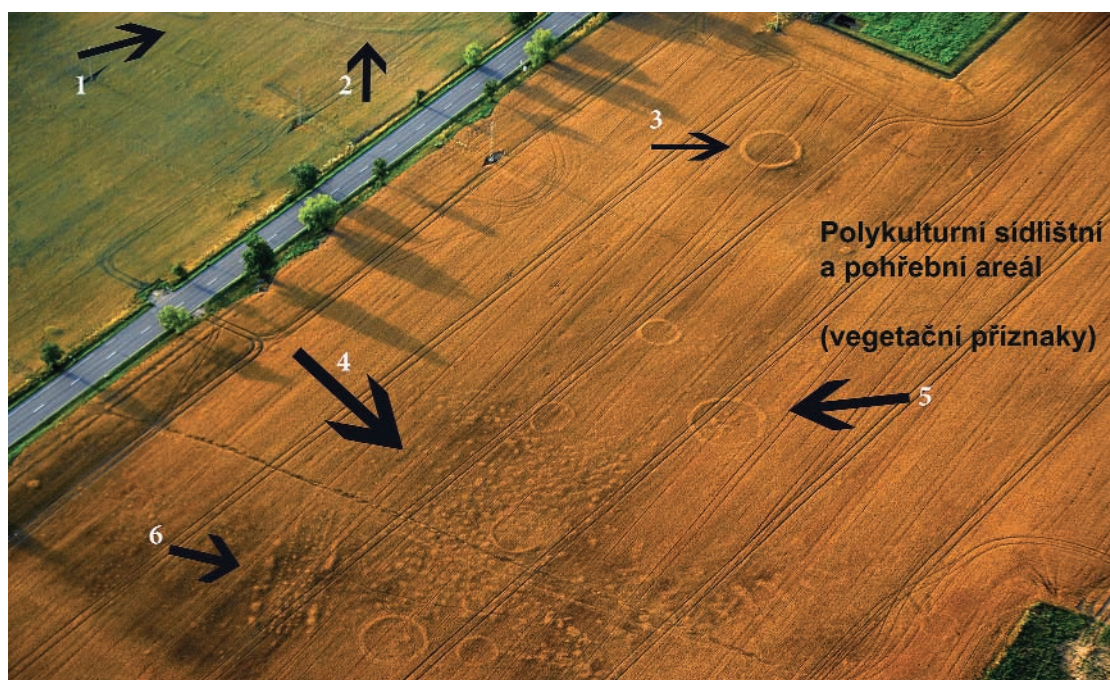


Výzkum historické krajiny a ochrana archeologického dědictví prostřednictvím metod dálkového průzkumu

Martin GOJDA

ANOTACE: Článek přináší souhrnný pohled na potenciál dálkového průzkumu (cílená vizuální letecká prospekce, analýza/interpretace fotoleteckých, družicových a lidarových dat) ve výzkumu pravěkého a historického osídlení a v péči o archeologické a stavebněhistorické dědictví. Zdůrazňuje význam bezkontaktních metod průzkumu při tvorbě pramenné základny, při řešení teoretických témat týkajících se sídelní historie, kvality, forem a struktury minulého osídlení a v oblasti péče o nemovité památky rozmístěné v zaniklé a fyzicky dochované podobě jako součást kulturní krajiny.



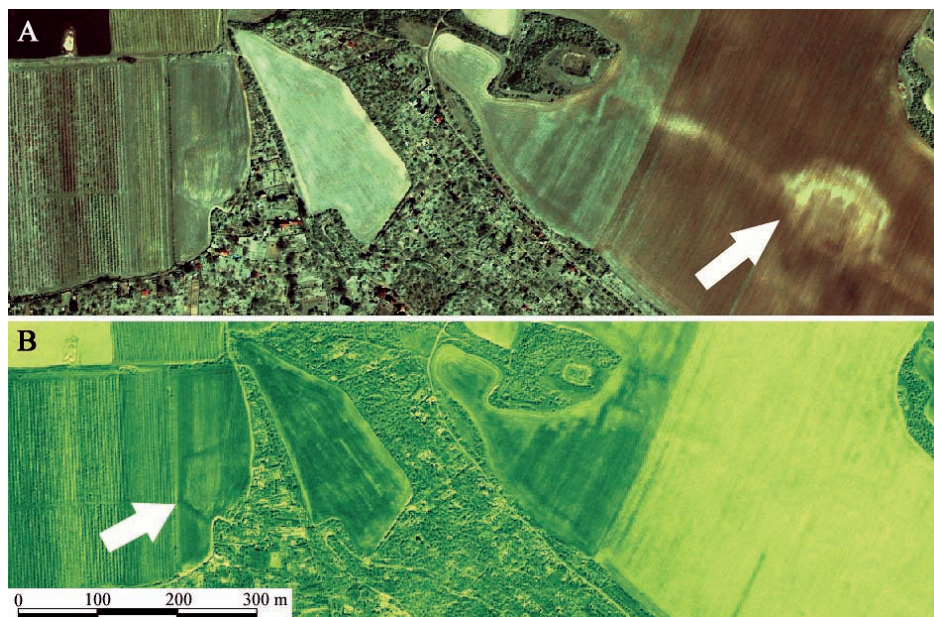
1a

1. Úvod: archeologicko-historický výzkum krajiny z výšky

Pozorovat jakoukoli realitu z odstupů znamená vidět ji jednak v její celistvosti a jednak v kontextu okolního světa, což za jistých okolností umožňuje nahlédnout její složitost. Přinejmenším to platí o pozorování tak komplexní složky reálného světa, jakou je povrch Země. Její nekonečně dlouhý vývoj byl kontinuálně ovlivňován přirozenými (geologickými, klimatickými) procesy a – v tomto kontextu času dlouhého trvání teprve nedávno zahájeným, ale o to razantnějším – lidským impaktem, který z přírodního prostředí učinil kulturní krajinu. Tyto procesy formovaly charakter zemského povrchu a neustále proměňovaly jeho zdánlivou stabilitu a neměnnost. Na rozdíl od krajiny, která je prostorově víceméně zřetelně ohraničena (jak je dobře patrné i ze slovního základu českého i anglického tvaru tohoto slova), navozuje ter-

mín povrch Země představu nekonečna, neukončenosti, prostorového kontinua. Ať tak či onak, obě tyto prostorové úrovně mají jednu společnou vlastnost, již zásadním způsobem odhalil právě pohled z dálky: schopnost uchovávat a za určitých podmínek zviditelnit stopy svého předchozího vývoje a minulých podob, a to buď přímo v terénním reliéfu, či pod jeho povrchem. Čím starší jsou tyto stopy, tím méně se z nich na povrchu země zachová, respektive tím hlouběji pod povrchem se (obvykle) nacházejí; čím hůře jsou rozeznatelné na povrchu, respektive čím hlouběji jsou uloženy, tím obtížněji, a často jen z většího odstupů, je možné je zachytit. Byla to archeologie, která, vycházejíc z tohoto poznání, začala před necelým stoletím zavádět do svých heuristických postupů metody dálkového průzkumu, jejichž potenciál se velmi brzy prokázal exponenciálním nárůstem nově evidovaných památek. Od průkopnických

