MOŽNOSTI SROVNÁVACÍ ANALÝZY PLUŽINY ZANIKLÝCH STŘEDOVĚKÝCH VSÍ. VYPOVÍDACÍ HODNOTA VYBRANÝCH LOKALIT A ROLE DIGITÁLNÍHO MODELU RELIÉFU Z DAT LETECKÉHO LASEROVÉHO SKENOVÁNÍ

Ondřej Malina* – Lukáš Holata** – Jindřich Plzák***

* Národní památkový ústav, územní odborné pracoviště v Lokti, Kostelní 81, 35733 Loket, malina.ondrej@npu.cz (spoluautor pro komunikaci)

** Archeologický ústav, Filozofická fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Branišovská 31a, 37005 České Budějovice, luk.holata@gmail.com

*** Archeologický ústav, Filozofická fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Branišovská 31a, 37005 České Budějovice, plzak@volny.cz

Abstract: Comparative analysis of the deserted medieval villages' plowlands. The informative value of selected sites and the role of the digital terrain model from airborne laser scanning data. The paper deals with the plowlands of deserted medieval villages (DMVs) representing a specific data source of medieval settlement research. Its basic priorities are based on the needs of archaeological heritage protection for a better definition of DMVs' hinterlands, which are significantly less distinguishable in comparison with villages' intravilans. At the same time, not much attention was paid to this area, even in known or well-surveyed sites. These issues are important especially in the context of what exactly we are looking for within the DMVs, how we define it and where we can find the best examples worthy of protection or further study. The basis of the presented work is the processing of a digital terrain model derived from airborne laser scanning data. The primary procedure consists of the ALS data processing into a DEM, its subsequent visualization, and classification of objects in DMVs' hinterlands, which is further supplemented by selected examples of field verification. The informative value of the hinterlands is also discussed on the example of several differently preserved sites.

Keywords: Medieval settlement, LiDAR, plowland, deserted medieval villages

Abstrakt: Text se věnuje plužinám zaniklých středověkých vsí (ZSV) jako specifickému prameni studia středověkého osídlení. Základní priority v něm vycházejí z potřeb archeologické památkové péče po lepší definici extravilánů ZSV, které jsou ve srovnání s intravilány výrazně hůře rozlišitelné a zpravidla též dosud unikaly pozornosti i u již známých a zkoumaných lokalit. Základem předkládané práce je výhradní zaměření na zpracování digitálního modelu reliéfu z dat leteckého laserového skenování a jeho vypovídací schopnost při studiu plužiny. Základní postup představuje zpracování dat LLS do podoby digitálního modelu reliéfu, jeho následná vizualizace a klasifikace objektů extravilánů ZSV, který je dále doplněn o vybrané příklady terénní verifikace. Výpovědní hodnota extravilánu je ilustrována na příkladech různě dochovaných a typologicky odlišných lokalit.

Klíčová slova: středověké osídlení, LiDAR, plužina, zaniklé středověké vesnice

<https://doi.org/10.46283/musarch.2021.1.2.07>

1. Úvod

Zaniklé středověké vsi (ZSV) představují jeden z klasických pramenů pro studium středověkého osídlení. Pokud zúžíme svůj zájem jen na otázku plužiny, zůstávají stále velkým tématem s mnoha možnými přístupy či postupy řešení (syntéza trendů ve výzkumu ZSV, včetně plužiny: Čapek – Holata 2017). Novinkou v problematice posledního desetiletí jsou možnosti vyhodnocení dat LLS, které však zatím nebyly využity u většího počtu lokalit, a jejich srovnávací potenciál tak nebylo možné dostatečně vytěžit. Následující text (viz taktéž obr. 1) je pilotním pokusem nastínit možnosti takového srovnání.

U zaniklých středověkých vsí v lesním prostředí je jejich obvyklou výhodou absence významnějších mladších proměn daných následným sídelním vývojem. Tento typ lokalit lze chápat i jako do jisté míry specifický druh pramene, který je omezený jen na část Evropy s hojným zastoupením lesů v oblastech spíše s nižší intenzitou osídlení a zároveň dlouhodobou tradicí výzkumu středověkého osídlení. Opuštění vsí na sklonku středověku a také dostatečná míra dochování nám dávají šanci poznat jak primární lokační záměry v rovině půdorysného schématu, tak – po archeologickém výzkumu – i možnost nahlédnout do detailů jejich běžného provozu.

Do značné míry samostatným předmětem archeologického studia je středověké osídlení – s jádrem ve studiu vsí – v České republice od 50. let 20. století. Priority se postupně měnily a různá pracoviště kladla důraz na poněkud odlišné aspekty, nicméně dobře dochované lokality představovaly vždy základ studia, i když obsah tohoto termínu se lišil podle výzkumných otázek (srov. Čapek – Holata 2017). Dva odlišné přístupy se etablovaly v Čechách a na Moravě, oba pak do jisté míry propojoval i pohled historicko-geografický s návazností na německou tradici sídelní geografie (*ibid.*; srov. Smetánka 2014). Celkově lze konstatovat, že kromě ojediněle pojatého výzkumu na Dražanské vrchovině byla větší pozornost věnována intravilánům, které jsou ve srovnání s plužinou díky vyšší koncentraci terénních reliků snáze detekovatelné.

Z hlediska ZSV jako pramene studia osídlení je výhodou existence lokalit v nejrůznějších typech sídelně-historických zón a jejich relativně nízká individualita, pokud je srovnáme například se sídly nobility. Na většině lokalit jsme schopni rozlišit intravilán, nebo alespoň jeho část, a na něj navazující hospodářské zázemí. Z něj bývá nejlépe viditelná plužina, fixovaná na povrchu terénu mezemi, terasami či agrárními valy, a zpravidla i alespoň část zaniklých komunikací. Předpokládat musíme i pastviny, louky či průhony, jejichž terénní vymezení však nebylo pravidlem, a proto jsou dnes jen obtížně rozlišitelné (např. Petrůň – Petrůňová 2000, 96; srov. rekonstrukce prostředí ZSV: Snášil 1976; Měřinský 1987). Výhodou ZSV je i jejich relativně vysoká četnost, do jisté míry kompenzující zpravidla torzální stav jejich dochování. Relikty plužiny každé vsi lze chápat jako ucelený soubor, v němž by se principiálně měly vyskytovat všechny určité základní prvky, odpovídající sídelnímu typu vsi. Jejich současná viditelnost či neviditelnost by pak měla souviset už jen s jejich minulou fixací v terénním reliéfu a se stavem dochování.

2. Charakter ZSV jako archeologických lokalit a priority jejich výběru pro aplikaci LLS

Klíčovou otázkou definice památkové, ale i archeologické hodnoty ZSV, je pravděpodobně míra dochování. Ta by z principu měla být vždy předmětem terénního šetření, nicméně terénní ověření desítek lokalit, se kterými pracujeme, je zcela mimo současné personální kapacity běžných archeologických pracovišť. Tím spíše je důležité, jak velké spolehlivosti jsme schopni dosáhnout u situaci řešených pouze nad daty LLS.

Na dochování reliků plužiny do dnešních dnů má pravděpodobně v první řadě vliv množství kamene¹ v půdním horizontu a na povrchu celkově a rovněž svažitost terénu. Pro nás podstatnější účinek na dochování měly a stále mají spíše transformační procesy následující po zániku vsi. Zejména intenzivní lesní hospodářství dokázalo zahladit jejich povrchové stopy patrně již dlouho před nástupem mechanizace ve 2. polovině 20. století. Svůj vliv měla i vysoká míra využití krajiny v obdobích demografického tlaku na vyšší a méně úrodné partie ekumeny, viditelná v pramenech

1 Tato formulace však nevyjadřuje stanovisko spoluautorů L. Holaty a J. Plzáka.

nejpozději v 18. a zejména v 19. století (srov. *Dobnal 2006*, 10–12). V případě studia ZSV a jejich plužin je nutné vzít v potaz jejich lokálně variabilní míru dochování a přizpůsobit jí výběr podrobněji studovaných lokalit.

Z archeologického hlediska jsou významné i vsi bez dochované plužiny. Na velké části ze sledovaných lokalit proběhly více či méně intenzivní archeologické výzkumy intravilánů – jedná se například o ZSV řešené v rámci dlouhodobých projektů na Katedře archeologie Filozofické fakulty Západočeské univerzity v Plzni (*Vařeka 2006*) nebo Ústavu pro pravěk Filozofické fakulty Karlovy univerzity v Praze (*Klír 2016*). Z archeologických nálezů z intravilánů pochází obvykle chronologické informace o existenci daného sídla, nicméně pokud je možné doplnit představu o základních hospodářských možnostech a limitech celé lokality prostřednictvím plužiny, činí to z dané sídelní jednotky mnohem významnější pramen poznání. Pokud soustředíme svou pozornost na základní organizační strukturu vsi jako východisko pro mnoho dalších otázek, zůstává pro nás nejpodstatnějším faktorem taková míra dochování vsi, která umožňuje určit polohu a rámcový rozsah intravilánu a alespoň částečný rozsah extravilánu, resp. základní organizaci plužiny.

Dalším faktorem, který zásadně ovlivňuje naši schopnost zkoumaným lokalitám porozumět, jsou získaná primární data. V našem případě jde o data leteckého laserového skenování (LLS / LiDAR). Využití těchto dat v archeologické památkové péči v lesním prostředí trvá již druhé desetiletí, v našem prostředí periodicky nabývá na významu zejména v souvislosti s kůrovcovými kalamitami. Tam, kde k nim dojde, je důležitou otázkou jak samotný výskyt jednotlivých ZSV s plužinou, tak i míra jejich dochování. Drtivá většina těchto lokalit není zákonem chráněná v režimu kulturních památek. Jejich zachycení ve státním archeologickém seznamu (SAS), který je součástí územně plánovací dokumentace na úrovni krajů, a někde dokonce i lesních hospodářských plánů, není úplné a u uvedených lokalit je z hlediska prostorového rozsahu jen orientační. Přesto však jde pravděpodobně o nejúplnější prostorovou evidenci, jaká je v tuto chvíli k dispozici.² Jejím hlavním rysem však zůstává, že není koncipovaná pro zaznamenání podrobností. Pokud neexistuje povědomí o dobře dochovaných intravilánech a extravilánech v rámci samotné památkové péče, je pak velmi obtížné zajistit jim alespoň nějakou ochranu, zejména v době akutní potřeby, např. při ohrožení lesní těžbou pomocí těžké techniky, která je v případě kůrovcových kalamit běžná.

