

Archivní letecký snímek – cesta k informaci o poloze melioračního systému

Ing. Václav Šafář, Ph.D.,
Výzkumný ústav geodetický,
topografický a kartografický, v. v. i.,
RNDr. Lenka Tlapáková, Ph.D.,
Výzkumný ústav meliorací a ochrany půd, v. v. i.

Abstrakt

Shrnutí postupů použití materiálů dálkového průzkumu Země ve prospěch určení polohy drenážních systémů. Popis stavu datových zdrojů pro určení polohy drenážních systémů v České republice. V hlavní části jsou podrobně popsány postupy využití hyperspektrálních dat a především archivních leteckých měřických snímků (ALMS) pro identifikaci a lokalizaci drenážních systémů. V závěru jsou shrnuty výsledky použití ALMS a uvedeny výsledky přesnosti určení polohy drenážního systému určeného z ortofota vyrobeného z ALMS vůči běžně dostupným podkladům a vůči přímému geodetickému měření odkopaných prvků drenážního systému.

Archival Aerial Photo – the Way to Information about the Position of the Melioration System

Abstract

Summarizing of the use of Remote sensing materials for the location of drainage systems. Description of the data sources state for determination of the drainage systems location in the Czech Republic. The main part describes in detail the procedures for use of hyperspectral data and especially archive aerial photos for the identification and localization of drainage systems. In the end, the results of the use of archival aerial photos are summarized and results of the accuracy of the drainage system location presented based on the orthophoto from archival aerial photos versus the publicly available data (orthophoto and cadastral data) and the direct geodetic surveying of the drainage system elements.

Keywords: Remote sensing, archive aerial photos, drainage system, accuracy, orthophoto

1. Úvod

Jak již řešitelský tým projektu „Využití digitálních technologií zpracování archivních leteckých měřických snímků pro skutečné zaměření staveb odvodnění v systému S-JTSK“ složený z řešitelů z Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půd, v. v. i., Výzkumného ústavu geodetického, topografického a kartografického, v. v. i., Ústavu výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i. a Zemědělského družstva Maleč publikoval v [1], [2] a [3], archivní letecké měřické snímky (ALMS) představují jeden ze tří základních zdrojů informací pro polohové určení podpovrchových staveb odvodnění v terénu. Jedná se o neopominutelný zdroj, který ovšem doposud nebyl pro specifické účely určení polohy zemědělského odvodnění v krajině systematicky využíván. Poměrně nízká úroveň využití tohoto zdroje koresponduje s úrovní znalostí interpretačních postupů při identifikaci drenážního detailu z ALMS zemědělskou veřejností a zčásti stále ještě poměrně nízkou informovaností o celkové problematice odvodnění. Rovněž využití moderních technologií a postupů k získání podkladů o umístění těchto melioračních staveb v terénu, především pak použití hyperspektrálních dat a dat získaných pomocí dálkově pilotovaných leteckých systémů (RPAS), tedy metodami dálkového průzkumu Země (DPZ), je zemědělskou veřejností opomíjeno.

2. Popis datových zdrojů pro určení polohy drenážních systémů a jejich využití

Základní datové zdroje polohových informací o drenážních systémech jsou:

- původní projektová dokumentace (PD),
- ALMS,
- aktuální data pořízená metodami DPZ.

Dalším zdrojem informací o poloze drenážního systému je terénní průzkum drenážní rýhy mechanickým odkopem, který polohu určenou z výše jmenovaných zdrojů přímo a jednoznačně ověří. Podrobnou analýzou využitelnosti, limitů a vazeb výše uvedených zdrojů se zabývají autoři projektu v [4]. Dále jsou pouze stručně zhodnoceny hlavní silné a slabé stránky datových zdrojů.

2.1 Charakteristiky původní PD

Silnou stránkou původní PD je fakt, že jde o komplexní technickou dokumentaci se všemi parametry a náležitostmi meliorační stavby s parametry jako hloubka, rozchod, světlost drénů, materiál drénů, hydropedologický průzkum atd. Zároveň PD obsahuje další zásadní informace, které nelze žádným jiným podkladem nahradit a s ohledem na časový odstup od doby výstavby, ani v současnosti žádným způsobem z jiných zdrojů získat.

Slabé stránky PD lze spatřovat v tom, že PD se nedochovala pro všechny realizované stavby a velmi často se nedochovala kompletní, z čehož vyplývají problémy s lokalizací drenážních staveb v terénu, resp. s umístěním těchto staveb do souřadnicového systému a to především starších staveb, které v důsledku zásadních změn krajinné struktury a neexistence identických bodů v krajině do souřadného systému nelze umístit. Hlavním nedostatkem je však fakt, že skutečné provedení meliorační stavby se často významně polohově liší od PD, neboť jen v málo případech byla poloha drenáží zaměřena před jejich záhozem zeminou.

2.2 Charakteristiky ALMS

Silnou stránkou ALMS je především přímý fotografický záznam realizace stavby v době jejího vzniku nebo krátce po době jejího vzniku, který tak tvoří hlavní lokalizační podklad z pohledu skutečného umístění meliorační stavby v terénu. Stav zachycený na snímku tak dává předpoklad, že po fotogrammetrickém zpracování těchto snímků je možné polohově určit prvky drenážního detailu s přesností vyhovující činnostem při údržbě drenážního systému. Slabou stránkou použití ALMS je jejich časová omezenost, neboť systematické letecké snímkování v České republice (ČR) začalo od roku 1936, ale řada staveb odvodnění byla vybudována před rokem 1936 (meliorační práce byly započaty přibližně od poloviny 19. století). Další slabou stránkou je fakt, že v každém roce byla snímkována pouze část ČR, to znamená, že pro řadu staveb odvodnění neexistuje snímek pořízený přímo v roce výstavby. Výběrem snímků z let následujících po ukončení výstavby meliorační stavby (čtyřech až pěti) lze však ve většině případů interpretovat polohu drenážní stavby s porovnatelnou polohovou přesností jako z ALMS z roku výstavby. ALMS rovněž nezachycují případné následné zásahy do stavby v období od výstavby do současnosti (rekonstrukce, pokládka nových drenů atd.).

