

DESETILETÝ MONITORING INVAZNÍCH KŘÍDLATEK V POVODÍ ŘEKY MORÁVKYPavel ŠVEC¹, Petr HALAS², Václav FRÖHLICH³ a Jan LACINA²

¹ Institut geoinformatiky, Hornicko-geologická fakulta, VŠB-TU Ostrava, 17. listopadu 15, 708 33 Ostrava – Poruba, Česká republika, e-mail: pavel.svec1@vsb.cz

² Ústav geoniky, pobočka Brno, Veslařská 195, 63700 Brno, Česká republika
e-mail: petrhalas.cz@gmail.com, lacina@geonika.cz

³ ENVIPARTNER, s.r.o., Vídeňská 546/55, 639 00 Brno-střed-Štýřice, e-mail: vaclavfrohlich@atlas.cz

Abstrakt

Povodí řeky Morávky patřilo donedávna k nejvíce zasaženým územím invazními křídlatkami v České republice. S ohledem na plánovanou chemickou likvidaci porostů křídlatek v letech 2007–2010 jsme v zájmové území provedli celkem čtyři plošná mapování jejich rozsahu. Využili jsme k tomu GNSS mapování s cílem lokalizovat porosty křídlatek a zjistit změny jejich rozšíření v jednotlivých letech. Mapování proběhla v roce 2007 před započítáním likvidace, v roce 2009 v jejím průběhu, v letech 2013 a 2015 po skončení likvidace. Zjistili jsme, jaké byly prostorové vztahy rozšíření křídlatek před jejich likvidací a po ní. Dále, že chemická likvidace přispěla zásadním způsobem k ústupu jejich porostů. Nicméně i to, že s odstupem pěti let od ukončení likvidačních prací dochází k regeneraci porostů křídlatek.

Abstract

The Morávka river catchment has been until recently the most stricken area of invasive knotweed in the Czech Republic. With regard to the planned chemical control of knotweed in 2007-2010, we made the areal mapping in the area of interest. We used the GNSS mapping to locate the knotweed and detect changes in their distribution in each year of mapping. The mapping took place in 2007, 2009, 2013 and 2015. We found out the spatial relationships of the knotweed before the chemical control and after that. Furthermore, the chemical control has significantly influenced the decline of the knotweed. Nevertheless, after five years of the end of chemical control has the knotweed started to regenerate.

Klíčová slova: Křídlatka; neofyt; Roundup; GNSS;

Keywords: *Reynoutria*; *Falopia*; knotweed; neophyte; Roundup; GNSS

1. ÚVOD

Šíření nepůvodních druhů rostlin má negativní vliv na zachování původních společenstev a je jednou z nejvýznamnějších příčin ohrožování biodiverzity ekosystémů (Williamson, 1996). Náchylnost společenstva (biotopu) k invazi je v jednotlivých biotopech poměrně proměnlivá (Chytrý et al., 2005). Biotopy spjaté se stojatou i tekoucí vodou patří k místům s nejvyšším zastoupením nepůvodních druhů na území České republiky (Pyšek et al., 1998). Z hlediska poznatků invazní ekologie vykazují říční nivy většinu vlastností, které podporují invazi nepůvodních druhů: silný přísun diaspor, časté disturbance, výrazný vliv lidské činnosti (Richardson et al., 2007). K nejproblematictějším invazivním neofytům v České republice patří křídlatky (*Reynoutria*). Jejich první úniky do volné přírody byly na území dnešní České republiky zaznamenány na konci 19. století (Mandák et al., 2004). V povodí Morávky, kde probíhal náš výzkum, byla křídlatka poprvé zaznamenána ve 40. letech 20. století (Talpa, 1948). V České republice se vyskytují *Reynoutria japonica* původem z Japonska, *Reynoutria sachalinensis* z východní Asie a jejich hybridogenní kříženec *Reynoutria × bohemica*. Všechny druhy jsou zastoupeny i v povodí Morávky. Křídlatky se vyskytují především v okolí řek a na antropických stanovištích (Forman et Kesseli 2003, Beerling et al. 2004, Mandák et al., 2004). Jedná se o vytrvalé, až 3 m vysoké byliny keřovitého vzrůstu, které vytvářejí často zapojené neprostupné porosty. V rámci primárního areálu rostou křídlatky přirozeně i sekundárně v prostředích bohatých na živiny – v okolí řek, na mladých lávových proudech v alpských polohách a v ruderalní vegetaci (Beerling et al. 2004). Křídlatky ovlivňují negativně druhovou diverzitu rostlinných společenstev (Bímová et al., 2004, Gerber et al.,

2008, Maurel et al., 2010), ale zároveň i diverzitu živočichů (Gerber et al., 2008). Jejich husté a zapojené porosty brání průniku světla na listy autochtonních bylin (Beerling et al. 2004, Siemens & Blossey 2007), které jsou většinou menšího vzrůstu.

