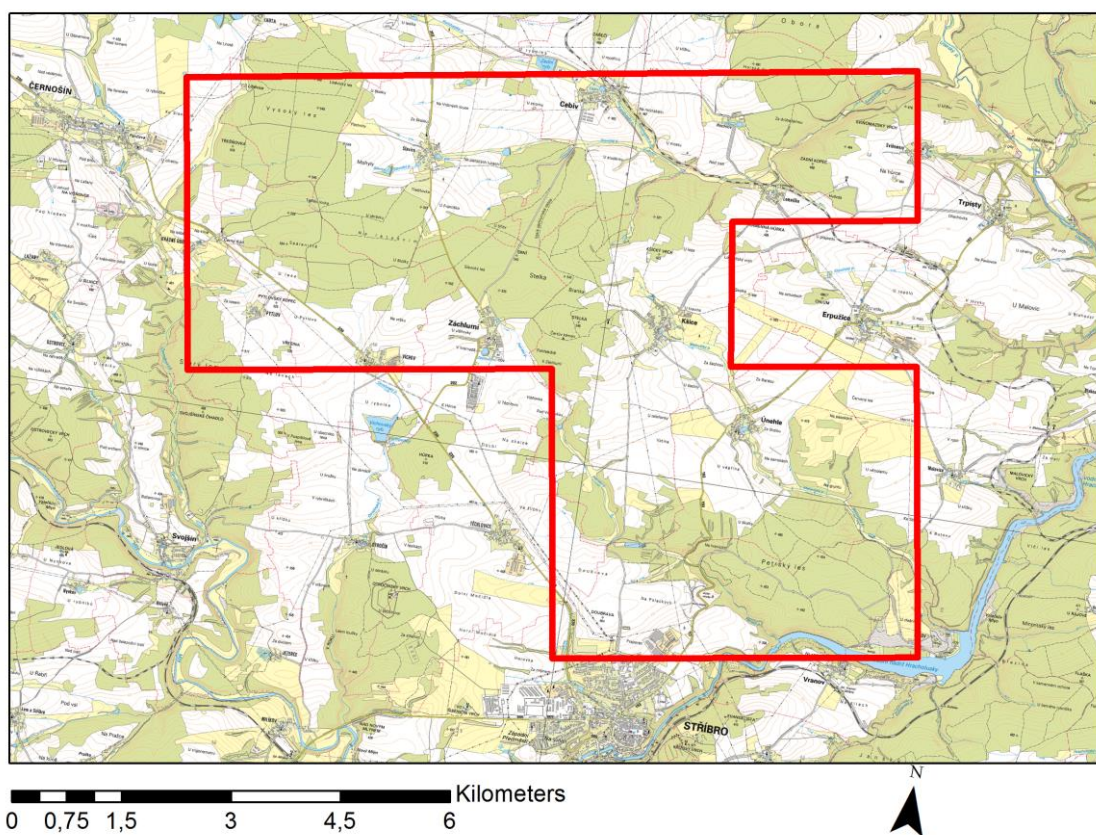
URL: <http://mapy.geology.cz/zajimavosti/> [Cit. 14. 4. 2016].

URL: <http://www.historicke-cesty.cz/projekt/nova-metodika/> [Cit. 14. 4. 2016].

8 RESUMÉ

The goal of this work is expanding of database already known features and maybe to identify some new, unknown objects and evaluate the potential of LiDAR data for archaeological research and matters that may to affect it. For my own research of this work was chosen as the monitoring area the northern part of region of Stříbro. For working with lidar data was used a software called ArcMap (version 10. 2) and 3 types of visualisation techniques and their variants (3 different hillshade models, local relief model, sky-view factor model). My own research was based on working with lidar data and other available sources, making a verification terrain research in the northern part of region of Stříbro and then make a database (in Microsoft Access 2010) with characteristics of identified and verified archaeological immovable objects. In the northern part of region of Stříbro there are many burial mounds, mining areas etc.

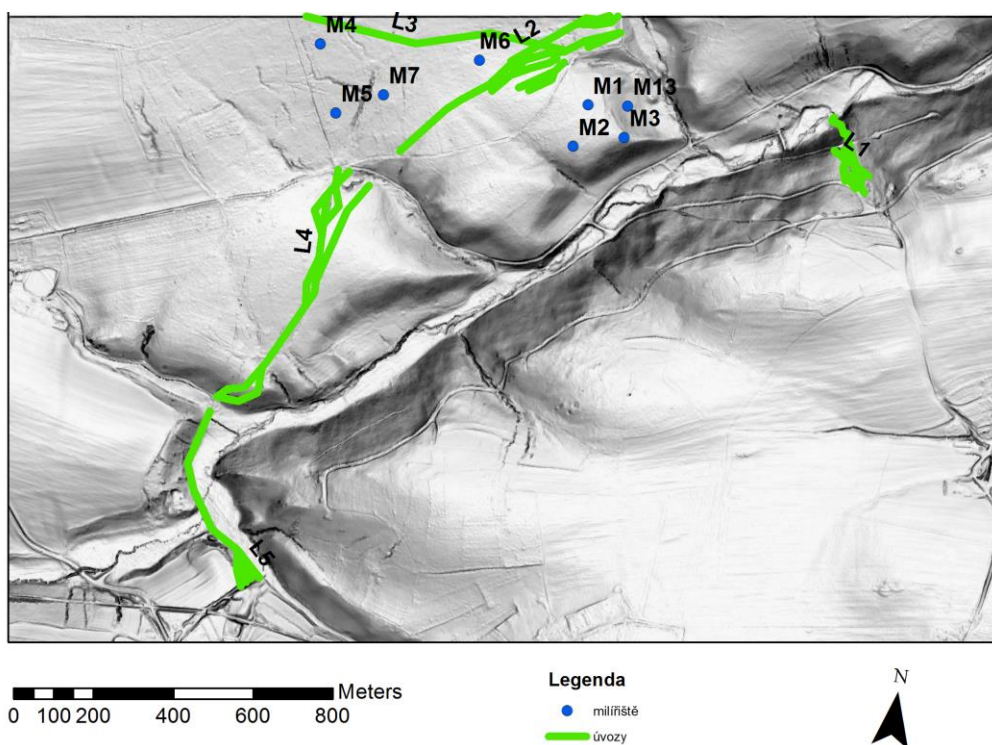
9 PŘÍLOHY



Obr. 1 Vymezení zájmové oblasti na severním Stříbrsku – ZM 25 (ČÚZK WMS server)