Obr. 1. Tradiční a moderní metody dálkového průzkumu uplatňované v archeologii od 20., resp. 70. let minulého století: 1a – Šikmá letecká fotografie jako produkt pozorování zemského povrchu z nízkého letadla, během kterého školený specialista identifikuje – většinou zprostředkované pomocí tzv. vegetačních příznaků (tak je tomu i na tomto snímku) – stopy přítomnosti pradávných lidí a pořizuje jejich dokumentaci pomocí fotoaparátu drženého v ruce. Archeologická interpretace viditelných komponent: (1) malé pravoúhlé příkopové ohrazení s centrálně umístěnou (hrobovou?) jámou (vpravo od hrotu šipky) a krátký příkop umístěný před vstupem do objektu 2 (nad hrotem šipky); (2) zaoblené nároží příkopového ohrazení; (3) malé kruhové ohrazení se vstupním přerušením, pravděpodobně funérální objekt; (4) shluk (zásobních, odpadních) jam; (5) malé kruhové ohrazení, snad funérální objekt; (6) půdorys dlouhého neolitického domu s dobře patrným členěním jeho interiéru řadami sloupových jam; druhý, méně zřetelný půdorys je vidět za číslicí 6. Foto: Martin Gajda.



1b

počátků intencionálního vyhledávání zaniklých stop minulých lidských aktivit prošly dálkový průzkum a obrazová dokumentace historické krajiny z výšky výrazně dynamickým vývojem, který byl v zásadní míře ovlivňován technickým rozvojem. Srovnatelně významných metod v průběhu dosavadního zkoumání sídelních procesů a forem v minulosti mnoho není. Přínos, jímž dálkový průzkum obohatil naše dosavadní poznání minulosti, je v mnoha ohledech zásadní a jinými postupy nedosažitelný [obr. 1a–b].

V oborech spjatých s identifikací, evidencí a dokumentací stop dávných lidských aktivit prostřednictvím postupů, které získávají informace o povrchových vrstvách Země bez přímého fyzického kontaktu s terénem a samotnými památkami, měla česká archeologie dlouhá desetiletí výrazný odstup od oborově vyspělých zemí. Metody dálkového průzkumu, patřící v kontextu výzkumu a ochrany nemovitě složky kulturního dědictví k nejdůležitějším postupům tzv. nedestruktivní (neinvazivní) archeologie, jsou v současnosti stále častěji uplatňovány především tam, kde terénní archeologický výzkum není vyvolán stavebními zásahy, nýbrž ryze vědeckými cíli. Takový přístup k archeologickým pramenům je ostatně ukotven v mezinárodně uznávané (a v mnoha zemích oficiálně přijaté) evropské, tzv. maltské konvenci o zacházení s archeologickými památkami, a do jisté míry i v Evropské úmluvě o krajíně.

Pravda ovšem je, že v evropském prostoru zemí s dlouhodobě a na patřičné úrovni rozvíjeným dálkovým archeologickým průzkumem ještě v revoluční době na přelomu 80. a 90. let mnoho nebylo. Za čtvrt století, která od té doby uplynula, se situace radikálně změnila. Současný pokročilý stav rozvoje dálkového archeo-

logického průzkumu v mnoha evropských zemích dokládají dvě důležité skutečnosti: jednak význam, který tomuto oboru přisuzují sami archeologové, a jednak mezinárodní spolupráce, která se kontinuálně rozvíjí, oslovuje nemalou část evropské odborné veřejnosti a pomáhá etablovat tento nedestruktivní obor na širším evropském území. Jednou ze zemí, která v postkomunistické éře (a dokonce již před jejím začátkem) zahájila a do současnosti systematicky rozvíjí dálkový průzkum a leteckou fotografii pro výzkum minulosti, je i Česká republika.

2. Teoretické a metodologické základy DAP v kontextu jeho historického vývoje

Činnosti spojené s interpretací obrazových pramenů, s vizuálním archeologickým průzkumem krajiny a pořizováním dokumentačních snímků archeologických a stavebněhistorických památek z výšky lze označit souhrnným pojmem *dálkový archeologický průzkum (DAP)*. Tento pojem je výstižnější než dříve používaný termín *letecká archeologie*, který fakticky pojmenovává činnost týkající se aktivního průzkumu a pořizování fotografií (obvykle šikmých, tedy exponovaných prostřednictvím fotografické kamery držené v ruce) z letadla pohybujícího se ve výšce několika set metrů nad terénem. Oproti tomu pojem DAP integruje kromě letecko-archeologických aktivit také práci s (obvykle digitálními) obrazovými daty pořizovanými většinou z velké výšky (jednotek až stovek kilometrů) prostřednictvím přístrojů, jejichž nosičem jsou speciálně k tomu uzpůsobená letadla, raketoplány nebo družice; v poslední době se stále častěji uplatňuje také průzkum z malých výšek pomocí dálkově řízených létajících prostředků se snímacími přístroji upevněnými na

1b – Multispektrální družicové snímky. Relikty předsunutého opevnění terezínské pevnosti na pravém/severním břehu Labe (polovina 19. stol.). A – kombinace panchromatických a multispektrálních snímků viditelné části spektra (R+G+B) upravená pomocí metody pansharpening. B – výsledek výpočtu vegetačního indexu (rovněž upravený metodou pansharpening). Snímky družice QuickBird pořízené roku 2006 v rámci projektu katedry archeologie Západočeské univerzity v Plzni (KAR ZČU) vedeného autorem a J. Johnem. Šipky ukazují na dvě dělostřelecké reduty zviditelněné díky aplikaci algoritmů uvedených sub A a B. Srovnej též obr. 4.

jejich konstrukci (tzv. drony; obr. 2). Takto pořizovaná obrazová data jsou produktem *dálkového průzkumu Země (DPZ)*; i u nás se ovšem ve vědeckých publikacích občas objevuje zkrácený pojem *dálkový průzkum*, termín jednotně používaný jak v anglofonním odborném světě, tak např. v Německu), mezioborové disciplíny, jejímž úkolem je získávat informace o Zemi pro potřeby vědy a výzkumu. Její podstata spočívá v bezkontaktním sběru informací o terénu a objektech na něm ležících. Na rozdíl od klasické letecké fotogrammetrie, která se zabývá především geometrickým zpracováním obrazových záznamů, tedy ortorektifikací (převedením objektů na fotografii z centrálního do kartografického/ortogonálního zobrazení, jehož výsledkem je dosažení jejich přesné půdorysné podoby a velikosti vzhledem k okolním objektům na snímku) a georeferencí (co nejpřesnějším zasažením ortorektifikovaných objektů na snímku do geografického prostoru, resp. do některého ze souřadnicových systémů). DPZ sleduje v první řadě interpretační, sémantickou stránku dat. Přesnost polohové identifikace pozorovaných jevů je v DPZ na druhém místě, ale v mnoha případech (např. právě při aplikaci v archeologickém výzkumu) je přesné určení polohy objektů stejně důležité jako klasifikace jejich vlastností. Většinou je DPZ spojován s využitím družicových snímků, rychlý rozvoj digitálních technologií však přenesl některé způsoby pořizování speciálních dat (termovize, radarové a laserové systémy) i na letecké a dálkově ovládané nosiče.