Vzhledem k negativním dopadům působení křídlatek na autochtonní společenstva, je žádoucí provádět jejich likvidaci zejména v ekologicky cenných lokalitách, protože jejich úplná plošná likvidace je prakticky nemožná (Delbart et al., 2012, Cottet et al., 2015). Likvidace křídlatek je možné provádět mechanicky, chemicky či kombinací obou metod. Jako nejúčinnější je uváděna chemická likvidace s využitím účinné látky glyfosátu. Přesto je křídlatka vůči likvidaci v řadě případů rezistentní (Delbart et al., 2012). V praxi se můžeme setkat s různými projekty chemické likvidace křídlatky. Jedním z nich byl evropský projekt Záchrana lužních stanovišť v povodí Morávky, který probíhal v letech 2007–2010 (LIFE-Moravka, 2007). Hlavním cílem tohoto projektu bylo potlačení populace křídlatek. Jednalo se ve své době o největší souvislou koordinovanou likvidaci tohoto druhu v České republice. Likvidace křídlatek byla prováděna kombinací mechanicky (kosením) a chemicky (aplikací herbicidu Roundup Biaktiv).

Mapováním křídlatek se ve zkoumaném území zabývali Válek (2001), Švec (2008) a Blahuta (2014). Pro mapování křídlatek se obvykle používá tradičních metod formou ručních zákresů do mapy nebo pomocí čtvercové sítě sledovaného druhu. V současnosti je běžné využití GNSS technologií (Moore, 2006). Přesto převažuje bodové mapování křídlatek pomocí souřadnic vyjádřených x, y, (z). Plošné mapování křídlatek pomocí GNSS není dosud v publikovaných studiích příliš rozšířeno a bylo použito ve studiích Moora et al. (2006) a Molitorise (2013). Křídlatky je možné mapovat a analyzovat i pomocí distančních metod s využitím leteckých a družicových snímků (Michez et al., 2016, Jones, 2011, Dorigo, 2012). Jednou z metod vyhodnocení mapových výstupů je analýza pomocí obalových zón (Shen et al., 2015, Lacina et al., 2012). Čarvaš (2011) pomocí obalových zón v území Litovelského Pomoraví vypočetl nejzazší vzdálenosti, do kterých se vyskytovaly porosty křídlatky a popsal objekty a jevy, které ovlivňovaly výskyt porostů křídlatek.

2. MATERIÁL A METODY

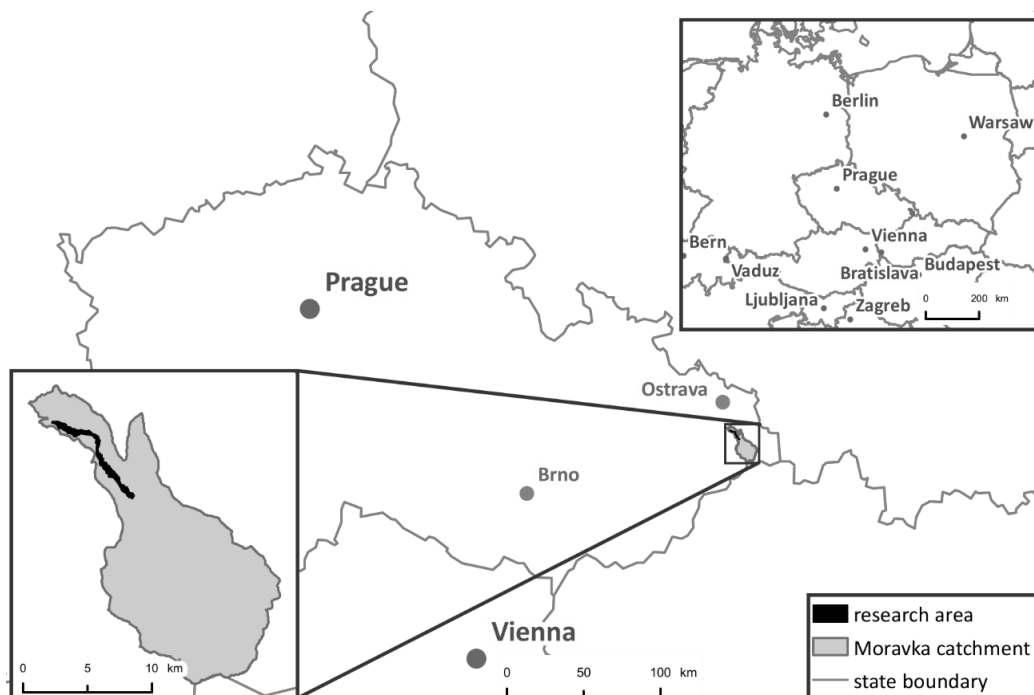
2.1 Studované území

Studované území se nachází v dolní části povodí řeky Morávky v Podbeskydské pahorkatině (Obr. 1). Zájmové území (334 ha) leží na říčním kilometru 1,1–11,5 v nadmořských výškách 298–380 m n. m. (mezi obcemi Frýdek-Místek a tzv. Žermanickým přivaděčem). Morávka je vodním tokem třetího řádu, spadajícím do povodí Odry a úmoří Baltského moře. Celková délka toku je 29,4 km.