Obr. 2 Liběvický dvůr na I. vojenském mapování (<http://oldmaps.geolab.cz>)



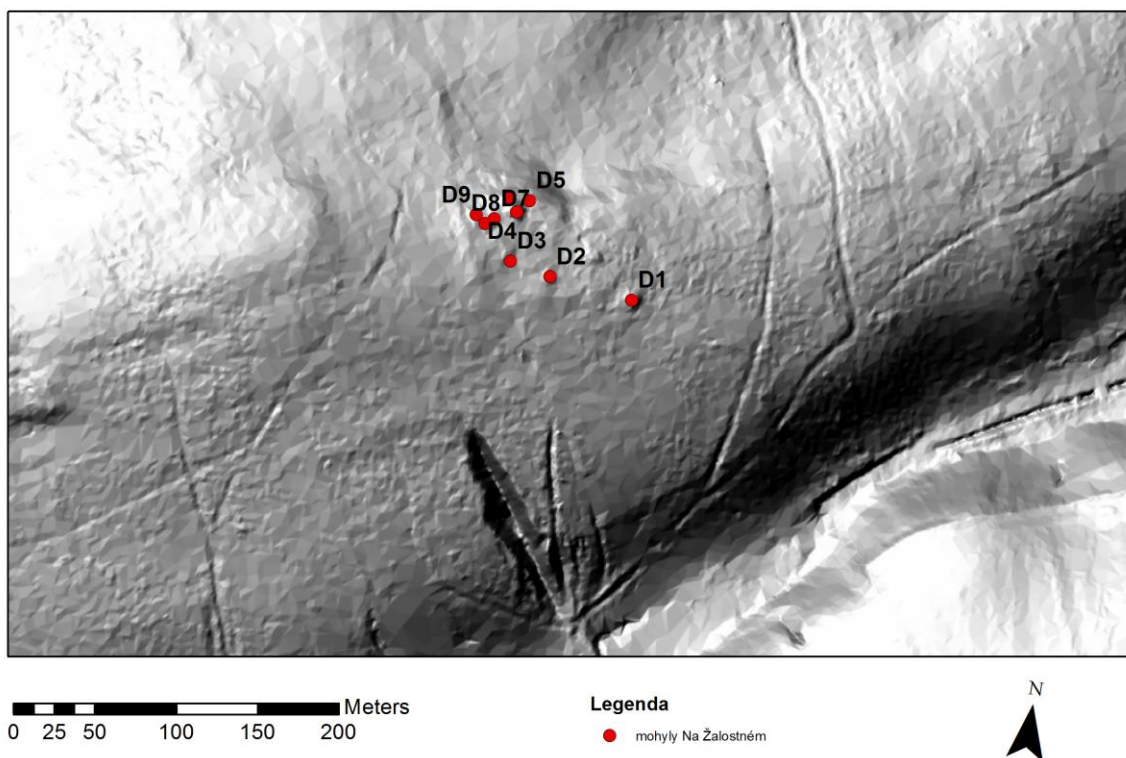
Obr. 3 Milířístě a úvozy mezi obcemi Rochlov a Sviňomazy (podklad stínovaný model azimut 200, úhel 45° a model faktoru výhledu s 30% průhledností)



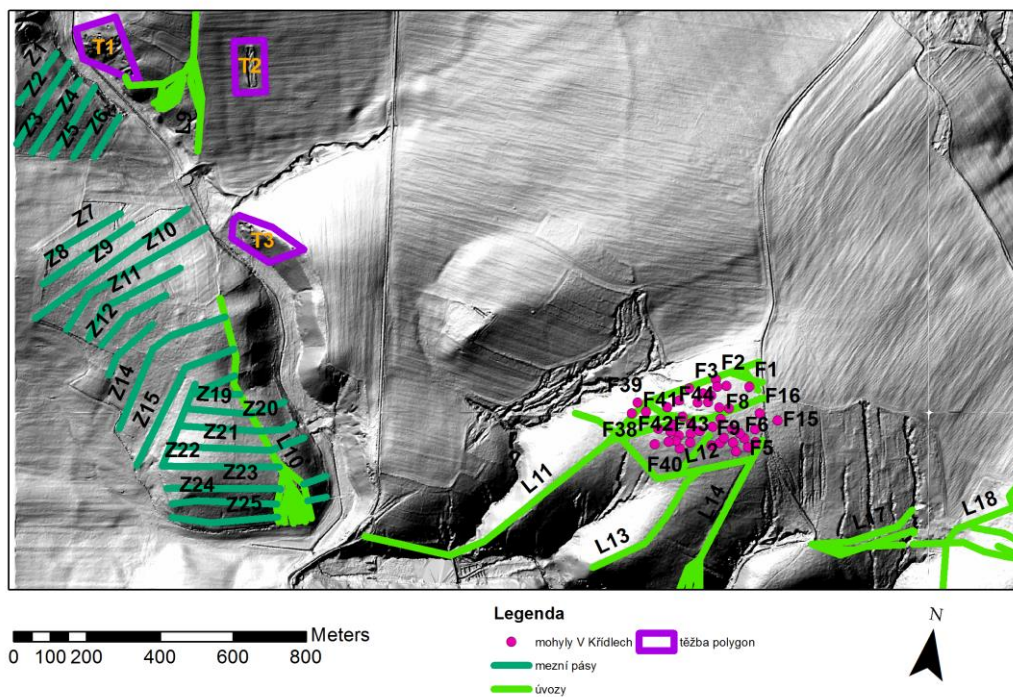
Obr. 4 Molyňky Veliká leč, Na Romadě, U Osiky, těžba T16 (podklad stín. model azimut 200, úhel 45° a model faktoru výhledu s 30% průhledností)



