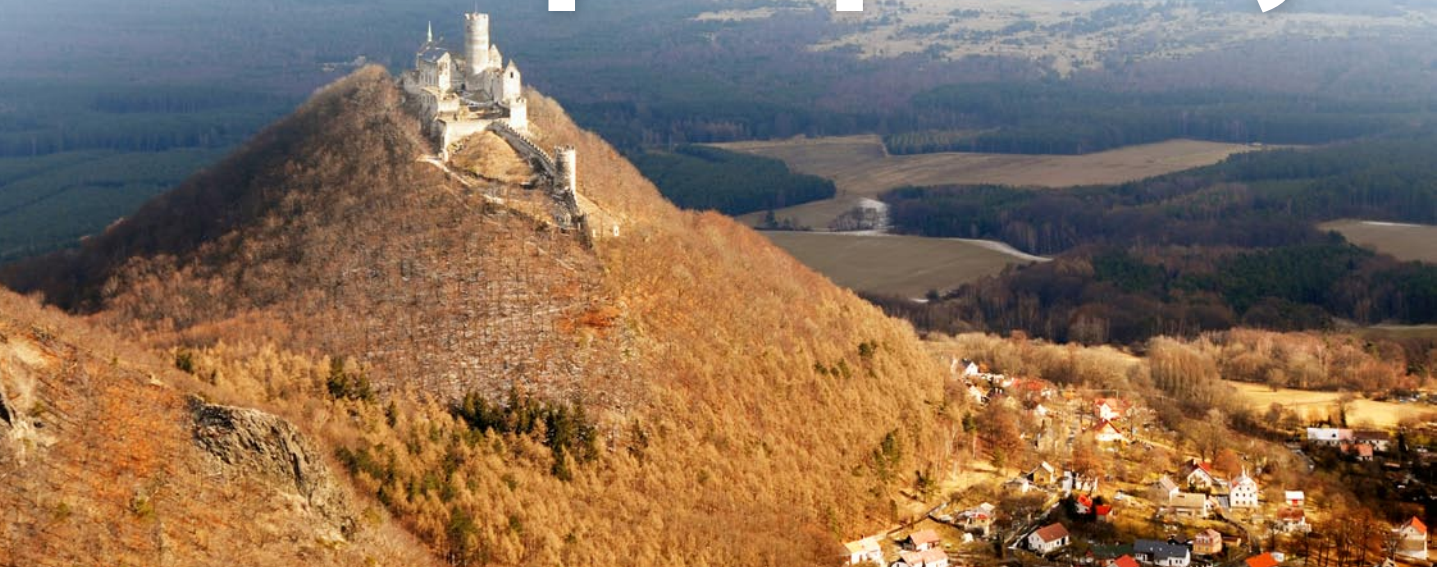


# Pátrání z ptačí perspektivy



•••  
**Možná se to zdá být těžko k uvěření, ale o zaniklých památkách, vytvořených člověkem před dlouhými staletími či dokonce tisíci-letími, se můžeme mnohé dozvědět nejen na zemi, ale i ze vzduchu. A mnohdy se z kokpitu letadla pozná dokonce mnohem víc**

• Ptal se Mgr. Marek Vlha

▲  
**Letecký pohled na Bezděz dává vyniknout dovednému využití terénu při stavbě hradu**

Jedním z průkopníků letecké archeologie u nás je profesor Martin Gojda. Přední pozici na tomto poli zastává už dvacet let. Je proto logické, že jsme se o letecké archeologii a o nejnovějších technologiích, které na tomto poli archeologům pomáhají, bavili právě s ním.

## Sto let stará idea

• Spousta lidí si při vyslovení termínu „letecká archeologie“ představí skupinu archeologů odkrývajících na poli staré letadlo, nejspíš sestřelené během druhé světové války. Čím je tento obor ve skutečnosti?

Obor, o kterém mluvíte, se ve skutečnosti jmenuje aeroarcheologie. Jeho zaměňování s leteckou archeologií je poměrně časté. Setkal jsem se s ním například i na začátku devadesátých let, kdy jsem oslovoval sponzory pro naše výzkumy. Letecká archeologie je něco docela jiného, zabývá se pátráním po archeologických památkách prostřednictvím leteckého průzkumu a fotografie. Patří do takzvaných nedestruktivních metod, protože přímo nezasahuje pod zemský povrch jako klasický archeologický výzkum. V posledních letech je velmi uznávaná. Když se podíváte do Maltské konvence, což je mezinárodní úmluva o ochraně archeologického dědictví Evropy, zjistíte, že podle ní se mají archeologické výzkumy primárně provádět právě nedestruktivním způsobem (samozřejmě s výjimkou záchranných výzkumů při stavbách a podobně).

