

Mohou distanční metody odhalit drenážní systémy v krajině?

Tlapáková, L., Žaloudík, J., Pelíšek, I., Kulhavý, Z.: Can Distance Methods Reveal Drainage Systems in the Landscape? *Životné prostredie*, 2013, 47, 3, p. 160 – 163.

The paper presents possibilities of drainage systems identification by means of remote sensing for their future management in order to keep agricultural production or to improve non-produce functions of drained area with decreased natural value. Localization of drainage systems in the fields is the basic premise for their management and maintenance. Eventual methods and principles of drainage systems identification for purpose of their location and their actual condition assessment are listed in this paper.

Key words: drainage systems, remote sensing, landscape

Zajištění přesných podkladů podpovrchových drenážních systémů je nutným předpokladem pro efektivní činnost zemědělsko-vodohospodářského managementu, působícího v krajině na různých správních úrovních. Správná polohová identifikace drenážních systémů a znalost jejich funkčního stavu je významná jak z hlediska údržby stávajících systémů odvodnění, tak i z hlediska projektování a realizace nové stavební činnosti v území, kde se tyto systémy nacházejí.

Jejich přesná identifikace je potřebná pro veškeré nakládání s nimi jak ve smyslu jejich zachování, tak i jejich eliminace za účelem posílení mimoprodukčních funkcí území dotčeného odvodněním, tím i zvýšení biodiverzity a ekologické stability posunem k přírodnímu stavu před vlastní výstavbou odvodnění. Pro posílení ekologických funkcí krajiny, zejména její retenční schopnosti, je možné zakomponování hydromelioračních staveb do stabilizačních prvků a nástrojů zvyšujících ekologickou stabilitu a biologickou rozmanitost krajiny a přispívajících k jejímu environmentálně příznivému využívání, např.:

- komplexní pozemkové úpravy (výsadba liniové vegetace, zakládání travních pásů, obnova cestní sítě);
- prvky územního systému ekologické stability – biokoridor, biocentrum, interakční prvek;
- obnova a tvorba krajinných prvků (travní pásy, výsadba břehových porostů, drobné vodní toky, mokřady, tůně).

Interpretace *land use/land cover* (LULC) a jejich změn ve vazbě na vodní režim krajiny směřuje k nutné znalosti existence odvodnění v území, které se na vodním režimu dané krajiny podílí a různou měrou ho ovlivňuje.

Odvodnění pozemků systematickou drenáží v polním rozchodu a hloubce umožnilo zornění do té doby zatrávněných pozemků, a tím i změnu využití těchto pozemků a změnu krajinného pokryvu. V důsledku úpravy vodního režimu orné půdy došlo postupně

k vysušení a zániku mokřadů, k vytvoření velkých bloků orné půdy a zrušení stávající cestní sítě, což znamenalo výraznou změnu krajinného uspořádání, a tím i změnu krajinného rázu celých území.

Dalším doprovodným jevem budování odvodňovacích staveb bylo významné snížení počtu segmentů dřevinné vegetace. Odvodnění pozemků vyvolalo zároveň i úpravy malých vodních toků, sloužících jako recipient pro odtok vody soustředěné systematickou drenáží. Současně s úpravou toků docházelo k likvidaci jejich přirozených vegetačních doprovodů a k následnému zarůstání plevelnou vegetací a šíření invazních nepůvodních druhů. Součástí úprav toků bylo budování technických objektů a zornění přilehlých pozemků až k břehovým hranám bez jakéhokoliv přechodného pásma ekotonového charakteru. Trasa upraveného koryta toku obvykle napřimuje jeho přirozený obloukovitý průběh, ruší meandry a rozvolněný charakter zejména v dolní části toku. Zatrubněné úseky toku jsou z hlediska krajinářského a ekologického zcela nevhodné. Pozitivně jsou naproti tomu hodnoceny vodní nádrže, rybníky a protierozní opatření napomáhající zmírnění následků nešetrných zásahů do krajiny.