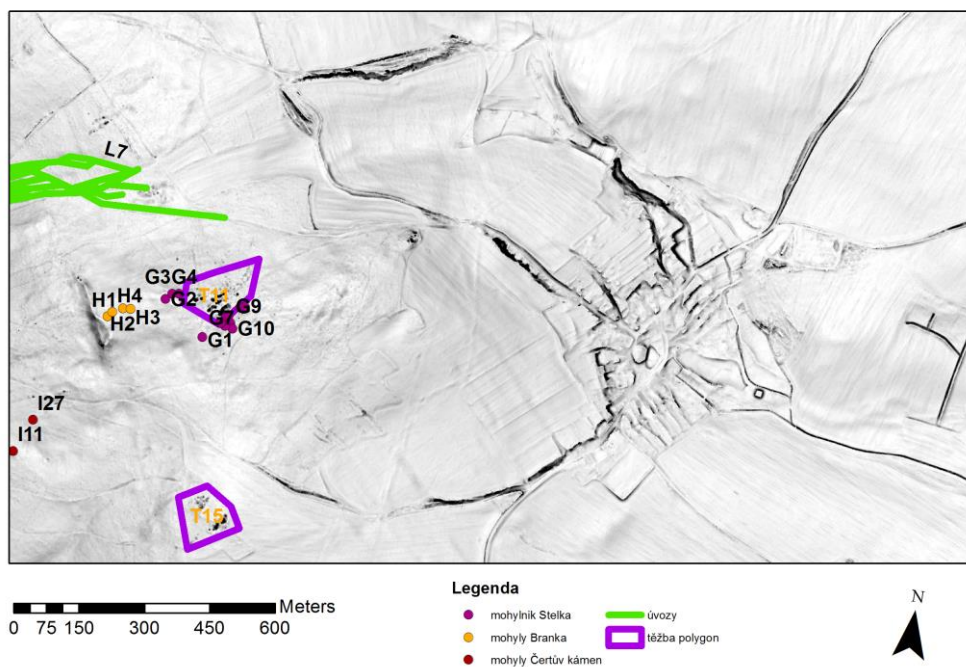
Obr. 5 Současný stav mohylníku U Osiky (mohyly na mýtině v letních měsících zarostlé vysokou trávou)



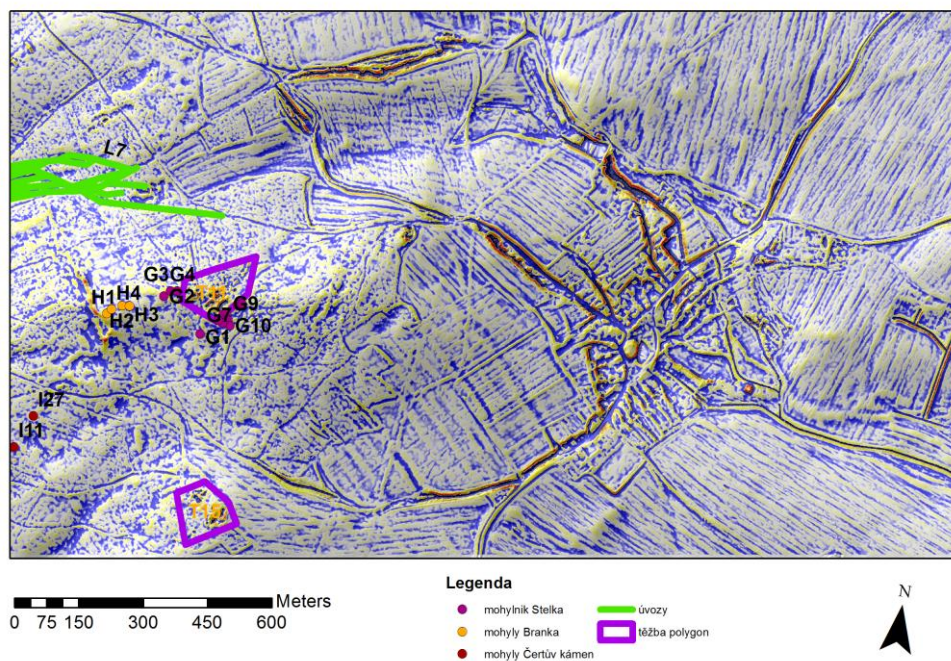
Obr. 6 Mohylník Na Žalostném na stínovaném modelu azimut 315, úhel 65°



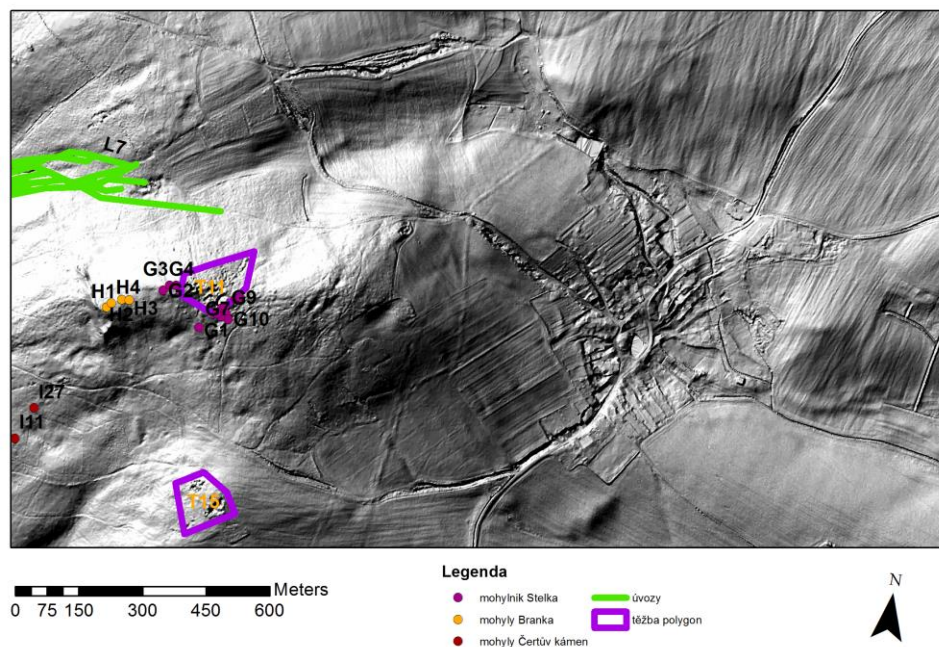
Obr. 7 Mohylník V Křídlech, úvozy, mezní pásy plužiny a těžební areály na stínovaném modelu azimut 315, úhel 45°