• Jak se letecká archeologie vůbec zrodila?

Její počátky sahají až do 19. století a jsou spjaty s portrétním fotografem a průkopníkem letectví Gaspardem-Félixem Tournachonem alias Nadarem. Ten roku 1858 pořídil z balónu dnes již neexistující snímek Val de Bièvre poblíž Paříže. Aviatika a konstrukce fotoaparátů šly kupředu a počátkem devadesátých let 19. století byly poprvé fotografovány římské památky v Itálii a poté na Předním východě. Už před rokem 1914 se vedle balónů začalo fo-



Ilustrace a fotografie: Archiv leteckých snímků Archeologického ústavu AVČR, Nákras principu leteckého lidaru a snímky hradiště Vladař u Záhořic; Výzkumný záměr: Katedry archeologie Západočeské univerzity v Plzni



**Stopy po trojitém příkopu pravěkého hradiště u jedné z obcí na Mělnicku. Na jeden z dnes zaplněných příkopů plynule navazuje úvozová cesta s alejí stromů**

tografovat z letadel. První světová válka byla (obdobně jako později ta druhá) velkým motorem technického pokroku. Britové fotografovali starověké památky na mezopotamské frontě, Němci dokonce v Palestině založili takzvané Denkmalschutzkommando, které zachycovalo na fotografiích staré památky.

• **Takovéto počátky ale měly zřejmě daleko ke skutečně vědeckému přístupu.** Za zakladatele letecké archeologie jako oboru je považován Osbert Guy Stanhope Crawford (1886–1957), za první světové války britský letec, který byl sestřelen a následně vězněn v zajateckém táboře. Byl vystudovaný geograf, ale celý život se zabýval archeologií. V Británii je na povrchu země dochována řada památek, jejichž pozůstatky jinak v severní (klimaticky mírné) polovině Evropy najdeme většinou pouze pod povrchem – pravěké valové linie, římská opevnění a podobně. To Britům rozvoj letecké archeologie značně usnadnilo. V roce 1928 Crawford publikoval knihu *Wessex from the Air* (Wessex ze vzduchu), která shrnula výsledky prvního systematického leteckého archeologického průzkumného projektu na světě. V meziválečném období se touto činností začali zabývat také Francouzi, později Němci, Rakušané a další. Po roce 1945 se obor rozběhl naplno, především opět v Británii, kde se také začaly pořádat první konference o tomto tématu.

**prof. PhDr. Martin Gojda,  
CSc. (\*1956)**



Od roku 1980 pracuje v Archeologickém ústavu AV ČR v Praze, kde stál u založení programu letecké archeologie. Je vedoucím Archivu leteckých snímků Archeologického ústavu AV ČR a působí také na katedře archeologie Západočeské univerzity v Plzni (v letech 2005–2011 byl vedoucím tohoto pracoviště). Od roku 2006 je též mimořádným profesorem Archeologického ústavu varšavské univerzity UKSW. Napsal více než sto odborných publikací včetně několika knižních monografií, vydaných u nás a ve Velké Británii. Vedle zavádění moderních metod nedestruktivního dálkového průzkumu do české archeologie se věnuje i její popularizaci. O jeho práci vám více prozradí také filmový dokument *Lety do minulosti*, který můžete zhlédnout ve videoarchivu katedry archeologie Západočeské univerzity v Plzni [www.kar.zcu.cz](http://www.kar.zcu.cz).

## Už před první světovou válkou se vedle balónů začalo fotografovat z letadel

### České počátky

• **Kdy se vlastně letecká archeologie prosadila i u nás?**

V Čechách letos slavíme 20 let jejího fungování, na Moravě tomu bylo o něco dříve, už v polovině osmdesátých let. Tehdy začali nezávisle na sobě provádět letecké výzkumy dnes již zesnulý Miroslav Bálek a Jaroslav Kovárník, působící nyní na univerzitě v Hradci Králové. Před rokem 1989 byly samozřejmě s létáním problémy, vyplývající mimo jiné ze zákona o ochraně státního tajemství. Zákon samotný nebyl až tak překážkou, ale předpisy, které se na něj vázaly, byly dosti striktní. Až do porevolučního období se proto nepodařilo leteckou archeologii rozvinout, i když pokusy byly. Hlavní překážkou byla podmínka, že s vámi letěl také dozor a že se termín musel hlásit třeba s čtvrtročním předstihem. Když bylo špatné počasí, mohl jste plánovat znovu.