Specifikem analýzy plužiny ZSV v lesním prostředí je fakt, že nevíme, kolik již známých vsí má dosud dobře dochovanou plužinu. Respektive drtivá většina dosud analyzovaných lokalit je již známa ze starších výzkumů intravilánu, ale neznáme u nich stav dochování extravilánu. Nemalá část ZSV v lesním prostředí je nepochybně zachovalá velmi špatně a ani kvalitní data LLS na tom nic nezmění. Naopak ale existuje řada lokalit, které se dochovaly v mimořádném rozsahu.³ Tento současný stav poznání je způsoben zejména tím, že až do zavedení prospekce založené na datech LLS bylo velmi obtížné dokumentovat dobře dochované zaniklé vsi v jejich celkovém rozsahu. Výjimkou je ojedinělý badatelský záměr E. Černého (*1973; 1979*) na Dražanské vrchovině, který i přes obtížnost tématu a poplatnost použitým metodám identifikoval a dokumentoval plužinu u mnoha prozkoumaných lokalit, a definoval tak i jistý oborový etalon (*Černý 1992*). Mimo tuto tradiční oblast však pozornosti unikala celá řada jednotlivých, nicméně velmi dobře dochovaných lokalit, právě až do doby nasazení technologie známé pod zkratkou LiDAR.

Jedním z významných faktorů, ovlivňujícím fungování vsí a s ním i strukturu dochovaných terénních reliktních, byla vzdálenost hospodářského zázemí od samotného sídla. Míra intenzity obdělávání pozemků zpravidla klesala s narůstající odlehlostí, od zahrad v bezprostřední blízkosti usedlostí přes často využívaná pole až po okrajové části ekumeny, které mohly být obhospodařované jen v některých sezónách (srov. *Smetánka 1989*). Těžko řešitelná je v této souvislosti také otázka pastvin (srov. *Janovský – Horák – Klír 2018*). Roli vzdálenosti od sídla dokládají i přírodovědné analýzy, například sledování množství fosforu v půdě v závislosti na blízkosti usedlostí (*Horák – Klír 2017*, 53–54; *Janovský – Horák 2018*, 79). Přestože se u výše uvedeného jedná o optimální schéma, které mělo v konkrétních případech výjimky, jeho platnost narůstá s počtem řešených lokalit. I z tohoto důvodu je důležité mít představu o tom, kam až mohla sahát plužina anebo kde můžeme předpokládat nejdůležitější a nejvíce využívanou část pozemků. Protože platí, že s narůstající odlehlostí od intravilánu klesá spolehlivost určení, že zjištěná plužina skutečně patří k danému sídlu, zvyšuje se v této souvislosti význam větších krajinných celků (enkláv), resp. vícero zaniklých vsí s navazujícími extravilány, například na Dražanské vrchovině. Na dobře zachovaných plochách a u některých

2 Revizi a zanesení ploch ZSV do SAS se v NPÚ věnoval v letech 2013 – 2017 v rámci tematické aktualizace databáze např. Mgr. Ján Čáni.

3 Např. Obora (okr. Karlovy Vary), Sloupek (obr. 4e), Kokot (okr. Plzeň-město a Rokycany), Javor (okr. Plzeň-jih a Rokycany), Cetkov (okr. Rokycany), Rovný (okr. Rokycany), Hol (okr. Hlavní město Praha a Praha-východ), Kří (obr. 4f), Německá Lhota (obr. 4e) a Újezd u kostela Sv. Kříže u Kladna (obr. 3b).

lokalit však vidíme i jasné ohraničení konce plužiny, případně s jasným terénním oddělením plužiny sousední (srov. Černý 1992). Obecně však platí, že věrohodnost každého zjištěného schématu je nejvyšší právě v místech vazby na intravilán (viz obr. 4a).

Ze sociálního hlediska hrála velkou roli i velikost pozemků (resp. výměra – např. v lánovém systému), které s danou vsí můžeme spojit. Ta by měla u běžných vsí odpovídat i rozsahu zástavby, respektive počtu usedlostí. Zásadní roli v těchto otázkách hrají písemné prameny, typicky urbáře, evidující hospodáře i s velikostí jejich gruntů. V této souvislosti se nabízí i otázka, zda pro výzkum nepreferovat spíše vsi s historickými doklady než dobře dochované lokality bez opory v psaných pramenech. Toto je však již problém celkového pojetí výzkumu a vstupních otázek. Pokud se budeme držet památkové roviny celého problému, vystačíme si zatím s prostou kvantifikací zachovalých terénních reliktních dané ZSV. Následně pak můžeme jako nejvýznamnější lokality označit ty s jejich největším rozsahem.

Tradičně významnou roli hraje při studiu plužin historická geografie. Výsledky bádání v této disciplíně se odrážejí zejména v typologii sídelních forem a jim příslušných plužin. Zavedeným tématem studia byly plužiny zejména v Německu (starší shrnutí viz Štěpánek 1967; 1968), otázka typologie je však diskutovaná i v českém prostředí (Pešta 2000; nově Šitnerová et al. 2020, 147–149; Klír 2020, 437–462). Jde o rozsáhlou problematiku, pro účel naší práce je však podstatný fakt, že obraz plužin odvozený z historických mapových i písemných pramenů je obtížné propojit s obrazem archeologickým, nemluvě o složitosti datování, které je zmíněno níže.

V naší analýze, která je náplní následující části textu, se musíme spokojit se statickým „snímek“ plužiny. Je to vlastně situace obdobná k hodnocení historické mapy, v níž je zachycení proměn plužiny předcházejících vznik mapy obtížně řešitelným problémem, pokud nejsou k dispozici další zdroje. Je proto zajímavou otázkou pro další studium, jak by vypadala kategorizace plužin vytvořená pouze na základě ZSV ve srovnání s již publikovanými typologiemi plužiny, které s námi využitým pramenem pracovat nemohly.

Výše naznačená problematika komplexního studia hospodářského zázemí vesnických sídel ve středověku je v následující části textu zjednodušena na otázku současného stavu reliktních plužin a jejich samostatné vypovídací schopnosti. Široce založené studium plužiny je nepochybně nadále perspektivní, význam reliktních ZSV zachovalých v lesích, zejména ve srovnání s většinou pramenů historické geografie zatížených mladšími proměnami, si však říká o oddělené vyhodnocení.

3. Základy zpracování dat LLS pro analýzu plužin

Klíčovým pomocníkem při identifikaci reliktních plužin a dalších areálů ZSV je digitální model reliéfu z dat leteckého laserového skenování. V ČR začal být v archeologii využíván v roce 2012 a od té doby byl aplikován již na mnoha lokalitách různého typu a stáří. S otázkou využití dat LLS souvisí v první řadě jejich kvalita. Základním typům využívaných dat LLS již byla rovněž věnována pozornost, zejména v kontextu jejich terénního ověření (Holata – Plzák 2013; 2018). V zásadě je možné je v ČR rozdělit na digitální model reliéfu 5. generace, dostupný pro celé území ČR a poskytovaný Českým úřadem zeměměřickým a katastrálním (DMR-5G od ČÚZK), a data LLS pořizovaná ad-hoc na zakázku. Jejich pokrytí (hustota) se řeší vždy na místě, proti DMR-5G nabízí zpravidla výrazně lepší kvalitu, ale za výrazně vyšší cenu. Nevýhodou DMR-5G, pořízeného státem především za účelem tvorby výškopisu, je malá vhodnost pro archeologické účely. Zpracování skenovaných dat do podoby DMR-5G má jiné priority než archeologie, takže během zjednodušení výstupů pro topografické a kartografické účely se ztrácí mnoho archeologicky důležitých terénních detailů (srov. Holata – Plzák 2013).

Jakousi střední cestu tak nabízí využití primárních dat skenovaných pro účel tvorby státního mapového díla, nicméně bez nežádoucích redukcí a zjednodušení. V ČR se jedná o výškopisná klasifikovaná data po robustní filtraci od Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (ČÚZK). Ve srovnání s DMR-5G obsahují všechny naskenované body třídy terén, aniž by u nich proběhla redukce bodů „nadbytečných“ pro tvorbu základní topografické mapy a aniž by bylo provedeno vyhlazení výsledného reliéfu. Velká část drobných terénních objektů, podstatných pro archeologii, je totiž pro tvorbu obecného výškopisu nadbytečným šumem. Kvalita dat po robustní filtraci však obecně

kolísá, zejména podle původní hustoty snímání, vlivem překrytu skenovacích pásů anebo dobou realizace vzhledem ke stavu vegetace.⁴

Pokud je k dispozici vícero druhů dat LLS, lišících se kvalitou a pořizovací cenou, dostává se do popředí otázka výzkumných priorit a finančních možností. Pokud hodláme věnovat pozornost většímu počtu lokalit, což se v případě památkové péče u ZSV přímo nabízí, je třeba mít představu o tom, jakou podrobnost od výsledného DMR potřebujeme. A tím se obeloukem dostáváme zpět k tématu toho, co přesně bychom na „ideálním“ modelu terénních relikтів té které ZSV potřebovali, vzhledem k našim výzkumným otázkám, vidět. Jinými slovy to, zda nám stačí rámcová představa o existenci zachovalé plužiny, anebo potřebujeme rozlišit i detaily, například přítomnost záhonů, či další drobné relikty v návaznosti extravilánu na intravilán apod.

Výběr dat LLS se v letech 2015 – 2020 od počátku vázal na lokality již známé ze starších archeologických výzkumů a na data LLS nalézaná na zakázku v rámci dlouhodobých projektů s mnohem širším spektrem otázek. Šlo zejména o Černokostelecko ve Středočeském kraji a další sídla zkoumaná na Ústavu pro archeologii FF UK Praha (*Klír 2010*) a lokality řešené v rámci studia zaniklých středověkých vsí na Katedře archeologie FF ZČU Plzeň (*Vařeka 2018*).