2.3 Charakteristiky aktuálních podkladů DPZ

Hlavní silnou stránkou aktuálně nasnímkovaných podkladů je vytvoření polohově velmi přesného ortofota (s $RMSE_{xy}$ v rozmezí od 0,05 do 0,20 m) a digitálního modelu povrchu. Z těchto podkladů lze velmi přesně interpretovat polohu drenážních systémů v terénu. Slabými stránkami je vlastní fakt, že jde vždy o nepřímou interpretaci drenážního systému uskutečněnou na základě zprostředkovaných projevů, která je determinována kombinací více faktorů, z nichž některé (např. technologie výstavby drenážních systémů) jsou neovlivnitelné, přestože podmiňují identifikovatelnost melioračních systémů z dat DPZ [4].

2.4 Možnosti využití datových zdrojů

Kombinací všech výše uvedených datových zdrojů lze v ideálním případě získat téměř úplný a správný podklad k určení polohy drenážních systémů v terénu. Komplexní informace o úplném rozsahu podpovrchového odvodnění nejsou a lze konstatovat, že nikdy již nebudou k dispozici. Stavby odvodnění ve velké většině nebyly nikdy geodeticky zaměřeny a s postupnou degradací archivů, úbytkem pamětníků, změnou vlastnických i užívatelských práv k pozemkům se ztráty informací kumulují a zvyšují. Podstatné ovšem je seznámit zemědělskou veřejnost s existujícími zdroji a upozornit na možnosti a limity využití těchto zdrojů pro stanovení polohy prvků meliorační stavby v terénu.

3. ALMS a tvorba ortofota v kontextu melioračních staveb

Řešitelský tým se zaměřil na zpracování ALMS do uživatelsky poměrně přívětivé podoby pro zpřístupnění tohoto informačního zdroje potenciálním uživatelům formou we-

bových stránek [5]. Vlastní program, vývoj nezbytných dílčích softwarů a postup zpracování ALMS do výsledné podoby ortofota je popsán v [6]. Následující text proto pouze stručně popisuje průběh vývoje snímkování na území ČR, hlavní ideje tvorby ortofota z ALMS a omezující podmínky využití ALMS pro účely identifikace drenážních systémů v kontextu obsahu současných informací v oficiálních databázích.

3.1 Snímkování území ČR

Systematické letecké snímkování území ČR bylo započato v roce 1936. Do roku 1938 byla snímkováním pokryta plocha přibližně 33 000 km². Letecké snímky z let 1936–1938 byly použity jako podklad při tvorbě topografických map. Letecké snímky z období 2. světové války jsou v zahraničních archívech leteckých snímků. Přístup k těmto nyní přibližně 96 000 snímkům zabezpečuje pro území ČR výhradně firma PRIMIS, spol. s r. o. Jedná se o snímky pořízené v souvislosti s bombardováním (průzkumem před bombardováním a následnou kontrolou jeho průběhu – v důsledku toho jsou některé zájmové plochy Spojenců, jakými byly Mostecko, Plzeňsko a další prostory důležitých cílů pokryty snímkováním až z 10 časových období) prostoru nynější ČR, ale i snímky pořízené pro účely mapování armádou Třetí říše. Celostátní letecké snímkování bylo obnoveno po druhé světové válce v roce 1946. V poválečné éře byly snímky pořizovány ve stále větším rozsahu a dále fotogrammetricky zpracovávány pro potřeby prvního topografického mapování celého území tehdejšího Československa, které proběhlo v letech 1952–1957. Snímkování probíhalo převážně v měřítku 1 : 23 000 a výstupem byly topografické mapy v měřítku 1 : 25 000. Od konce padesátých let minulého století vzrůstal význam mapování ve velkém měřítku, a tudíž i nároky na snímkování. Území státu bylo do poloviny devadesátých let minulého století celkem čtyřikrát celoplošně snímkováno. Od osmdesátých let byly v některých případech pořizovány i snímky barevné.

3.2 Tvorba ortofota z ALMS

Při výrobě ortofota z ALMS je nutné vycházet z účelu jeho použití a požadavků na polohovou přesnost výsledného ortofota při vyhledávání prvků drenážního detailu. Účel a přesnost jsou tedy podmínky, které determinují všechny ostatní technické parametry výroby ortofot z ALMS. Při tvorbě ortofot pro potřeby identifikace drenážních systémů z ALMS je potřebné, aby rok pořízení ALMS byl buď identický s rokem ukončení melioračních prací uvedených v [7] nebo roky nejbližší po datu uvedeném v této databázi – problematika těchto úvah je vysvětlena v části 3.3.

Pro letecké měřické snímkování byly po 2. světové válce používány obvykle kamery o ohniskové vzdálenosti $f = 210$ mm formátu 18 x 18 cm Zeiss RMK-P-21, Wild RC-5, MRB. Od poloviny sedmdesátých let byly používány kamery LMK z výrobního závodu Carl Zeiss Jena. Při zpracování ortofot z ALMS je nutné předpokládat, že požadované ALMS, které zachycují obvod meliorací, byly snímkovány několika kamerami o různých ohniskových vzdálenostech a různých formátech (30 x 30 cm, 23 x 23 cm, 18 x 18 cm) a v různých letech. Kvalita originálních snímků, které jsou u Vojenského geografického a hydrometeorologického úřadu v Dobrušce (VGHMÚŘ) naskenovány, je značně roz-

dílná. Hlavním důvodem mnohdy nízké kvality skenovaných snímků je kopírování originálních negativů ALMS pořízených na celuloidové podložce v osmdesátých letech minulého století na materiál s nehořlavou polyesterfátalovou (PET) podložkou. U snímků pořízených před rokem 1970 nejsou obvykle známy parametry vnitřní orientace (IO) kamer použitých ke snímkování. Kalibrační protokoly těchto kamer již nejsou v evidenci u VGHMÚř. Po automatizovaném výběru snímků vůči obvodu meliorací a zaslání automaticky vygenerované objednávky (v případě snímků, které dosud nebyly skenovány) je provedeno u VGHMÚř Dobruška skenování ALMS. Skenování je prováděno obvykle s rozlišením 14 případně 15 mikrometrů na fotogrammetrických skenerech s vnitřní geometrickou přesností 2 mikrometry. Jelikož neznáme, s výjimkou přibližné ohniskové vzdálenosti, prvky IO použité letecké kamery, je nutné parametry vnitřní orientace vypočítat. Postup autokalibrace, korelace ALMS, výběru výchozích bodů, svazkového vyrovnání a tvorby výsledné ortofotomapy je podrobně popsán v [6].