• **Bylo v takových podmínkách vůbec možné něčeho dosáhnout?**

Bálek a Kovárník přišli na fotografie v leteckém archivu tehdejšího Vojenského topografického ústavu v Dobrušce, což je největší soubor leteckých



**Letadlo Cessna 172, které používají k průzkumu pracovníci Archeologického ústavu AV ČR v Praze**

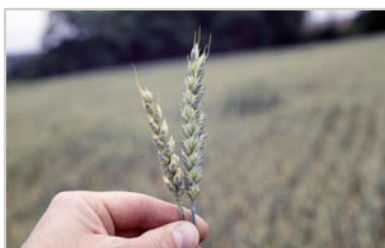


snímků pořizovaných na klasický fotomateriál v celé České republice, založený už ve třicátých letech. Na snímcích hledali možné památky a několikrát se dostali i do vzduchu. Vždycky, když chtěli něco publikovat, však museli fotografie předkládat ke schválení. Po revoluci věc nabrala obrátky. Bálek a Kovárník navázali při výzkumech na jižní Moravě spolupráci s vídeňskou univerzitou a poměrně rychle dosáhli velkých úspěchů. Vedle zaniklých středověkých vesnic, rondelů (prehistorických kruhových ohrazení nejasného účelu) a podobně objevili i pozůstatky římských pochodových táborů z období markomanských válek.

## Vedle zaniklých středověkých vesnic či rondelů objevili i pozůstatky římských pochodových táborů

### • Jak jste se vlastně k letecké archeologii dostal vy sám?

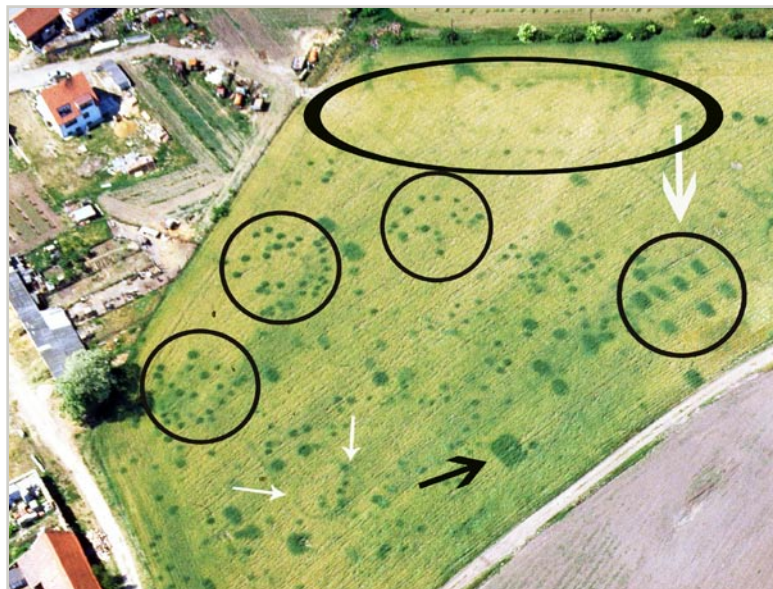
Asi v roce 1987 jsem vyslechl přednášku Miroslava Báalka, která ve mně probudila zájem o tento obor. Pak přišla revoluce. Obrátil jsem se na tehdejšího ředitele Archeologického ústavu AV ČR v Praze s návrhem, že bychom v této oblasti měli začít něco dělat. V roce 1992 jsem poprvé vyjel na kratší stipendium do Británie, abych se o letecké archeologii více přiučil, a v témže roce byl založen archiv leteckých snímků našeho ústavu. V roce 1997 se nám podařilo získat grant, v jehož rámci jsme mimo jiné koupili letadlo Cessna 172. Díky tomu si nemusíme letadlo pronajímat, což je při počtu našich nalétaných hodin ekonomičtější. Pokud je mi známo, s výjimkou Británie jsme v Evropě jedinou archeologickou institucí disponující vlastním průzkumným letadlem. Vedle činnosti v AV ČR také přednáším leteckou archeologii na Západočeské univerzitě v Plzni a v rámci spolupráce obou institucí jsme byli schopni v posledním desetiletí nalétat 50 až 60 hodin ročně. Leteckou archeologií se v ČR vážně zabývá ještě několik málo dalších kolegů.