Řeka Morávka odvodňuje severozápadní část Moravskoslezských Beskyd náležejících k flyšovému pásmu Vnějších Západních Karpat (Chlupáč, 2002). Podloží je budováno rytmicky se střídajícími polohami jílovců a pískovců. Řeka Morávka vytváří ve své nivě rozsáhlé akumulace štěrkových náplavů, v nichž, zejména při větších povodních, mění průběh svého koryta. Řečiště dosahuje šířky až 150 m. Povodí pokrývají převážně smrkové monokultury, méně jsou zastoupeny acidofilní bučiny (*Luzulo-Fagetum*) a okrajově, v nižších částech povodí lipové dubohabřiny (*Tilio cordatae-Carpinetum betulí*) a karpatské ostřicové dubohabřiny (*Carici pilosae-Carpinetum*) (Chytrý, Kučera, Kočí, 2001). Vegetační pokryv nivy tvoří zejména lužní lesy. Ve vzdálenějších částech nivy jsou sídla a orná půda. Druhové složení lužních lesů přibližně odpovídá přirozené potenciální vegetaci střemchových jasenin (*Pruno-Fraxinetum*), které místy na svazích údolí přecházejí do karpatských ostřicových dubohabřin (*Carici pilosae-Carpinetum*), lipových dubohabřin (*Tilio cordatae-Carpinetum betulí*) nebo podmáčených dubových bučin (*Carici brizoidis-Quercetum*) (Neuhäuslová et al. 1998).

Zemědělsky využívané plochy prošly v průběhu 20. století podstatnými změnami ve využití. Zatímco v první polovině 19. století bylo území tvořeno z více než poloviny zemědělskými areály (travní porosty, orná půda) došlo v průběhu 20. století k významnému nárůstu lesních ploch (Trnčák, 2012). Niva Morávky představuje největší území v České republice, kde dochází k divočení říčního toku. Díky tomu byla vyhlášena chráněná území Národní přírodní památka Skalická Morávka a Přírodní památka Profil Morávky, která se později stala součástí evropsky významné lokality Niva Morávky. V letech 1961–1966 byla vybudována na 19. kilometru

řičního toku údolní nádrž Morávka, která kvůli zadržování transportovaných sedimentů zvyšuje intenzitu fluviálně-geomorfologických procesů ve střední a dolní části toku.



Obr. 1. Zájmové území v povodí Morávky

2.2 Data

Data o výskytu křídlatek byla získána pomocí terénního GNSS mapování. Mapování proběhla ve vegetačním období v roce 2007 před započatím likvidace, v roce 2009 v průběhu likvidace a v roce 2013 a 2015 po skončení likvidace. V roce 2007 a 2009 bylo použito zařízení PDA TOPCON FC-100 v kombinaci s externím GPS modulem Navilock BT-338. V roce 2013 a 2015 byl použit přístroj JUNO 3D od firmy Trimble s integrovanou GPS anténou. Jednalo se o autonomní metodu měření, která se u tohoto typu měření pohybuje v řádech metrů. Pro terénní mapování jsme použili software ArcPad od firmy ESRI. Tato aplikace umožnila provádět mapování geometrické a atributové složky dat. V software ArcPad jsme vytvořili projekt, ve kterém byly definovány atributy a mapovací formulář. V rámci mapování jsme zaznamenávali atributy uvedené v tabulce 1. Výměra křídlatek byla zaznamenána automaticky a vypočtena při zpracování dat.

Tab. 1. Mapované atributy

Pokryvnost (%)	Vlhkost stanoviště	Vitalita
do 0,10	suché	nízká
0,11–1,0	normální	průměrná
1,1–10,0	vlhké	vysoká
10,1–50,0		
50,1–100,0		

Při mapování mapující obcházel jednotlivé porosty křídlatek po jejich obvodu. Během mapování byla v aplikaci ArcPad každou sekundu automaticky z GPS zaznamenávána hrana polygonu. Křídlatka byla mapována tak, aby mapované plochy byly homogenní z pohledu definovaných parametrů: pokryvnosti porostů křídlatek, jejich vitality a vlhkosti stanoviště.

Při mapování jsme zaznamenávali odhadem procentuální pokryvnost křídlatek v mapované ploše, posoudili jsme podle zvolených kritérií vitalitu křídlatek a vlhkost stanoviště. Vitalitu křídlatek jsme definovali ve třech

kategoriích: nízká, průměrná, vysoká. Posuzovali jsme velikost rostlin, jejich kompaktnost a poškození. Rostliny s vysokou vitalitou byly mohutné, dosahovaly výšky až 350 cm, často tvořily souvislé porosty. Jako průměrně vitální rostliny jsme zaznamenávali křídlatky vysoké do cca 250 cm. Rostliny vzrůstem relativně nízké, vytáhlé, nezřídka s deformovanými listy, zpravidla ojedinele rostoucí, jsme mapovali jako porosty s nízkou vitalitou.