3.3 Omezující podmínky použití ALMS pro tvorbu ortofota

Základní idea tvorby ortofota z ALMS je založena na propojení databáze odvodněných ploch [7] a databáze postupně skenovaných negativů ALMS, jejichž náhledy s určeným středem snímku jsou dostupné v [8]. Digitální databáze polygonů odvodnění v [7] je z řady hledisek nepřesná a neúplná a je potřebná její revize a aktualizace. Aktualizace dílčím způsobem probíhá na příslušné sekci Státního pozemkového úřadu v rámci jejich interního (aktuálně neveřejného) vodohospodářského portálu. Výhledově by tyto validované a aktualizované informace, které se primárně zaměřují na hlavní odvodňovací zařízení (HOZ), které jsou většinou ve správě Státního pozemkového úřadu, měly být veřejně dostupné a provázané s dalšími informačními systémy, týkajícími se vodních toků – blíže v [9] a [10].

Digitalizace ALMS probíhá kontinuálně již několik let s dávkovým zpřístupňováním náhledů skenovaných negativů na stránkách Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (ČÚZK). Ve vztahu k etapám výstavby odvodňovacích staveb je poměrně zásadní časové období 1970 až 1990, kdy byly budovány plošně nejrozsáhlejší stavby. ALMS z tohoto rozhodného období aktuálně v databázi ještě nejsou. S koncem roku 2018 nebyly dosud naskenovány roky 1964 až 2002. V takových případech, kdy rok výstavby odvodnění nespadá do časové řady již skenovaných ALMS, je nutné se obrátit přímo na VGHMÚř a podat objednávku na skenování ALMS z potřebného prostoru meliorační stavby.

Z hlediska stanovení vstupních parametrů pro výběr ALMS za účelem dokumentování výstavby melioračních staveb je zásadní uváděný rok výstavby, který je vstupním atributem pro automatický výběr ALMS v takovém rozpětí, aby byla s největší efektivitou zachycena fáze provádění stavby odvodnění. V návrhu projektu byl uvažován výběr konkrétních leteckých měřických snímků (LMS) ze dvou časově nejbližších snímkových misí jdoucích po roce výstavby odvodnění, uvedeného v atributech odvodněných ploch v [7]. S ohledem na výše uvedené nepřesnosti v databázi odvodněných ploch, včetně neshody mezi uváděným rokem výstavby v databázi a skutečným rokem realizace stavby, je nutné rozšířit výběr snímkových misí s ohledem na tuto skutečnost, resp. rozlišovat výběr konkrétního roku v kontextu historického vývoje a budování meliorační stavby.

Například v případě starších staveb odvodnění (s rokem výstavby uváděným v databázi Zemědělské vodohospodářské správy – ZVHS – 1948) nebylo možné na ALMS z tohoto roku, resp. z nejbližších existujících snímkových misí po uváděném roku výstavby, stavby odvodnění identifikovat. Naopak některé z těchto systémů odvodnění byly ve fázi výstavby zachycené na ALMS z roku 1938. Což je rozdíl deseti let. Tento stav souvisí především s historickými okolnostmi: ruční výstavba a období 2. světové války ovlivnily průběh výstavby, její zahájení a dokončení, které ovšem není v použité databázi [7] zohledněno; v ní uváděný rok je tak zavádějící informací, která potom jako vstupní údaj v programu [3], nevrátí správnou odpověď z databáze [8].

Pro nastavení vstupních parametrů výběru ALMS bude tedy nutné uvažovat při tvorbě další verze programu popsaného v [3], oproti původnímu záměru, i snímkovací mise předcházející uváděnému roku výstavby, zejména u starších staveb odvodnění. Pro stavby odvodnění s uváděným rokem výstavby předcházejícím rokem 1936, tzn. předcházejícím začátku snímkování, je defaultně přiřazen výběr snímků nejbližších roku 1936.

Disproporce mezi reálným stavem (existencí staveb odvodnění) a daty z databáze [7] je v pohledu toho, že se jedná o závazný podklad, který se promítá do čerpání dotačních titulů a limitů zemědělské praxe chybou významnou a omezující použití vytvořeného softwaru. Chybná a neúplná evidence skutečně odvodněných ploch je závažným problémem, jak při identifikaci drenážních systémů na ALMS a výsledném produktu ortofota, tak i při postupech provádění komplexních pozemkových úprav a teoretického břemene na pozemcích. Nesrovnalosti v databázích vůči reálnému stavu nelze eliminovat bez doplnění aktuálních informací o faktické lokalizaci systémů odvodnění s důrazem na jejich aktuální ne/funkčnost. Existující informační zdroje ke stavbám odvodnění (analogová projektová dokumentace, digitální polygonová vrstva ZVHS, vrstva Meliorace ve veřejném registru půdy) jsou zatížené chybou ve vlastní evidenci, v přesnosti zákresu melioračního díla a jejich vstup do platných reálných databází tak nebude jednoduchý. Vynaložené úsilí při skenování a digitalizaci výše uvedených podkladů, které tyto chyby v zákresech a dataci ukončení meliorací obsahují, tak degradují potenciální informační hodnotu vyplývající z obsahu informací na ALMS; jinak ovšem se zpracováním stávajících podkladů v uvedených databázích začít nelze. Získání nových a zpřesnění stávajících podkladů pomocí technologie digitálního zpracování jednoznačného podkladu o skutečném umístění drenáží v terénu, kterým jsou historické měřické snímky zachycující přímo fázi stavebních prací nebo několik málo let po jejich uskutečnění, kdy je možné identifikovat reálnou polohu a topologii staveb odvodnění, je pravděpodobně jedinou vhodnou cestou k získání údajů o reálné poloze drenážních systémů. Po vykonané analýze ALMS a v souvislosti s analýzou dostupných dat o stavbách odvodnění je zjevné, že databáze je neaktualizovaná a historická data, pořízená dnes již zrušenou ZVHS digitalizací analogových map, jsou neúplná.

4. Výsledky výzkumu

Výsledkem projektu aplikovaného výzkumu definovaného zadáním je získání co nejpřesnějšího podkladu o skutečné poloze podpovrchových staveb odvodnění v terénu, a to

v podobě kompatibilní s informačními vrstvami souvisejících informačních systémů a portálů.