Od roku 2019 je analýza plužiny řešena v rámci menších institucionálních projektů Národního památkového ústavu v programu Dlouhodobého koncepčního rozvoje vědecko-výzkumných organizací (DKRVO) Ministerstva kultury ČR, postupně v Karlovarském, Plzeňském a Středočeském kraji⁵ (*obr. 1*). Tentokrát byla pozornost věnována již pouze lokalitám s nejlépe zachovanou plužinou. Přestože byl výběr konkrétních ZSV prováděn především na základě již publikovaných starších prací a polygonů mapy Státního archeologického seznamu (SAS), detailní poznání rozsahu zachovalé plužiny bylo vždy možné až po pořízení výškopisných klasifikovaných dat po robustní filtraci od ČÚZK. V případě některých vsí byl využit i méně kvalitní DMR-5G. Pro další práci byly vybrány jen sídla s větším rozsahem zachování plužiny a řada známých ZSV byla vynechána z důvodů absence signifikantních relikтів extravilánu. Ve dvou případech (Buková v Doupovských horách; Mladá u Milovic) byly vektorizovány i vsi s původem ve středověku, které však zanikly teprve nedávno, ale před zánikem dlouhodobě fungovaly ve výrazně menším rozsahu než v době svého založení (tzv. shrunkén villages, srov. *Aston 1985*, 53–70). Zároveň jsou v jejich okolí rozeznatelné rozsáhlé pozůstatky plužiny.

4. Metoda zpracování a vizualizace dat LLS

Základním krokem zpracování dat LLS je interpolace bodů terénu pomocí některé z užívaných metod, které se dlouhodobou zkušeností nejvíce osvědčily (Natural Neighbour a Kriging apod.; srov. *Klimánek 2008*, 46), do podoby souvislého povrchu (gridu) s velikostí buňky rastru 0,5 m. Na to dále navazuje vhodná vizualizační metoda, která umožní co nejlepší čitelnost méně výrazných terénních relikтів. Těch se nabízí mnoho, je možné je kombinovat a obecně jsou častým tématem literatury zaměřené na využití dat LLS (srov. *Holata – Plžák 2018*, 28–32). Všeobecným závěrem takto zaměřených textů bývá konstatování, že na každý druh lokalit či geomorfologické prostředí jsou vhodné jiné způsoby vizualizace (srov. *Kokalj – Hesse 2015*). V naší práci však směřujeme poněkud jiným směrem. Vzhledem k tomu, že předkládanou analýzu ZSV chápeme jako jednu z odnoží velkoplošného průzkumu krajiny s antropogenními terénními relikty v rozsahu desítek tisíc hektarů, preferujeme jediný optimální způsob vizualizace, který je použitelný pro všechny druhy prostředí, v nichž se sledované ZSV nacházejí (*Malina 2015*). Nevýhodou takového postupu je ztráta možností, které by přinášela individuální analýza přizpůsobená dané lokalitě. Takový postup je však nereálný již při analýze vyšších jednotek lokalit, nemluvě o řádově vyšších počtech. Aplikace rozdílných vizualizací u různých lokalit by patrně vedla k detekci dosud neznámých objektů, jejich relevance by však bez terénního ověření byla spornější, než jak je tomu u jednotně řešené analýzy.

Obecně tak v našem případě platí, že pro analýzu plužiny všech lokalit používáme stejnou vizualizační metodu, neboť jejich střídání by způsobilo různou viditelnost, a tím i odlišnou detekci a interpretaci detailů. Nejen při analýze plužiny ZSV, ale i u řady dalších typů reliéfu (např. montánní relikty), se osvědčila kompozitní vizualizace, složená ze

4 Průměrný počet bodů třídy terén je u DMR-5G (L-5) cca 0,5 na m², u dat po robustní filtraci (L-n) hodnota kolísá od 0,5 do 4 bodů na m².

5 Zatím bylo popisovanou metodou zpracováno 43 lokalit ve čtyřech krajích České republiky.

3 vrstev a dohromady kombinovaná pomocí jejich průhlednosti. Je tvořená spodní vrstvou stínovaného DMR (hill-shade), která slouží pro základní představu o celkové topografii terénu řešené oblasti, střední vrstvou rastru SVF (Sky view factor; *Kokalj et al. 2011*), usnadňující interpretaci objektu v řezu, a svrchní vrstvou zjednodušeného lokálního modelu reliéfu (LRM; *Hesse 2010*), zvýrazňujícího hrany. Celá vizualizace je cílena na zvýraznění i drobných či značně aplanovaných terénních nerovností (*obr. 2a*). Tuto část práce s daty LLS je možné považovat ještě za víceméně čistě analytickou, protože je využíváno pouze jedno konkrétní zobrazení. Využitá metoda vizualizace však má i jistá úskalí, která budou diskutována níže.

5. Klasifikace a vektorizace plužiny

Středověké vsi pro účel této práce chápeme jako relativně ucelený provozní celek, kde na prostor usedlostí, dvorů a zahrad (intravilán) přímo navazuje větší či menší aktivně využívané hospodářské zázemí (extravilán, resp. plužina). Srozumitelnost organizace každé vsi je pak přímo úměrná míře dochování a čitelnosti těchto dvou komponent a jejich dílčích částí. Pokud chceme srovnávat vícero lokalit, například za účelem nalezení nejlépe dochovaných příkladů pro studium vztahu tvaru návsi a typu plužiny, pak je nezbytné mít k dispozici data umožňující takové srovnání. Vzhledem k tomu, že zpracování dat LLS probíhá v geografických informačních systémech, je logickou volbou zpracovat v GIS všechny lokality pokud možno jednotným způsobem. Základním krokem by tedy měla být metodicky totožná analýza všech řešených lokalit, s navazující syntézou poznatků.

První část analýzy, to jest detekce a výběr určitých antropogenních tvarů reliéfu a jejich záznam v GIS prostřednictvím vektorizace, je z metodického hlediska již do určité míry syntézou, protože vychází zejména z předchozích zkušeností vektorizujícího a z již poměrně konkrétních otázek, které vymezením hodlá řešit. Celý proces je nicméně možné zpětně kontrolovat a samozřejmě je libovolně opakovatelný jinými badateli.

Zachovalá plužina je na datech LLS detekovatelná především v podobě liniových objektů. Ty mají proti bodovým či „maloplošným“ reliktvům výhodu snazší rozlišitelnosti i na horších datech LLS (pro ČR srov. *Malina 2015*, 516). Další předností linií, vymezujících dříve jednotlivé parcely, je typické opakování základního (šířkového) modulu. Opakuje se též jejich tvar (resp. morfologie), míra eroze či způsob přechodu objektu do okolí a trasování, to jest vzájemný vztah (rovnoběžný či paralelní průběh). A obvykle též orientace k vrstevnicím. I když se tedy zachová jen menší část původních mezních pásů, zůstává zpravidla možnost určit základní osnovu (rastr) celého svazku parcel. U liniových objektů je rovněž větší šance na nalezení poměrně vzácných superpozičních situací, kdy lze pozorovat porušení jednoho objektu druhým – mladším. I v případě blokových plužin se základní tvary parcel často opakují, byť samozřejmě v geometricky mírně odlišných formách a velikostech. Pro detekci základního „rastru“ blokové plužiny je třeba větších zachovalých ploch než u typických liniových svazků parcel.

Při vektorizaci liniových objektů neřešíme jejich funkci, která mohla být různá. Například příkopy mohly být součástí úvozového svazku, tedy komunikací, ale i vymezením hranice, nebo odvodňovacím objektem. U mezí také nerozlišujeme, zda jsou pouhou terénní hranou, anebo spíše hřbetem, který nad terén vystupuje podél obou svých stran, protože používaná kompozitní vizualizace, resp. kvalita použitých dat LLS, toto v některých případech neumožňuje bezpečně rozlišit. Základem samotné vektorizace je morfologicko-topografický přístup, kdy se zjištěné objekty definují pouze na základě svého tvaru, prostorového uspořádání a prostorového vztahu k ostatním objektům a zkušenostmi odvozenými z analogických situací.

Definice objektů se v prostředí GIS provádí jako vektorizace (obtažení) linií. Při tom se rozlišují dva základní morfologické typy: objekty vystupující nad terén (označovány jako meze, též agrární hřbety či valy, v mapových výstupech bíle/červeně) a objekty zahroubené do terénu (označovány jako příkopy, ve výstupech černě/žlutě, *obr. 2b*). Zároveň rozlišujeme jednu ze tří základních kategorií spolehlivosti na relikty výrazné a velmi dobře rozlišitelné

◀ **Obr. 1.** Mapa lokalizace sledovaných ZSV, zvýrazněny jsou lokality zmiňované v textu. Dole graf délek vektorizovaných linií mezi řešenými ZSV v metrech, rozlišených podle spolehlivosti detekce.

◀ **Fig. 1.** Locational map of the deserted medieval villages under analysis, highlighted are sites mentioned in the text. The plot of vectorized line lengths (bottom) of the agrarian ridges, differentiated by detection confidence.

Obr. 2. Zaniklá středověká ves Německá Lhota, nahoře (a) samotná data LLS v kompozitní vizualizaci, dole (b) s doplněním vektorizace mezí (bíle/červeně) a příkopů (černě/žlutě), s rozlišením spolehlivosti detekce na 3 skupiny pomocí odstínu. Výškopisná klasifikovaná data po robustní filtraci ČÚZK Praha, platí pro všechny následující obrázky, pokud není uvedeno jinak.

Fig. 2. Deserted medieval village of Německá Lhota, ALS data itself in primary form and multi-layered (composite) visualisation (a) and (b) the same background supplemented of vectorization of elevated features (white) and sunken lines (black) with discerning of vectorization reliability (white – the greatest reliability). ALS data by State Administration of Land Surveying and Cadastre, Prague, applies to all following images, unless otherwise stated.