Vlhkost stanoviště jsme kategorizovali podle reliéfu, půdního pokryvu a zastoupení druhů cévnatých rostlin. Jako vlhká stanoviště jsme mapovali plochy se sníženinami, mrtvými rameny, tůňemi, jílovitými půdami. Normálně vlhká stanoviště se nacházela na rovinném reliéfu bez častého vlivu povodňových vod, dále od říčních ramen a tůní. Normálně vlhká stanoviště se vyznačovala kyprými, humózními půdami, chyběly vlhkomilné a suchomilné druhy, časté byly mezofilní lesní druhy. Suchá stanoviště jsme mapovali na vyvýšených místech, především na štěrkových lavicích, doprovázených vysychavým hrubozrnným substrátem.

Vzhledem k velké dynamice změn reliéfu a průběhu říčního koryta v nivě Morávky, jsme na základě archivních leteckých snímků vektorizovali koryto Morávky v letech, které nejbližší odpovídaly každému roku mapování.

2.3 Zpracování dat

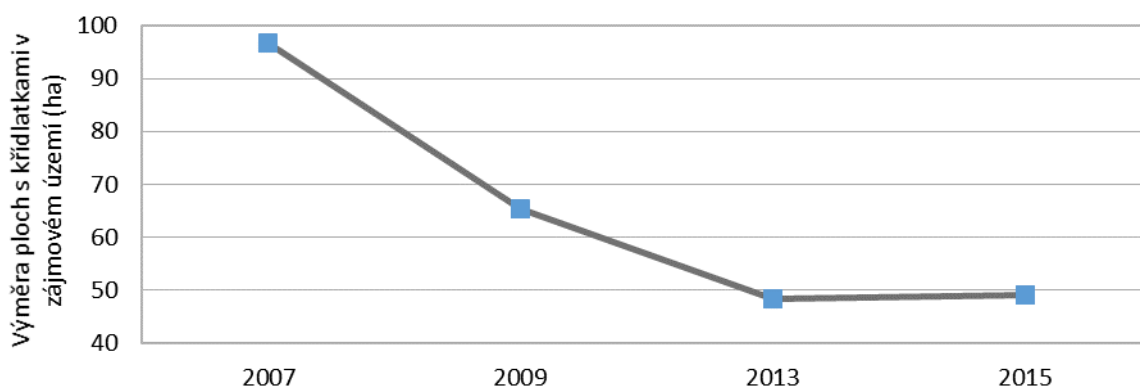
Zpracování geodat jsme provedli v programech ArcGIS a QGIS. Data byla následně vyhodnocena v SPSS Statistics a Statgraphics. V software ArcGIS jsme pomocí nástrojů topologie odstranili překrývající se plochy s křídlatkami. Data byla dále ořezána na hranici zkoumaného území. Z geometrické složky polygonů jsme vypočetli jejich výměru. Po zpracování dat jsme vytvořili skript pomocí nástroje ModelBuilder v programu ArcMap. Skript postupně vytvořil 19 obalových zón narůstajících po 20ti metrech do vzdálenosti 380 m od řeky Morávky. Pro jednotlivé obalové zóny byly spočítány výměra a podíl ploch s křídlatkami (viz Tab. 4).

Pro jednotlivé roky jsme v programu Statgraphics testovali normalitu velikostí porostů křídlatek pomocí Kolmogorova-Smirnovova testu, ta v jednotlivých letech nebyla potvrzena.

3. VÝSLEDKY

3.1 Zjištěné změny rozšíření křídlatek

Z analýzy dat z let 2007–2015 vyplývá, že v roce 2007 křídlatka zabírala celkem 29 % celkové výměry území (96,9 ha). Vlivem likvidace se celková výměra zmenšila na 19,6 % (65,3 ha) v roce 2009. Tři roky po skončení projektu, v roce 2013, činila výměra křídlatky 14,5 % (48,2 ha). V roce 2015 jsme však již zaznamenali nárůst velikosti ploch s křídlatkou o 0,9 ha na 49,1 ha. Vývoj velikostí ploch s křídlatkami je zobrazen na obrázku 2 a v tabulce 2.



Obr. 2. Vývoj celkové výměry ploch s křídlatkami v zájmovém území v jednotlivých letech.