Upření pozornosti na horské a podhorské oblasti se složitějšími morfologickými, klimatickými, půdními a hydrogeologickými podmínkami spolu s následnou intenzivní zemědělskou činností vyústilo ve výraznou destabilizaci agroekosystémů i okolních přírodních stanovišť, která byla provedeným odvodňovacím zásahem také dotčena. Došlo ke snížení jejich strukturální heterogenity, biodiverzity a přirozeného krajinného potenciálu. Dopady spojené s odvodněním jsou úbytek biotopů, a tím i rostlinných a živočišných druhů, změna druhové skladby lučních i lesních porostů, zahluštění a zatrubnění toků, snížená retenční schopnost krajiny, vysychání krajiny a malá biodiverzita agrocecnózy, likvidace liniové zeleně, polních cest, nadměrné hnojení a užívání pesti-

cidů. Tento fakt, v současnosti umocněný lokálními poruchami nebo úplným funkčním vyřazením drenáže (z důvodů změny hospodaření, zanedbanou údržbou, stárnutím konstrukčních prvků atd.), má za následek kvantitativní i kvalitativní změny ve vodním režimu celých povodí (Kulhavý, Fučík, Tlapáková, 2013).

Metody identifikace drenážních systémů

K pořízení a vyhodnocení potřebných územních informací o drenážích lze využít různé technologie a postupy distančního průzkumu krajiny. Metody identifikace a zjištění aktuálního stavu drenážních systémů lze rozdělit na nadzemní distanční metody (letecké a družicové snímkování, radiolokaci a termovizi), které bývají vhodnou alternativou metodám pozemním (nedestruktivní a destruktivní vyhledávací metody).

Metody nadzemní obecně umožňují identifikovat celý drenážní systém, tj. vyhodnocují plošně rozsáhlejší území na rozdíl od metod pozemních, které jsou vhodné pro identifikaci dílčích částí drenážní skupiny a lze je využívat jako doplňkové a zpřesňující k metodám nadzemním.

Jako velmi perspektivní, efektivní a vhodná metoda se při územním monitoringu uplatňuje zejména *dálkový průzkum Země* (DPZ), a to nejen pro lokalizaci a kontrolu povrchových objektů, ale také pro detekci podpovrchové části odvodňovacího systému. Pro vlastní identifikaci drenáží jsou přitom prioritně používány a testovány obrazové záznamy z běžného i účelového leteckého průzkumu krajiny (zejména optických metod DPZ – panchromatických a spektrozónálních snímků), pořízené z různých výšek a kamerových nosičů.

Stanovení intenzity a změn povrchového zamokření půd jako důsledku drenážního odvodnění bývá většinou spojeno s přímými interpretačními metodami, vyhodnocujícími signifikantní vlhkostní stavy nezakrytého povrchu půd na obrazových materiálech DPZ. Tyto postupy jsou



Obr. 1. Typické vizuální projevy fungujících drenáží na panchromatickém leteckém snímku na ploše zapojeného porostu obilovin (tmavé linie oproti okolí) a holé orné půdy (světlé linie) (povodí Žejbra, Pardubický kraj, 2006). Zdroj: VÚMOP, v. v. i.



Obr. 2. Ukázka časových změn ve vizualizaci drenáží na leteckém snímku trvalého travního porostu – zřetelný jarní (1. 5. 2002) a nezřetelný letní projev (21. 7. 2002) podle vývojového stádia, stavu a ovlivnění porostu agrotechnickými zásahy (kosením) (Dolní Lipka, Pardubický kraj, 2002). Zdroj: VÚMOP, v. v. i.

však použitelné jen za určitých specifických přírodních a technických podmínek. Některé relevantní charakteristiky vlhkostních a živinových poměrů půd lze však stanovit i nepřímou – pomocí hydroindikačních vazeb reliéfu, půd a vegetace. Nepřímá interpretace drenáží vychází z možnosti zjišťovat specifika či související změny vlhkosti a vodního režimu půd na základě odpovídajících geo- a bioindikátorů a jejich charakteristických projevů na interpretovaných snímcích (Lipský, 1990; Vinogradov, 1981).

Prováděnými experimenty byly ověřovány také další nadzemní distanční metody:

- *termovizní snímkování* – metoda termálního snímkování má nesporný teoretický informační potenciál, ovšem pro identifikaci drenážních systémů i jisté limity. Prvním důvodem jsou vysoké nároky na speciální snímávací techniku, druhým důvodem poměrně malá úspěšnost nepřímé identifikace pod-



Obr. 3. Přírodní rezervace Maršálka – sledované drenážní plochy na geoinformačních podkladech DPZ (profily, drény a místa poruch identifikovaných z leteckých ortofotosnímků) (CHKO Železné hory, Pardubický kraj). Zdroj: VÚMOP, v. v. i.