Dálkový archeologický průzkum chápeme jako obor, který ve své náplni integruje dva aspekty: průzkumný a dokumentační. Takovéto vymezení DAP předpokládá, že vedle vlastní prospekce archeologických objektů a komponent nás zajímají i ty kategorie kulturní krajiny, které není třeba detekovat (z výšky identifikovat), protože jsou více či méně dobře zachované a viditelné. Jsou to např. historická jádra měst a vesnic, jejich pluziny, ohrazená sídla (hradiště), polní opevnění, komunikace, relikty tzv. lesních řemesel (např. milířístě) aj. (obr. 3).



2

Obr. 2. Snímkování archeologických památek z výšky se v poslední době stále více obrací k využití dálkově řízených leteckých modelů, a to vrtulových dronů (vlevo dole) nebo křidel (vpravo dole). S jejich pomocí lze efektivně (rychle a v předem stanoveném měřítku) pořizovat letecké měřické snímky plošně rozsáhlých pravěkých sídlišť s velkým počtem zcela pohřbených, avšak prostřednictvím vegetačních příznaků zviditelněných objektů (foto nahoře – odpadní/zásobní areál sídliště z mladší doby bronzové). Následnou ortorektifikací lze ze snímků vytvořit přesné plány jednotlivých lokalit a ty zasadit do mapy velkého měřítká. Foto: Martin Gojda, 2016 (viz též obr. 7b).

Existuje ale celá řada památek, které sice jsou fyzicky zachovány na povrchu terénu, nicméně jejich relikty jsou z pohledu ze země buď téměř, anebo zcela neidentifikovatelné, resp. nedokumentovatelné. Je to pohled z výšky, který má potenciál uvedený handicap změnit (obr. 4a–b). V tomto pojetí je dálkový archeologický průzkum nedílnou součástí krajinné archeologie, historické geografie a péče o (nemovitě) kulturní dědictví. Poznatky získané metodami DAP jsou pro analýzu a rekonstrukci zaniklé krajiny v mnoha případech rozhodující, protože díky jejich velkému prostorovému záběru lze s jejich pomocí hledat a rekonstruovat například vazby mezi sídelními jednotkami, jejich hospodářským zázemím a okolním přírodním prostředím, ale také verifikovat přesnost/pravdivost údajů na starých mapách (obr. 5–6).

DAP má samozřejmě své meze, které je třeba při jeho využití brát v úvahu. Je to především problém časového zařazení identifikovaných objektů. Určit stáří podpovrchových relikтів lze obvykle pouze s jistou dávkou pravděpodobnosti, a to na základě srovnání jejich morfologie s tvary objektů datovaných jinými terénními metodami; přitom je však nutno zdůraznit, že existuje několik druhů pravěkých a historických objektů, které jsou díky svým rozměrům a charakteristickému půdorysu datovatelné velmi přesně – např. obydlí staršího a mladšího neolitu (viz obr. 1) a starší doby železné, mladoneolitické rondely, některá vojenská zařízení aj., ale také např. plošně rozsáhlé kumulace mnoha desítek/stovek sídlištních jam, fenomén typický pro osady nositelů knovízské kultury mladší doby bronzové (viz obr. 2 nahoře). Proto zdůrazňujeme potřebu kombinovat různé metody nedestruktivního výzkumu, neboť tímto způsobem se jejich potenciál výrazně zvyšuje.

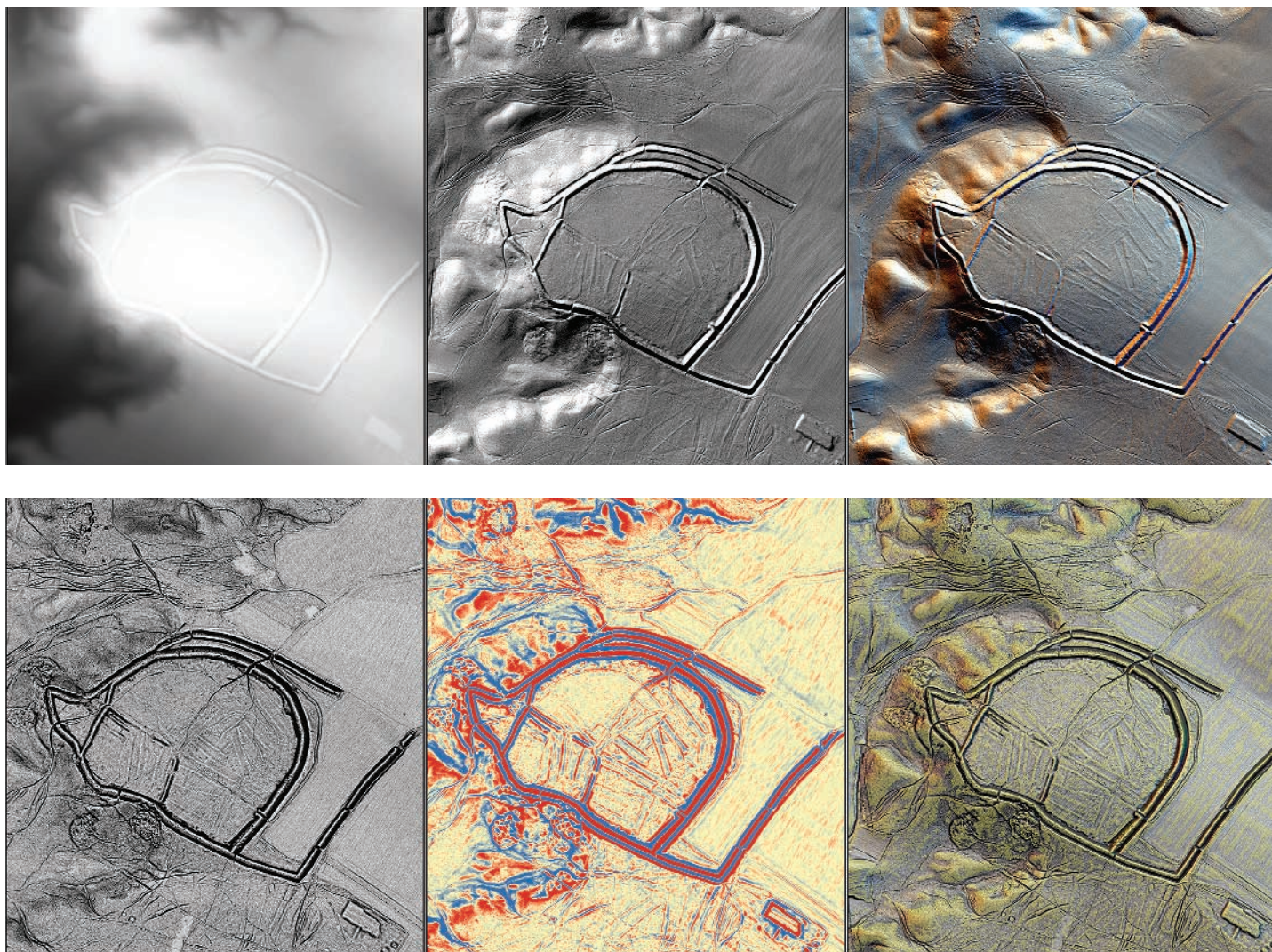
Dálkový archeologický průzkum se vyvinul do relativně autonomního oboru jako soubor postupů, které – jak již zmíněno výše – jsou zaměřeny do dvou hlavních oblastí. Je to v první řadě identifikace a evidence nových památek. Po mnoho desetiletí, od pionýrských pokusů O. G. S. Crawforda ve 20. letech minulého století, definitivně od systematického průzkumu G. Allena v jižní Anglii v 30. letech, je v tomto ohledu nejběžnějším způsobem detekce stop minulých lidských aktivit pomocí vizuální pro-