Obr. 8 Mohylníky Stelka, Branka, 2 mohyly z mohylníku Čertův kámen, těžební areály T11 a T15, úvoz L7 na modelu faktoru výhledu



Obr. 9 Mohylníky Stelka, Branka, 2 mohyly z mohylníku Čertův kámen, těžební polygony T11 a T15, úvoz L7 (podklad stín. model azimut 315, úhel 45° a model faktoru výhledu s 40% průhledností)



Obr. 10 Mohylníky Stelka, Branka, 2 mohyly z mohylníku Čertův kámen, těžební polygony T11 a T15, úvoz L7 na stín. modelu azimut 315, úhel 45°



Obr. 11 Mohyla G3 z mohylníku Stelka



Obr. 12 Mohyla H3 z mohylníku Branka



Obr. 13 Mohyla H4 z mohylníku Branka



Obr. 14 Nepřírozně rozrušená půda (motýčkou či lopatkou vyrýpané kameny) v okolí mohyly H4 na mohylníku Branka – možný výkop hledačů kovů



Obr. 15 Nepřírozně rozrušená půda v okolí mohyly H4 na mohylníku Branka – možný výkop hledačů kovů (vedle výkopu ještě plechová nádoba)



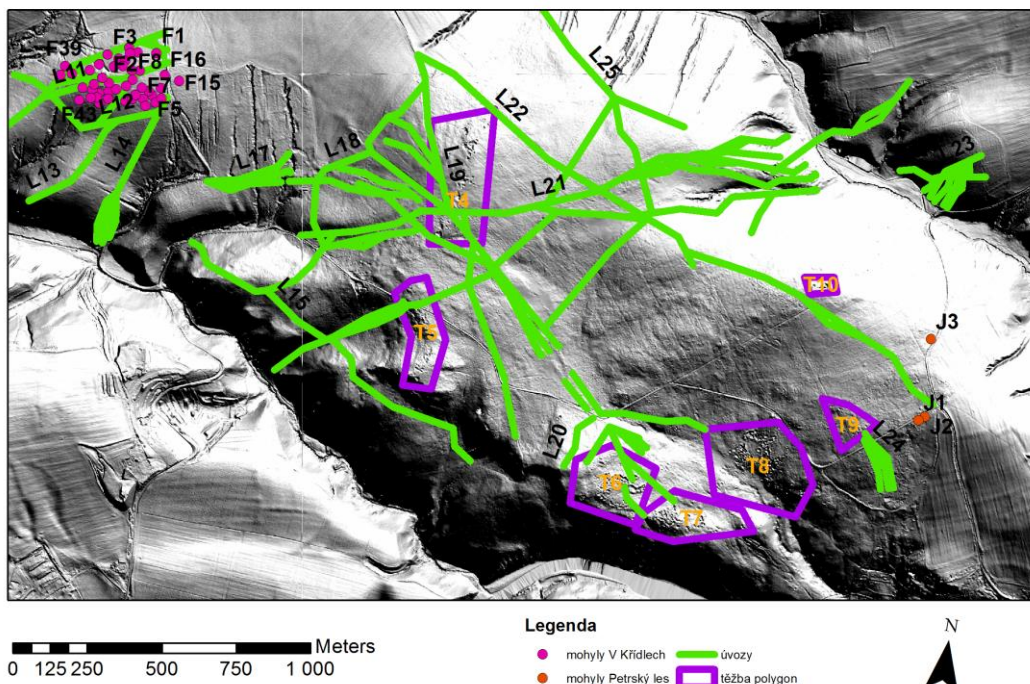
Obr. 16 Mohyla I35 z mohylníku Čertův kámen



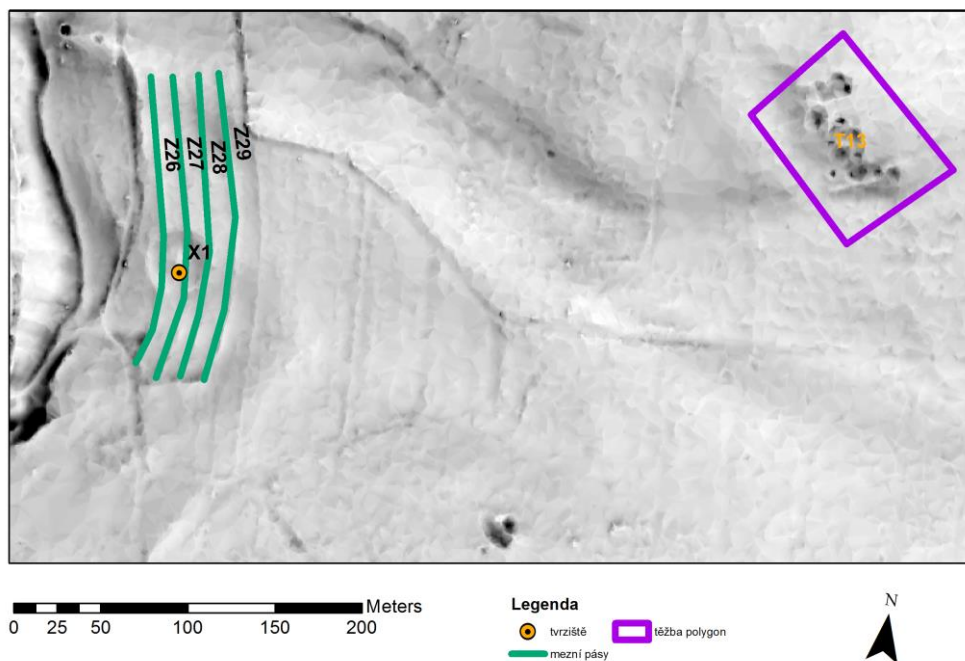
Obr. 17 Mohyla I17 z mohylníku Čertův kámen