**Rozdíl ve výšce pšeničného klasu rostoucího nad zahloubeným archeologickým objektem (vpravo) a mimo něj (vlevo)**



**V kroučcích jsou vyznačeny pravidelně uspořádané bodové objekty (ponejvíc jámy), které naznačují stopy lidské činnosti pocházející pravděpodobně z mladšího pravěku**





**Zaniklá kruhová a čtvercová mohyla z mladší doby železné na lokalitě Černouček na fotografiích z různých jarních a letních měsíců**

## Co lze poznat z letadla?

### • Jak si můžeme představit letecký průzkum v praxi?

Pro lety se využívají malá sportovní letadla, nejčastěji hornokřídla, která poskytují dobrý výhled. Zpravidla tvoří posádku pilot a archeolog, který provádí vlastní vizuální průzkum, fotografuje a také vede doprovodnou dokumentaci. Pozorování se obvykle provádí z menších výšek kolem 300 až 400 metrů. Když uvidíme nějaký zajímavý prvek v terénu, podíváme se na něj, případně ho vyfotografujeme. Fotoaparáty se dnes propojují s GPS, takže každý digitální snímek obsahuje i informaci o přesné poloze objektu archeologického zájmu.

• Většinu čtenářů asi zarazí, že jste schopni vidět stopy po stavbách, po nichž už na povrchu nemuselo vůbec nic zůstat. Jak je to možné?

Při dálkovém průzkumu využíváme několika druhů příznaků: půdních, stínových, vlhkostních a porostových. Na našem území jsou z více než 90 % nejdůležitější porostové příznaky. Jinak rostoucí vegetace nám značí, že je pod povrchem něco odlišného než v okolí. V minu-



**Rané středověké hradiště Vlastislav na Litoměřicku. Snímek ukazuje linie dvou příčných valů a příkopů zviditelněných pomocí půdních a částečně stínových příznaků, které toto hradiště členily na tři části, akropoli (A) a dvě předhradí (B, C)**



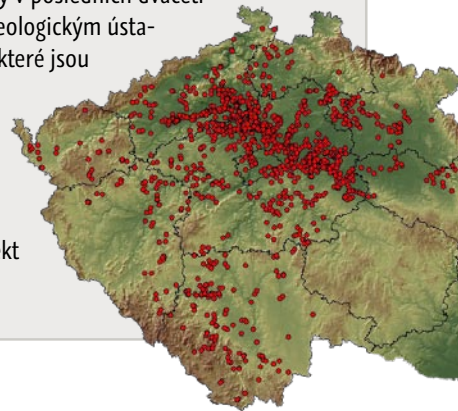
losti člověk vyhloubil například příkop kolem hradiště nebo základy domu, které později zaplnila sekundární výplň. Ta je ovšem tmavší a humóznější, obsahuje fosfáty, nitráty a tak dále. Rostliny zde mají lepší podmínky, lépe se zde drží voda než třeba ve šterkovém podloží okolo. Vegetační růst je zde delší, rostliny jsou zelené po větší časový úsek, obilí zde žlutne třeba o dva týdny později a roste o desítky centimetrů výš. Nejideálnější jsou pro pozorování plochy osazené obilovinami, zejména ječmenem, ale příznaky ukazuje i kukuřice, slunečnice nebo dokonce řepka olejná a cukrová řepa. Na zoraném poli zase můžeme vidět tmavší barvu zeminy z rozoraných linií příkopů a podobně.

### • Jak je to s ostatními druhy příznaků, které jste zmínil?

Stínové příznaky lze pozorovat při nízkém slunci, brzy ráno nebo navečer, kdy nad povrch vystupující pozůstatky vrhají zřetelně viditelné dlouhé stíny. Vlhkostní příznaky se projevují obvykle na přelomu zimy a jara, když odtaje sníh, anebo krátce po záplavách: ustupující voda zůstává o něco delší dobu v terénních depresích, vzniklých díky minulým lidským zásahům do povrchové vrstvy země.

## Prozkoumané lokality

Mapa archeologických lokalit a historicky významných architektonických památek a urbánních celků, jejichž letecké fotografie byly v posledních dvaceti letech pořízeny Archeologickým ústavem AV ČR v Praze a které jsou uloženy v Archivu leteckých snímků tohoto výzkumného pracoviště. Na Moravě bohužel podobně rozsáhlý projekt v současnosti chybí.



## Nové výzvy

• Existují na druhou stranu nějaké přírodní klamy, na které si musíte dávat pozor?