spekce povrchu země archeologem z malého letadla a jejich dokumentace pořizovaná fotografickým přístrojem drženým v ruce (viz obr. 1). Druhou oblastí, v níž se letecká archeologie realizuje, je systematické či nahodilé fotografování památek zachovaných v podobě antropogenního reliéfního tvaru, historických staveb, urbánních celků, případně dalších kategorií historické krajiny. Jeho účelem je monitorování stavu archeologických a historických památek, sledování změn, které je transformují (většinou negativně) a které jsou způsobeny jak přirozenými procesy, tak lidským faktorem.

Od 70. let se objevil zcela nový druh obrazového pramene, využitelný v rozličných vědních oborech, které jsou zaměřeny na výzkum povrchových vrstev Země, tedy i archeologie. Jsou jím snímky pořízené nikoli ze vzduchu, nýbrž z vesmíru, a to prvními družicemi fungujícími pro civilní účely. Pro metodu pořizování kontinuálního obrazového záznamu zemského povrchu z vesmíru (obecně vzato z výšky větší než 100 km nad Zemí) se od konce 50. let začal používat termín *dálkový průzkum*.¹ Ten byl později uveden také do archeologické terminologie jako víceméně ekvivalent *družicové archeo-*

■ Poznámky

¹ Josef Hnojil, *Od klu ke GISům. Jak historie formovala základy současných geoinformačních technologií, GEOinformace III* (www.GEOinformace.cz), Praha 2005.



3

Obr. 3. Různé vizualizace digitálního výškopisného modelu rozsáhlého objektu, jehož fortifikace (hliněné valy a přítkopy) zůstala fyzicky zachována v podobě antropogenního tvaru reliéfu. 3D model hradiště Česov (okr. Jičín) vytvořený z leteckých lidarových dat a zpracovaný pěti pokročilými vizualizačními algoritmy: (1) digitální výškopisný model (výchozí data); (2) standardní stínovaný model s osvětlením pod 45 stupni od SZ; (3) stínovaný model terénu s osvětlením ze šestnácti směrů pod úhlem 35 stupňů; (4) positive openness (dopad rozptýleného světla produkovaného koulí o průměru 5 m s centrem na každém pixelu); (5) diferenční model (rozdíl DEM od trendového povrchu); (6) prolnutí modelů 3–5. Zpracoval: D. Novák, 2015.

logie (viz obr. 1b). Od 90. let se toto označení (anglicky remote sensing) začalo používat v širším smyslu – označovaly se jím jak družicové snímky, tak letecké kolmé fotografie pořizované sice ze vzduchu, ale z mnohem větších vzdáleností (řádově kilometry), než je tomu u snímků šikmých. V současnosti se tento termín používá v ještě širším smyslu, jako zastřešující označení pro všechny metody archeologic-

kého průzkumu, při jejichž použití nedochází k fyzickému kontaktu mezi měřením (snímaným) předmětem (objektem archeologického zájmu) a přístrojem, který tuto činnost provádí. Proto se pod tímto označením rozumí také např. archeogeofyzikální metody. Z jazykového hlediska je ovšem použití termínu dálkový průzkum v uvedeném smyslu zavádějící, protože vzdálenost mezi měřeními (pohřbenými) archeologickými kontexty a geofyzikálním přístrojem (ať je to magnetometr, nebo pozemní radar) je zanedbatelná, rozhodně neodpovídající představě, kterou evokuje slovo dálkový (snad proto se v anglicky psaných pracích občas můžeme setkat s výstižnějším „neoficiálním“ pojmenováním průzkumu pomocí geofyzikálního měření – near sensing).

Ve skutečnosti je rozdíl mezi různými senzory zaznamenávajícími povrch terénu formou obrazu čistě technickou záležitostí. Elektronický skener, radar, digitální či analogový fotoaparát jsou zařízení, jejichž posláním je zobrazit situaci v povrchových vrstvách Země v co největším rozlišení. I když existují algoritmy, jimiž lze zpra-

covávat (spektrální) obrazová data, což umožňuje jejich nepřímou interpretaci (aniž by musela být hledána fakta zachytitelná lidským okem), v archeologii jsou nejčastěji používány fotografie (snímky pořizované ve viditelné oblasti světla), které je třeba analyzovat a interpretovat přímo – vizuálně. Tyto skutečnosti je třeba brát v úvahu v aktuálních diskusích o tom, jak současné pokroky ve fotografické a snímací technice ovlivňují význam tradičně chápané letecké archeologie.²

Problém priority (tradiční versus moderní), resp. kompatibility obou přístupů má dva aspekty:

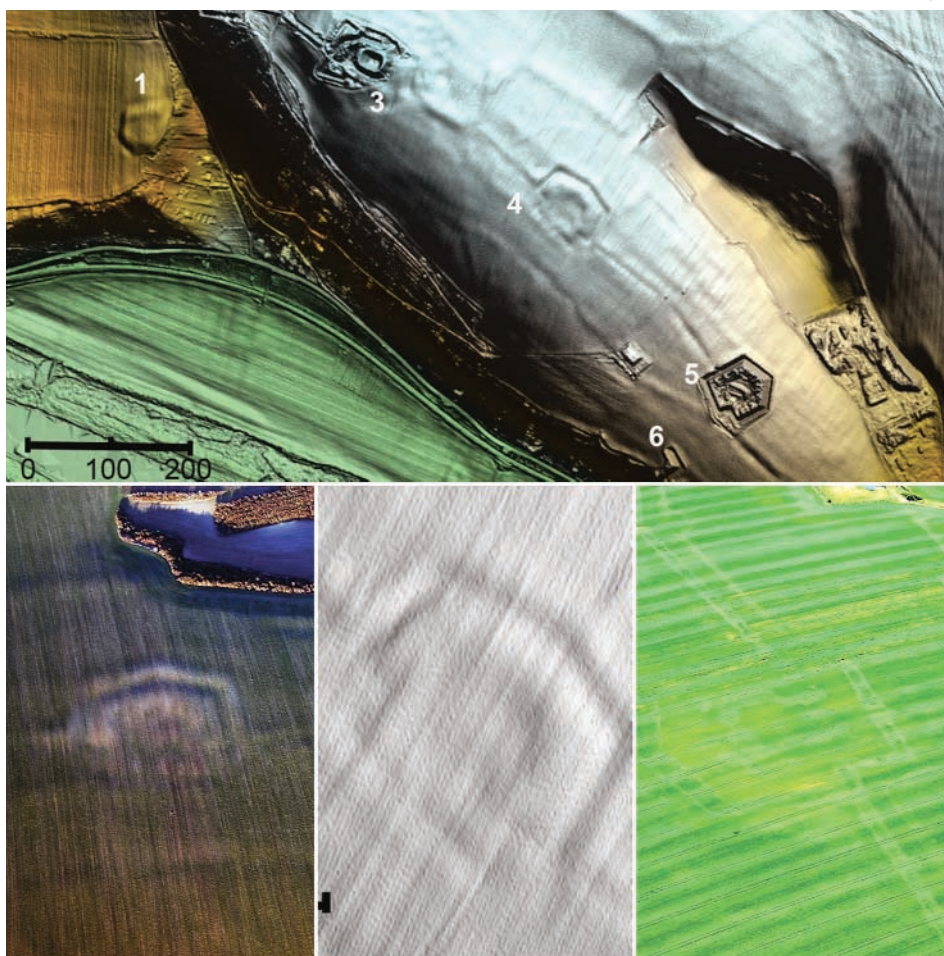
■ Poznámky

2 Velmi výstižně k tomu cf. Bill Hanson, The Future of Aerial Archaeology (or Are Algorithms the Answer?), in: Rosa Lasaponara – Nicolo Masini (edd.), *Remote Sensing for Archaeology and Cultural Heritage Management*, Rome 2008, s. 47–50.



4a

Obr. 4. Památka zachovaná ve velmi nízkém reliéfu, při pozemním průzkumu vzhledem k tomuto faktu a k jejímu plošnému rozsahu neidentifikovatelná. Prostor východně od Litoměřic, na kterém byla před 150 lety vybudována (a před zhruba 50 roky fyzicky odstraněna) dělostřelecká baterie, součást liniového obranného systému předpolí pevnosti Terezín. 4a – Dnes jsou na povrchu země patrné jen nepatrné stopy její někdejší přítomnosti (vlevo, foto: Martin Gojda). Ještě v polovině minulého století byla baterie téměř neporušená, jak dokládá snímek z 50. let 20. století (vpravo, v levém horním rohu snímku). Převzato z <http://kontaminace.cenia.cz>, vyhledáno 20. 11. 2016. 4b – Zviditelnění této vojenské památky pomocí různých příznaků a jejich evidence prostřednictvím několika postupů. Nahoře: pevnostní linie na digitálním modelu terénu (DMR) odvozeném z leteckých lidarových dat; dole: baterie č. 4, vlevo stínové příznaky na šikmé letecké fotografii, uprostřed stínové na DMR, vpravo vegetační příznaky. Vizualizace DMR a foto: Martin Gojda, 2016.



4b



Obr. 5. Hradiště (okr. Louny). Část linie zaniklé cesty s vysazenou alejí zviditelněně pomocí porostových příznaků. Vlevo nahoře zaniklá cesta s alejí na katastru obce Hradiště ve výřezu z 2. vojenského mapování. Foto: Martin Gojda, 2015, mapa převzata z: www.mapy.cz, 22. 11. 2016.

5

1. Srovnávání hodnoty vertikálních (fotogrammetrických) snímků a šikmých fotografií z hlediska přesnosti jejich polohopisu/půdorysu, resp. transkripce do map a plánů. Pouze okrajově připomeňme na tomto místě, že striktně vzato všechny uvedené druhy obrazových pramenů (snímků) pořizovaných z výšky jsou šikmé a všechny je třeba (orto)rektifikovat, i když výsledek takového procesu je samozřejmě přesnější u snímků kolmých.

2. Metodologický problém týkající se rozdílných způsobů archeologické interpretace povrchu terénu:

a) odborníkem provádějícím jeho průzkum z letadla a fotografujícím (aparátem držným v ruce) ty areály/lokality/objekty, které pokládá za relevantní, přičemž toto pozorování je negativně ovlivněno časovými možnostmi, proměnlivostí některých faktorů za letu (zejména světla) a konečkonců i znalostmi a zkušenostmi pozorovatele;

b) odborníkem, který analyzuje snímky (pořízené obvykle nikoli jím) – kolmé či šikmé, letecké a družicové – které byly pořízeny pro celou řadu oborů, a nikoli speciálně pro potřeby výzkumu zaniklých sídel a krajin. Na tomto místě není prostor jmenovat jednotlivé výhody a omezení těchto dvou metod; v každém případě má smysl je obě rozvíjet a nebylo by moudré vyloučit jednu ve prospěch druhé. Mohou být vzájemně kombinovány a zároveň jsou natolik specifické, že jedna druhou nemůže plně nahradit. Z mnoha příkladů ukazujících na tento fakt uvedme jeden: šikmé fotografování archeologických, architektonických a dalších památek

praktikované z malých výšek ve velmi specifických podmínkách zimního období (nízké sluneční paprsky zimního odpoledne, které na povrchu země pokryté tenkou sněhovou vrstvou produkují dlouhé stíny zvýrazňující sebemenší reliéfní nerovnost; zviditelnění reliéfních struktur v listnatém lese) nemělo donedávna (resp. do období posledních několika let, kdy se pro tyto účely začaly uplatňovat malé dálkové ovládané letouny) alternativu ve fotogrammetrickém či satelitním snímkování. To se provádí bez ohledu na sezónní specifikaci a denní dobu potřebnou k dosažení kvality, již takové dokumentační snímky vyžadují (stranou ponechme faktor detailu, který z velkých výšek bez ztráty kvality na snímcích neuvidíme, a faktor perspektivy šikmého pohledu, který sice zkresluje, nicméně pro anatomii lidského oka je přirozenější).