Obr. 18 Mohyla J1 z mohylníku Petrský les



Obr. 19 Mohylníky V Křídlech a Petrský les, těžební areály a úvozové cesty na stínovaném modelu azimut 200, úhel 45°



Obr. 20 Polygon těžby T13, mezní pásy pluziny Z26–Z29 porušující tvrzíště X1 na modelu faktoru výhledu



Obr. 21 Obdělávaná plocha (č. 1083) na stabilním katastru z roku 1839 v místě nálezu mezních pásů Z26–Z29 a tvrziště (<http://archivnimapy.cuzk.cz>)



Obr. 22 Část těžebního areálu (polygonu těžby) T13



Obr. 23 Část těžebního areálu (polygonu těžby) T16



Obr. 24 Pohled z tvrziště směrem k hájovně Liběvice a zaniklému dvoru



Obr. 25 Plocha tvrziště X1 (severní část) s vnitřní vyvýšeninou, po obvodu valové těleso



Obr. 26 Plocha tvrziště X1 (severozápadní část) s vnitřní vyvýšeninou, po obvodu valové těleso



Obr. 27 Patrný výškový rozdíl mezi vnitřní a vnější částí tvrziště X1



Obr. 28 Vnější valové těleso tvrziště X1

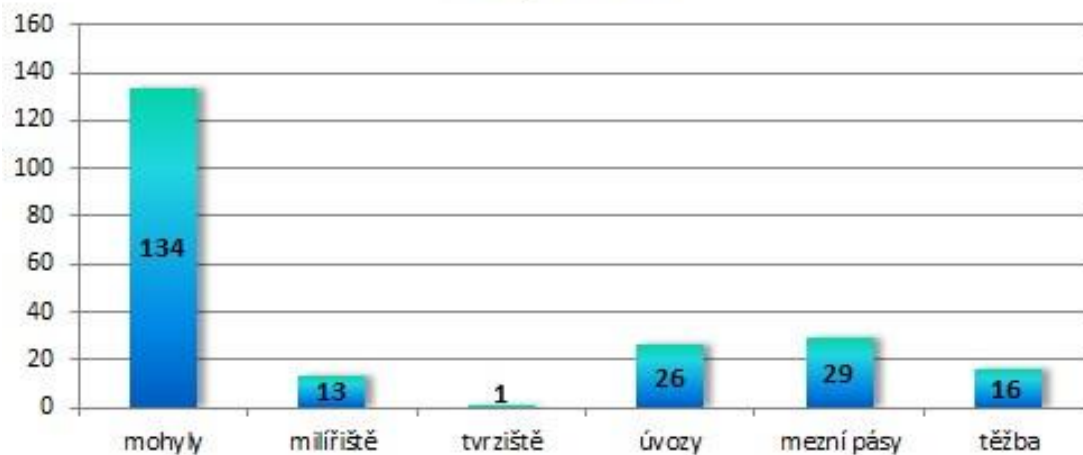


Obr. 29 Přítomnost kamenů v místě obnažení valového tělesa tvrziště



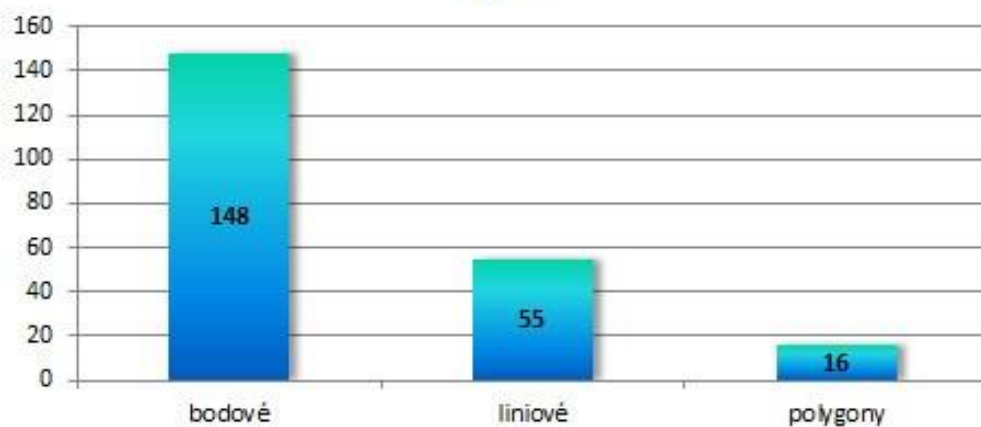
Obr. 30 Nepřirozeně rozrušená půda na ploše tvrziště X1 – pozůstatek činnosti hledačů kovů nebo divokých prasat