4.1 Výsledné mapy

Na **obr. 1** je ukázka alternativy možné syntézy dat z nově pořízených snímkových podkladů z různých typů senzorů a nosičů (hyperspektrální záznamy, snímkování RPAS) vytvořené v kombinaci s ALMS v konkrétním území za účelem identifikace drenážních systémů a jejich případných

změn od provedení stavby do současnosti. Součástí mapového díla na **obr. 1** jsou i typové ukázky výstupů nadstavbových analýz, pro které byla použita hyperspektrální data. Primárně se jedná o vlastní detekci drenážních systémů a porovnání ve 3 nasnímaných spektrálních oblastech vyjádřenou v nepravých barvách. Tomu odpovídají výstupy v podobě vektorových vrstev průběhu zjištěných drenážních systémů ve formě polygonů a linií jednotlivých drenů a jejich fragmentů. V další rovině byla pořízená data korelována s LMS, resp. z nich vytvořenými ortofoty za účelem indikace změn průběhu detekovaných linií drenů na

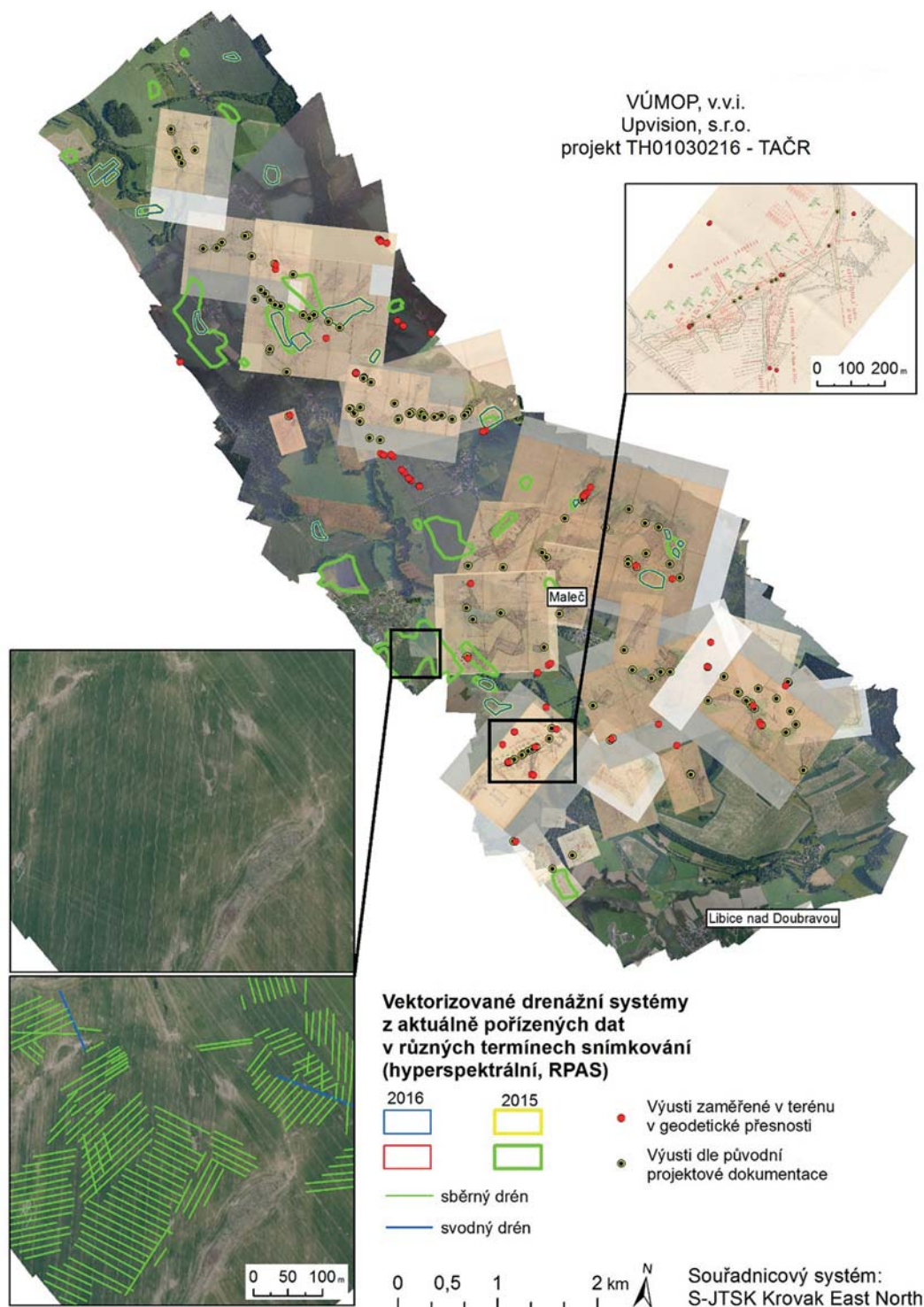


Obr. 1 Studie využitelnosti hyperspektrálních záznamů pro aktuální determinaci prvků drenážních systémů a jejich změn od provedení stavby

snímcích ALMS zachycujících stav při výstavbě a na aktuálně pořízených datech. Na **obr. 1** jsou prezentovány ukázky vizualizace drenážních systémů na datech SWIR s doplněním vektorizovaných linií drénů na pozadí ortofota v přirozených barvách. Záměrně byl vybrán prostor dvouetážového drenážního systému, dokladující využitelnost tohoto typu dat pro detekci i víceúrovňových systémů v různých hloubkách uložení bez limitu v kvalitě a jednoznačnosti jeho detekce. V dalších detailních výřezech je ilustrován drenážní systém na ALMS (zde rok 1938), resp. z nich vytvořených ortofot, opět doplněný vektorizova-

nými liniemi drénů z aktuálně pořízených dat. Na dosud testovaných LMS a z nich detekovaných drenážních systémů nebyla zaznamenána významná odchylka od stavu v době výstavby a aktuálního uložení drénů; tím lze dokládovat účelnost využití ALMS postupem řešeným v projektu pro zpřesnění polohové lokalizace těchto systémů v terénu.

Na **obr. 2** je prezentována syntéza dat a podkladů o podzemních drenážních systémech pořízených v konkrétním období (zde 2015 až 2016) pro konkrétní území. Data jsou prezentována na pozadí ortofot v přirozených bar-



Obr. 2 Syntetická mapa pořízených podkladů k drenážním systémům – lokalita Maleč

vách pořízených RPAS ve vysokém rozlišení pro účely identifikace drenážního systému a jeho detailů zobrazeného ve formě vektorových vrstev nad tímto podkladem. Data, pořízená metodami DPZ pomocí technologií současnosti, jsou doplněna o archivní původní projekty staveb odvodnění, které byly vytvořeny coby další typ podkladu pro vyhodnocení polohové přesnosti podpovrchových prvků drenážních systémů na pozemcích. Dále byla nad těmito daty vytvořena vektorová vrstva výustí, jak by měly být dle projektu umístěny v terénu. Veškerá tato data byla doplněna pozemním průzkumem, v rámci kterého byly zaměřeny metodami globálního navigačního družicového systému (GNSS) skutečné výusti, zjištěné v terénu. I tuto úroveň informací prezentuje syntetická mapa na **obr. 2** a dokládá míru odlišností jednotlivých dostupných typů dat o drenážním odvodnění. Zpracováním ve formě digitálních databází se vytváří datový sklad podkladů k DS umožňující práci s těmito podklady a jejich postupné doplňování z průběžně pořizovaných dat a jejich aktualizaci. Jedná se o specifická data použitá ke specifickým účelům. Hyperspektrální data v kombinaci s LMS nebyla doposud pro účely detekce podpovrchových drenážních systémů systematicky testována ani využívána.