V souhrnu konstatujeme, že všechny prameny archeologického poznání, které identifikujeme na leteckých, družicových či lidarových snímcích, jsou výsledkem naší interpretace, založené na vizuálním pozorování a analýze zemského povrchu, který byl zachycen pomocí rozličných senzorů. Jako taková jsou tato data výsledkem dálkového průzkumu, bez ohledu na to, zda je uskutečňován z malé výšky (letecké fotografie, lidarová data), nebo z vesmíru (satelitní snímky). Z toho vyplývá, že aktivity týkající se obrazových pramenů pořizovaných z výšky a používaných k různým archeologickým účelům (výzkum, ochrana památek, resp. prospekce, dokumentace a mapování) jsou data dálkového průzkumu. Z tohoto pohledu se v tomto textu

používaný termín *dálkový archeologický průzkum* jeví jako nejvhodnější označení pro tyto aktivity. Zahrnuje leteckou archeologii (vizuální letecký průzkum a šikmé snímkování), analýzu a interpretaci vertikálních fotografií, panchromatických, multispektrálních a hyperspektrálních, termálních snímků a lidarových (event. dalších) dat, jejich transformaci do map a plánů [obr. 7a–b] a konečně ukládání do archivů a databází.

3. Cíle dálkového archeologického průzkumu. Potenciál, základní charakteristiky a využití dat DAP

Informace získané některou z metod DAP slouží primárně potřebám studia a ochrany pravěké a historické krajiny a pozůstatků aktivit člověka v ní. Za hlavní cíle tohoto oboru považujeme:

1. plošný průzkum krajiny z výšky, sledující identifikaci a mapování areálů s dosud neevidovanými pozůstatky minulých sídelních aktivit, buď na povrchu země fyzicky částečně zachovaných hlinitých/kamenitých náspů a depresí, anebo objektů zcela ukrytých (pohřbených) pod jeho povrchem;

2. dokumentaci kulturní krajiny, zejména rozmanitých kategorií nemovitých památek, ale také reliktní původního přírodního prostředí a projevů tafonomie krajiny – zejména takových, které mají vztah k uspořádání minulých lidských sídel;

3. získávání informací z leteckých a družicových snímků a lidarových dat, pořizovaných za jiným účelem, než je archeologická prospekce a studium historické krajiny;

4. evidenci, uložení a odbornou analýzu získaných dat, jejich využití v teoreticky založeném výzkumu minulosti a v ochraně kulturního dědictví. V tomto ohledu se data dálkového archeologického průzkumu využívají zejména k řešení otázek sídelní a krajinné archeologie, tj. např. k výzkumu způsobů využití krajiny a ke studiu forem sídel, hustoty osídlení a struktury sídelních areálů v minulosti.

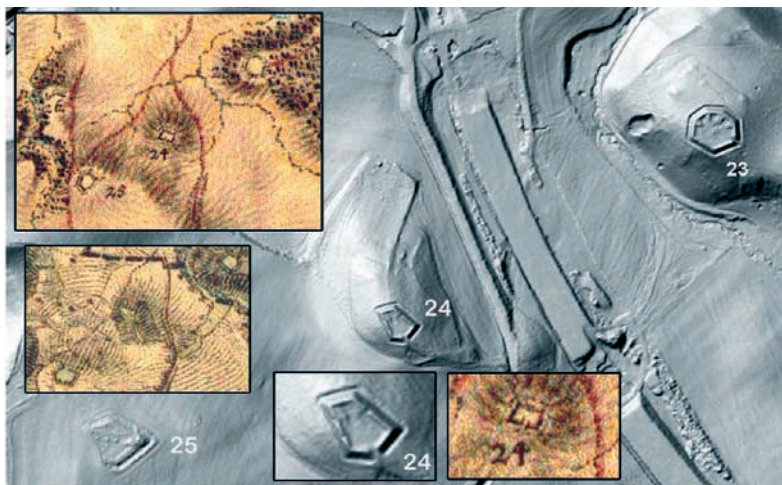
DAP rovnoměrně přispívá do tří základních oblastí, které charakterizují náplň soudobé archeologie. Těmito oblastmi jsou:

(1) *Tvorba pramenné základny*. DAP, v dlouhodobém ohledu především letecký průzkum, významně rozšiřuje heuristické možnosti archeologie. Např. podle údajů památkové instituce

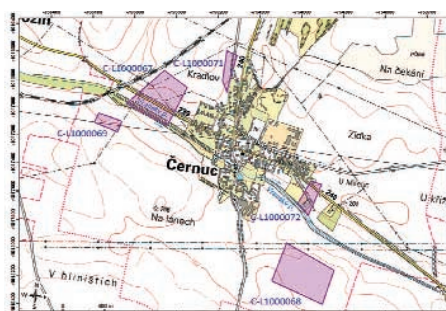
Obr. 6. Část linie polního opevnění z konce 18. století v SZ Čechách mezi obcemi Habrovany a Žim (okr. Ústí nad Labem). Srovnání současného stavu redut v tomto areálu prostřednictvím DMR odvozeného z lidarových dat a jejich zobrazení na mapách 1. a 2. vojenského mapování (VM). Je patrný nesoulad v půdorysu objektu č. 24 na mapě 1. VM (dole uprostřed) a jeho chybění na mapě 2. VM (vlevo dole). Zpracoval: Martin Gajda, 2016.

Obr. 7a Transformace fotoleteckých dat ve formě polygonů do map velkého měřítka v prostředí GIS: plochy, na nichž byly leteckým průzkumem zjištěny zaniklé komponenty pravěkého/ středověkého osídlení v okolí obce Černuc (projekt Archeologického ústavu AVČR Praha).

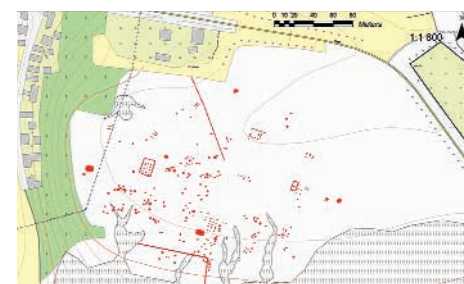
7b – Plán pravěkého sídliště identifikovaného díky vegetačním příznakům. Kromě obtížně chronologicky zařaditelných jam (jednotlivé nepravidelně rozmístěné body) a dvou velkých zahloubených obydlí (větší červené plochy) jsou na plánu zachyceny také objekty bezpečně datovatelné do starší doby železné (půdorysy nadzemních obydlí tvořených řadami bodů – kůlových jam). Plán byl vytvořen rektifikací šikmých leteckých snímků a jejich zasazením do veřejně dostupné ortofotomapy, na níž jsou zakresleny objekty z velké části také zachyceny. Zpracoval: Ondřej Gajda, 2016.