počty identifikovaných objektů podle interpretace



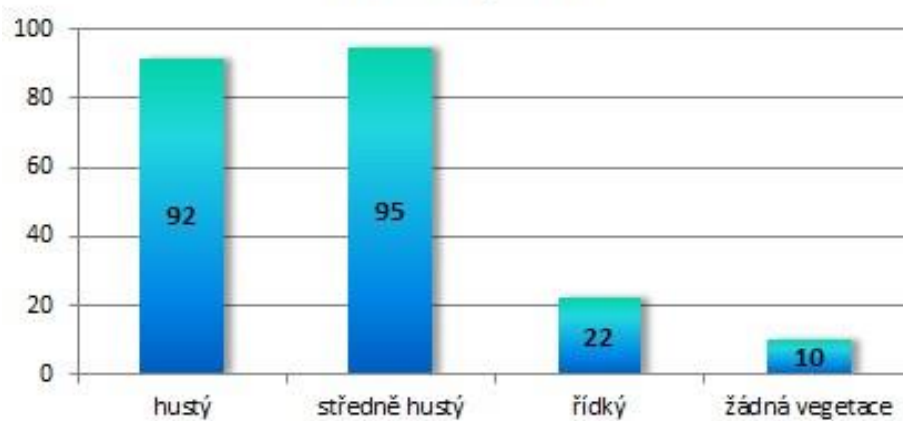
Obr. 31 Graf A zobrazuje celkové počty identifikovaných, verifikovaných a zdokumentovaných objektů podle interpretace (účelu)

počty identifikovaných objektů podle typů

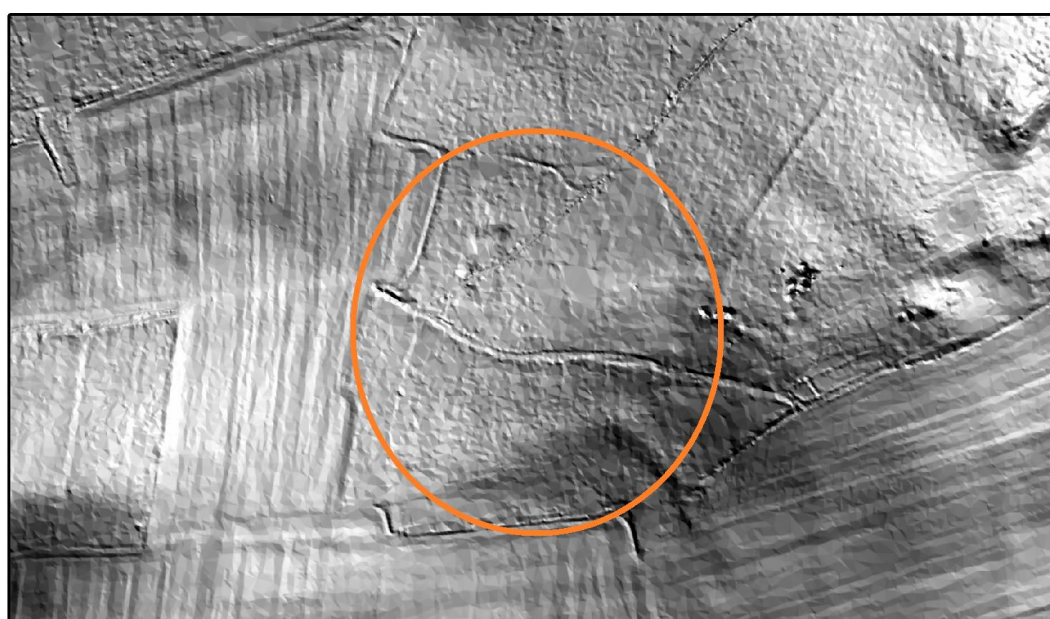


Obr. 32 Graf B zobrazuje celkové počty identifikovaných, verifikovaných a zdokumentovaných objektů dle typů (bodových, liniových, polygonů)

počty identifikovaných objektů podle hustoty lesa



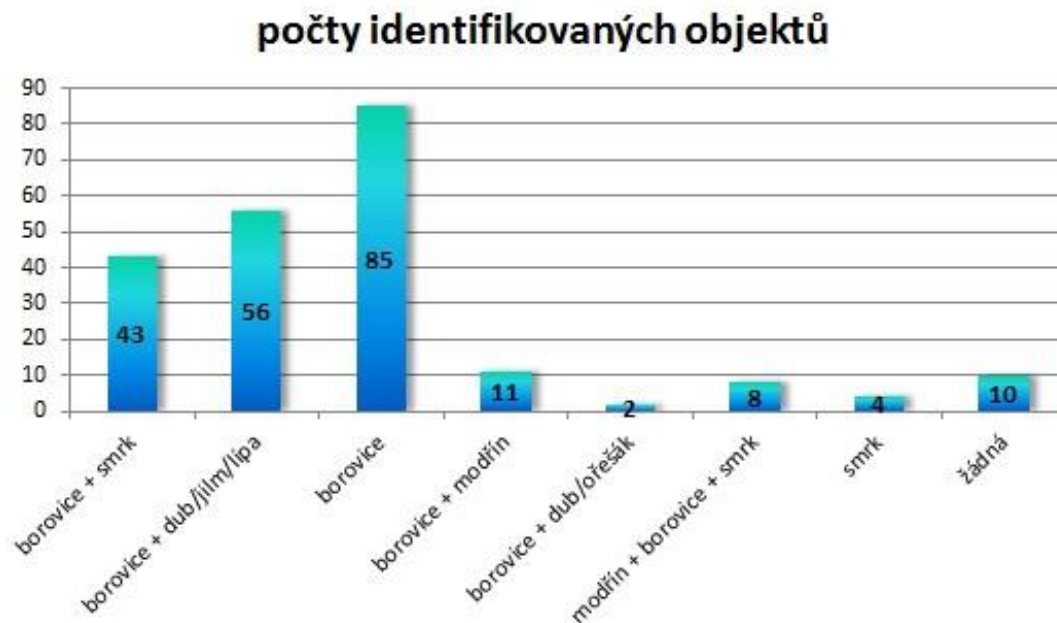
Obr. 33 Graf C zobrazuje celkové počty identifikovaných, verifikovaných a zdokumentovaných objektů podle hustoty vyššího vegetačního pokryvu