(a), viditelné (b) a reliktů pravděpodobné nebo částečně zřetelné (c). Poslední třída může být využita i pro doplnění krátkého hypotetického rozsahu mezi dvěma zřetelnými úseky. Při vektorizaci byly vynechány zjevně recentní (v současnosti užívané) úseky cest a melioračních příkopů a další obdobné tvary. Za takové byly například považovány výrazné, geometricky přímé linie a plochy anebo linie, které orientací či topografickou souvislostí navazují na pravidelný rastr členění lesních pozemků, případně na jiné recentní objekty. Důležitou součástí metody je i důraz na dlouhodobou zkušenost s vektorizací velkého množství objektů a znalost mnoha stejně zpracovaných analogií, rozvíjené jedním z autorů (OM) v NPÚ v rámci jednotné metodiky od roku 2015. Obecným cílem vektorizace není přesně popsat veškeré viditelné antropogenní tvary DMR, ale zachytit, pokud možno, všechny ty, které mohou souviset se zaniklou vsí.

Tato fáze je již značně subjektivní, a ovlivňuje proto celou metodiku práce. Aby bylo možné tuto subjektivitu omezit, je třeba stejný postup uplatnit u velkého množství lokalit. Dalším krokem, který směřuje k omezení subjektivního výběru objektů k záznamu, je selekce. Ze všech zaznamenaných objektů následně vybíráme jen ty, kterým jsme schopni přiřadit určitou funkci (kategorii) v rámci fungování každé řešené ZSV. Základním cílem zmíněných kategorií je především možnost strukturování a vyhodnocení celých katastrů a tím i využití srovnávacího potenciálu různě dochovaných lokalit. Navazujícím cílem je pak vyvozování obecnějších závěrů o podobě středověké vesnice, potažmo středověké (venkovské) krajiny.

Základní schéma se u velké většiny vesnic opakovalo. Každá ves měla intravilán, u kterého můžeme hledat jeho hranice anebo vnitřní členění na menší části. V řadě případů (např. Hol, Svídna, Německá Lhota), je dobře vidět i členění jednotlivých usedlostí, které sice nemá význam pro analýzu plužiny, ale doplňuje informaci o celkovém archeologickém potenciálu lokality. Vsi často mívaly náves, u které je opět možné hledat stopy jejího plošného vymezení. Hospodářské zázemí bývalo děleno do větších celků, které odpovídají tratím známým z písemných a kartografických pramenů, respektive větším svazkům parcel se stejnou orientací. Patrně nejdůležitější skupinu pro selekci či kategorizaci představují objekty vymezující plužinu – mezní pásy (hřbety) a příkopy oddělující jednotlivé obhospodařované pozemky.

Vybrané liniové objekty obou skupin, to jest meze a příkopy, byly po vynesení sdružovány do 6 interpretačních okruhů (též kategorií, *obr. 3 a 4*). Jde o jednotlivé komponenty v rámci katastru zaniklých vesnic, které lze plošně definovat jen na základě morfologie a topografie a zároveň se u lokalit opakují. Byly tedy definovány jako skupiny reliktů vyskytujících se ve větším počtu, které mají společnou topografickou (trasování, vztah k ostatním objektům) a morfologickou (s podobným půdorysem či obdobně erodované) logiku. Pro zjednodušení třídění a grafických výstupů bylo stanoveno pravidlo, že jedna linie může být součástí nejvýše dvou interpretačních okruhů. Vzhledem k tomu, že často bývá obtížné rozlišit zvýšenou cestu a mezní pás nebo že pozemky byly oddělovány jak mezemi, tak příkopy, bylo nutné do jednotlivých kategorií sdružovat objekty obou těchto základních tvarů. K interpretačním okruhům nejsou přiřazovány ty reliktů, jejichž zařazení je nejasné.

První kategorii tvoří objekty vymezení návsi (01), druhou objekty vnějšího obrysu intravilánu či jeho vnitřního členění (02). Patří sem i „zhlaví“ zahrad, tj. rozhraní mezi koncem zahrad (resp. menších intenzivně využívaných ploch bezprostředně navazujících na usedlosti) a začátkem záhumenicových parcel. Následující kategorie patří již do extravilánu. Do další skupiny (03) patří hranice tratí. Hlavní či základní rastr pozemků tvoří skupinu 04, dílčí či doplňkové rastry plužiny, často kolmo orientované na hlavní rastr plužiny, skupinu 05. Rozlišení hlavního a dílčího rastru je v řadě případů nejasné či podružné, proto je i v barevných schématech vykreslováno podobnými barvami. Skupina 06 je využívána pro rozlišení souvratových mezí (příček) a „poruch“ v plužině, například pro zachycení dokladů překrytí dvou různých systémů přes sebe.

6. Terénní verifikace výstupů a záznam reliéfních tvarů v datech LLS

Pro přesnou interpretaci výstupů LLS je nezbytný terénní výzkum (ground-truthing). Je to jeden z mála aspektů práce s LLS daty, na němž se shoduje prakticky celá zainteresovaná komunita. Ještě více to platí pro lesní prostředí, kde data nejsou tak podrobná a vyskytuje se zde značné množství rozmanitých útvarů, které je třeba důkladně identifikovat, interpretovat a verifikovat a to navzdory „šumu“ v datech (srov. níže).

Obr. 3. Klasifikace objektů ZSV s blokovou a radiální plužinou do interpretačních okruhů. ZSV s blokovou plužinou: Aldašín (a), k. ú. Jevany, data LLS KAR FF ZČU Plzeň; Újezdec (b), k. ú. Dubí u Kladna. ZSV s radiální plužinou, lokality s nejistým zařazením, respektive s hůře rozlišitelným základním rastrem: Zábělá (c), k. ú. Chrást u Plzně; Schwarzenbach (d), k. ú. Milíkov u Mariánských Lázní, data LLS ÚPA FF UK Praha. ZSV s jasně rozlišitelnou radiální plužinou: Kamensko (e), k. ú. Blovice; Hájek / Kocourek (f), k. ú. Oubruce. Šrafou zvýrazněny plochy intravilánů, černě (fialově) linie vymezující obrys návsi (k. 01), světle šedě (tmavě zeleně) obrys intravilánu (k. 02), světle šedě (světle hnědě) hranice tratí (k. 03), černě (středně zeleně) základní rastr plužiny (k. 04), šedě (světle zeleně) dílčí rastry plužiny (k. 05), platí i pro obr. 4.

Fig. 3. Interpretation of plowlands and intravilans based on ALS data. Deserted medieval villages with a block plowland type: Aldašín (a), cadastral area Jevany, ALS data provided by Department of Archaeology, University of West Bohemia, Pilsen; Újezdec (b), c. a. Dubí u Kladna. DMVs with a radial type of plowland but uncertain classification: Zábělá (c), c. a. Chrást u Plzně; Schwarzenbach (d), c. a. Milíkov u Mariánských Lázní, ALS data provided by Department of Archaeology, Charles University, Prague. DMVs with a clearly discernible radial type of plowland: Kamensko (e), c. a. Blovice; Hájek / Kocourek (f), c. a. Oubruce. Intravilans are marked with hatch, black lines (violet) mark boundaries of village greens (category 01), middle grey (dark green) boundaries of intravilans (c. 02), middle grey (light brown) boundaries of plowland parts (c. 03), black (middle green) main plowland scheme(s) (c. 04) and middle grey lines (light green) mark other plowland schemes (c. 05). Applies also to picture 4.

Obr. 4. Klasifikace objektů ZSV s pásovou plužínou do interpretačních okruhů. Vlevo ZSV s jedním rozlišeným základním rastrem: ZSV Lhotka (a), k. ú. Hůrky u Rokycan, ukázka špatně interpretovatelné lokality, možnost více rastrů je nejistá; Svídna (b), k. ú. Malíkovice; Sloupek (c), k. ú. Těškov, data LLS KAR FF ZČU Plzeň. Vpravo ZSV s více rastry plužiny: Kamenice (d), k. ú. Hromnice a Horní Bríza; Německá Lhota (e), k. ú. Kamenné Žehrovice; Kří (f), k. ú. Hradištko u Sadské, data LLS ÚPA FF UK Praha.

Fig. 4. Interpretation of plowlands and intravilans based on ALS data. Deserted medieval villages with a strip plowland type with (left) one basic scheme of plowland: ZSV Lhotka (a), c. a. Hůrky u Rokycan, illustration of limited possibilities of interpretation, more basic schemes might be present; Svídna (b), c. a. Malíkovice; Sloupek (c), c. a. Těškov, ALS data provided by Department of Archaeology, University of West Bohemia, Pilsen. DMVs with multiple basic schemes of plowland: Kamenice (d), c. a. Hromnice a Horní Bríza; Německá Lhota (e), c. a. Kamenné Žehrovice; Kří (f), c. a. Hradištko u Sadské, ALS data provided by Department of Archaeology, Charles University, Prague.

I v našem případě, kde je ověření všech řešených lokalit z kapacitních důvodů nereálné, považujeme selektivní terénní ověření za důležitou součást naší metody. Terénní průzkum vybraných lokalit nám kromě ověření základní morfologie a jejich projevu na datech LLS také umožňuje odhalit určité typy objektů, které se již z principu v námi užívaných datech kvůli jejich malé hustotě zobrazit nemohou. Jde především o velmi nenápadné reliktý záhonů, které však mohou pomoci správně interpretovat reliktý plužiny.

Realizace terénního výzkumu je bohužel mimořádně časově, personálně, a tedy i finančně nákladná. Rozloha jednoho extravilánu ZSV činí řádově až několik km², které je třeba důkladně projít, přičemž na řadě míst se setkáváme jen s velmi obtížně přístupným terénem. Nezbytné jsou tak i opakované návštěvy v různém ročním období.

V této kapitole budou shrnuty naše dosavadní poznatky získané průzkumem několika ZSV, zejména na Plzeňsku. Realizovány byly díky několika menším projektům již od roku 2012. Poznatky jsou shrnuty do dvou základních okruhů. V první řadě sumarizujeme zásadní faktory, které určují kvalitu zaznamenání reliéfních tvarů v datech LLS, v druhé části pak uvádíme obtíže při interpretaci reliktní plužiny.