6



7a



7b

English Heritage (dnes Historic England) byla asi jedna pětina všech známých archeologických lokalit v Anglii odhalena leteckým průzkumem (ústní sdělení C. Stoertz z centrální britské památkové instituce Historic England), podle jiných zdrojů bylo ve Velké Británii 50 % všech nalezišť v nížinách identifikováno leteckou archeologií.³ Velký nárůst nových lokalit při průzkumu v Čechách dokládají např. výsledky dlouhodobého projektu pražského Archeologického ústavu AV ČR, které tak jednoznačně dokazují efektivitu DAP v oblasti archeologické prospekce. V posledním desetiletí pak díky stále systematictější využívaným datům leteckého laserového skenování (LLS)⁴ čelí management archeologického dědictví problému, jak v důsledku bezprecedentního nárůstu nově detekovaných památek řešit jejich klasifikaci a evidenci. Výpověď dat získaných pomocí LLS v lesním prostředí totiž ukazuje na mnohdy plošně velmi rozsáhlé (kontinuální) areály se stopami minulých lidských aktivit, jejichž prostorové ohraničení, původní význam a stáří jsou často obtížně stanovitelné, takže jejich evidence a následná ochrana je často problematická.

(2) *Řešení teoretických témat.* Dálkový archeologický průzkum není jen souborem čistě prospekčních metod, předcházejících terénnímu výzkumu, nýbrž autonomní disciplínou sledující svébytné poznání archeologických pramenů. Bývá nedílnou součástí výzkumu zaměřeného na poznání regionálních dějin osídlení, sídelní dynamiky, na identifikaci uzlových bodů pravěké sídelní sítě a analýzu vztahů mezi areály. Mož-

nosti DAP k řešení takových témat jsou často rozhodující v tom smyslu, že jejich metodami shromažďované prameny přinášejí soubor dat (jehož vlastnostmi jsou především početnost a různorodost), který v určitém krajinném prostředí (např. na dobře vyvinutých říčních terasách nebo mělkých křídových půdách) nelze obvykle jiným způsobem shromáždit.

(3) *Ochrana kulturního dědictví.* Cílem letecko-archeologických projektů zaměřených na ochranu a dokumentaci nemovitých archeologických a stavebněhistorických památek je systematické monitorování zájmového území, vyhledávání a evidence dosud neznámých historických objektů a jejich dokumentace (a to jak v detailu, tak v krajinném kontextu) pomocí fotografie (filmu) a lidarových dat. Letecké snímkování slouží jednak ke sledování stavu památek, resp. změn, k nimž u nich v průběhu času dochází, jednak k jejich možné identifikaci na zemi (v terénu) a k zaměření jejich polohy. To umožňuje zkvalitnit jejich praktickou a legislativní ochranu.

Zatímco převážná většina archeologických nemovitých pramenů evidovaných na konkrétním území klasickými terénními postupy (převážně exkavací) je dokladem určitých druhů sídelních aktivit, z hlediska celkového počtu a druhového zastoupení objektů, do jejichž kontextu původně patřily, jsou tyto prameny víceméně nekompletní. Zejména u nálezů staršího data nebyl na informaci o jejich přesném a kdy-

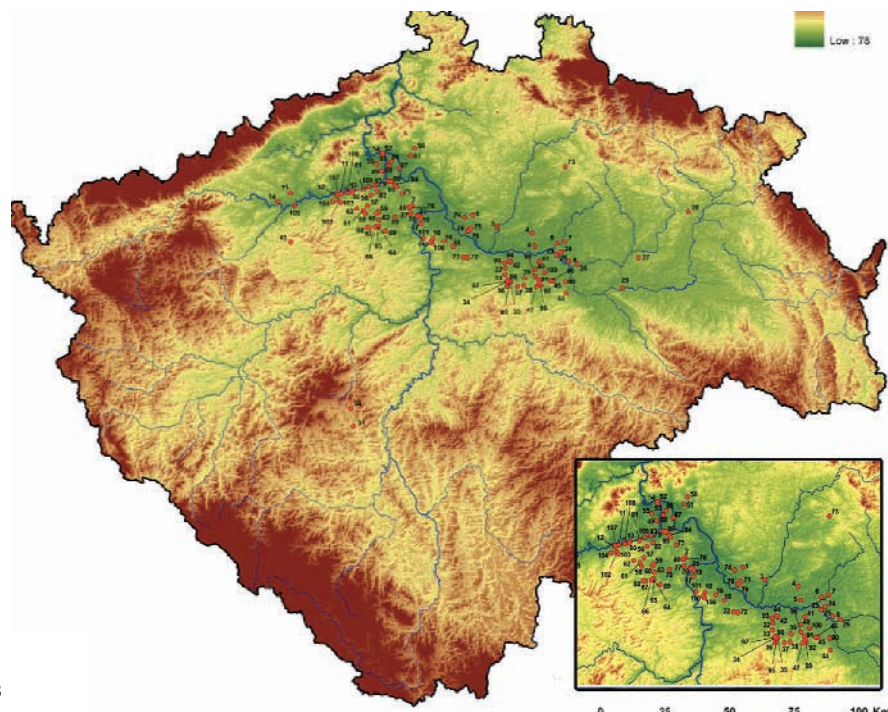
koli rekonstruovatelném umístění v terénu (lokalizaci) brán přílišný zřetel, zatímco dnes má přesná prostorová identifikace archeologických památek prvořadý význam. Jejich největší předností je skutečnost, že je lze víceméně přesně chronologicky zařadit, takže s jejich pomocí jsme schopni sledovat vývojovou (dis)kontinuitu zájmového území stejně tak jako jejich umístění ve vztahu k základním činitelům přírodního prostředí.

V porovnání s tím mají informace shromážděné některou z metod dálkového průzkumu jiné charakteristiky. V první řadě je poloha identifikovaných komponent přesně vymezitelná v zeměpisných koordinátech či v rovinném souřadnicovém systému; jako body či polygony lze tyto komponenty analyticky zpracovat,

■ Poznámky

3 Bill Hanson – Ioana Oltean, Recent Aerial Survey in Western Transylvania: Problems and Potential, in: Robert Bewley – Wlodek Rączkowski (edd.), *Aerial Archaeology. Developing Future Practice*, Amsterdam – Berlin – Oxford – Tokyo – Washington, DC 2002, s. 109–115.