4.2 Přesnost ortofota a přesnost prvků drenážního systému z něj interpretovaného

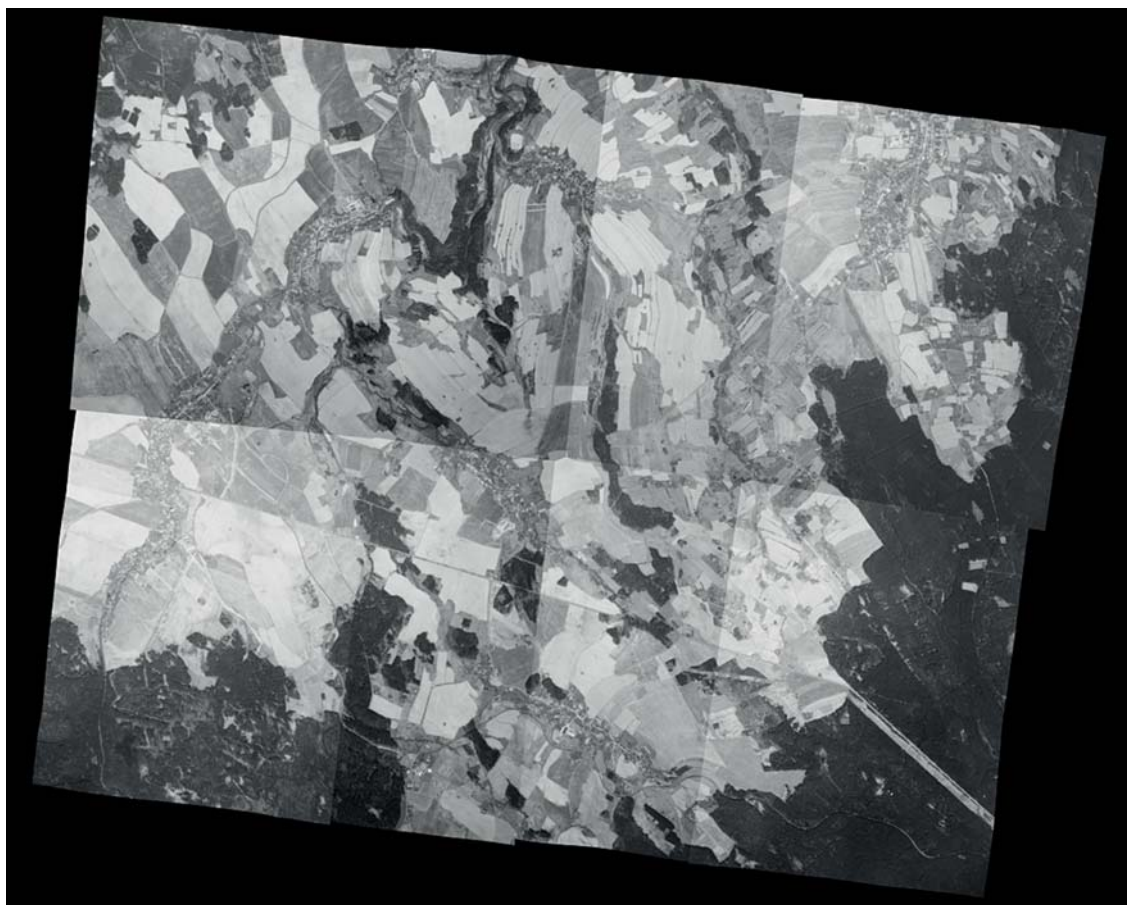
Postupem uvedeným v [6] bylo vytvořeno ortofoto z osmi ALMS snímekovaných roku 1972. K ALMS nebyly k dispozici parametry vnitřní orientace použité kamery. ALMS po-

krývají zcela nebo částečně k. ú. Krouna, Otradov, Miřetín, Česká Rybná, Rychnov, Františky, Martinice u Skutče, Proseč u Skutče a Podměstí. Výsledné ortofoto je znázorněno na **obr. 3**.

Na lokalitě Krouna byly provedeny testy polohové přesnosti ortofota vytvořeného z ALMS. Pro první bylo interpretováno z vytvořeného ortofota 52 bodů rozložených v celé jeho ploše. Souřadnice interpretovaných bodů z ortofota vytvořeného z ALMS byly v prvním testu porovnávány se souřadnicemi identických bodů interpretovaných a odečtených z aktuálního Ortofota ČR (ČÚZK) – viz **tab. 1** (zkrácená). V druhém testu bylo 20 bodů interpretovaných z ortofota vytvořeného z ALMS porovnáno s body s kódem kvality 3 vybranými z katastru ČR – viz **tab. 2** (zkrácená). Třetím testem bylo porovnání souřadnic 20 bodů odečtených z Ortofota ČR a bodů s kódem kvality 3 vybranými z katastru ČR – viz **tab. 3** (zkrácená). U všech tří testů byly spočteny odpovídající rozdíly v souřadnicích X a Y, jejich kvadráty a byla vypočtena jejich RMSE po složkách. Ortofoto, souřadnice vybraných bodů odečtených z ortofota vytvořeného z ALMS a z Ortofota ČR a body katastru v kódu kvality 3 jsou dostupná a autoři je poskytli zájemcům k testování.