Nepřekvapí, že velké, resp. výrazné objekty, jsou i lépe identifikovatelné v datech LLS. Na výsledný výstup má vliv velké množství faktorů jak při pořizování surových dat, tak i jednotlivé kroky při zpracování a vyhodnocení (souhrnně Holata – Pláček 2013; 2018). Za předpokladu optimálně zvolené interpolace a vizualizace, které zajišťují zobrazení všech potenciálních reliéfních tvarů (resp. zajistí, že žádné objekty neuniknou naší pozornosti kvůli nevhodnému postupu vyhodnocení LLS dat), jsou pro kvalitu zaznamenání reliéfu určující dva základní faktory. Je třeba zároveň vzít v úvahu, že vliv obou faktorů na zaznamenání reliéfních tvarů se mnohde prolíná. Jde o (6. 1.) hustotu vegetace, (6. 2.) o hustotu bodů a jejich polohopisnou a výškopisnou přesnost.

6. 1. Hustota vegetace a doklady chybějících reliéfních tvarů kvůli nízké vegetaci

První problém představuje křovinné a bylinné patro, zejména pokud je skenováno v létě. V ČR platí zejména pro skenovací pásmo Střed (střední třetina ČR), kde je mnohem horší kvalita výstupů než např. u vesnic v západních Čechách. Různé kraje ČR proto mají odlišný potenciál. Druhý problém vytváří hustě vysázené a vzrostlé lesní školky.

Proto je nutné počítat s tím, že v DMR pro lesní prostředí existuje řada míst, na nichž je zobrazena jiná situace, než jaká je ve skutečnosti. To způsobuje dvojí deformaci archeologické informace:

1) Chybí vykreslení reliéfních tvarů a místo nich je v DMR jen rovná plocha, resp. povrch „záplatovaný“ interpolovanými body z okolí (u DMR 5G), případně je dané místo zcela bez bodů.

2) Terénní anomálie jsou pouze naznačené. V případě optimálně zvolené interpolační a vizualizační metody se jak u liniových, tak u bodových objektů projevuje tzv. „neklidný terén“, resp. jakási maloplošná geomorfologická anomálie zobrazená ve výstupu LLS dat.

Pro oba případy je mnohdy komplikovaný i terénní výzkum, a tedy verifikace indikované situace, a to z důvodu horší prostupnosti a snadné ztráty prostorové orientace.

6. 2. Hustota skenovaných bodů terénu

V archeologii využívaná data bývají obecně řidší, než je pro řešení otázky potřebné. Platí to asi pro všechna data, která nejsou nalétána na zakázku přímo pro archeology, a jejich pokrytí je poplatné původnímu záměru, který byl jiný než archeologické využití. Mnohaleté zkušenosti s terénním výzkumem ZSV však potvrzují, že tato horší kvalita dat se významně projevuje jen u bodových, resp. maloplošných objektů. V případě areálů ZSV se jedná o a) intravilány (usedlosti, různé relikty zástavby, studny, vodní nádrže atd.) a b) malé těžební areály (shluk zahloubených i nadzemních tvarů). V řadě případů se oba druhy reliktní plužiny projevují jen jako anomálie v kontinuálním průběhu reliéfu typu „víme, že tam něco je, ale nedokážeme jasně rozeznat co“.

Terénní verifikací bylo naopak prokázáno, že naše data zaznamenávají i velice málo výrazné liniové objekty, které zpravidla představují meze či hranice parcel nebo tratí. Obecně tedy lze říci, že jejich detekce je spolehlivá. Terénním ověřením bylo dokonce několikrát potvrzeno, že ve výstupech LLS jsou zachyceny tak nevýrazné liniové objekty, které jsou jen obtížně zachytitelné pouhým okem – resp. bez předem nachystaných podkladů vycházejících z LLS a přesného polohopisného určení pomocí GPS či GNSS by si badatel s méně vytrénovaným okem takových objektů ani nevšiml. Zásadní roli hrají také světelné podmínky, kvůli nimž můžeme konkrétní terénní situaci vnímat zcela odlišně. Podobně působí také proměny vegetace v různém ročním období. Jako exaktní řešení problému se nabízí vysoce kvalitní pokrytí leteckým či pozemním laserovým skenováním. Další možností, která byla v rámci naší prá-

ce ověřena, je vytvoření podrobného digitálního modelu povrchu (DMP) s využitím SfM fotogrammetrie na ZSV Sloupek (viz níže).

Terénní verifikace také potvrzuje, že u těch méně patrných liniových objektů, resp. pokrytých nižší hustotou bodů, se nelze spoléhat na korektní zobrazení tvaru v reliéfu ve výstupech LLS. V nich je možné barevnou škálou naznačit, zda je objekt zahlobený, či naopak vystupuje nad povrch, avšak ve skutečnosti může terénní situace vypadat odlišně. Realitě pak odpovídá jen průběh a orientace. Tento fakt je do značné míry determinován maximalistickým přístupem při vyhodnocení dat LLS pro vybrané ZSV, na jehož základě byla zvolena i referovaná vizualizační metoda. Naši snahou bylo i v horších datech LLS, která musíme z finančních důvodů používat, detekovat i vertikálně velice nevýrazné antropogenní tvary. Právě ty mnohde tvoří pozůstatky původní plužiny a naším cílem bylo zajistit jejich co nejúplnější detekci, a následně odhalit její základní organizaci. Na řadě míst bylo potvrzeno, že aplikovaný způsob vizualizace LLS dat až příliš zdůrazňuje spodní hranu. Týká se to zejména schodkovitých⁶ mezních pásů, charakteristického nadzemního reliktu plužiny. Spodní hrana při vizualizaci potlačí tu svrchní a zmíněný objekt se jeví jako příkop. Otázka, nakolik je toto problém, do značné míry závisí na cílech či strategiích výzkumu. Pro naše účely je zásadní, že tato linie byla vůbec detekována, a můžeme tak zhodnotit její prostorový vztah s ostatními liniemi, tedy zda společně vytvářejí určitou strukturu odpovídající původní organizaci plužiny.

Ačkoliv jsme schopni díky mnohým terénním ověření s jistotou tvrdit, že i naše méně kvalitní data LLS zachycují i méně výrazné liniové objekty, přesto jeden typ pozůstatků plužiny zpravidla uniká. Jedná se o záhony (v anglické terminologii „ridge and furrow“), tedy v ploše dochovaná struktura pole tvořená pravidelným střídáním rozoru a vyklenuté části (hřbetiny) záhonu tvořené nahromaděným materiálem (srov. *Lom 1983*). Dosud bylo předpokládáno, že se tento typ reliktů ve střední Evropě dochoval jen ojediněle, a to tam, kde nedošlo k sebemenšímu narušení reliéfu pozdější zemědělskou či jinou činností. Spíše jsme také počítali s tím, že se vztahuje k novověké plužině. Nové postupy rychlého sběru dat, z nichž je možné vytvořit precizní 3D model (SfM fotogrammetrie⁷), ovšem tuto situaci radikálně proměňují. V prostoru ZSV Sloupek byla tímto způsobem odhalena povrchová struktura hned v několika tratiích plužiny. Rozdíl mezi rozorem a vyvýšením je pouze v jednotkách centimetrů, zpravidla v rozmezí 5 – 12 cm. Jedná se tedy o tak málo výrazné objekty, že za 1) nejsou rozeznatelné ve výstupech dat LLS. Svou roli hraje i výškopisná chyba dat, nepřekonatelným problémem je však zcela nedostatečná hustota bodů, která by pro zachycení této struktury byla třeba. A za 2) jsou opravdu mimořádně obtížně odhalitelné i při vizuální prospekci. Opět platí, že bez předem nachystaných podkladů (3D modelu povrchu) je prakticky nemožné si takových objektů všimnout. Je rovněž nezbytné mít opravdu velmi vytrénované oko, přičemž klíčovou roli mají i ideální světelné a vegetační podmínky. Bohužel zatím nejsme schopni říci, v jakém rozsahu se na plužinách záhony vyskytují, dokumentace pomocí SfM fotogrammetrie totiž může být realizována pouze na území zcela odhaleného reliéfu, bez nízké vegetace – např. trávy, borůvky i mechy do výsledného DMP vnášejí deformace a falešné struktury.

6. 3. Interpretace reliéfních tvarů

Interpretace terénní situace představuje klíčový úkon, který spočívá v přiřazení reliéfních tvarů ke středověké plužině. Nicméně korektní interpretace celého areálu, v níž se rozkládal katastr středověké vsi, je mimořádně náročná, takřka nemožná. Zásadní problém představují limity v datování reliktů plužiny i dalších objektů a z toho pramenící obtíže v určení chronologické posloupnosti vývoje land-use, či korelace minulých aktivit (srov. *Ricci et al. 2018*). V určení chronologie reliktů plužiny může sehrát zásadní roli datování pomocí OSL (např. *Gibson 2015*), které je však mimořádně nákladné a i pro objekty jedné zaniklé vsi vyžaduje bohaté grantové zajištění.

Bez možností exaktního datování je interpretace realizována 1) na základě morfologie – jako příklad je možné uvést typár reliéfních tvarů od E. Černého (1979), díky němuž máme konkrétní představu, jaké typy objektů reprezentují plužinu. Můžeme využít i 2) prostorového vztahu s dalšími objekty, v případě ZSV je to zejména vztah k intravilánu a dalším reliktům plužiny – mnohde se dokonce jedná o přímý kontakt či návaznost, díky které jednotlivé areály vytváří koherentní celek, tedy jasně identifikovatelný typ organizace vesnice.

6 Zde používáme termín E. Černého.

7 Structure from Motion, obecněji o metodě *Willis – Koenig – Black 2016*, s důrazem na dokumentaci minulé krajiny srov. *Olson et al. 2013*; podrobný popis terénního postupu sběru dat a vyhodnocení přehledně prezentuje *Holata et al. 2018*.