4 Naposledy v tomto periodiku Ondřej Malina, Hledání neviditelného. Relikty plužiny zaniklých středověkých vsí a možnosti jejich detekce a interpretace na datech LLS, *Zprávy památkové péče* LXXV, s. 513–520. Přehledně o aplikaci ALS v (české) archeologii viz Martin Gajda – Jan John (edd.), *Archeologie a letecké laserové skenování krajiny*, Plzeň 2013.



Obr. 8. Teritorium s výskytem vegetačních příznaků, indikujících přítomnost pravěkých a středověkých sídelních areálů v Čechách a evidovaných díky letecko-archeologickému průzkumu: široká aluviální údolí středního a dolního Labe, dolní Vltavy a střední/dolní Ohře (tzv. staré sídelní území Čech). Červené body: lokality evidované v letech 2011–2012, kdy minimum srážek vytvořilo mimořádně vhodné podmínky pro zviditelnění zhruba stovky do té doby neevidovaných archeologických lokalit, převážně sídlišť z mladšího (zemědělského) pravěku, v prostoru, který byl opakovaně sledován po dobu více než patnácti let. Zpracoval: Martin Gojda, 2016.

např. pomocí GIS. I když je třeba mít na paměti, že z různých důvodů (pomineme-li ty, které se mění každoročně, pak jsou to zejména svažitost terénu, intenzita orby a odlesňování, protože právě ty ovlivňují erozi) jsou archeologické památky zviditelněné na povrchu některými z tzv. příznaků [nejčastěji porostových, viz obr. 1] v naprosté většině případů pouze určitou částí větších celků (jednotlivých či několika sídelních areálů, které na sebe navazují a částečně či zcela se překrývají), významná je přitom jiná skutečnost. Celkovou velikost plochy zaplněné komponentami sice většinou nelze stanovit, nicméně prostřednictvím vegetačních příznaků máme k dispozici celkový půdorys jedné konkrétní části jednoho sídelního areálu (případně palimpsest několika takových částí několika sídelních areálů, které se překrývají) a můžeme na něm určit jeho kvalitativní a kvantitativní složení, tedy druhové zastoupení jednotlivých objektů, jejich vzájemný prostorový vztah (který v případě pravidelného rozmístění objektů vyjadřuje jejich pravděpodobnou současnost) a jejich příslušnost k jednomu a témuž sídelnímu areálu. Soubor takovýchto komponent lze využít k dalším analýzám. Jak dnes již víme, v prostředí tradičně hustě osídlených nížin, zejména plochých aluviálních údolí velkých říčních toků – a potvrzují to výsledky DAP – pravěkou krajinu musíme chápat spíše než v pojmech lokalita či naleziště jako určité kontinuum více či méně rozsáhlých areálů, v jejichž prostoru docházelo jak k udržování, tak k proměnám jejich funkce. Komponenty těchto areálů vykazují výraznější druhovou rozmanitost, než se donedávna soudilo – jenom množství

komponent různé velikosti a tvaru ohrazených příkopy a palisádami odhalené leteckým průzkumem důkladně pozměnilo naše představy o celkovém charakteru a zastoupení sídel v české pravěké krajině. Výsledky leteckého vizuálního průzkumu tedy ve srovnání s pramenitou základnou shromažďovanou dlouhodobě tradičními postupy potvrzují husté pravěké osídlení mnoha poloh, zároveň nás ale informují o tom, jakými druhy a jakým počtem objektů jsou tyto polohy zaplněny.⁵

4. Závěr

Bezkontaktní metody dálkového průzkumu prokazují v dlouhodobé perspektivě velkou efektivitu při svém využití v péči o historickou krajinu a její nemovité složky. Zůstaneme-li při hodnocení jejich potenciálu na území Čech, můžeme konstatovat, že díky čtvrt století trvajícímu systematickému dálkovému průzkumu naší krajiny bylo dosavadní poznání pravěkého osídlení významně obohaceno především v sídelně nejexponovanějších oblastech tzv. starého sídelního území [střední a dolní Polabí a Poohří, dolní Povltaví a Pojizeří, údolí Cidliny, resp. Nymbursko, Poděbradsko, Kolínsko, Mělnicko, Podřipsko, Litoměřicko, Lounsko, Ústecko; obr. 8], a to ve všech třech oblastech uvedených v předchozí kapitole. Pramenná základna byla kvantitativně obohacena o zhruba třináct set dosud neznámých archeologických lokalit – převážně obytných pravěkých a raně středověkých komponent sídelních areálů, ale také míst s doklady přítomnosti člověka v pozdním středověku, novověku a raně moderním období. Z hlediska druhového zastou-

pení nemovitých památek byla zjištěna existence řady u nás dosud vůbec neevidovaných nebo jen v malém počtu evidovaných objektů, jejichž přítomnost ovlivňuje náš pohled na zastoupení různorodých kategorií areálů/objektů v někdejší sídelní oikumeně. S tím souvisí také teoreticky založené výzkumy směřující k poznání sídelních forem, hustoty a struktury minulého osídlení, neboť informace z fotoleteckých dat, doplňované navíc údaji z povrchových a geofyzikálních průzkumů, jsou k tomu velmi vhodné. V oblasti ochrany archeologického dědictví lze na dosavadní výsledky leteckého průzkumu pohlížet především s ohledem na skutečnost, že známe-li přesnou polohu nově evidovaných areálů archeologického zájmu, máme možnost je kdykoli v budoucnu účinně chránit a – v případě stavebních zásahů nevratně odstraňujících povrchovou vrstvu terénního reliéfu na konkrétní lokalitě – zajistit jejich další archeologický výzkum včetně exkavace.

■ Poznámky

5 K základnímu vymezení DAP (častěji letecké archeologie) se tím či oním způsobem vyjadřovali autoři většiny oborových syntetizujících děl, jejichž počátky sahají do 20. let minulého století (z nejnovějších např. Michael Doneus, *Die hinterlassene Landschaft – Prospektion und Interpretation in der Landschaftsarchäologie* (= Mitteilungen der Prähistorischen Kommission, Band 78), Wien 2013. – Sarah Parcak, *Satellite Remote Sensing for Archaeology*, London – New York 2009). V tomto příspěvku jsou použity formulace a definice DAP tak, jak je v posledních dvou desetiletích publikoval autor v řadě odborných časopiseckých a sborníkových studií a knižních monografií (např. Martin Gojda, *The Contribution of Aerial Archaeology to European Landscape Studies: Past Achievements, Recent Development and Future Perspectives*, *Journal of European Archaeology* V, 1997, s. 91–104. – Martin Gojda, *Letecká archeologie v Čechách – Aerial Archaeology in Bohemia*, Praha 1997. – Idem, *Archeologie krajiny*, Praha 2000. – Idem, *Letecká archeologie a dálkový průzkum*, in: Martin Kuna et al., *Nedestruktivní archeologie*, Praha 2004, s. 49–115. – Idem, *Archeologie a dálkový průzkum. Historie, metody, prameny*, Praha 2017.