4.3 Přesnost polohy prvků drenážního systému interpretovaného z ortofota v porovnání s měřením polohy prvků v odkopech

V lokalitě Klokočov (okres Havlíčkův Brod) byla stejným postupem jako popsáním v části 4.2 vytvořena ortofota



Obr. 3 Ortofoto lokality Krouna

Tab. 1 Porovnání souřadnic identických bodů na ortofotech

Číslo bodu	Ortofoto z archivních snímků		Ortofoto ČÚZK současné		Rozdíly		Kvadráty	
	Y	X	Y	X	ΔY	ΔX	ΔY^2	ΔX^2
4001	633354,38	1093523,33	633352,37	1093523,57	2,01	-0,24	4,0481	0,0586
4002	633455,93	1093720,13	633455,41	1093721,14	0,52	-1,01	0,2683	1,0282
4003	633313,73	1093418,89	633314,56	1093420,09	-0,83	-1,20	0,6889	1,4400
4004	633109,62	1093100,14	633107,46	1093102,41	2,16	-2,27	4,6526	5,1756
...								
...								
4061	627354,22	1093816,62	627354,43	1093815,77	-0,21	0,85	0,0454	0,7208
4062	627148,03	1094312,96	627148,65	1094311,07	-0,62	1,89	0,3881	3,5645
					Suma kvadrátů:		72,957	174,446
					RMSE po složkách v [m]:		1,21	1,87

Tab. 2 Porovnání souřadnic identických bodů určených z ortofota z ALMS a geodeticky změřených

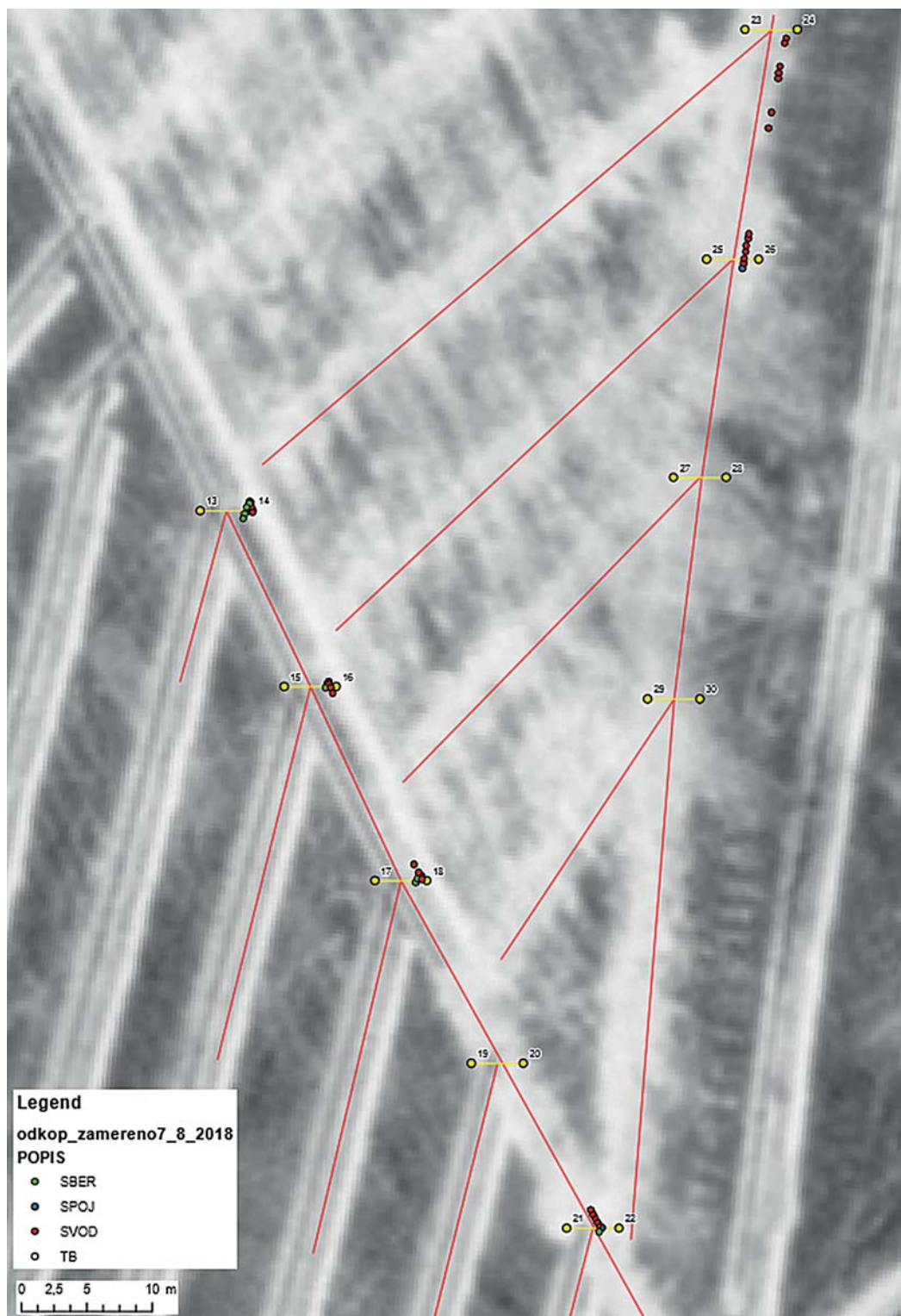
Číslo bodu	Ortofoto z archivních snímků		Body katastru v kódu kvality 3		Rozdíly		Kvadráty	
	Y	X	Y	X	ΔY	ΔX	ΔY^2	ΔX^2
4001	633354,38	1093523,33	633356,50	1093522,95	2,12	-0,38	4,486	0,143
4002	633455,92	1093720,13	633454,89	1093721,83	-1,04	1,70	1,077	2,904
4003	633313,73	1093418,89	633314,54	1093420,54	0,81	1,65	0,656	2,723
4004	632591,17	1092913,20	632591,64	1092913,72	0,47	0,52	0,219	0,268
...								
...								
4043	628595,90	1089761,49	628596,20	1089762,18	0,29	0,69	0,23	0,69
4062	627354,22	1093816,62	627353,91	1093816,18	-0,31	-0,44	-0,52	0,41
					Suma kvadrátů:		65,81	59,24
					RMSE po složkách v [m]:		1,81	1,72

Tab. 3 Porovnání souřadnic identických bodů určených z ortofota ČÚZK a geodeticky změřených