Při práci s daty LLS se setkáváme se dvěma základními kategoriemi objektů, které v datech představují tzv. „šum“ – napodobují skutečné pozůstatky areálů zaniklé středověké vesnice a správnou interpretaci ještě více znesnadňují. Jde za 1) o tzv. falešné objekty, za 2) o tzv. nepravé objekty. Za falešné objekty v datech považujeme takové, které se v reliéfu skutečně nevyskytují. Toto hrozí především v případě nevhodně zvoleného postupu zpracování dat (*Holata – Plžák 2013; 2018*). V našem případě je toto riziko nízké, protože pracujeme především s liniovými objekty, v jejichž případě je tento problém ve srovnání s bodovými a maloplošnými objekty minimální. Složitější je situace u nepravých objektů, proto je jim věnována celá následující podkapitola.

6. 4. Interpretace reliéfních tvarů - nepravé objekty

Nepravé objekty se v reliéfu skutečně vyskytují, ale nepředstavují relikty středověké plužiny, i když jí z hlediska morfologie a topografie odpovídají. V lesích je obecně spousta těžko určitelných objektů, jak bodových, tak i liniových (*Černý 1986*). V jejich případě jsme díky terénním průzkumům schopni popsat několik základních typů:

1) Lesní orba jako mechanizovaná příprava půdy pro výsadbu nového lesa. Velmi věrohodně napodobuje záhony, resp. v podstatě to záhony jsou také. Od záhonů středověké plužiny mohou být odlišeny jen na základě vícero indicií. První z nich je vztah k orientaci lesních cest a rozdělení lesních pozemků, resp. jednotek prostorového rozdělení lesa (JPRL). Druhou z nich je návaznost na rastry plužiny. Velký problém nastává tam, kde je orientace plužiny a lesních cest totožná, nicméně naštěstí se to nestává příliš často. Důležitý je vztah k intravilánu, takže klíčovou oblast u každé ZSV představuje především záhumenicová zóna na rozhraní intravilánu (zahrad za usedlostmi) a extravilánu, řešená vektorizační kategorií 02. Například u ZSV Sloupek předpokládáme (*obr. 5*), že se o lesní orbu nejedná, protože zjištěné záhony odpovídají svou orientací hlavnímu rastru plužiny a nikoli orientaci lesních cest. Situaci jsme zde testovali také exaktně; dva transekty se zjištěnými záhony byly doplněny srovnávací plochou v lese obdobného stáří, ve stejném sklonu svahu, avšak zcela bezpečně za katastrem ZSV. Zde již žádné záhony nebyly viditelné. Třetí nápodobou mohou být samotné stromy, pokud jejich poloha v liniích odpovídá „záhonům“, můžeme předpokládat, že stromy i terénní reliéf jsou již součástí lesního hospodářství.

2) Novověká plužina, která je prakticky nerozlišitelná od středověké. Obecně je její datování problematické, jelikož u ní může být kontinuální využití. Dobré vodítko zde představují historická mapování. Například u ZSV Kamensko (*obr. 3f*) jsou okrajové tratě v západní části okolo původní radiální plužiny na historických mapách mimo les, v otevřené krajině. Nevíme, zda byla tato část extravilánu určena k orbě, pěstování sena či pastvě, nicméně tyto mladší meze mají zpravidla nápadně rovný průběh oproti středověké plužině, která je více vázána na (mikro)reliéf.

3) Cesty a jejich vyvýšené či zahloubené okraje představují jasně identifikovatelné linie, obdobně jako meze. Bohužel se mnohde stává, že jsou vedeny v takové orientaci a směru, že přímo navazují na původní relikty plužiny. Problém je zde datování, část cest může být součástí

Obr. 5. Lokalita Sloupek, jižní část extravilánu s vyznačením ploch ověřovaných terénním průzkumem metodou SfM (a), doplněná o detail plochy 2 (b).

Fig. 5. The southern part of the plowland of Sloupek site with two areas of local field verification made by SfM photogrammetry (a) with the detail of area 2 (b).

původního rozvrhu plužiny, ale pokud na místě vznikne mladší cesta se shodnou orientací, je těžké ji od původní lokace odlišit. Četné doprovodné relikty ZSV představují úvozy, které mohou být středověkého i novověkého stáří. S plužinou si je ale zpravidla nespleteme díky tendenci vytvářet úvozové svazky zejména při překonávání svahů. Část úvozů je možné vztáhnout k fungování ZSV díky návaznosti na další objekty plužiny a zejména intravilánu. Nepravé objekty mohou úzké úvozy vytvářet na řadě míst, nicméně v našem případě opět platí, že cílem není určit přesnou morfologii a funkci (zde ohraničení vs. komunikace), ale přiřadit k dané ZSV všechny rozeznatelné relikty, které souvisely s jejím fungováním. Vyvýšené okraje cest svým tvarem v řezu často odpovídají schodkovitým mezním pásům, a zásadní je proto jejich průběh. U plužiny totiž platí, že schodkovitý mezní pás (terasa) probíhá po vrstevnici, po spádnicí je pak val (agrární hřbet). V naší analýze si však všímáme celkové orientace těchto objektů a často je pak interpretujeme souhrnně jako meze, i když jejich skutečná morfologie je složitější.

4) Obecně je třeba zmínit množství recentních tvarů, různé pěšiny, lesní školky, rýhy po stahování dřeva a zejména meliorace. Takových objektů je v lesích velká spousta, některé jsou jasně odhalitelné i ve výstupech LLS, protože mají výrazně rovný průběh, ostré hrany i napojení na další meliorační příkopy či přírodní vodoteče. Některé však mohou být matoucí, zvláště když jsou opět (náhodně) zcela napojeny na relikty plužiny. Je třeba počítat s tím, že i lesní hospodáři účelně využívají mikoreliéf a tedy i reliéfní tvary, které se v lese nacházejí.

7. Příklady a trendy v dochování ZSV a jejich plužiny

Rozdílný stav dochování reliktní plužiny je možné ilustrovat na grafu na *obr. 1*. V něm jsou vyneseny délky vektorizovaných linií mezi všech řešených ZSV⁸ s ohledem na spolehlivost určení, nejtmavším odstínem jsou zobrazeny nejvýraznější linie. Je však třeba zdůraznit, že určitá část vektorizovaných linií nepatřila k ZSV. Celkový trend však tato skutečnost ovlivňuje patrně jen málo.

Stav zachování plužiny je možné blíže ilustrovat na několika vybraných lokalitách (*obr. 3 a 4*). Ve srovnávacím přehledu jsou vybrané ZSV seřazeny a popsány z hlediska zjednodušené typologie, se kterou se při takto jednoduchém rozlišení dá pracovat bez ohledu na další prameny. Všechny tři uvedené hlavní typy – bloková, radiální i pásová plužina – mají také mírně odlišnou vypovídací schopnost. U blokové plužiny je pro přesvědčivou interpretaci nutné větší množství reliktní plužiny než u plužiny radiální či pásové. Zároveň je rozdílný stav dochování ilustrován zahrnutím jak špatně dochovaných lokalit s minimální možností interpretace, tak i dobře zachovalými a čitelnými areály.

První ukázkou lokality s rozlišenou blokovou plužinou představuje ZSV Aldašín (*obr. 3a*). Přestože se zde vyskytuje i pásová plužina s nejasnou chronologickou vazbou na plužinu blokovou, patřily dnes rozlišitelné bloky nepochybně k sídlu, po kterém se dochoval dodnes samostatně stojící kostel sv. Jiří (*Malina 2013*, 160). I druhá ukázkou lokality s blokovou plužinou patří sídlu, na které upomíná osamělý kostel, zde se zasvěcením Narození sv. Jana Křtitele. Jedná se o ZSV Újezdec v Kladně-Dubí (*obr. 3b*; *Malina 2012*). První dva příklady lokalit s radiální plužinou jsou špatně interpretovatelné, nicméně se zdá, že v obou případech alespoň na část intravilánu radiální plužina navazovala. Jde o ZSV Zábělá (*obr. 3c*; *Sokol – Kasl 2017*) a ZSV Schwarzenbach (*obr. 3d*; *Klír – Kenzler 2009*; *Klír v tisku*). Velmi dobře čitelné ukázky radiální plužiny nabízí ZSV Hájek / Kocourek (*obr. 3e*) a ZSV Kamensko (*obr. 3f*; *Holata 2009*). V obou případech se na základě topografických vztahů zdá, že dílčí rastry plužiny v okrajových částech extravilánu jsou zřejmě mladšího původu.

Příklady lokalit s pásovou plužinou je možné rozdělit na dvě skupiny. Mezi ZSV s jedním základním rástrem plužiny (*obr. 4 vlevo*) patří patrně Lhotka (*obr. 4a*; *Aubrechtová 2006*), kde je však vzhledem ke stavu dochování plužiny jakákoli její interpretace značně problematická. Na datech LLS je plužina patrná minimálně na třech místech extravilánu, nicméně postrádáme především klíčové partie v místech návaznosti plužiny na intravilán. U vzdálenějších částí hlavního rastru nelze spolehlivě rozhodnout, zda ještě patří k dané ZSV, snad jen JV ležící část představuje torzo původní plužiny této vsi. Výrazně lepší situace je u ZSV Svídna (*obr. 4b*; *Smetánka 1988*; *Kuna et al. 2014*, 107), kde je kromě výborně zachovalého intravilánu možné rozlišit i jeden na něj navazující základní rastr plužiny, byť z jeho plošného rozsahu vidíme patrně jen menší část. Do stejné skupiny je možné zařadit i ZSV Sloupek (*obr. 4c*, 5; *Vařeka*

8 Objekty klasifikované jako meze ZSV jsou zastoupeny výrazně více (12 754 úseků linií / 625 km celkové délky), příkopy představují jen 2 230 linií s celkovou délkou 154 km vektorizovaných linií.

et al. 2011), kde je kromě samotného intravilánu a značné části hlavního rastru s jistou mírou opatrnosti možné rozlišit i hloubku parcel, respektive ukončení jižní tratě plužiny. Celou situaci usnadňuje fakt, že drtivá většina rozlišitelné plužiny má stejnou orientaci, kterou je pravděpodobně možné přiřadit jednomu lokačnímu záměru.