Samozřejmě. Říkáme tomu falešné příznaky. S jedním z nich mám osobní zkušenost z jednoho ze svých prvních letů. Na velkých travnatých plochách, jako jsou letiště či golfová hřiště, se často objevují takzvané čarovné kruhy. Zpravidla bývají tmavě zelené a uprostřed se nachází tvar, který vypadá jako hrobová komora. Čarovné kruhy budí dojem, že jde o rozorané mohyly, ale ve skutečnosti jsou vytvářeny některými druhy hub. Mást mohou třeba i stopy po melioracích z šedesátých a sedmdesátých let, při nichž se odváděla voda z podmáčených ploch, které byly vzápětí kultivovány orbou.

• Až dosud jsme se bavili o pozorování z letadla. Letecká archeologie už ale v současnosti není pouze o něm. Technický vývoj šel v posledních letech kupředu takovým tempem, že už je vlastně trochu zavadějící mluvit o „letecké



**Skutečnost, že se u Štěpánova nedaleko Přelouče nacházel dvojnásobný příkop obklopující historické opevněné sídlo, nedokázala zakrýt ani intenzivní rekultivace**

ke archeologii“. Letecký průzkum je již jenom segmentem oboru, jemuž se říká „dálkový archeologický průzkum“. Úplně čerstvou technologií je lidar, který jsme v posledních dvou letech využili v rámci projektu na Západočeské univerzitě (viz Letecké laserové skenování). Máme možnost zkoumat družicové snímky, které jsou od devadesátých let pořizovány v obrovském rozlišení. Přišel internet a možnosti jako je Google Earth či Mapy.cz, kde jsou sate-



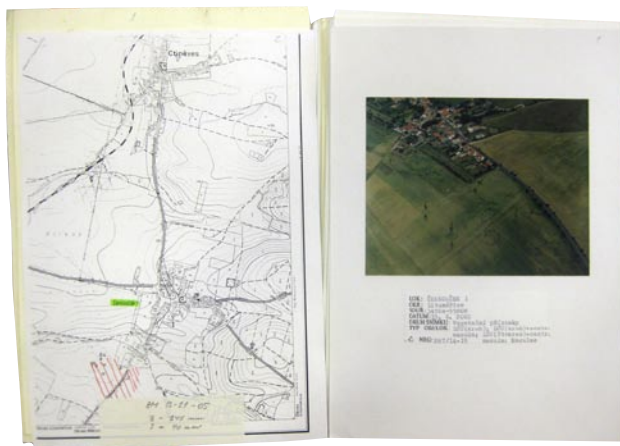
## Díky letecké archeologii byly objeveny i druhy památek, které u nás nebyly vůbec známy

litní a letecké měřické snímky veřejně publikovány. Území naší republiky je zde zdokumentováno velmi kvalitně. Ovšem vzhledem k tomu, že na internetu najdete satelitní fotografie jen z omezené roční doby a z několika málo let a viditelnost archeologických památek je proměnlivá, letecký výzkum neztrácí svůj význam.

### Co dále objevovat?

• Co byste přiřadil k největším úspěchům naší letecké archeologie?

Na tuhle otázku není snadné odpovědět. Určitě by šlo jmenovat třeba už zmíněné římské pochodové tábory, ale řekl bych, že význam je především v kvantitativním nárůstu známých archeologických památek. Za těch dvacet let se počet takto identifikovaných lokalit pohybuje v řádu mnoha set. Pokud víme, kde se tyto památky nacházejí, můžeme je také lépe chránit v případě stavební činnosti. Díky letecké archeologii byly objeveny i druhy památek, které u nás do té doby nebyly známy vůbec, nebo byly známy jen v minimálním měřítku. To se týká například menších kruhových opevnění s příkopy,



**Finální podoba dokumentace z leteckého průzkumu. V posledních letech je už Archiv leteckých snímků veden nikoli v papírové, ale v elektronické podobě**

### Letecké laserové skenování

Novou revoluční technologií, která se v archeologii používá teprve několik let, je takzvaný lidar (light detection and ranging). Právě Martin Gojda uvedl před dvěma roky lidar do praxe i u nás. V čem tato technologie spočívá a co přináší?