Číslo bodu	Ortofoto ČŮZK současné		Body katastru v kódu kvality 3		Rozdíly		Kvadráty	
	Y	X	Y	X	ΔY	ΔX	ΔY^2	ΔX^2
4001	633352,37	1093523,57	633356,50	1093522,95	4,13	-0,62	17,057	0,384
4002	633455,41	1093721,14	633454,89	1093721,83	-0,52	0,69	0,270	0,476
4003	633314,56	1093420,09	633314,54	1093420,54	-0,02	0,45	0,0004	0,202
4004	632591,62	1092913,38	632591,64	1092913,72	0,02	0,34	0,0004	0,116
...								
...								
4043	628595,97	1089761,49	628596,20	1089762,18	0,23	0,69	0,053	0,476
4062	627354,43	1093815,77	627353,91	1093816,18	0,52	0,41	0,270	0,168
					Suma kvadrátů:		72,50	10,52
					RMSE po složkách v [m]:		1,90	0,73

z ALMS snímkovaných roku 1982. Pro testování byla vybrána část Klokočovské Lhotky a v ní produkční bloky (PB) 8601/3 a 7602. Na těchto PB mají nájemci problémy s DS. Na základě interpretace situace v ortofotu vyrobeném z ALMS (obr. 4a, 4b) byla provedena vektorizace situace drenážního systému v potřebných místech (zavodnění, podmačení...), která byla indikována na současném Orto-

fotu ČÚZK jako projev změněné funkčnosti DS. Ve prospěch zjednodušení terénních prací byly vykonstruovány v programu MicroStation V8i na spojnicích sběrného a svodného drénu úsečky o délce 4 m, které byly za střed úsečky přichyceny k průsečíku sběrného a svodného drénu vektorizovaného nad ortofotem z ALMS. Vzdálenost kolíků, resp. délka úsečky 4 m, byla volena proto, aby se

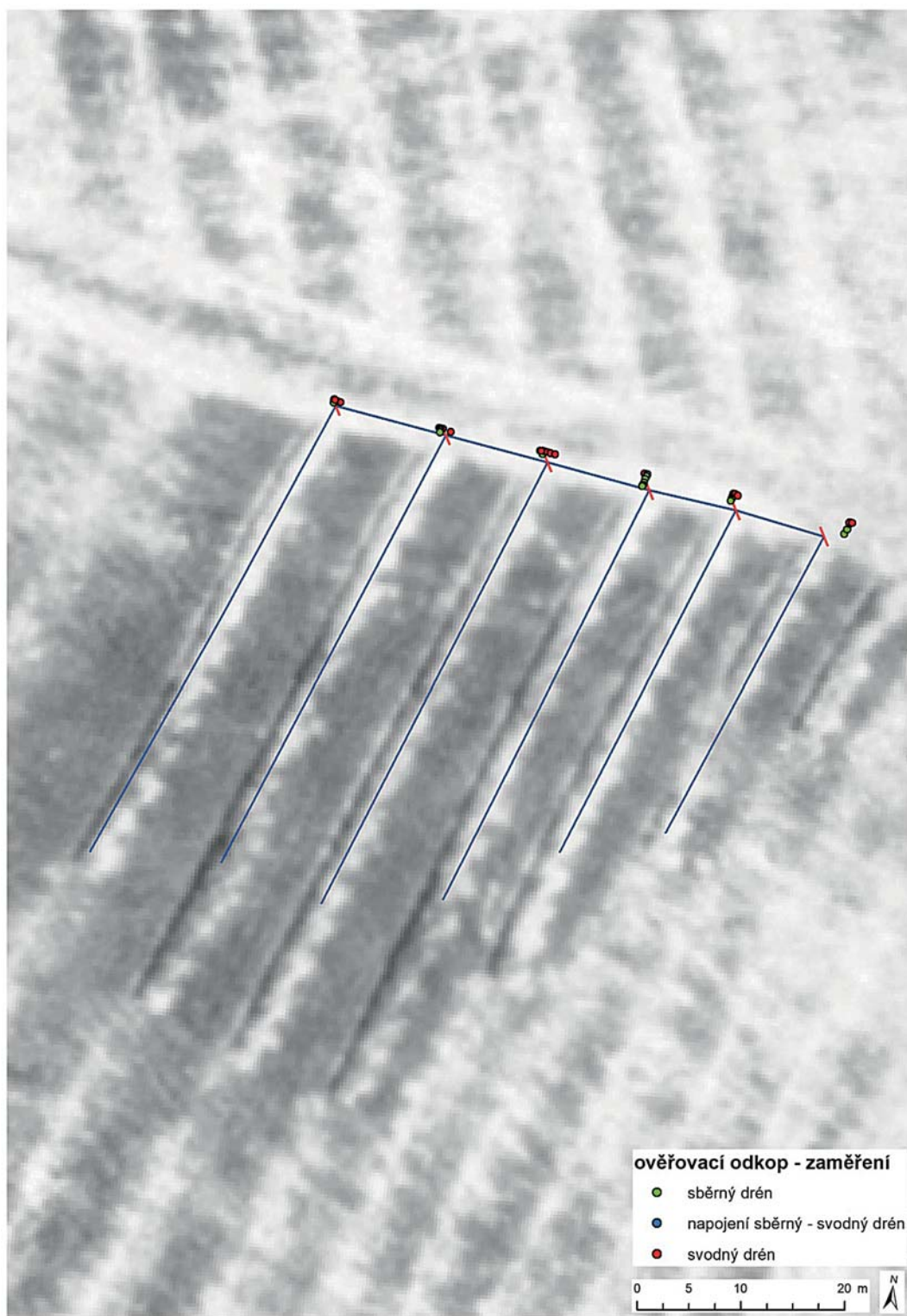


Obr. 4a Ortofoto Klokočov-jih s vyznačením interpretovaného detailu vytyčovací úsečky z ALMS a reálných pozic spojnic, svodných a sběrných částí ze 7. 8. 2018

(po vytyčení těchto bodů v terénu a jejich označení kolíkem – viz **obr. 5**) bagr mohl postavit do směru daného dvěma kolíky vyznačujícími počátek a konec konstruované úsečky v terénu a mohl začít bagrovat od jednoho vytyčovacího kolíku ke druhému. To souvisí i s rozměry lžice bagru, standardně pro tento typ výkopových prací používaného. Na spojnicích kolíků se dle interpretace si-

tuace v archivním ortofotu měl nacházet spoj svodného a sběrného drénu.