V pravé části *obr. 4* jsou uvedeny příklady lokalit s minimálně dvěma odlišně orientovanými rastry plužiny. U ZSV Kamenice (*obr. 4d; Moravcová 2008, 55*) je situace dobře čitelná přesto, že je zatím k dispozici jen analýza severní poloviny vsi. Menší dílčí rastr, téměř kolmý na plošně dominantní hlavní rastr, pravděpodobně přímo navazoval na severní stranu intravilánu. Jako první případ velmi dobře dochovaného areálu je možné uvést ZSV Německá Lhota (*obr. 4e; Richterová 1982*). Kromě dobře zachovalého intravilánu, i když částečně poškozeného melioračními příkopy, je zde jasně zřetelný hlavní rastr plužiny včetně návaznosti na intravilán a šikmo orientovaný dílčí rastr, který je také možné poměrně spolehlivě přiřadit původní lokaci. A dokonce je možné s vysokou mírou pravděpodobnosti určit i hranici tratí na SV, která zde dokládá relativně malou hloubku parcel. Za touto hranicí se již plužina velmi pravděpodobně nevyskytovala, a pokud zde byly pozemky příslušné k dané ZSV, jednalo se nejspíše o les či pastviny. Celkový obraz dobře doplňují i plochy úvozů směřujících k S a SV, které navazují na obě vyústění cest z návsi. Druhý případ velmi dobře zachované lokality je ZSV Kří (*obr. 4f; Klír 2008*). Zde je kromě dvou plošně velmi rozsáhlých, na sebe kolmých a nepochybně původních tratí plužiny hlavního rastru dobře rozeznatelný i intravilán s tvrzištěm a částí vnitřního členění intravilánu odkazujícího na velkorysě a organizačně dobře zajištěné lokace vsí 14. století. U jižní trati navíc velmi pravděpodobně můžeme vidět i hloubku parcel.

8. Závěr

Z výše uvedených, byť odlišně dochovaných, ukázek, které spojuje středověký původ a relativně krátká doba existence vsí, je možné vyvodit několik obecných pozorování. Zatímco vektorizace plužiny je do jisté míry pojata maximalisticky, to jest, pracuje i s velmi spornými objekty, následující klasifikace už naopak vybírá jen ty objekty, které kromě své morfologie mají zároveň i logiku v kontextu organizace celé plužiny.

U ZSV převládá záhumeniová pásová plužina, plužina radiální byla spolehlivě dokumentována jen u 5 lokalit. Na druhou stranu je zjevné, že minimálně u 4 dalších lokalit jsou pásy plužiny alespoň částečně klínovité a jejich šíře se tak mění, což má význam z majetkoprávního hlediska a způsobů prvotní lokace. Zda je možné je na základě tohoto pozorování přidružit k lokalitám s radiální plužinou, představuje jednu z typických otázek, které jsou již řešitelné pouze komplexním studiem. Blokovaná plužina byla zatím dokumentována prokazatelně pouze u 2 lokalit na Černokostecku, 1 ve středních Čechách a s opatrností snad i u 1 v západních Čechách (Neslívý / Nestajov).

U většiny vsí je známá lokalizace intravilánu, buď již rovnou ze starších výzkumů, anebo jsou relikty intravilánu alespoň částečně rozeznatelné i na datech LLS (mnohde jako terénní anomálie neklidného reliéfu, viz výše). V některých případech však nejsou z dat LLS patrné žádné relikty zástavby a na existenci intravilánu usuzujeme nepřímou z organizace celé plužiny (např. Kozojedy v Zahrádkách, Hájek, Schwarzenbach, Spindelbach). Výjimku představují tvrziště, která jsou dobře patrná i po částečné aplanaci. Ta jsou obvykle v intravilánu nebo na jeho okraji, nikoli však vždy.

Na většině lokalit je možné rozeznat více rastrů (hlavních tratí) plužiny. Další, odlišně orientované rastry, je doplňovaly na hůře přístupných anebo vzdálenějších místech, ale i v blízkosti intravilánu, kde jsou pak na hlavní rastr často orientovány kolmo. Zda můžeme takové lokality se dvěma výraznými a často kolmo navazujícími rastry považovat za určitý zárodek trat'ové plužiny, dominantního řešení hospodářského zázemí velké části novověkých vsí, je opět otázka na další komplexněji pojaté studium.

Pro přesnou interpretaci jednotlivých lokalit je nepochybně nezbytné terénní ověření. Tento fakt však neznamená, že terénní průzkum je nutný ještě před jakýmkoli vyhodnocením. Smyslem našeho textu bylo poukázat na možnosti předběžné interpretace potenciálu mnoha různých lokalit s předpokladem, že terénní ověření by následovalo již jen tam, kde by bylo z hlediska řešení otázek potřebné.

Naším cílem nebylo shromáždit o každé ZSV co nejvíce podkladů, dokonce ani nebylo z časových důvodů možné maximálně vytěžit získaná data LLS, například využitím vícero různých vizualizací. Hlavním cílem bylo naopak jednotným způsobem maximálně využít srovnávací potenciál jednoho typu lokalit (ZSV) a zároveň reflektovat

potřeby památkové péče. A to zejména z toho důvodu, že data LLS jsou plošně – v měřítku celé České republiky – relativně homogenním zdrojem, který obdobně dochované situace zachycuje obdobným způsobem a který v zásadě nemá jako typ pramene alternativu.

Všechny snímky dat LLS, se kterými pracujeme, představují vždy jen statický obrázek. Musíme mít na paměti a u řady lokalit je tento fakt i částečně čitelný, že přes obvykle krátkou existenci sledovaných vsí se mohl jejich organismus poměrně dynamicky měnit anebo alespoň plošně rozšiřovat. Odpověď na s tím související otázky je nepochybně výzvou pro další bádání. Systematicky a homogenním způsobem zpracovaný korpus lokalit ZSV by měl být pro tento výzkum užitečnou pomůckou.

Poděkování

Text vznikl v rámci výzkumného cíle Archeologie, financovaného z institucionální podpory Ministerstva kultury na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace NPÚ (DKRVO).

Bibliografie

- Aston, M. 1985: Interpreting the Landscape: Landscape Archaeology and Local History. London/New York: Routledge.*
- Aubrechtová, A. 2006: Zaniklá vesnice Lhotka. In: Vařeka P. (ed.): Archeologie zaniklých středověkých vesnic na Rokycansku 1. Plzeň, 99–124.*
- Čapek, L. – Holata, L. 2017: General Overview of Medieval Settlement Research in the Czech Republic: Emergence and Development of the Field, Main Issues and Adoption of Landscape Context. Revista ArkeoGazte Aldizkaria.*
- Černý, E. 1973: Metodika průzkumu zaniklých středověkých osad a plužin na Dražanské vrchovině – Die Methodik der Geländeforschung der Mittelalterlichen Orts- und Flurwüstungen des Drahaner Hochlands. Zprávy Čsl. Společnosti archeologické při ČSAV 15, seš. 4-5, 50–119.*
- Černý, E. 1979: Zaniklé středověké osady a jejich plužiny. Metodika historickogeografického výzkumu v oblasti Dražanské vrchoviny. Studie ČSAV, č. 1. Prague.*
- Černý, E. 1986: Antropogeomorfni útvary neznámého původu a účelu zjištěné při povrchovém průzkumu na Dražanské vrchovině. Historická geografie 25, 233–254.*
- Černý, E. 1992: Výsledky výzkumu zaniklých středověkých osad a jejich plužin. Historicko-geografická studie v regionu Dražanské vrchoviny – Deserted Medieval Villages and Field Patterns in Drahaný Highlands. Muzejní a Vlastivědná Společnost. Brno.*
- Dobna, M. 2006: Vesnická sídla a kulturní krajina na Tábořsku v 15.–19. století. Praha.*
- Gibson, S. 2015: The Archaeology of Agricultural Terraces in the Mediterranean Zone of the Southern Levant and the Use of the Optically Stimulated Luminescence (OSL) Dating Method. In: Lucke, B. – Bäuml, R. – Schmidt, M. (eds.): Soils and Sediments as Archives of Environmental Change. Geoarchaeology and Landscape Change in the Subtropics and Tropics. Erlanger G. Erlanger, 295–314.*
- Holata, L. 2009: Zaniklá ves Kamenice. In: Vařeka, P. – Rožmberský, P. et al.: Středověká krajina na střední Úslavě I. Plzeň: Ing. Petr Mikota, 111–142.*
- Holata, L. – Plzák, J. 2013: Examinace procesu optimalizace „archeologicky korektních“ způsobů vyhodnocení dat z leteckého laserového skenování zalesněné krajiny: In: Gojda, M. – John, J. (eds.): Archeologie a letecké laserové skenování krajiny. Plzeň, 49–79.*