Lidar je přístroj, jehož pomocí se prostřednictvím leteckého laserového skenování provádí trojrozměrné (výškopisné) mapování zemského povrchu s velmi přesnou polohovou a výškovou georeferencí. Laserový skener připevněný k letadlu či helikoptě vysílá vysokou rychlostí laserové

impulzy, které směřující pod různými úhly k zemskému povrchu a po odrazu od povrchu jsou zachycovány citlivým detektorem. Díky sledování časových rozdílů mezi vysláním impulzu a přijetím jeho odrazu lze určit polohu bodů, od nichž se signál odrazil – a to obvykle s přesností na centimetry. V praxi to znamená, že lidar dokáže za velmi krátkou dobu trojrozměrně zmapovat obrovské území. Klasické geodetické zaměření hradíště o ploše 20 hektarů trvá několikaletnému týmu geodetů několik týdnů. Lidar to dokáže během několika minut – i když zpracování

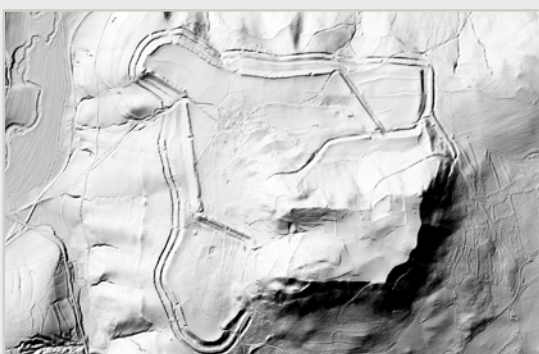
skenování samozřejmě také zabere nějaký čas.

Problémem je samozřejmě finanční stránka. Během projektu na Západočeské univerzitě v Plzni, při němž byl v letech 2010–2011 lidar použit v české archeologii vůbec poprvé, bylo oskenuováno celkem 123 kilometrů čtverečních, respektive dvanáct polygonů o ploše cca 10 kilometrů čtverečních, na jejichž povrchu se nacházejí archeologické památky. Při využití lidaru je ekonomičtější vybírat si ke skenování větší plochy. Vzhledem k ceně jednoho letu je také výhodnější provést několik

původně pravděpodobně mohyl, v jejichž středu se nacházely hroby. Dříve byly vykopány dvě nebo tři, ale dnes jich známe stovky. Objevíli jsme do té doby neznámá hradiště, jako je třeba Ostrožná či Sazená, a také rozsáhlá příkopová ohrazení v Chlebech u Nymburka, v Klech na Mělnicku a jinde.

• **Myslíte, že je přes intenzivní letecký průzkum a fotografování našeho území ještě pořád co objevovat?**

Tuhle otázku jsem si už skoro také kladl, nicméně i v Británii, kde se vedou systematické výzkumy dlouhá desetiletí, pořád nacházejí nové a nové skutečnosti. Vyplyvá to už z toho, že jsou každý rok jiné podmínky pro tvorbu vegetačních příznaků. Viditelnost závisí také na druhu plodiny, která je zrovna vysetá. Někdy se najednou ukáže neznámý objekt nebo úplně jiná část lokality, která předtím nebyla dobře patrná. Takže při každém letu sbíráme nová data a zpřesňujeme předchozí poznatky. V prvním desetiletí jsme toho samozřejmě objevili nejvíce. Za poslední dekádu jsem ročně našel odhadem vždy kolem 10 až 15 nových lokalit. Loni to ale bylo 85 – na stejném území osmi okresů, nad nímž létám dvacet let! Radil jsem se o tom s profesorem Michalem Hejmanem z České zemědělské univerzity a vypadá to, že za to vděčíme loňským pozdním mrazům, které se u nás v nemalé intenzitě vyskytly v květnu. Jak vidíte, i po tolika letech je pořád co objevovat. ●●●



**Hradiště Vladař u Záhořic z přelomu starší a mladší doby železné. Srovnání lidarového snímku zachycujícího povrch terénu a lidarového snímku, na němž byla speciálním algoritmem odstraněna vrstva vegetace, což dokonale zviditelnilo terénní reliéf včetně valů a příkopů**



**Zaniklá středověká usedlost u Ledčic nedaleko hory Říp. Kdysi byla obehnaná palisádou a příkopem, jak dokládá odlišná barva obilí rostoucí nad sekundární výplní**

skenování naráz. Je ale důležité upozornit, že i když jde o vysokou jednorázovou investici, je to ve skutečnosti ve srovnání s klasickým geodetickým měřením mnohem levnější. Lidar navíc dokáže skenovat i terén zakrytý lidskému pohledu lesním porostem, obzvlášť pokud jde o les listnatý. Význam lidarů si uvědomují i státní instituce: Český úřad zeměměřičský a katastrální provádí v současné době lidarové skenování celého území České republiky.



**Princip leteckého lidarů**