Po vytyčení koncových bodů úseček bylo provedeno bagrování a ruční odkop až na drenážní trubky. Postup bagrování dokladují **obr. 6a**, **6b** a **6c**. **Obr. 6a** ilustruje nenalezení spojnice svodného a sběrného drénu. Na **obr. 6b** je posun bagru o šíři lžice bagru (2 m) a začátek



Obr. 4b Ortofoto Klokčov-jih s vyznačením interpretovaného detailu vytyčovacích úseček z ALMS a reálných pozic spojnic, svodných a sběrných částí ze 7. 8. 2018



Obr. 5 Vytýčovací úsečky nad drenáží v levé straně obrázku zaplevelené a podmáčené plochy – indikátor změněné, resp. omezené funkčnosti drenážního systému



Obr. 6a Průnik svodného a sběrného drénu nenalezen



Obr. 6b Odběr dalších 2 m zeminy



Obr. 6c Nalezení spojného bodu svodného a sběrného potrubí (přibližně 40 cm od hrany prvního záběru bagru)

Tab. 4 Porovnání souřadnic bodů spojnic z ortofota z ALMS a reálných pozic spojnice sběrného a svodného drénu po odkopu v terénu

Porovnání souřadnic středů odkopových úsečků z ortofota ALMS a přímého měření spojnicových bodů GNSS								
Lokalita		Označení úsečky v dgn	Střed úsečky, respektive spojnicový bod sběrné a svodné určený z ortofota		Souřadnice GPS změřených spojnicových bodů při odkopech		Rozdíly souřadnic z ortofota ALMS a měření GNSS spojnicového bodu v odkopu	
Klokočov	SEVER	US_1	657996,45	1085980,50	657996,60	1085979,86	-0,15	0,64
		US_2	657985,85	1085983,33	657986,32	1085982,69	-0,47	0,64
		US_3	657976,05	1085985,93	657976,53	1085984,82	-0,48	1,10
		US_4	657966,27	1085988,59	657966,44	1085987,08	-0,18	1,51
		US_5	657957,91	1085990,54	657958,12	1085988,92	-0,21	1,62
		US_6	657949,77	1085992,12	657946,87	1085991,68	2,90	0,44
	JIH	UJ_1	657968,50	1086446,22	657966,71	1086445,51	1,79	0,71
		UJ_2	657962,08	1086459,69	657960,65	1086459,33	1,43	0,36
		UJ_3	657955,15	1086474,57	657953,63	1086474,18	1,52	0,39
		UJ_5	657940,45	1086501,20	657939,79	1086501,16	0,66	0,04
		UJ_7	657929,75	1086426,93	657928,99	1086427,61	0,76	-0,68
		Průměrná odchylka po složkách:						0,69 0,62

bagrování další části. Obr. 6c dokládá nalezení spojnice sběrného a svodného drénu. Všechna dvanáct provedených odkopů bylo úspěšných, neboť spojnice sběrného a svodného drénu byly nalezeny v prostoru vytyčovací úsečky. Zhodnocení polohové přesnosti mezi středy odkopových úseček (respektive spojnic z ALMS ortofota interpretovaných prvků DS) a reálně naměřených poloh spojnic svodných a sběrných drénů je v tab. 4.

V tab. 4 jsou uvedeny vzdálenosti od spojnice svodného a sběrného drénu interpretované z ortofota z ALMS a geodeticky zaměřené polohy bodu spoje drénů po odkopu.

5. Závěr

V současné době neexistuje žádná jednotná a přesná evidence drenážních systémů v digitální podobě, na základě které by bylo možné DS respektovat a zohlednit při projektování pozemkových úprav a vlastní činnosti v terénu způsobem srovnatelným s ostatními liniovými podzemními stavbami. Využití všech typů podkladů a dat prezentovaných v části 4.1 zpřesňuje a posouvá problematiku identifikace DS do roviny zjištění a určení reálné polohy DS v terénu.

Digitální způsob zpracování ALMS do podoby ortofota umožňuje přímý odečet souřadnic prvků DS a jejich následné vytyčení v terénu geodetickými metodami, což významně snižuje náročnost výkopových prací při rekonstrukci a obnově funkce DS v terénu a zvyšuje tak jejich efektivitu.

Použití technologie pořizování aktuálních dat (hyperspektrální senzory, RPAS) i digitalizace a zpracování ALMS spolu s digitální technologií GIS tak nabízejí v současných podmínkách jedinečný zdroj přesných a spolehlivých informací o drenážních systémech nezbytných pro veškeré další nakládání s nimi a narovnání majetkoprávních vztahů k nim.

LITERATURA:

[1] TLAPÁKOVÁ, L.-ŠAFÁŘ, V.: Výběr archivních leteckých měřických snímků na základě údajů databáze eagri.cz. Geodetický a kartografický obzor, 62/104, 2016, č. 10, s. 219-223.

[2] ŠAFÁŘ, V.-TLAPÁKOVÁ, L.: Alternativní postupy zpracování archivních leteckých snímků. Geodetický a kartografický obzor, 62/104, 2016, č. 12, s. 253-257.

[3] AUGUSTÝN, R.: ODPOVIM - Odpověď polohových informací o melioracích, Geodetický a kartografický obzor, 62/104, 2016, č. 11, s. 233-237.

[4] TLAPÁKOVÁ, L.-ČMELÍK, M.-ŽALOUDEK, J.-KARAS, J.: Metodika identifikace drenážních systémů a stanovení jejich funkčnosti, číslo osvědčení 3/2017-SPU/O. VÚMOP, 2016. ISBN 978-80-87361-58-0, 214 s. [online]. Dostupné na: <http://knihovna.vumop.cz/files/845>.

[5] eAGRI LMS. [online]. Dostupné na: <http://www.vugtk.cz/euradin/TH0-1030216/2016V002/Index.html>.

[6] ŠAFÁŘ, V.-KAŇA, D.: Úskalí při definování parametrů vnitřní a absolutní orientace archivních leteckých měřických snímků. Geodetický a kartografický obzor, 65/107, 2019, č. 2, s. 21-29.

[7] Ministerstvo zemědělství – internetové stránky. [online]. Dostupné na: <http://www.eagri.cz>.

[8] Národní archiv leteckých měřických snímků. [online]. Dostupné na: https://lms.cuzk.cz/lms/lms_prehl_05.html.

[9] TLAPÁKOVÁ, L.-ČMELÍK, M.-NOVÁK, P.: Informační systémy a evidence hlavních odvodňovacích zařízení – co (ne)víme? Vodní hospodářství 12/2017, s. 11-19.

[10] TLAPÁKOVÁ, L.-PURKRÁBEK, T.: Seriál Stavby k vodohospodářským melioracím pozemků – část 1. Informační systémy a zdroje, analýza současného stavu a budoucnost?...máme ve svých rukách. Pozemkové úpravy, ročník 26, 2/2018, s. 2-7.

Do redakce došlo: 12. 12. 2018

Lektoroval:
Ing. Karel Sukup, CSc.,
Brno