- Holata, L. – Plžák, J. 2018: Podstawowe prace z danymi pochodzącymi z lotniczego skanowania laserowego (opracowanie i ocena), możliwości ich testowania i ograniczenia w dokumentowaniu antropogenicznych form rzeźby terenu. In: Gojda, M. – Kobyliński, Z. (eds.): Lotnicze skanowanie laserowe jako narzędzie archeologii. Warszawa, 23–44.
- Holata, L. et al. 2018: Integration of Low-Resolution ALS and Ground-Based SfM Photogrammetry data. A Cost-Effective Approach Providing an 'Enhanced 3D Model' of the Hound Tor Archaeological Landscapes (Dartmoor, South-West England). *Remote Sensing* 10(9), 1357. doi:10.3390/rs10091357.
- Horák, J. – Klír, T. 2017: Pedogenesis, pedochemistry and the functional structure of the Waldhufendorf field system of the deserted medieval village Spindelbach, the Czech Republic. *Interdisciplinaria Archaeologica* 8, 43–57.
- Janovský, M. – Horák, J. 2018: Large Scale Geochemical Signatures Enable to Determine Landscape Use in the Deserted Medieval Villages. *Interdisciplinaria Archaeologica* 1, 71–80.
- Janovský, M. – Horák, J. – Klír, T. 2018: Jevany-Dubina: revizní výzkum zaniklého středověkého sídliště na Černokostecku. *Archaeologia historica* 43, 437–453.
- Klimánek, M. 2008: Digitální modely terénu. Brno.
- Klír, T. 2008: Osídlení zemědělsky marginálních půd v mladším středověku a raném novověku. *Dissertationes Archaeologicae Brunenses / Pragensesque* 5. Praha.
- Klír, T. 2010: Osídlení horských oblastí Čech ve středověku a raném novověku: východiska interdisciplinárního výzkumu. *Archaeologia historica* 35, č. 1-2, s. 373-391.
- Klír, T. 2016: Zaniklé středověké vsi ve výzkumném záměru Ústavu pro archeologii Univerzity Karlovy v Praze. Zaniklý Spindelbach (Krušné hory), Kří a Hol (střední Čechy). In: Nocun, P. – Fokt, K. – Przybyla-Dumin, A. (eds.): Wiesz zaginiona. Stan i perspektywy badań. Monografie i materiały MGPE 5, Chorzów, 17–58.
- Klír, T. 2020: Rolnictvo na pozdně středověkém Chebsku: sociální mobilita, migrace a procesy pustnutí. Praha.
- Klír, T. *v tisku*: Zánik a pustnutí vsí v pozdním středověku. Chebsko a Slavkovský les. Praha.
- Klír, T. – Kenzler, H. 2009: Srovnávací studium areálů zaniklých středověkých vesnic na základě analýz fosforečnanů: zaniklá středověká vesnice Schwarzenbach u Chebu. *Archaeologia historica* 34, 657–680.
- Kokalj, Ž. – Hesse, R. 2015: Visualization of lidar raster DEMs: Guidelines and tools. In: Posluschny, A. G. (ed.): Sensing the past. Contributions from the ArcLand conference on remote sensing for archaeology. Bonn, 76–77.
- Kokalj, Ž. – Zakšek, K. – Oštir, K. 2011: Application of sky-view factor for the visualisation of historic landscape features in lidar-derived relief models. *Antiquity* 85, 263–273.
- Kuna, M. et al. 2014: Archeologický atlas Čech. Vybrané památky od pravěku do 20. století. Praha. Dostupné na <http://www.archeologickyatlas.cz/cs>.
- Lom, F. 1983: Využití orné půdy a šířka brázdy do vzniku racionálního zemědělství. *Vědecké práce zemědělského muzea* 23, 85–88.
- Malina, O. 2012: Samostatně stojící kostel jako doklad transformace osídlení: možnosti archeologie a GIS. In: Sborník: sborník příspěvků z 10. specializované konference stavebněhistorického průzkumu uspořádané 7.-10. června 2011 v Jindřichově Hradci. Sakrální architektura Praha: Sdružení pro stavebněhistorický průzkum, sv. 10, 33–44.
- Malina, O. 2013: Lidar a interpretace historického antropogenního reliéfu v zázemí dvou kostelů na Černokostecku. In: Gojda, M. – John, J. (eds.): Archeologie a letecké laserové skenování krajiny, 159–172.

- Malina, O. 2015: Hledání neviditelného. Relikty plužiny zaniklých středověkých vsí a možnosti jejich detekce a interpretace na datech LLS. Zprávy památkové péče, roč. 75, č. 6, 513–520.
- Měřinský, Z. 1987: Příspěvek k možnosti rekonstrukce středověké krajiny území zaniklých středověkých vesnic a typů sídlišť. *Archaeologia historica* 12, 111–128.
- Moravcová 2008: Kamenice. In: Dudková, V. – Orna, J. – Vařeka, P. a kol.: Hledání zmizelého. Archeologie zaniklých vesnic na Plzeňsku. Plzeň.
- Olson et al. 2013 – Olson, B. R. – Placchetti, R. A. – Quartermaine, J. – Killebren, A. E. 2013: The Tel Akko Total Archaeology Project (Akko, Israel): Assessing the suitability of multiscale 3D field recording in archaeology. *Journal of Field Archaeology* 38, 244–262.
- Pešta, J. 2000: Několik poznámek ke studiu půdorysné struktury venkovských sídel na území Čech. *Průzkumy památek* 2. Praha (Památkový ústav středních Čech v Praze), 153–168.
- Petráš, J. – Petrášová, L. 2000: Rolník v tradiční evropské kultuře. Praha.
- Prekop et al. 2021 – Prekop, F. – Crkal, J. – Černý, D. – Křišťuf, P. – Peksa, V. 2021: Nová zjištění průzkumu zakázané krajiny Doupovských hor – zaniklé středověké vesnice. *Archaeologia historica* 46, č. 1, 27–55.
- Ricci, P. et al. 2018: Chronological characterization of Medieval Villages in Northern Iberia: A multi-integrated approach. *European Physical Journal Plus* 133 (9), 375.
- Richterová, J. 1982: Geodeticko-topografický průzkum na lokalitě Německá Lhota, okr. Kladno. *Archaeologia historica* 7, 247–252.
- Smetánka, Z. 1988: Život středověké vesnice: zaniklá Svídna. Praha.
- Smetánka, Z. 1989: K problému energetiky v období středověku. *Archaeologia historica* 14, 43–51.
- Smetánka, Z. 2014: Dva domy v Jiřské ulici a jeden v podhradí. Ze vzpomínek a rozpomínek na proměny archeologie středověku. In: Boháčová, I. – Sommer, P. (eds.): *Středověká Evropa v pohybu. K počtům Jana Klápště*. Praha, 503–520.
- Snášil, R. 1976: Životní prostředí středověkých vesnických sídlišť na Moravě. *Archaeologia historica* 1, 139–144.
- Sokol, P. – Kasl, F. 2017: Zaniklá ves u Zábělé (okr. Plzeň-město): využití leteckého laserového skenování pro rekonstrukci středověké kulturní krajiny. *Archeologie západních Čech* 12, 128–145.
- Šitnerová et al. 2020 – Šitnerová, I. – Beneš, J. – Kottová, B. – Bumerl, J. – Majerovičová, T. – Janečková, K. 2020: Archeologický výzkum plužin a zemědělských teras jako fenoménu historické krajiny České republiky. *Archaeologia historica* 45, č. 1, 141–165.
- Štěpánek, M. 1967: Plužina jako pramen dějin osídlení. (Příspěvky k dějinám osídlení 1). *Československý časopis historický* 15 (65), č. 5, 725–746.
- Štěpánek, M. 1968: Plužina jako pramen dějin osídlení. (Příspěvky k dějinám osídlení 1). *Československý časopis historický* 16 (66), č. 2, 247–274.
- Vařeka, P. 2006: Archeologie zaniklých středověkých vesnic na Rokycansku I. Plzeň.
- Vařeka P. 2018: Badania archeologiczne zaniklych osad z okresu średniowiecza i nowożytności na terenie kraju pilzneńskiego (Czechy). In: Nocun, P. – Przybyla-Dumin, A. – Fokt, K. (eds.): *Wies minionia, lecz obecna: ślady dawnych wsi i ich badania. Monografie i materiały*, Chorzów, 13–53.

Vařeka, P. et al. 2011 – Vařeka, P. – Holata, L. – Rožmberský, P. – Schejbalová, Z. 2011: Středověké osídlení Rokycanska a problematika zaniklých vsí. Archaeologia Historica 36, 319–342.

Willis, M. D. – Koenig, C. W. – Black, S. L. 2016: Archeological 3D Mapping: The Structure from Motion Revolution. Journal of Texas Archaeology and History 3, 1–36.

Summary

The deserted medieval villages became one of the traditional sources of medieval settlement research in the second half of the 20th century. The basis of their knowledge was usually intravilans which are much easily recognizable in the relief even without technologically demanding survey methods. The study of many sites brought knowledge in many different aspects (especially the chronology of settlement, size and form of villages, material culture...), but with a few exceptions, it was challenging to detect their economic background – plowlands and extravilan as such. However, airborne laser scanning has significantly changed the state-of-the-art.

The use of ALS data for sites preserved in a forest environment offered, above all, a very comprehensive picture of the historical landscape in which the medieval settlements existed. In addition to the plowlands themselves, i.e., primarily linear earthworks creating field boundaries, it is possible to detect many other anthropogenic relief shapes in the background of the deserted villages. However, their 'legibility' (ability to detect them) and 'intelligibility' (ability to interpret them correctly) depend on several factors and require the application of a non-trivial procedure.

The first factor is the quality of ALS data and the type of its visualization. In our work, we mainly use data acquired by the State Administration of Land Surveying and Cadastre, especially its primary form – before their simplification into a format suitable for creating a state map work in the Czech Republic. The visualization method is important as well; for our purpose, we use uniformly one final output for all sites. It combines three transparent layers: hillshade, the simplified local relief model (LRM), and the Sky-view factor. The basis of further work is the field remains' vectorization, i.e., elevated agrarian ridges (ramparts), terrace boundaries, and sunken lines - ditches. Compared to planar or point objects, linear earthworks are more reliably detectable even in lower quality ALS data. We try to face fluctuations in data quality and errors in interpretation by local field verification and by implementing SfM photogrammetry in selected transects of the medieval plowlands. Areas with ridge and furrow were detected by this method - a very inconspicuous remnant of medieval and early modern plowing in the Sloupek village. Through field verification of selected sites, we revealed factors determining the quality of recording relief shapes in ALS data - the limiting factor is mainly dense or low vegetation and low density of points. Additionally, the correct interpretation is complicated by various 'untrue objects' that mimic the remains of medieval fields.

However, field survey is not the only method for overall verification of the relics in villages' hinterlands; at the same time, it is also unrealistic to implement it (for capacity reasons) in the case of a large set of sites. In this case, a comparative approach is the most appropriate, i.e., continuous acquisition of knowledge based on many different analogies assessment (our primary goal). The possibility to see the basic scheme of the extravilan organization in dozens of sites, including its potential variants, increases the chance of correct interpretation even in torsionally preserved sites. In most villages, the basic economically and energetically given features of the organization were repeated. For a more detailed understanding, the vectorized lines are further divided into several basic groups, such as objects defining the shape of the green and its connection to the main organizational scheme of the plowland, organization of other parts of the plowland with different orientations or relics defining the depth (length) of plots.

Such standardized elaboration of a large set of sites represents the basis for other questions within the framework of further comprehensive research - based on cooperation with other disciplines and methods that deal with the study of medieval rural settlements. However, the practical output (and our second goal) is the correct spatial definition of deserted villages' hinterlands, which is crucial in cultural heritage protection.