

Mapy výskytu vybraných invazních druhů v modelových územích



2017

T A
Č R

 **BOTANICKÝ
ÚSTAV AV ČR**
v.v.i.

 **VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ
V BRNĚ**

 **gisat**

Název souboru map se specializovaným obsahem -

Mapy výskytu vybraných invazních druhů v modelových územích

Řešitelský tým projektu TAČR TA0402045

Jana Müllerová^a, Tomáš Bartaloš^b Josef Brůna^a, Petr Dvořák^c, Michaela Vítková^d

^aOddělení GIS a dálkového průzkumu země, Botanický ústav AV ČR, v. v. i., Zámek 1, Průhonice

^bGISAT s. r. o., M. Horákové 1523/57, Praha 7

^cLetecký ústav, Fakulta strojního inženýrství, VUT v Brně, Technická 2, Brno

^dOddělení ekologie invazí, Botanický ústav AV ČR, v. v. i., Zámek 1, Průhonice

Kontaktní informace: Müllerová J., Oddělení GIS a dálkového průzkumu země, Botanický ústav AV ČR, v. v. i., Zámek 1, 25243 Průhonice, e-mail: jana.mullerova@ibot.cas.cz, tel.: +420 271015207; www.invaznirostliny.cz

Tyto specializované mapy vznikly za finanční podpory TA ČR (www.tacr.cz; projekt TA04020455) a stejně jako další výsledky z projektu jsou dostupné na webových stránkách www.invaznirostliny.cz a na stránkách Botanického ústavu

<http://labgis.ibot.cas.cz/>

Citace: Müllerová, J., Bartaloš, T., Brůna, J., Dvořák, P., & Vítková, M. (2017). Mapy výskytu vybraných invazních druhů v modelových územích. Botanický ústav AV ČR, Průhonice.

T A
Č R



Obsah:

1. Úvod
2. Sledované invazní druhy
3. Stručný popis metodiky sběru dat
4. Přínosy a využití předkládaných specializovaných map
5. Mapové listy
 - Mapa 1 – Přehled zájmových území
 - Mapa 2 – Mapa výskytu invazních křídlatek na lokalitě Černotín (Přerovsko)
 - Mapa 3 – Mapa výskytu invazního bolševníku velkolepého na lokalitě Krajková - Anenská Ves (Karlovarsko)
 - Mapa 4 – Mapa výskytu invazního bolševníku velkolepého na lokalitě Domoušice (Lounsko)
 - Mapa 5 – Mapa výskytu invazního trnovníku akátu na lokalitě Podvlčí (Mělnicko)
 - Mapa 6 – Mapa výskytu invazního trnovníku akátu na lokalitě Kozlovice (Litoměřicko)
 - Mapa 7 – Mapa výskytu invazního pajasanu žláznatého na lokalitě Němčičky - Kraví Hora (Břeclavsko)
6. Seznam souvisejících publikací a použité literatury

1. Úvod

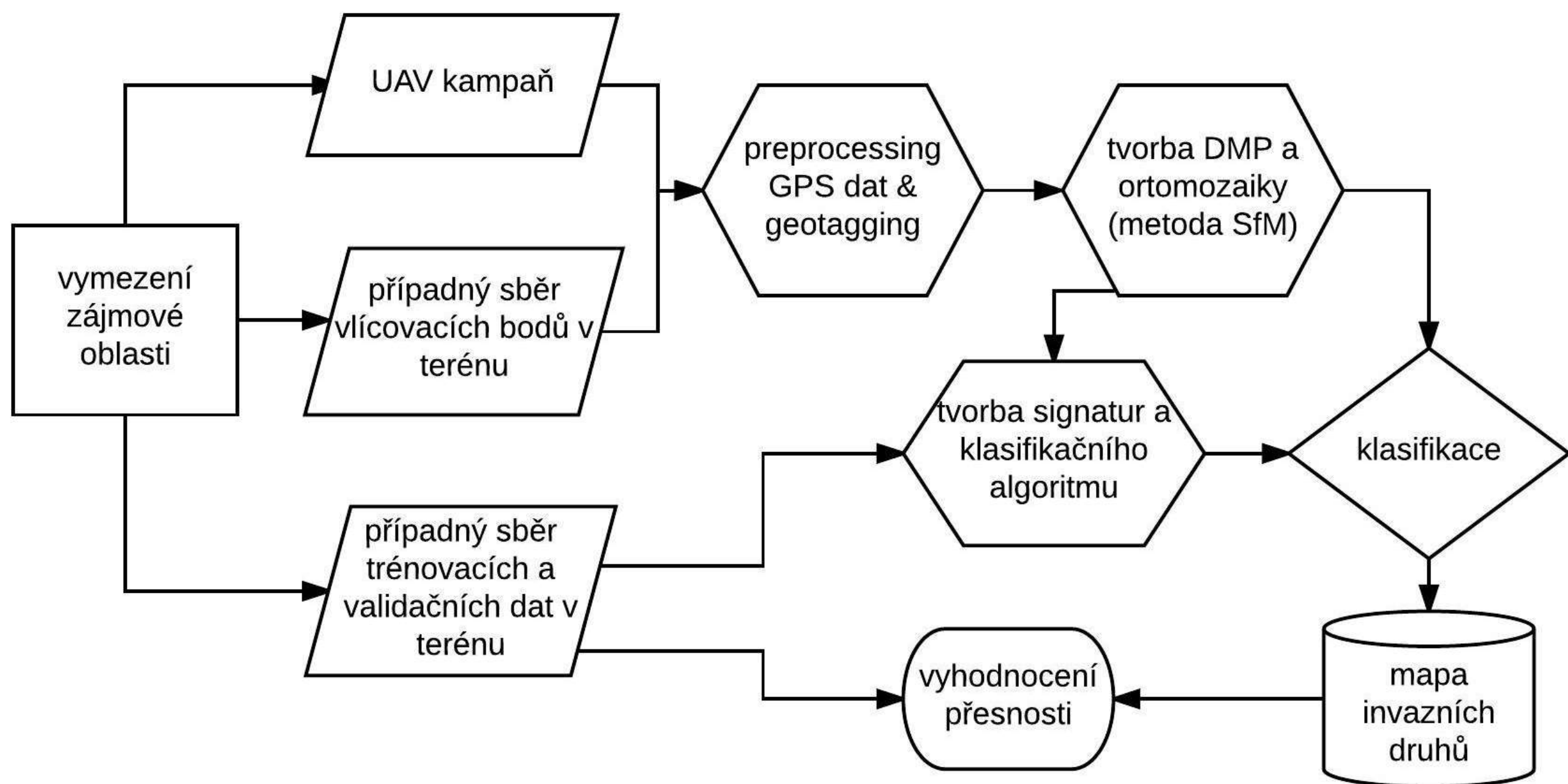
Předkládaný soubor specializovaných map s odborným obsahem je jedním z výstupů projektu „Detekce a monitoring invazních druhů s využitím bezpilotních leteckých prostředků“ (TAČR TA0402045), řešeného v letech 2014-2017 Botanickým ústavem AV ČR, v.v.i., VUT v Brně a firmou GISAT, jehož cílem bylo popsat nízkonákladové a flexibilní řešení semi-automatické detekce vybraných problematických invazních druhů za využití nově navrženého bezpilotního prostředku a dalších dat dálkového průzkumu. Jedním z dalších výstupů projektu jsou návrhy postupů mapování těchto invazních druhů pomocí metod dálkového průzkumu jako rychlou a účinnou detekci jejich rozšíření, a to ve formě metodiky certifikované MŽP (Müllerová et al. 2017a). Jejím cílem bylo popsat nejvhodnější postup, který bude efektivním nástrojem pro ochranu přírody a přispěje k vyšší účinnosti opatření přijatých proti šíření těchto problémových druhů. Specializované mapy výskytu čtyř sledovaných invazních druhů zobrazují výskyty, zaznamenané v rámci projektu, a to jak dat terénních, tak i distančních odvozených z dat dálkového průzkumu (satelitních a bezpilotních), a také jejich překryv se záznamy Nálezové databáze ochrany přírody AOPK ČR.

2. Sledované invazní druhy

Soubor map představuje výskyt čtyř problematických invazních taxonů. Jedná se o tyto druhy: bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*), křídlatky (k. japonská, *Fallopia japonica*; k. sachalinská, *F. sachalinensis*; a k. česká, *F. x bohemica*), pajasan žláznatý (*Ailanthus altissima*) a trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*). Všechny zmíněné druhy se řadí mezi sto nejhorších invazních druhů dle evropské databáze invazních druhů DAISIE (<http://www.europe-aliens.org>) patří v Evropě mezi 100 nejinvazivnějších druhů a v ČR jsou zařazeny do Černého seznamu nepůvodních druhů (Pergl et al. 2016b). Vybrané druhy také představují významná rizika pro naši společnost, jelikož ohrožují jak zdraví (způsobují popáleniny - bolševník, pajasan), tak i krajinu, ekosystémy a biodiverzitu (všechny zmíněné druhy).

3. Metodika sběru dat

Použitý postup vychází z dnes již standardních postupů aplikovaných pro satelitní a letecké snímkování s nezbytnou adaptací pro bezpilotní platformu. Je zachycen schématu níže (Obr. 1). Pro klasifikaci invazních druhů byl využit jak pixelově, tak i objektově orientovaný přístup, a to za použití různých klasifikačních algoritmů řízené klasifikace s pomocí trénovacích ploch, jako je Maximum Likelihood i moderní algoritmy patřící do skupiny Machine Learning (Support Vector Machines a Random Forests). Typ algoritmu závisel na charakteristikách druhu i rozlišení zdrojových distančních dat, a jak zásadní se ukázalo správné načasování sběru distančních dat do doby, kdy je druh nejlépe rozpoznatelný. Popis postupu sběru dat bezpilotním prostředkem, přípravy ortomozaiky i samotné detekce jednotlivých invazních druhů je podrobně popsán ve zmíněné metodice (Müllerová et al. 2017a). Terénní data byla sbírána za pomoci aplikace Collector for ArcGIS.



Obr. 1. Schéma postupu detekce invazních druhů z bezpilotních snímků (DMP = digitální model povrchu, geotaging = přidání souřadnic k danému snímku, SfM = Structure from Motion algoritmus na tvorbu ortomozaik, vlíčovací body = body se zaměřenou polohou sloužící k tvorbě ortomozaiky). Převzato z metodiky (Müllerová et al. 2017a).

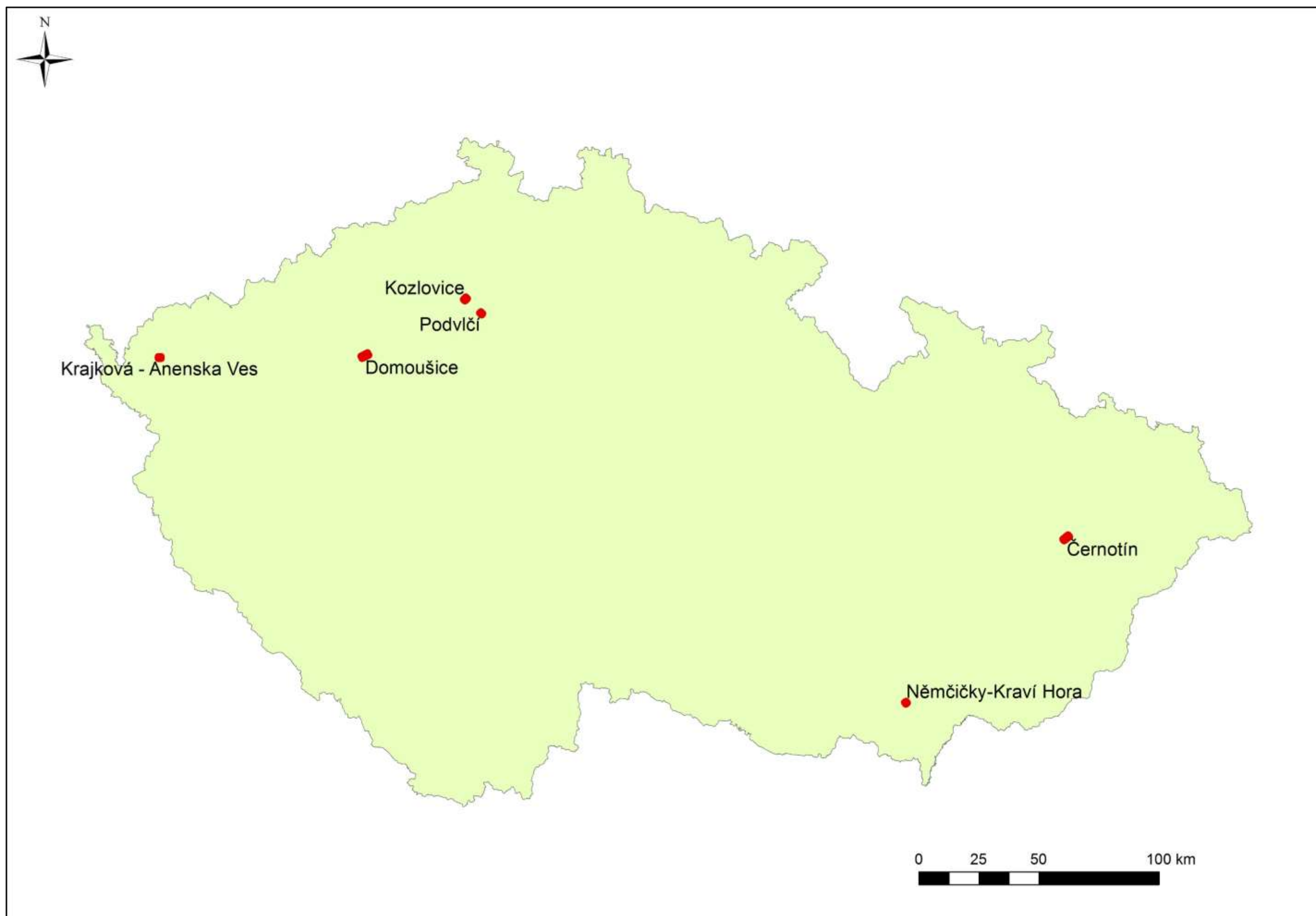
4. Přínosy a využití předkládaných specializovaných map

Mapy budou sloužit jako podklad pro státní správu pro podporu odborného rozhodování v oblasti ochrany přírody a správy krajiny, především při plánování likvidačních opatření a monitorovacích aktivit proti rostlinným invazím. Přispěje tak ke zvýšení účinnosti opatření proti invazním druhům rostlin poskytnutím účinných a efektivních nástrojů, čímž usnadní naplňování závazků ČR v rámci EU vyplývajících z Nařízení COM 1143/2014 a návazného prováděcího nařízení 2017/1263.

5. Mapové listy

Obsahem tohoto souboru map je sedm modelových území z různých částí České Republiky. Mapa 1 zachycuje přehled zájmových území, na nichž byl proveden jak pozemní, tak i distanční průzkum. Mapa 2 se zabývá mapováním výskytu invazních křídlatek, a představuje jak terénní měření, tak i detekci druhu pomocí bezpilotních dat. Mapy 3 a 4 zobrazují výskyt bolševníku velkolepého na Karlovarsku a Lounsku v kombinaci různých zdrojů dat a roků snímání. Mapy 5 a 6 zobrazují výskytu invazního trnovníku akátu v severních Čechách, a mapa 7 zachycuje výskyt invazního pajasanu žláznatého na jižní Moravě. Všechny mapy zachycují ortofota vytvořená týmem z bezpilotních snímků pořízených v rámci projektu a neúspěšnější klasifikaci invazních druhů na těchto snímcích. V případě bolševníku se jedná o objektově orientovanou klasifikaci ve formě kontrastové segmentace následované na míru sestaveným klasifikačním algoritmem na rozlišení výrazných bílých květenství na bezpilotních i leteckých snímcích (v tomto případě ortofoto ČÚZK). U ostatních druhů byla jako nejúčinnější vybrána pixelově-orientovaná klasifikace. V případě křídlatky jen to moderní algoritmus ze skupiny strojového učení Support Vector Machines, a to ve fenofázi žloutnutí v pozdním podzimu, kdy je křídlatka dobře rozpoznatelná od svého okolí, a lze jí s částečným úspěchem detekovat i pod stromy. U akátu byl na obou lokalitách také s úspěchem využit pixelově-orientovaný přístup s algoritmem Support Vector Machines. U pajasanu se jako nejúčinnější ukázala analýza jarních map z období května za využití pixelově-orientovaného přístupu pomocí algoritmu Maximum Likelihood. Pro analýzy a vizualizaci byl využíván software ArcGIS a eCognition (v případě objektově-orientované analýzy u bolševníku).

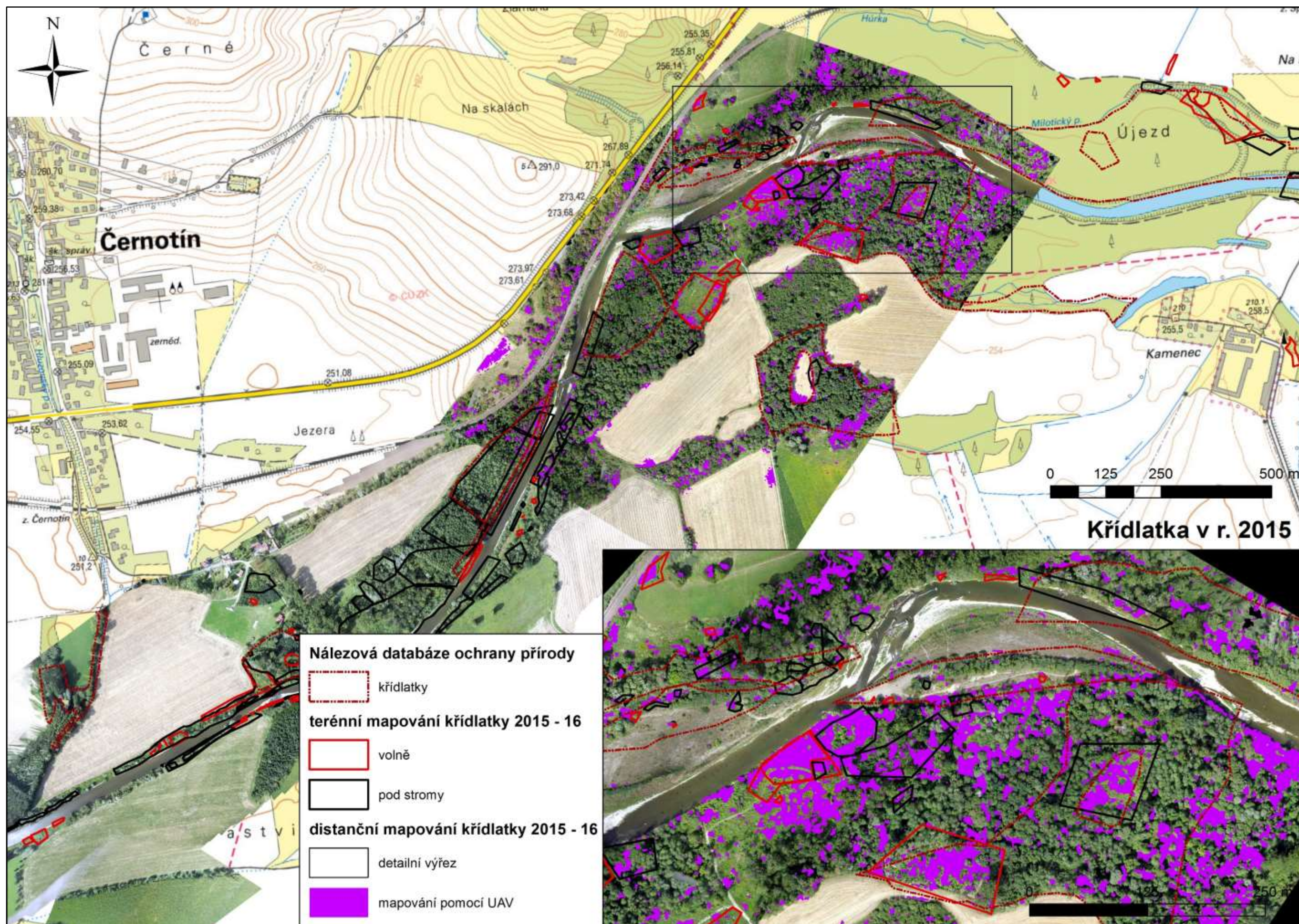
Mapa 1 – Přehled zájmových území



Popis lokalit:

1. Černotín (Přerovsko) – křídlatky (k. česká, japonská a sachalinská)
2. Krajková - Anenská Ves (Karlovarsko) – bolševník velkolepý
3. Domoušice (Lounsko) – bolševník velkolepý
4. Kozlovice (Litoměřicko) – trnovník akát
5. Podvlčí (Mělnicko) – trnovník akát
6. Němčičky – Kraví Hora (Břeclavsko) – pajasan žláznatý

Mapa 2 – Mapa výskytu invazních křídlatek na lokalitě Černotín



Distanční data dálkového průzkumu –

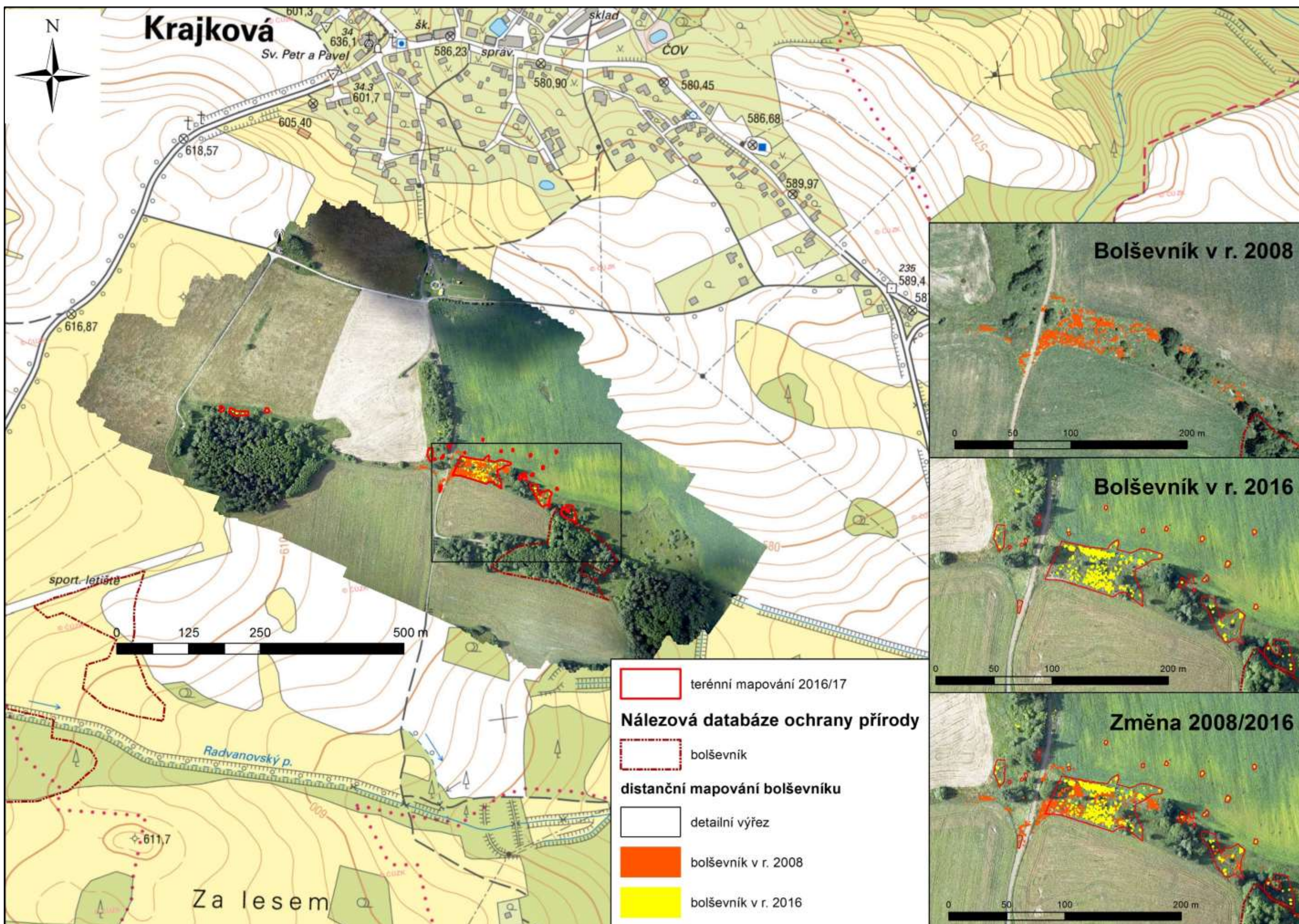
- r. 2015 – bezpilotní snímek (UAV) pořízený 27. 8. 2015
- r. 2016 – klasifikace z bezpilotního snímku pořízeného 8. 11. 2016

Metoda zpracování – pixelově orientovaný přístup – Support Vector Machines, bližší popis viz Müllerová et al. (2017a, b), použitý software – ArcGIS

Podkladová mapa – ČÚZK

Nálezová databáze ochrany přírody – AOPK ČR

Mapa 3 – Mapa výskytu invazního bolševníku velkolepého na lokalitě Krajková - Anenská Ves



Distanční data dálkového průzkumu –

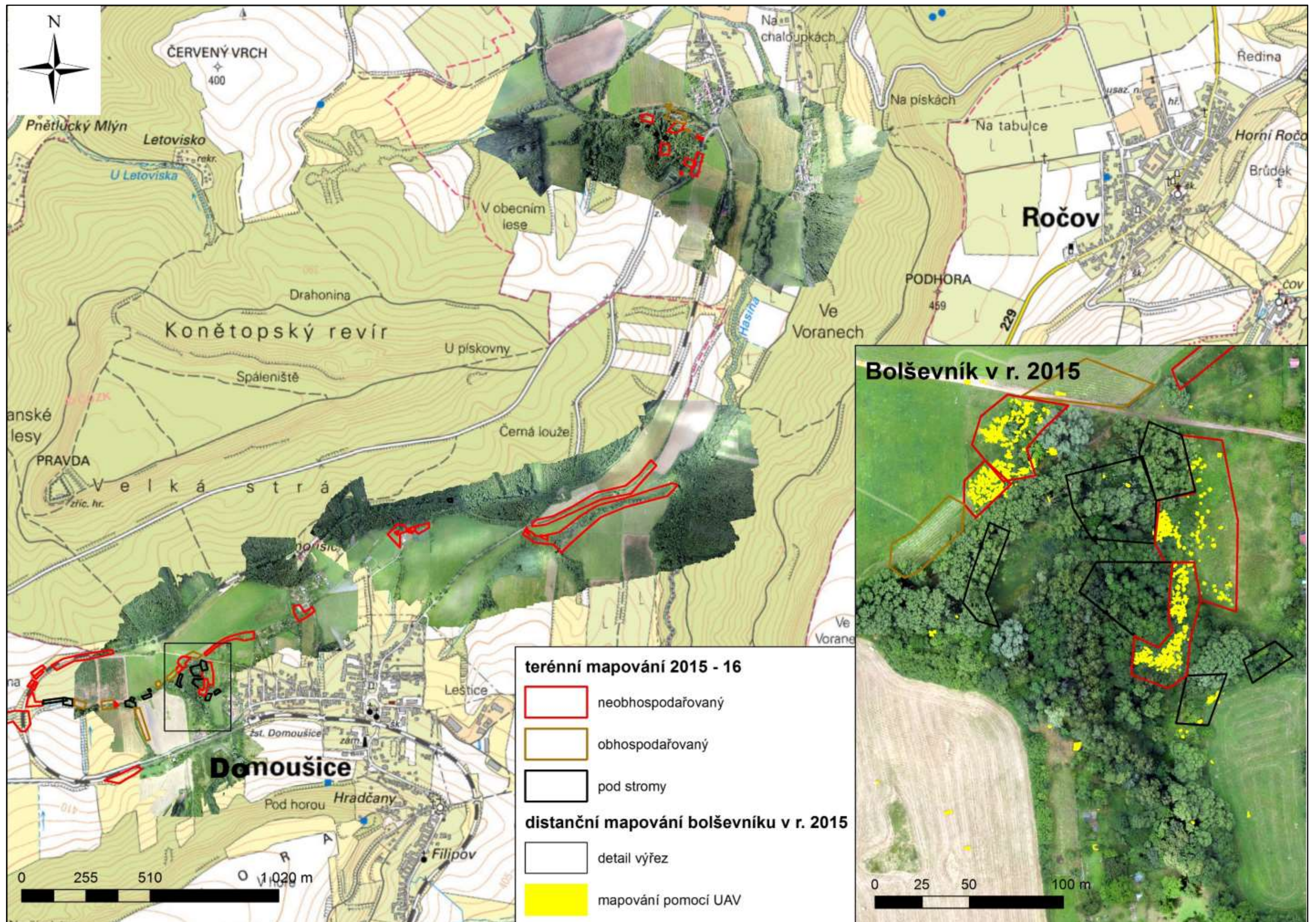
- r. 2008 – ortofoto ČÚZK z 8. 7. 2008
- r. 2016 – bezpilotní snímek (UAV) pořízený 9. 7. 2016

Metoda zpracování – v obou případech objektově orientovaný přístup – segmentace contrast split s následnou iterativní klasifikací založenou na pravidlech (rule-based), bližší popis viz Müllerová et al. (2017a, b), použitý software – eCognition, ArcGIS

Podkladová mapa – ČÚZK

Nálezová databáze ochrany přírody – AOPK ČR

Mapa 4 – Mapa výskytu invazního bolševníku velkolepého na lokalitě Domoušice



Distanční data dálkového průzkumu –

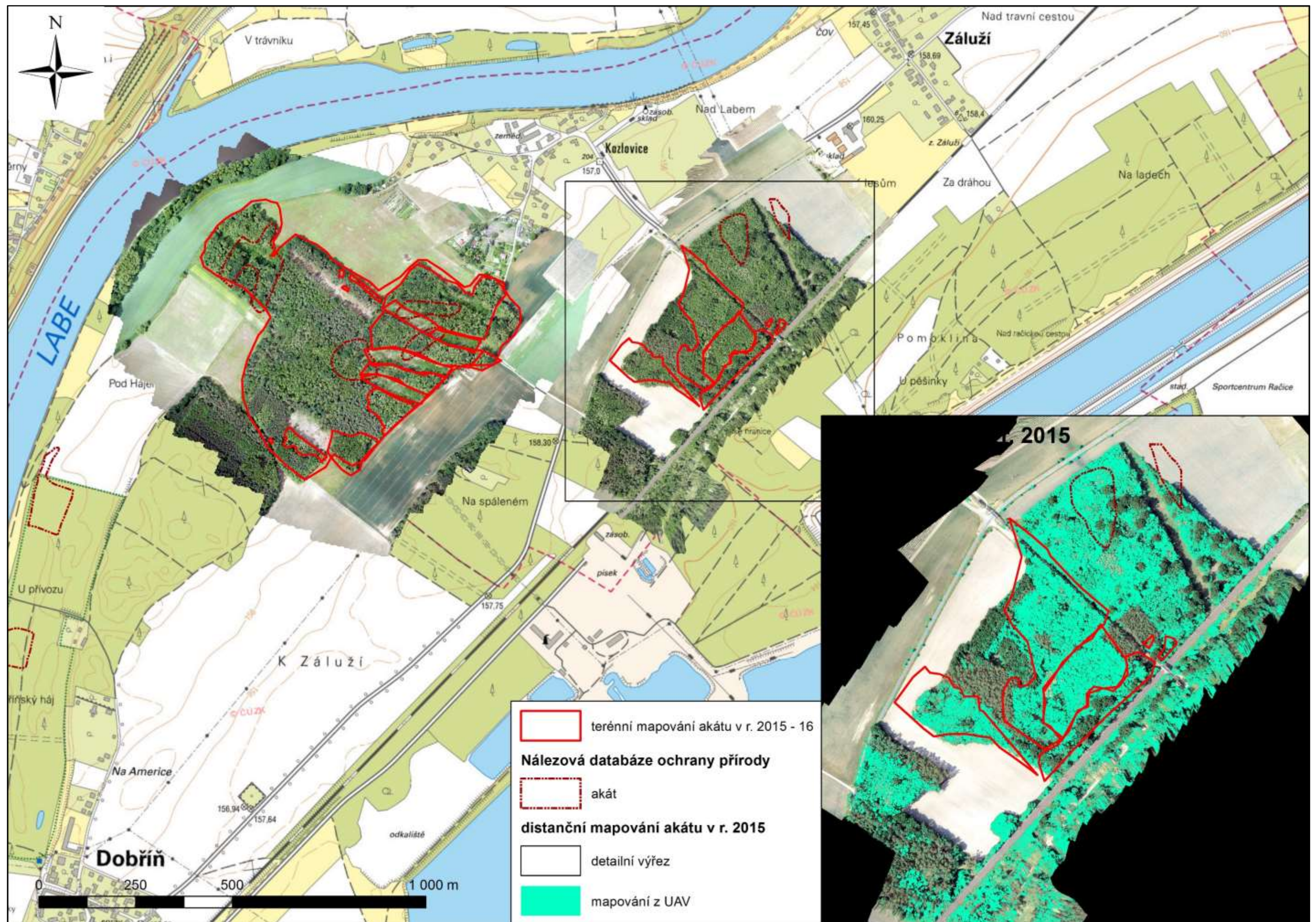
- r. 2015 – bezpilotní snímek (UAV) pořízený 15. 7. 2015

Metoda zpracování – objektově orientovaný přístup – segmentace contrast split s následnou iterativní klasifikací založenou na pravidlech (rule-based), bližší popis viz Müllerová et al. (2017a, b), použitý software – eCognition, ArcGIS

Podkladová mapa – ČÚZK

Tato lokalita není zahrnuta v Nálezové databázi ochrany přírody – AOPK ČR

Mapa 5 – Mapa výskytu invazního trnovníku akátu na lokalitě Kozlovice



Distanční data dálkového průzkumu –

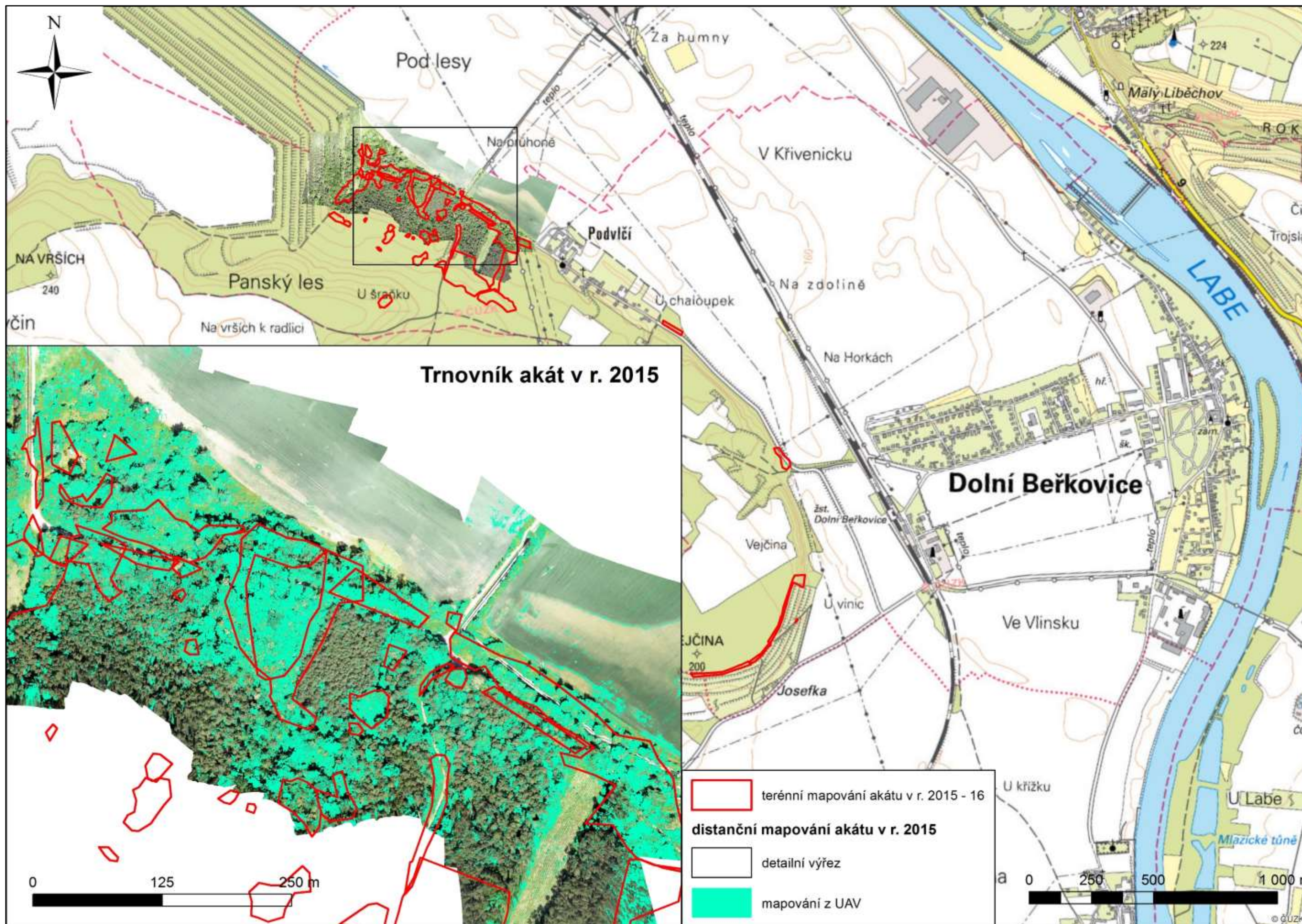
- r. 2015 – bezpilotní snímek (UAV) pořízený 6. 6. 2015

Metoda zpracování – pixelově orientovaný přístup - klasifikace pomocí algoritmu Support Vector Machines, bližší popis viz Müllerová et al. (2017a, c), použitý software – ArcGIS

Podkladová mapa – ČÚZK

Nálezová databáze ochrany přírody – AOPK ČR

Mapa 6 – Mapa výskytu invazního trnovníku akátu na lokalitě Podvlčí



Distanční data dálkového průzkumu –

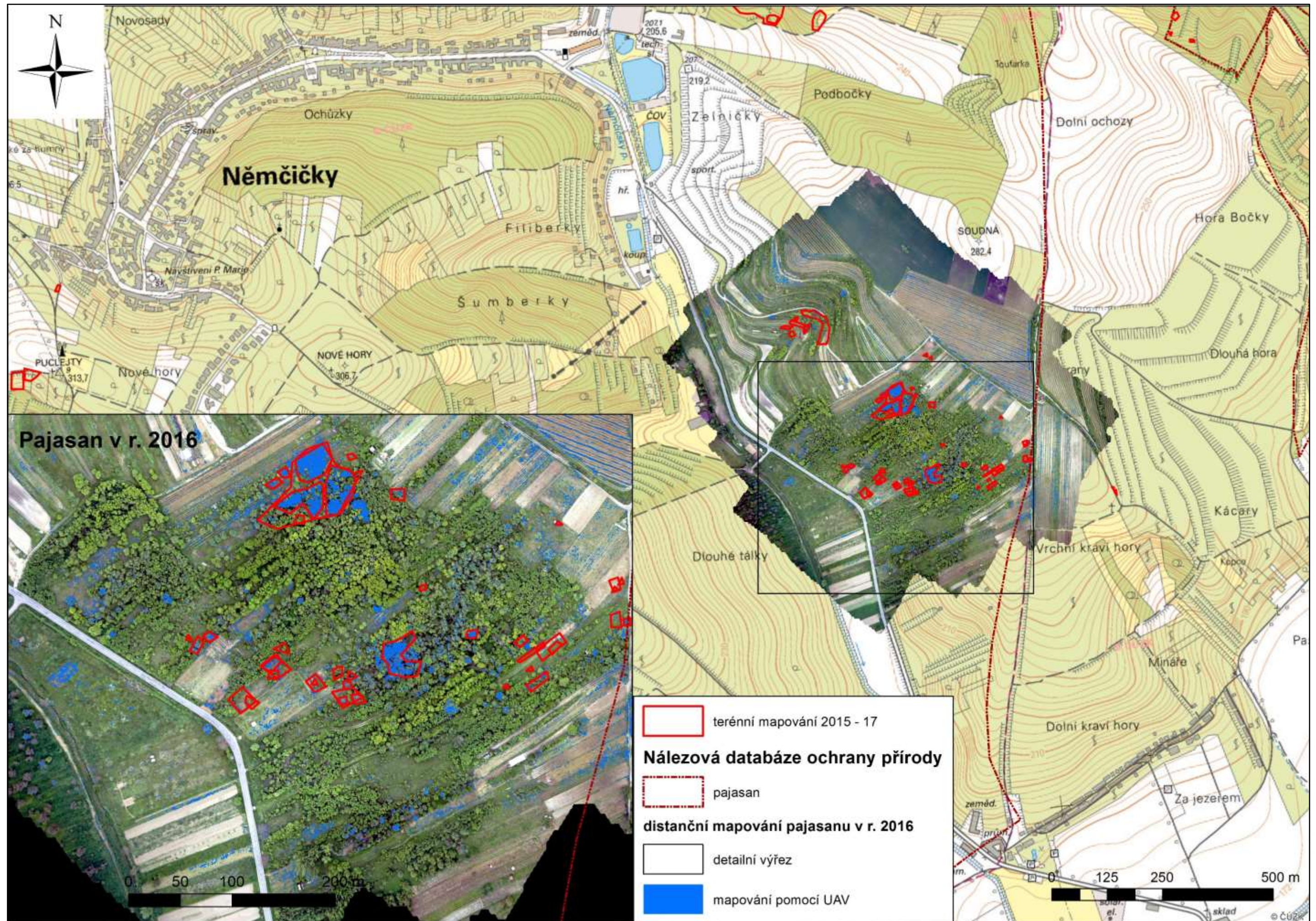
- r. 2015 – bezpilotní snímek (UAV) pořízený 6. 6. 2015

Metoda zpracování – pixelově orientovaný přístup - klasifikace pomocí algoritmu Support Vector Machines, bližší popis viz Müllerová et al. (2017a, c), použitý software – ArcGIS

Podkladová mapa – ČÚZK

Tato lokalita není zahrnuta v Nálezové databázi ochrany přírody – AOPK ČR

Mapa 7 – Mapa výskytu invazního pajasanu žláznatého na lokalitě Němčičky - Kraví Hora



Distanční data dálkového průzkumu –

- r. 2016 – bezpilotní snímek (UAV) pořízený 19. 5. 2016

Metoda zpracování – pixelově orientovaný přístup – klasifikace pomocí algoritmu Maximum Likelihood, bližší popis viz Müllerová et al. (2017a), použitý software – ArcGIS

Podkladová mapa – ČÚZK

Nálezová databáze ochrany přírody – AOPK ČR

6. Seznam souvisejících publikací a použité literatury

- Dvořák, P., Müllerová, J., Bartaloš, T., Brůna, J. (2015). Unmanned aerial vehicles for alien plant species detection and monitoring. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci. (XL-1/W4)*: 83-90.
- Dvořák, P.; Pejchar, J.; Zikmund, P. (2013). Overview of Unmanned Aerial Systems Developed at the Institute of Aerospace Engineering. In *New Trends in Civil Aviation 2013 conference proceedings*. Brno: CERM, 2013. s. 16-21. ISBN: 978-80-7204-843- 4.
- Müllerová, J., Pyšek, P., Jarošík, V., Pergl, J. (2005). Aerial photographs as a tool for assessing the regional dynamics of the invasive plant species *Heracleum mantegazzianum*. *Journal of Applied Ecology* 42 (6): 1-12.
- Müllerová, J., Pergl, J., Pyšek, P. (2013): Remote sensing as a tool for monitoring plant invasions: testing the effects of data resolution and image classification approach on the detection of a model plant species *Heracleum mantegazzianum* (giant hogweed). *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 25: 55–65.
- Müllerová, J., Brůna, J., Dvořák, P., Bartaloš, T., Vítková, M. (2016). Does the data resolution/origin matter? Satellite, airborne and UAV imagery to tackle plant invasions. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLI-B7, 903-908.
- Müllerová, J., Bartaloš, T., Brůna, J., Dvořák, P., & Vítková, M. (2017a). Metodika mapování invazních druhů pomocí dálkového průzkumu. *Botanický ústav AV ČR, Průhonice*.
- Müllerová, J., Brůna, J., Bartaloš, T., Dvořák, P., Vítková, M., Pyšek, P. (2017b): Timing is important: unmanned aircraft versus satellite imagery in plant invasion monitoring. *Frontiers in Plant Science* 8 (887).
- Müllerová, J., Bartaloš, T., Brůna, J., Dvořák, P., Vítková, M. (2017c): Unmanned aircraft in nature conservation – an example from plant invasions. *International Journal of Remote Sensing* 38 (8-10): 2177-2198.
- Nielsen, C., Ravn, H. P., Cock, M., Nentwig, W. (eds.) (2005): *Bolševník velkolepý: Praktická příručka o biologii a kontrole invazního druhu*. Forest & Landscape Denmark, Hoersholm, 44 pp.
- Pergl, J., Perglová, I., Vítková, M., Pocová, L., Janata, T., Šíma, J. (2016a) Likvidace vybraných invazních druhů rostlin; Standardy péče o přírodu a krajinu. *Management of Selected Alien Plant Species*. AOPK ČR & Botanický ústav AV ČR: Praha, Průhonice: 1–22.
- Pergl, J., Sádlo, J., Petrusek, A., Laštůvka, Z., Musil, J., Perglová, I., Šanda, R., Šefrová, H., Šíma, J., Vohralík, V., Pyšek, P. (2016b): Black, Grey and Watch Lists of alien species in the Czech Republic based on environmental impacts and management strategy. *NeoBiota* 28: 1-37.
- Sádlo, J., Vítková, M., Pergl, J., Pyšek, P. (2017a): Towards site-specific management of invasive alien trees based on the assessment of their impacts: the case of *Robinia pseudoacacia*. *NeoBiota* 35: 1-34.
- Sádlo, J., Vítková, M., Pergl, J., Pyšek, P. (2017b): Ekologická rizika zalesňování zemědělských půd nepůvodními dřevinami - invazní akát jako modelový druh. In: Prknová H. (ed): *Zalesňování zemědělských půd - produkční a environmentální přínosy II*. ČZU, Praha: 20-23.
- Vítková, M. (2011): Péče o akátové porosty. *Ochrana přírody* 6: 7–12.
- Vítková, M., Pergl, J., Sádlo, J. (2016): Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.): from global ecology to local management – a case study from the Czech Republic. In: Krumm, F., Vítková, L., eds. *Introduced Tree Species in European Forests: Challenges and Opportunities*; EFI, Freiburg. pp. 290–302.
- Vítková, M., Müllerová, J., Sádlo, J., Pergl, J., Pyšek, P. (2017): Black locust (*Robinia pseudoacacia*) beloved and despised: A story of an invasive tree in Central Europe. *Forest Ecology and Management* 384: 287-302.