Legenda: 1 – hranice přírodní rezervace, včetně bufferu 50 m, 2 – identifikovaná místa poruch drenážního systému, 3 – svodný drén, 4 – vývěr (porucha na svodném drénu), 5 – profil koryta. Poznámka: U zaměřených profilů je uvedena nadmořská výška (m)

povrchových drénů. Pokusným termálním snímkováním vybraných drenážních ploch zatím nebyl prokázán žádný výrazný informační přínos nebo podstatný rozdíl oproti preferovaným standardním snímkům z viditelné nebo blízké infračervené spektrální oblasti;

- *radiolokační* – je účinnou metodou, vyžaduje však speciální vybavení a náročné způsoby zpracování dat. Byly otestovány a doporučeny tyto optimální podmínky pro detekci drenáží: pásmo cca 80 MHz (eliminace mělkých nehomogenit), promrzlá půda nebo suché léto (při vysoké hladině podzemní vody a za deštivého počasí je však identifikace nemožná);
- *letecké laserové skenování* – při porovnání s ostatními obrazovými materiály DPZ neposkytovala metoda obsáhlejší, lepší ani spolehlivější podklady pro identifikaci drenážních systémů. Byly zaznamenány pouze dílčí indikace na plochách trvalých travních porostů (výškové difference travního porostu).

Metody pozemní vycházejí převážně ze zkušeností, získaných při identifikaci kanalizačních sítí či podzemních kabelů a představují jistou, lokálně použitelnou alternativu uváděných postupů DPZ. Tradiční *vyhledávací*

průzkum zahrnuje zejména terénní rekonoskaci (s identifikací a kontrolou nadzemních částí hydromelioračních staveb a jejich případným geodetickým zaměřením). Mezi speciální metody pozemního průzkumu patří *geofyzikální metody* zaměřené na popis elektrických vlastností (anomálie elektrického pole – odporové profilování), magnetických vlastností (měření hodnot vektoru geomagnetického pole pomocí protonových magnetometrů), geotermických vlastností (vztah tepelné vodivosti a pórovitosti – měření v sondách), měrné hmotnosti (anomálie gravitačního pole – projev drenážní rýhy) nebo akustického vlnění (zejména šumu vyvolaného proudící vodou v drenáži – rezonance v uzavřeném prostoru). Ke speciálním doporučovaným postupům lokálního průzkumu náleží také metoda *elektroakustická* (s cizím zdrojem signálu, využívaná pro hledání hlavníků), *telestézická indikace* a další perspektivní technologie,

rozvíjené ve vodárenství a stokování při vyhledávání nekovových potrubí (vysílače elektromagnetického signálu a inspekční kamery) (Svobodová, 1990).

Obecně platí, že pozemní observační postupy poslouží dobře především pro ověření detailu (např. situování vyústění drenáží, lokálních poruch) a k případné evaluaci výsledků z technologií DPZ. Pro rutinní operace pořízení, zpracování a analýzy množství tematických geodat z rozsáhlých zemědělských oblastí se jeví výhodnější a prakticky nezastupitelné nadzemní detekční metody (zejména letecké snímky s vysokým rozlišením pozemního detailu, obr. 1 a 2).

Aplikační možnosti identifikace drenážních systémů prostředky DPZ pro management odvodněného území

Příkladem ověření přesnosti identifikace drenážního systému z barevných leteckých snímků a jejich využití jako podkladů pro plán péče o maloplošně chráněné území, dotčené stavbou odvodnění je (obr. 3) Přírodní rezervace Maršálka (v Chráněné krajinné oblasti Železné hory). Byla vyhlášena za účelem ochrany komplexu

dobře zachovalých rašelinných a slatinných luk v pramené oblasti s výskytem vzácných a zvláště chráněných druhů rostlin a živočichů. Území je dotčeno systematickou drenáží z let 1966 – 1969.

Analýza území :

- Účel ochrany přírodní rezervace je determinován vlhkostními poměry a vodním režimem stanoviště, což je v přímé souvislosti s účelem budování drenážních systémů.
- Ne/funkčnost drenážního systému určuje a mění přírodní podmínky stanoviště, na které jsou vázány životní procesy a nároky rostlinných a živočišných druhů zde se vyskytujících.
- V plánu péče je nutné zohlednit tyto skutečnosti a fakt, že se jedná o území dotčené drenážním odvodněním. Nezbytné je zajištění přesných podkladů o drenážním systému, ze kterých lze jednoznačně zjistit jeho polohu a stav.
- Skutečné provedení stavby bylo ověřeno pomocí identifikace na materiálech DPZ.
- Pozemním průzkumem byly GPS s geodetickou přesností zaměřeny v terénu zjištěné prvky systému odvodnění a vyhodnoceny zásadní projevy jeho omezené funkčnosti v různých částech lokality (ve vazbě na výškové poměry).
- Změřená data byla zpětně promítnuta do analyzovaných podkladů pro korekci a zjištění přesné vazby na podpovrchový systém sběrných a svodných drénů.
- Syntézou získaných dat bylo vytipováno několik typů opatření, která by vhodným způsobem eliminovala odvodnění a naplnila účel budoucího managementu přírodní rezervace za současného snížení rizika ovlivnění dotčených pozemků.