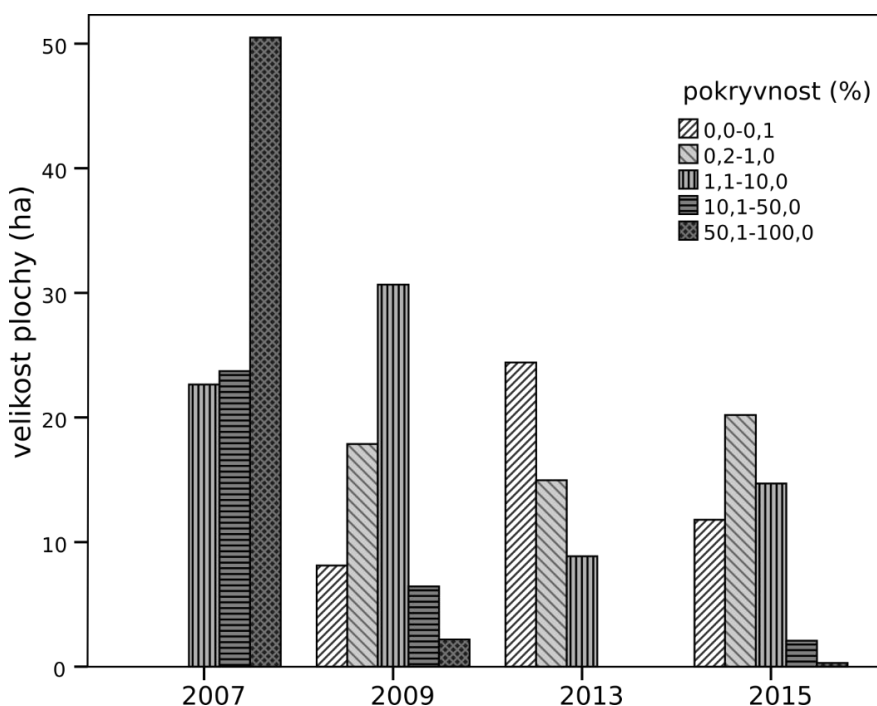
V důsledku likvidace křídlatek došlo také ke změně struktury a pokryvnosti porostů křídlatek, jak je patrné na obrázku 3. Zatímco v roce 2007 byly nejvíce rozsáhlé porosty s pokryvnostmi nad 50,1 % (50,5 ha), v roce 2013 žádné porosty křídlatek s tak vysokou pokryvností nebyly zaznamenány. V roce 2015 byly opět

zaznamenány a zaujímaly 0,3 ha. V roce 2013 byly nejrozšířenější porosty křídlatek s pokryvnostmi do 0,1 % a v roce 2015 to však již byly porosty s pokryvnostmi 0,11–1 %.

Tab. 2. Výměra ploch s křídlatkami a jejich podíl v zájmovém území podle intervalů pokryvnosti

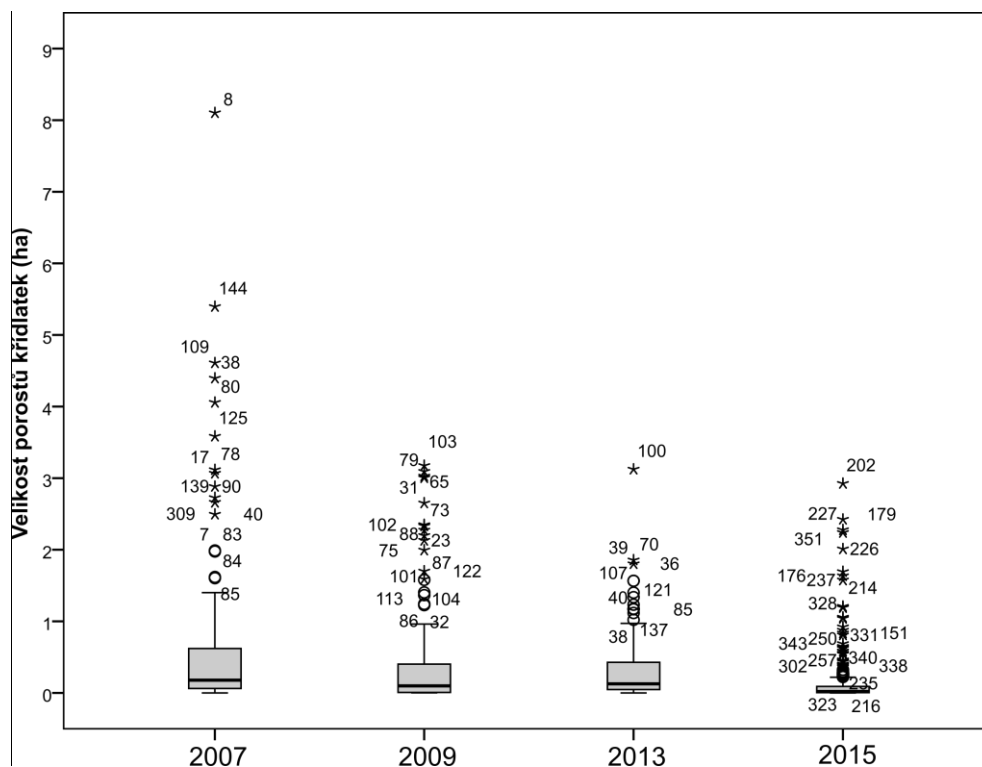
	Výměra a podíl ploch křídlatek v jednotlivých intervalech pokryvnosti (ha) a (%)							
	2007		2009		2013		2015	
Pokryvnost v %	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
do 0,1	-	-	8,1	2,4	24,4	7,3	11,8	3,5
0,11–1,0	-	-	17,9	5,4	15,0	4,5	20,2	6,0
1,1–10,0	22,7	6,8	30,7	9,2	8,9	2,7	14,7	4,4
10,1–50,0	23,7	7,1	6,4	1,9	-	-	2,1	0,6
50,1–100,0	50,5	15,1	2,2	0,7	-	-	0,3	0,1
Celková výměra v ha	96,9	-	65,3	-	48,2	-	49,1	-
Podíl křídlatek v území v %		29,0		19,6		14,5		14,6

Kromě změn pokryvností porostů křídlatek se zmenšily také jejich průměrné rozlohy (Obr. 4.). Z tohoto grafu je patrné, že většina ploch je menší než 1 ha ve všech zkoumaných letech. Průměrná výměra ploch se v jednotlivých letech zmenšovala z 0,61 ha v roce 2007, na 0,38 v roce 2009, 0,32 v roce 2013 až po 0,14 ha v roce 2015.



Obr. 3. Vývoj velikosti ploch s křídlatkami podle intervalů pokryvnosti

Po skončení likvidace v roce 2010, jsme zaznamenali v roce 2015 vyšší míru fragmentace ploch s křídlatkami (Tab. 3.). V roce 2015 byl zaznamenán mírný nárůst celkové plochy křídlatek a nárůst výměr porostů s vyššími pokryvnostmi křídlatek (Obr. 3.).



Obr. 4. Velikosti mapovaných porostů s křídlatkami. Odlehlé hodnoty jsou znázorněny kolečkem a extrémně odlehlé symbolem hvězdičky. Identifikátor odlehlé plochy je totožný s identifikátorem ve webové aplikaci „Výskyt křídlatky“.

Tab. 3. Počet ploch v jednotlivých intervalech pokryvností křídlatek

Pokryvnost (%)	2007	2009	2013	2015
0,01–0,10	-	36 (21,1 %)	83 (55,7 %)	93 (26,4 %)
0,11–1,0	-	54 (31,5 %)	48 (32,2 %)	125 (35,5 %)
1,1–10,0	48 (30,0 %)	61 (35,7 %)	18 (12,1 %)	106 (30,1 %)
10,1–50,0	40 (25,0 %)	17 (9,9 %)	-	21 (6,0 %)
50,1–100,0	72 (45,0 %)	3 (1,8 %)	-	7 (2,0 %)
celkem	160 (100 %)	171 (100 %)	149 (100 %)	352 (100 %)

Výsledky dosavadního GNSS mapování porostů křídlatek jsme publikovali pomocí webové mapové aplikace „Výskyt křídlatky“ (<http://gis.vsb.cz/kridlatka>). Tato mapová aplikace umožňuje porovnávat změny rozšíření porostů křídlatek se zaznamenanými atributy (pokryvnost, vlhkost stanoviště, vitalita, ID číslo) v jednotlivých letech nad mapovými podklady OpenStreetMap.

3.2 Prostorová analýza

S pomocí prostorové analýzy jsme zjišťovali rozšíření a velikost ploch s křídlatkami v závislosti na vzdálenosti od vodního toku. K tomu účelu jsme okolo vodního toku vytvářeli postupně obalové zóny s přírůstkem 20 m, tj. celkem 19 obalových zón (Tab. 4).

Z Výsledků analýzy vyplynulo, že nejdále od vodního toku (do 360 m) zasahovaly plochy s křídlatkami v roce 2007, před započítáním jejich likvidace. V průběhu likvidace byl rozsah porostů křídlatek omezen tak, že v roce 2013 zasahovaly nanejvýš 280 m od vodního toku. S pětiletým odstupem od likvidace křídlatek dochází opět k jejich pozvolnému rozšiřování. V průběhu let 2013–2015 se porosty rozšířily o 20 m do vzdálenosti 300 m od vodního toku.

Z tabulky je dále patrné, že více než čtvrtina výměr všech ploch s křídlatkami se vyskytuje do vzdálenosti 40 metrů od vodního toku Morávky. Dále se ve všech zkoumaných letech vyskytovalo méně než polovina celkové výměry porostů křídlatek do vzdálenosti 60 metrů s výjimkou roku 2013, kdy tato vzdálenost činila do 40 metrů. Tři čtvrtiny výměr křídlatky se vyskytovalo do vzdálenosti 100 metrů, opět s výjimkou roku 2013, kdy tato vzdálenost činila do 80 metrů. Pomocí Friedmanova testu jsme testovali statistickou významnost rozdílu velikostí ploch ve zkoumaných letech v pravidelně rostoucích vzdálenostech od Morávky. Zjistili jsme, že se pro každý zkoumaný rok vyskytoval statisticky významný rozdíl. P-hodnota byla ve všech letech menší než 0,001. Důvodem, výskytu statisticky významného rozdílu je zejména velikost ploch v roce 2007. V ostatních zkoumaných letech již nebyly rozdíly velikosti ploch v pravidelných vzdálenostech tak významné jako v roce 2007.

Tab. 4. Velikost plochy s porosty křídlatek (ha) v pravidelných vzdálenostech od Morávky.

Rok		2007	2009	2013	2015
Rozsah obalových zón od vodního toku (m)	0–20	16,47	11,71	7,78	6,25
	0–40	30,87	22,34	16,20	13,07
	0–60	45,15	32,21	25,06	20,83
	0–80	58,24	40,91	32,49	28,34
	0–100	69,01	47,99	38,00	34,47
	0–120	77,27	53,83	42,00	39,22
	0–140	83,64	58,33	44,74	42,84
	0–160	87,94	61,44	46,18	45,30
	0–180	90,80	63,41	47,05	47,03
	0–200	92,66	64,48	47,59	48,01
	0–220	93,82	65,00	47,86	48,65
	0–240	94,42	65,22	48,08	48,84
	0–260	94,83	65,26	48,22	48,93
	0–280	95,51	65,26	48,24	49,04
	0–300	96,11	65,26	48,24	49,08
	0–320	96,49	65,28	48,24	49,08
	0–340	96,76	65,28	48,24	49,08
0–360	96,85	65,28	48,24	49,08	
0–380	96,85	65,28	48,24	49,08	
kvartil (%)	25	24,21	16,32	12,06	12,27
	50	48,43	32,64	24,12	24,54
	75	72,64	48,96	36,18	36,80

Pozn.: Zeleně jsou zobrazeny velikosti ploch menší jak polovina celkové velikosti ploch s křídlatkou. Červeně jsou pak plochy, u kterých již velikost ploch nevzrůstá.

4. ZÁVĚR

Ve druhé polovině 20. století došlo v nivě Morávky k takovému rozšíření porostů křídlatek, že v roce 2007, kdy začala realizace projektu „Záchrana lužních stanovišť v povodí Morávky“, pokrývaly jejich porosty téměř třetinu sledovaného území. Opakovaná mapování, po skončení likvidace křídlatek v roce 2010, probíhala po třech a pěti letech. Poslední mapování v roce 2015 přineslo zjištění, že se po roce 2013 porosty křídlatek nepatrně rozšířily (o 0,9 ha), ale především došlo ke změnám ve prospěch porostů s vyššími pokryvnostmi křídlatek (Tab. 2). Chemická likvidace byla úspěšná zejména v porostech křídlatek s vysokou pokryvností. V roce 2007 nebyly zaznamenány porosty s nejnižší pokryvností do 1,0 %. Naopak v roce 2013 nebyly zaznamenány porosty s pokryvností nad 10,0 % (Tab. 2). Více než čtvrtina výměr se vyskytovala do vzdálenosti 40 metrů od vodního toku. Zároveň méně než polovina porostů křídlatek se vyskytovala do vzdálenosti 60 metrů s výjimkou roku 2013, kdy tato vzdálenost činila pouze 40 metrů.

Lze předpokládat, že členitý reliéf nivy Morávky, četná mrtvá ramena a naplavené dřevo na řadě míst přispěly k nedostatečnému ošetření křídlatek herbicidem. Po skončení likvidace, třebaže v mnohem nižších

pokryvnostech, pokrývaly plochy s křídlatkami (roku 2013) přibližně polovinu výměry zaznamenané v roce 2007. Z opakovaných terénních mapování je zřejmé, že se budou porosty křídlatek bez dalšího managementu postupně rozšiřovat. V roce 2016 provedla Agentura ochrany přírody a krajiny (která má ve své gesci správu NPP Niva Morávky) dílčí chemické ošetření vybraných porostů křídlatek s využitím dat z našeho mapování. V budoucnu jsou plánovány další zásahy, v závislosti na dostupných finančních prostředcích. Problematickým aspektem likvidace však zůstává negativní působení účinné složky herbicidu Roundup glyfosátu na organismy, které nebylo v rámci projektu „Záchrana lužních stanovišť v povodí Morávky“ studováno.

Literatura

Beerling D. J., Bailey J. P., Conolly A. P., 2004: *Fallopia japonica* (Houtt.) Ronse Decraene. *Journal of Ecology* 82: 959–979.

Bímová, K., Mandák, B., Kašparová, I. 2004: How does *Reynoutria* invasion fit the various theories of invasibility. *Journal of Vegetation Science* 15: 495–504.

BLAHUTA, J., 2014. Biotopové mapování NPP Skalická Morávka jako podklad pro monitoring regenerace křídlatky po plošném zásahu herbicidem. Mendelova univerzita v Brně. Diplomová práce.

Cottet, M., et al. 2015. How do environmental managers perceive and approach the issue of invasive species?: the case of Japanese knotweed s.l. (Rhône River, France). *Biological Invasions*. Vol. 17(2): pp. 3433-3453.

Čarvaš, M., 2011. Dopad šíření invazních druhů rostlin na poříční ekosystém řeky Moravy. Brno. Diplomová práce. Masarykova univerzita Brno.

Dorigo, W., et al. 2012. Mapping invasive *Fallopia japonica* by combined spectral, spatial, and temporal analysis of digital orthophotos. *Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. Vol. 19. pp: 185-195.

Delbart, E., et al. 2012. Can land managers control Japanese knotweed? Lessons from control tests in Belgium. *Environmental Management*. Vol. 50(6): pp 1089-1097.

Forman, J., Kesseli, R. V., 2003. Sexual reproduction in the invasive species *Fallopia japonica* (Polygonaceae). *American Journal of Botany* 90: 586–592.

Gerber, E., Krebs, Ch., Murrell, C., et al., 2008. Exotic invasive knotweeds (*Fallopia* spp.) negatively affect native plant and invertebrate assemblages in European riparian habitats. *Biological Conservation* 141: 646–654.

Chlupáč, Ivo. 2002. Geologická minulost České republiky. Academia, Praha.

Chytrý, M., Kučera, T., Kočí, M. 2001. Katalog biotopů České republiky. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.

Chytrý, M., et al. 2005. Invasions by alien plants in the Czech Republic: a quantitative assessment across habitats. *Preslia* 77: 339–354.

Jones, D., et al. 2011. Object-Based Image Analysis for Detection of Japanese Knotweed s.l. taxa (Polygonaceae) in Wales. *Remote sensing*. Vol. 3(2), pp. 319-342.

Lacina, J., Halas, P., Švec, P., 2012: Biogeographical relationship between landscape patterns, some local abiotic factors and vegetation of forest edges (Czech Republic). *Moravian geographical reports*. Vol. 20(4). pp. 2-12.

LIFE-Moravka: Záchrana lužních stanovišť v povodí Morávky [online]. 2007 [cit. 2016-02-04]. Dostupné z: <http://life-moravka.kr-moravskoslezsky.cz/index.php>.

Mandák, B., Pyšek, P., Bímová, K., 2004: History of the invasion and distribution of *Reynoutria* taxa in the Czech Republic: a hybrid spreading faster than its parents. *Preslia* 76: 15–64.

Maurel, N., Salmon, S., Ponge, et al. 2010: Does the invasive species *Reynoutria japonica* have an impact on soil and flora in urban wastelands? *Biological invasions* 12: 1709–1719.

Michez, A., et al. 2016. Mapping of riparian invasive species with supervised classification of Unmanned Aerial System (UAS) imagery. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. Vol. 44 pp. 88-94.

- Molitoris, L. 2013: *Fallopia japonica* Houtt. and *Robinia pseudoacacia* L., an increasingly intractable plant problem or not understood opportunity? Conference: 20th International PhD Students Conference Location: Mendel Univ, Fac Agron, Brno, Czech republic. pp: 331-335.
- Moore, D., Hsu, H., Cava. E., 2006. The spatial distribution of Japanese knotweed (*F. japonica*) in the Crum Woods of Swarthmore College in spring 2006. Research report.
- Neuhäuslová Z., et al. (1998): Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky 1 : 500 000. Praha: Academia. 450 p.
- Pyšek, P., Prach, K. & Mandák, B. (1998): Invasion of alien plants into habitats of central European landscape: an historical pattern. In: Starfinger U., (eds.): Ecological mechanism and human responses. Backhuys Publishers, Leiden, 23–32.
- Richardson, D. M., et al. (2007): Riparian vegetation: degradation, alien plant invasions and restoration prospects. *Diversity and Distributions* 13: 126–139.
- Shen et al. 2015. Impact of landscape pattern at multiple spatial scales on water quality: A case study in a typical urbanised watershed in China. *Ecological Indicators*. Vol. 48. pp 417-427.
- Siemens, T. J. & Blossey, B. (2007): An evaluation mechanisms preventing growth and survival of two native species in invasive Bohemian knotweed (*Fallopia × bohemica*, Polygonaceae). *American Journal of Botany* 94: 776–783.
- Švec, P., 2008. Application of phytosociological survey and GPS mapping in assessment of the elimination effects of invasive neophytes in the Morávka river catchment. In: Hana Svatoňová et al.: *Geography in Czechia and Slovakia - Theory and Practice at the Onset of 21st Century*. Masaryk University, Brno pp. 123-132.
- Talpa, F. (1948): Cizí hosté z říše rostlin v kraji pobeskydském. Ostrava: Sborník Přírodovědecké společnosti v Ostravě. Ročník IX. (1936–1946), p. 48–51.
- Trnčák, L. 2012. Analýza změn krajinného pokryvu nivy Morávky. Ostrava. Diplomová práce. VŠB - TUO.
- Válek, T. 2000. Mapování výskytu křídlatky v povodí Morávky. Ostrava. Diplomová práce. VŠB - TUO.
- Williamson, M. (1996): *Biological invasions*. Chapman and Hall, London. 244 p.