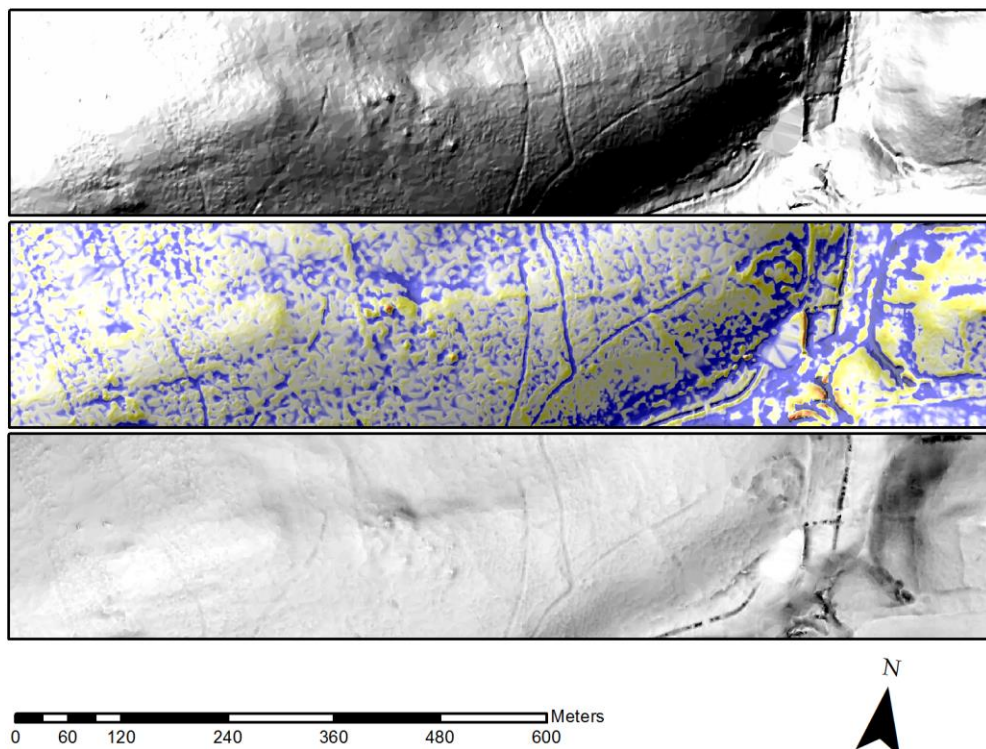
0 50 100 200 300 400 500 Meters



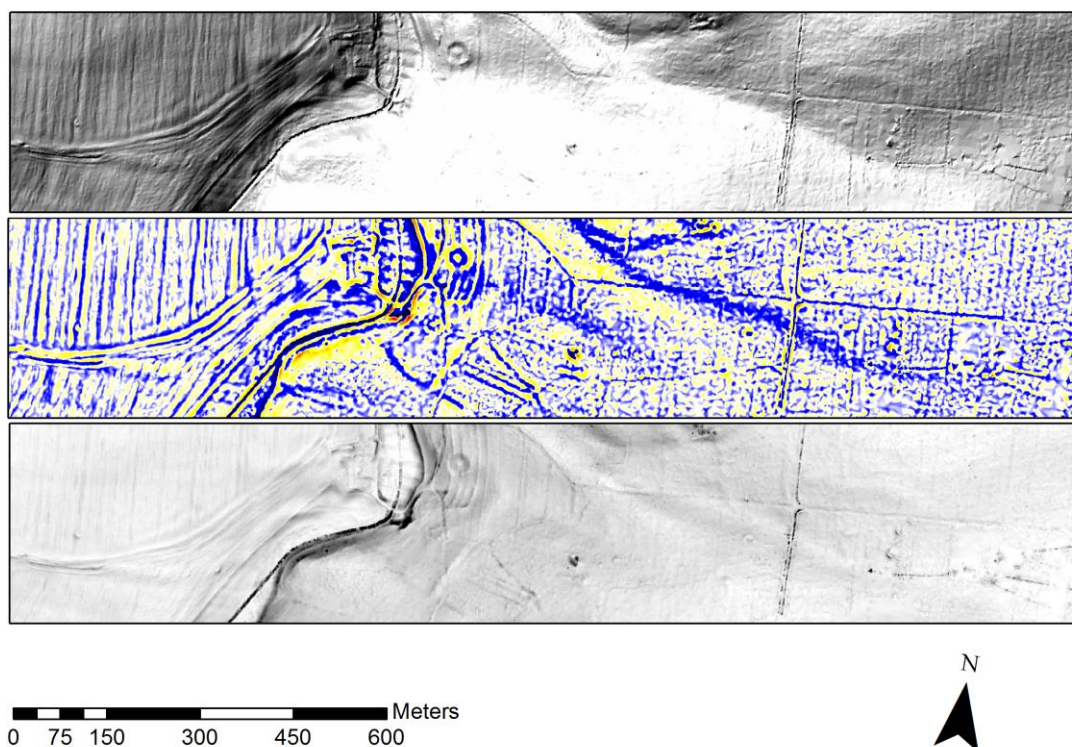
Obr. 34 Příklad zhoršené kvality dat LLS v oblasti hustého lesa na stínovaném modelu – poblíž mohylníku U Osiky



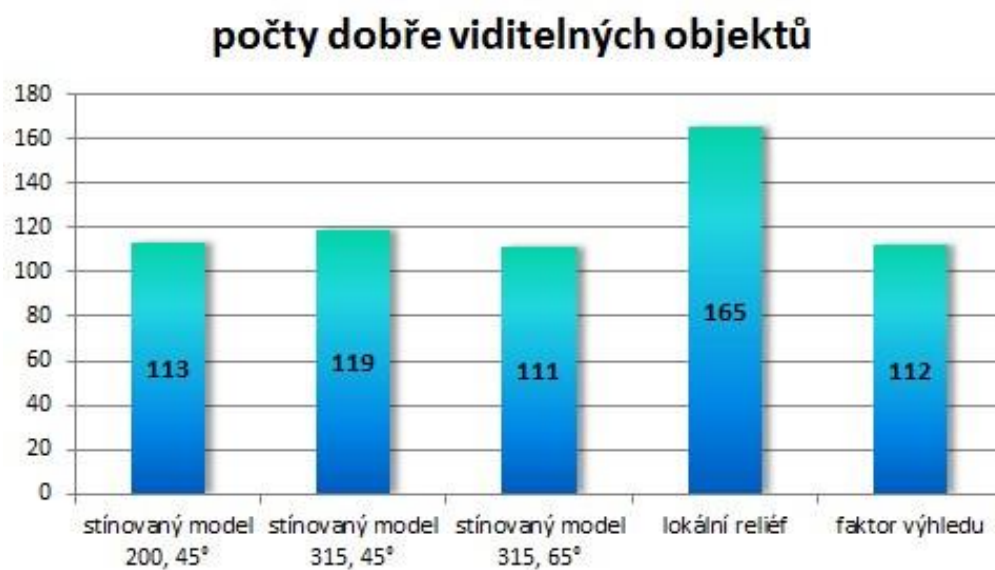
Obr. 35 Graf D zobrazuje celkové počty identifikovaných, verifikovaných a zdokumentovaných objektů podle druhové skladby vegetačního pokryvu



Obr. 36 Mohylník Na Žalostném – komparace stínovaného modelu, modelu lokálního reliéfu a modelu faktoru výhledu – rozdíly v kvalitě zobrazení objektů



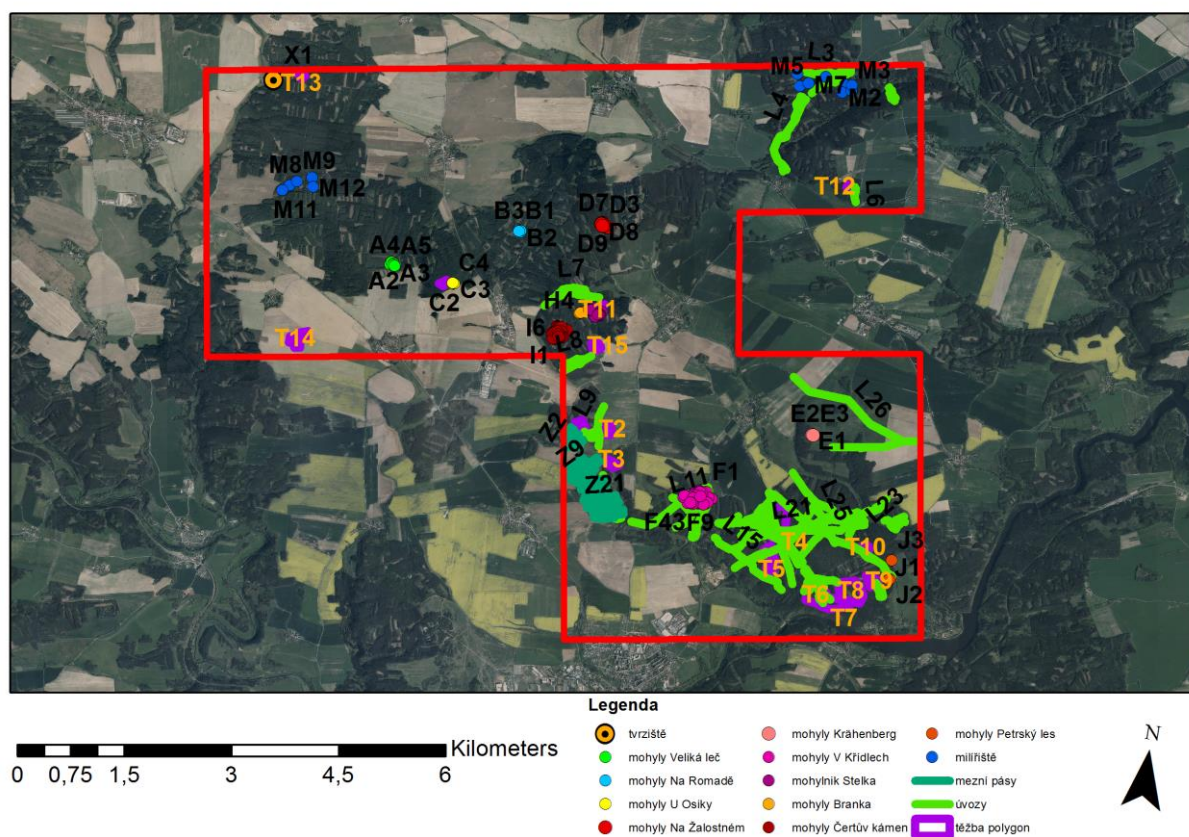
Obr. 37 Tvrziště, mezní pásy, těžební areál – stínovaný model, model lokálního reliéfu a model faktoru výhledu - rozdíly v kvalitě zobrazení objektů



Obr. 38 Graf E zobrazuje celkové počty dobře viditelných památek podle typu či varianty vizualizační techniky

SKUPINA OBJEKTŮ	stínovaný model 200, 45°	stínovaný model 315, 45°	stínovaný model 315, 65°	lokální reliéf	faktor výhledu
MOHYLY	84	71	69	110	76
MILÍŘIŠTĚ	6	8	10	12	8
ÚVOZOVÉ CESTY	9	12	12	13	5
MEZNÍ PÁSY PLUŽINY	7	13	13	14	9
POLYGONY TĚŽBY	7	14	6	15	14
TVRZIŠTĚ	0	1	1	1	0

Obr. 39 Tabulka zobrazuje celkové počty dobře viditelných památek na jednotlivých typech či variantách vizualizací podle skupin objektů



Obr. 40 Objekty zachované v zalesněných oblastech – ortofoto mapa (ČÚZK WMS server)