V úvahu přichází několik variantních opatření ve vazbě na účel ochrany a požadovaný stav lokality:

- kontrolované spontánní stárnutí drenáže;
- eliminace účinnosti drénu;
- lokální eliminace drénu (části drénu);
- odkrytí drénu a jeho úplné odstranění;
- přerušené úseky drénů;
- vytvoření mokřadu (tůně) v místě vývěru drenážních vod.

Výběr konkrétního opatření by měl být podmíněn cílovým stavem přírodní rezervace a důvodem její zvláštní ochrany. Nabízí se několik řešení, která by měl příslušný orgán ochrany přírody vyhodnotit a následně zvolit nejlepší postup. Vlastní realizaci opatření i další vývoj lokality lze dobře dokumentovat a analyzovat opět s využitím distančních průzkumných metod.

* * *

Metoda využívající prostředků DPZ pro identifikaci drenážních systémů a jejich jednoznačnou lokalizaci v terénu poskytuje potřebné podklady pro integrovaný

přístup k analýze a determinaci často neuspokojivého stávajícího stavu kulturní krajiny, vzniklého v důsledku nevhodných melioračních zásahů a opatření ke zvýšení produkčního potenciálu krajiny. Pro dané vyhodnocovací a inventarizační účely mají komplexnější vypovídací schopnost obrazové materiály z viditelné části spektra (zejména barevné měřické snímky), které jsou lépe využitelné a dostupné i pro běžné používání v zemědělské praxi. Kromě vlastní identifikace poskytuje tento typ materiálu i možnost interpretace dalších doprovodných jevů souvisejících s odvodněním – zamokřená místa, diferencovaný vegetační kryt v různých částech odvodněného území apod.

Praktická využitelnost těchto dat byla ověřena na uvedeném příkladu konkrétního území. Materiály DPZ a technologie GIS umožňují komplexnější analýzu území z hlediska vývoje krajiny i dopadu realizovaných hydromelioračních staveb na jednotlivé složky životního prostředí (půda, voda), ráz i další využívání krajiny.

Příspěvek vznikl za podpory projektu NAZV QJ1220052 Využití dálkového průzkumu Země pro identifikaci a vymezení funkcí drenážních systémů a výzkumného záměru MZE0002704902 Integrované systémy ochrany a využití půdy, vody a krajiny v zemědělství a rozvoji venkova.

Literatura

- Kulhavý, Z., Fučík, P., Tlapáková, L.: Pracovní postupy eliminace negativních funkcí odvodňovacích zařízení v krajině. Metodická příručka pro žadatele OPŽP. Praha: MŽP, SFŽP, 2013, 79 s. + přílohy.
- Lipský, Z.: Využití leteckých snímků pro sledování zamokření zemědělských půd. In: Sborník referátů z konference Využití DPZ ve vodním hospodářství. Praha: DT ČSVTS, 1990, s. 81 – 90.
- Svobodová, D.: Podklady a technické řešení drenáže. Výzkumná zpráva VE04 projektu P 06-329-813-02 Technika, technologie a rekonstrukce odvodnění. Praha: VÚZZP, 1990, 54 s.
- Vinogradov, B. V.: Indikacionnyje funkcie pri dešifirovanii uvlažnenija po aerokosmičeskim izobraženijam. In: Aerokosmičeskije metody pri issledovanii vodnych resursov i ich zagraznenija. Leningrad: Trudy GGI, vyp. 285, 1981, s. 13 – 24.

RNDr. Lenka Tlapáková Ph.D.,

tlapakova.lenka@vumop.cz

Mgr. Igor Pelíšek, Ph.D., *pelisek.igor@vumop.cz*

Doc. Ing. Zbyněk Kulhavý, CSc.,

kulhavy.zbynek@vumop.cz

Oddělení hydrologie a ochrany vod Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy, v. v. i., B. Němcové 231, 530 02 Pardubice

RNDr. Jiří Žaloudík, CSc., *jiza@hbu.cas.cz*

Hydrobiologický ústav, Biologické centrum Akademie věd ČR, v. v. i., Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice