

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ - TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

HORNICKO-GEOLOGICKÁ FAKULTA

Institut geoinformatiky

# DIPLOMOVÁ PRÁCE

Ostrava 2016

Bc. Václav Fröhlich





**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ - TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**

**HORNICKO-GEOLOGICKÁ FAKULTA**

**Institut geoinformatiky**

**PROSTOROVÁ ANALÝZA ZMĚN ROZŠÍŘENÍ  
INVAZNÍHO NEOFYTU RODU KŘÍDLATKA  
(REYNOUTRIA SPP.) V POVODÍ MORÁVKY**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Autor:**

Bc. Václav Fröhlich

**Vedoucí diplomové práce:**

RNDr. Pavel Švec, Ph. D.

# Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Václav Fröhlich**

Studijní program: N3654 Geodézie, kartografie a geoinformatika

Studijní obor: 3608T002 Geoinformatika

Téma: **Prostorová analýza změn rozšíření invazního neofytu rodu křídlatka (Reynoutria spp.) v povodí Morávky**  
**Spatial Analysis of Expansion Changes of Invasive Neophytes**  
**Reynoutria spp. in Morávka Catchment**

Jazyk vypracování: čeština

## Zásady pro vypracování:

Cílem práce je prostorová analýza změn rozšíření invazního neofytu rodu křídlatka (*Reynoutria* spp.) v nivní části povodí řeky Morávky v souvislosti s plošnou likvidací tohoto neofytu v letech 2007-2010. Práce je založena na základě terénního mapování pomocí GNSS, které probíhalo v letech 2007-2013. Student dále provede vlastní terénní měření pomocí GNSS tohoto invazního neofytu ve vegetační sezóně roku 2015.

- Literární rešerše.
- Seznámení se s poskytnutými daty o lokalizaci a výměře křídlatky v povodí Morávky v letech 2007-2013.
- Terénní mapování křídlatky ve vegetační sezóně roku 2015 pomocí GNSS.
- Uložení kompletních dat v prostorové geodatabázi a jejich zpracování.
- Prostorová analýza dat o výměře křídlatky a pokryvnosti v zájmovém území.
- Explorační analýza dat o výskytu křídlatky.
- Publikace výsledků v prostředí www a formou map.

## Rozsah grafických prací:

dle potřeby

## Rozsah původní zprávy:

50 - 70 normostran textu

## Seznam doporučené odborné literatury:

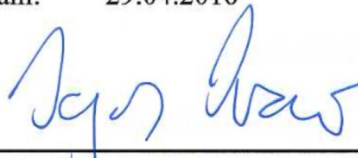
- Hendl, J., (2012): Přehled statistických metod – Analýza a metaanalýza dat. Praha: Portál.
- Dubrovský, V., (2013): Webová mapová aplikace pro podporu dokumentace biocenter. VŠB-TUO, Ostrava. Diplomová práce.
- Longley, P., (2005): Geographical information systems and science. Wiley.
- Maguire J. D., Michael B., Goodchild F. M. (2005): GIS, Spatial Analysis, and Modeling
- Rapant, P., (2005): Geoinformační technologie. Ostrava: VŠB- TUO.
- Slocum A., T. et al. (2008): Thematic Cartography and Geovisualization. Prentice Hall.
- Švec, P., (2010): Sledování a hodnocení změn vegetačního krytu nivy Morávky při likvidaci křídlatky (*Reynoutria* spp.) s využitím GIS. Ostravská univerzita v Ostravě. Disertační práce.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **RNDr. Pavel Švec, Ph.D.**

Datum zadání: 30.10.2015

Datum odevzdání: 29.04.2016



---

Ing. Igor Ivan, Ph.D.  
*vedoucí institutu*



---

Prof. Ing. Vojtech Dirner, CSc.  
*děkan fakulty*

## **Prohlášení autora diplomové práce**

- **Celou diplomovou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu. Byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.**
- **Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).**
- **Souhlasím s tím, že jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.**
- **Souhlasím s tím, že diplomová je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>**
- **Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.**
- **Bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).**

**V Ostravě dne 20. dubna 2015**

**Václav Fröhlich**

**podpis: .....**

Děkuji vedoucímu diplomové práce RNDr. Pavlu Švecovi, Ph.D. za poskytnutí dat o výskytu porostů křídlatek. Dále za podmětné připomínky a odborný dohled při vytváření této diplomové práce.

## **Anotace**

Tato diplomová práce se zabývá prostorou analýzou změn výskytu invazivního neofytu rodu křídlatka (*Reynoutria spp.*) ve zkoumaném území v povodí řeky Morávky. Na základě GNSS mapování byla provedena explorační analýza, která řeší zejména atributy výměra a pokryvnost. Z dat byla poté vytvořena prostorová analýza, jež řeší změny ve výskytu porostů křídlatek. Následně je popsáno zpracování těchto dat a jejich uložení do prostorové databáze. V rámci práce je popsána tvorba a fungování webové aplikace *Výskyt křídlatky*, která zobrazuje plochy s křídlatkami v zájmovém území. Nakonec je tu prostorová analýza, jež řeší výskyt křídlatek jak v částech zkoumaného území, tak i v jednotlivých vzdálenostech od řeky Morávky.

**Klíčová slova:** GNSS, mobilní mapování, křídlatka, webová aplikace, prostorová analýza, obalové zóny, explorační analýza, řeka Morávka, OpenLayers.

## **Summary**

This diploma thesis deals of spatial analysis expansion changes of invasive neophytes (*reynoutria spp.*) in research area in Morávka catchment. On basement of GNSS mapping was created exploration analysis, which solves especially attributes acreage and coverage. From data was created next spatial analysis, which solves changes of occurrence plants knotweeds. Then is described processing of these data and store in spatial database. In context of diploma thesis is describe of web application *The occurrence of knotweed*, which displays areas with knotweed plants in research area. Is here eventually analysis, which solves of occurrence knotweeds in parts of research area and also in each distances from the Morávka river.

**Keywords:** GNSS, mobile mapping, knotweed, web application, spatial analysis, buffer zones, exploration analysis, the Morávka river, OpenLayers.



## Obsah

<b>1 ÚVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2 CÍLE PRÁCE</b> .....	<b>3</b>
<b>3 LITERÁRNÍ REŠERŠE</b> .....	<b>4</b>
3.1 Zkoumané území.....	4
3.1.1 Chráněné lokality v rámci zkoumaného území.....	5
3.2 Problematika výskytu invazivních neofytů.....	6
3.3 Popis křídlatek.....	6
3.4 Výskyt křídlatek ve zkoumaném území.....	8
3.5 Projekt likvidace křídlatky.....	9
3.6 Mapování výskytu křídlatky.....	10
3.6.1 Mapování výskytu křídlatky pomocí GNSS.....	10
3.6.2 Mapování výskytu křídlatky pomocí DPZ.....	11
3.7 Prostorová analýza.....	11
3.7.1 Prostorové analýzy pomocí obalových zón.....	12
3.8 Uložení dat do prostorové databáze.....	13
3.9 Webová aplikace.....	14
<b>4 POUŽITÁ DATA</b> .....	<b>15</b>
<b>5 METODIKA</b> .....	<b>16</b>
5.1 GNSS mapování.....	16
5.1.1 Mapované atributy.....	17
5.2 Zpracování a uložení dat do prostorové databáze.....	19
5.3 Explorační analýza.....	21
5.4 Příprava dat pro prostorovou analýzu.....	23
5.5 Skript v <i>ModelBuilder</i> .....	24
5.6 Princip prostorové analýzy.....	26
5.7 Statistické testování ploch s výskytem porostů křídlatek v pravidelně rostoucích vzdálenostech.....	27
5.8 Porovnání typů biotopů s výskytem křídlatek.....	28

5.9	Tvorba webové aplikace <i>Výskyt křídlatky</i> .....	28
5.9.1	Princip fungování aplikace.....	30
<b>6</b>	<b>VÝSLEDKY</b> .....	<b>31</b>
6.1	Explorační analýza.....	31
6.1.1	Zastoupení ploch výskytu křídlatek v závislosti na pokryvnosti.....	31
6.1.2	Velikost ploch výskytu porostů křídlatek.....	34
6.1.3	Vývoj velikostí plochy výskytu porostů křídlatek.....	37
6.1.4	Souhrn vlastností velikostí ploch výskytu porostů křídlatek.....	38
6.1.5	Velikost ploch s výskytem porostů křídlatek v závislosti na pokryvnosti.....	39
6.1.6	Shrnutí atributu <i>VYMER</i> A v závislosti na pokryvnosti.....	42
6.1.7	Míry závislosti dvojic atributů.....	43
6.1.8	Chí-kvadrát test nezávislosti dvojic atributů.....	44
6.1.9	Shrnutí statistického testování.....	46
6.2	Prostorová analýza výskytu křídlatky.....	47
6.2.1	Velikosti ploch výskytu křídlatek na levém a pravém břehu.....	47
6.2.2	Velikosti ploch výskytu křídlatek na levém a pravém břehu v pravidelně rostoucích vzdálenostech od Morávky.....	48
6.2.3	Relativní zastoupení velikostí ploch výskytu porostů křídlatek v pravidelně rostoucích vzdálenostech od Morávky.....	50
6.2.4	Analýza změn velikostí ploch bez křídlatky v pravidelně rostoucích vzdálenostech.....	54
6.2.5	Analýza změn velikostí kategorií ploch křídlatky v závislosti na pokryvnosti v pravidelně rostoucích vzdálenostech.....	54
6.2.6	Analýza změn velikostí ploch na levém a pravém břehu v závislosti na pokryvnosti v pravidelně rostoucích vzdálenostech.....	56
6.2.7	Shrnutí výsledků prostorové analýzy.....	57
6.3	Výskyt ploch křídlatek na typech biotopů podle Chytrého.....	60
6.4	Webová aplikace <i>Výskyt křídlatky</i> .....	61
6.5	Porovnání výskytu ploch s křídlatkami ve webové aplikaci.....	62
<b>7</b>	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>65</b>
	Seznam použité literatury	
	Seznam použitých zkratk	

# Václav Fröhlich: Prostorová analýza změn rozšíření křídlatky v povodí Morávky

Seznam obrázků

Zdroje obrázků

Seznam tabulek

Seznam příloh

Seznam tištěných map ve formátu A4

## 1 ÚVOD

Problematika výskytu invazivních rostlinných druhů v České republice je aktuálním tématem, a to proto, že přítomnost invazivních neofytů, jako jsou křídlatky či jiné, může nenávratně ohrozit pestrost rostlinných druhů. Nejohroženější jsou pak vzácné rostlinné druhy. Ty totiž nedokážou konkurovat křídlatkám a mohou tak z našeho území, ale i z území okolních států vymizet.

Tento problém již nastal ve zkoumané lokalitě v části povodí řeky Morávky. Došlo k velkému rozrůstání rostlin křídlatek, které později vytvořily takřka neprůchozí porosty, které ztěžovaly růst ostatním rostlinným druhům. To se týkalo i chráněných druhů, jako je židovník německý (*Myricaria germanica*), vyskytující se na této lokalitě. Trend, kdy se křídlatka stále rozrůstala a ohrožovala tím výskyt vzácných druhů, byl zastaven až likvidací křídlatky (Fröhlich, 2014).

Provedení likvidace výrazně změnilo prostorovou distribuci ploch s výskytem křídlatek. Došlo totiž k výraznému úbytku ploch s křídlatkami (Švec, 2010). Přes veškerou snahu se nepodařilo zcela zničit všechny porosty, několik málo porostů či jednotlivé rostliny křídlatek likvidaci přežily nebo jí nebyly zasaženy a ty se dále rozmnožují a rozšiřují.

Diplomová práce navazuje na bakalářskou práci (Fröhlich, 2014), která řešila změny pokryvu ploch s porosty křídlatek v povodí Morávky. V rámci této práce nebyla řešena změna prostorové distribuce ploch porostů křídlatek. Změny prostorové distribuce a vývoj výskytu křídlatek, terénní mapování křídlatky a další úlohy byly řešeny v rámci předkládané diplomové práce.

Cílem této diplomové práce je nalezení a popis změn prostorového rozložení porostů křídlatek v částech zkoumaného území a letech tak, aby bylo možné určit, ve kterých částech území došlo k úbytku křídlatek či naopak k jejich nárůstu. K tomu, aby bylo možné provést prostorovou analýzu, bylo nutné zmapovat výskyt křídlatek v terénu. Tato mapování byla uskutečněna pomocí GNSS technologie, kdy se mapovaly polygony s výskytem porostů křídlatek společně s atributy, jenž popisují vlastnosti porostů křídlatek.



Kromě prostorové analýzy byla vytvořena webová aplikace *Výskyt křídlatky*, která umožňuje uživateli prohlížet výskyty křídlatek ve zkoumaném území společně s jejich atributy. Mimo jiné lze porovnávat pokryvnost ploch s křídlatkami v jednotlivých letech. Tímto způsobem může uživatel pozorovat vliv likvidace porostů křídlatek a jejich opětovné rozrůstání.

Význam této práce je především v tom, že se čtenář seznámí s výskytem porostů křídlatek a jejich prostorovým vývojem. Nebude však odkázán pouze na empirická zjištění, ale může si konkrétní porosty křídlatek prohlédnout ve webové aplikaci.

## 2 CÍLE PRÁCE

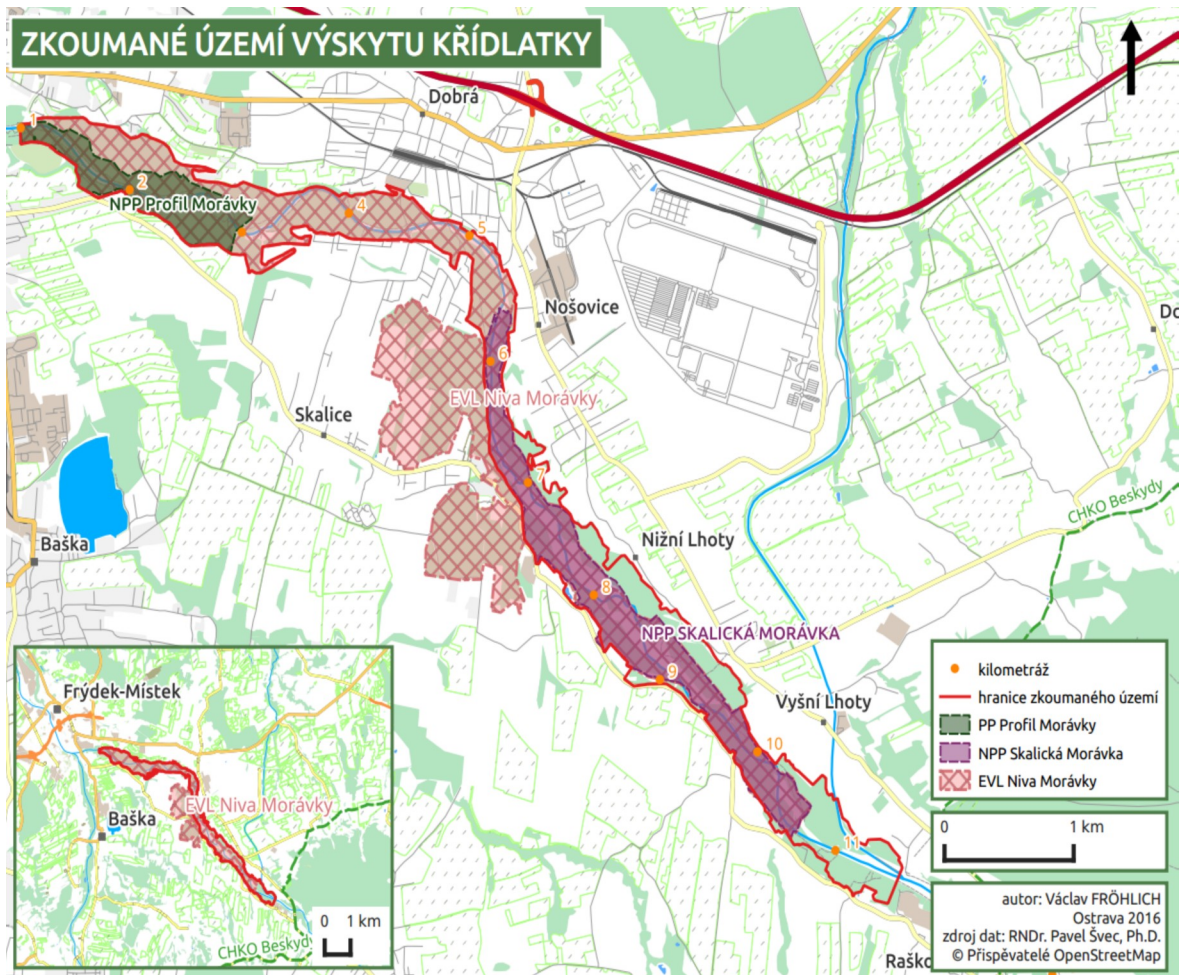
Hlavním cílem je prostorová analýza změn výskytu neofytu rodu křídlatka (*Reynoutria spp.*) v povodí Morávky v rámci zkoumaných let. Kromě tohoto primárního cíle jsou zde uvedeny i dílčí cíle:

- literární rešerše,
- seznámení se s poskytnutými daty o lokalizaci a výměře křídlatky v povodí Morávky v letech 2007 – 2013,
- terénní mapování křídlatky ve vegetační sezóně roku 2015 pomocí GNSS,
- uložení kompletních dat v prostorové geodatabázi a jejich zpracování,
- explorační analýza dat o výskytu křídlatky,
- prostorová analýza dat o výměře křídlatky a pokryvnosti v zájmovém území
- publikování výsledků formou map a grafických výstupů,
- publikace výsledků v prostředí www a formou map.

Jedná se o komplexně řešenou geoinformační úlohu, v rámci které bylo provedeno terénní mapování. Na něj navazovalo zpracování dat a vytvoření explorační a prostorové analýzy. Kromě těchto úkolů byla vytvořena také webová aplikace *Výskyt křídlatky*.

### 3 LITERÁRNÍ REŠERŠE

#### 3.1 Zkoumané území



Obr. 1: Zkoumané území výskytu křídlatky

Zkoumané území se nachází v Moravskoslezském kraji v okrese Frýdek-Místek. Poloha území je situována mezi městem Frýdek-Místek a Raškoviciemi po Žermanický přívaděč. Území se nachází mezi 1. až 12. kilometrem řeky Morávky. Rozloha zkoumaného území dosahuje 325 ha. Středem území protéká řeka Morávka. Jedná se o řeku III. řádu, povodí Odry. Ta je charakteristická výraznými rozdíly mezi povodňovými stavy a normálním průtokem. Navíc tam i v současnosti probíhají fluviaální procesy typické pro řeky „karpatského typu“ (Hradecký, 2005; Povodí Odry státní podnik, 2012).

Dále se tam vyskytují náplavy a štěrkové lavice, které se za povodňových stavů často mění. S tím souvisí i výskyt menších vedlejších koryt a ramen, která protékají v blízkosti hlavního toku. Většinu zkoumaného území tvoří říční niva s lužním lesem (Hradecký, 2005).

### 3.1.1 Chráněné lokality v rámci zkoumaného území

Ve zkoumaném území se vyskytují tři chráněná území. Největší z nich je *EVL Niva Morávky*. Toto území dosahuje rozlohy 352 ha. Předmětem ochrany je zachování úseku řeky Morávky jako alpínského toku se štěrkovými náplavy a jejich charakteristickými společenstvy a doprovodnými jasanovo-olšovými lužními lesy a dubohabřinami (Kočvara aj., 2011). V rámci tohoto chráněného území se vyskytují i další chráněná území, ta jsou zobrazena na obr. 1.



Obr. 2: Štěrkové koryto řeky Morávky na území NPP Skalická Morávka

Druhým chráněným územím je *NPP Skalická Morávka*, jehož velikost je 102 ha. Cílem ochrany na tomto území je zachování a obnova podmínek přirozeného vývoje koryta toku. Dále obnova pro rozlivy vody do šířky a podpora překládání koryt jako základního předpokladu k zachování a obnově vývoje jedinečných biotopů, viz obr. 2. Vyskytují se tam opět zvláště chráněné rostliny a živočichové. Z rostlinných druhů jsou to židovník německý (*Myricaria germanica*) a přeslička různobarvá (*Equisetum variegatum*). Potvrzen byl také výskyt kriticky ohroženého raka říčního (*Astacus fluviatilis*), dále například vranky obecné (*Cottus gobio*) či mloka skvrnitého (*Salamandra salamandra*) (Šindlar aj., 2009; Kočvara aj., 2011).



Třetím chráněným územím je *PP Profil Morávky*, které má rozlohu 47 ha. Jedná se o geomorfologicky velmi zajímavé území zahloubeného kaňonovitého toku s množstvím skalních prahů a peřejí. Lze tam nalézt mnoho vzácných bezobratlých, v řece žije ohrožená střevle potoční (*Phoxinus phoxinus*), na březích hnízdí silně ohrožený pták pisík obecný (Kočvara aj., 2011; Weissmannová, 2004).

### 3.2 Problematika výskytu invazivních neofytů

Výskyt invazivních neofytů v naší přírodě přináší mnoho problémů. Jedním z nich je jejich nekontrolovatelné rozšiřování a konkurence původním rostlinným druhům, křídlatky často vytváří husté porosty, které omezují či vytlačují ostatní rostlinné druhy. Problém je to zejména tehdy, jedná-li se o chráněné druhy. Neofyt je označení rostlin, které byly do naší přírody zavlečeny buď úmyslně, jako například křídlatky, tak neúmyslně, po roce 1500. Tyto nově zavlečené rostliny se přizpůsobily místním podmínkám a dobře se tu rozmnožují (Tichý, 2001).

Jak píše ve své knize Tichý (2001), neofytům se daří ve vlhkých místech, kde místní vegetace není schopná tyto cizí rostlinné druhy vytlačit. Například lesní či stepní biotopy jsou na tom lépe. Další místa, kde je možné pozorovat výskyt invazivních neofytů jsou lokality, kde dochází k narušování půdy. Vznikají tu totiž podmínky vhodné pro růst invazivních rostlin.

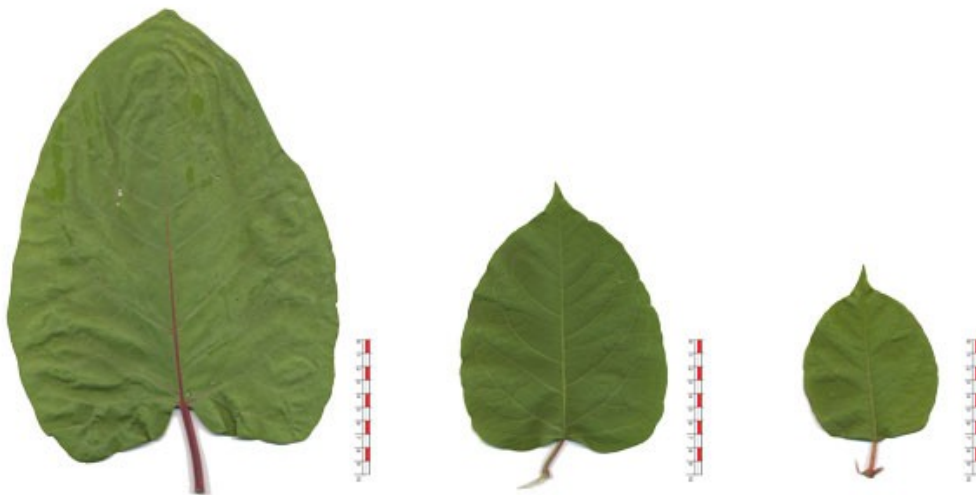
Není možné pouze pozorovat rozšiřování výskytu těchto invazivních neofytů, ale je nutné provádět jejich systematickou likvidaci. Tím se rozumí, že nestačí pouze v jeden rok pokosit například křídlatky a dále se o území nestarat, ale hlavně sledovat následky likvidace a popřípadě likvidaci opakovat. Jedině takovým způsobem lze vyřešit problém výskytu invazivních neofytů (Tichý, 2001; Kroutil, 2011).

### 3.3 Popis křídlatek

V ČR se vyskytují tyto druhy, křídlatka sachalinská (*Renoutria sachalinensis*), křídlatka česká (*Renoutria bohemica*) a křídlatka japonská (*Renoutria japonica*). Mají několik společných vlastností. Jedná se o vytrvalé dvoudomé byliny s bohatě rozvětvenými a silnými dlouhými oddenky. Lodyhy jsou statné, přímé, větvené a silné. Listy křídlatek jsou řapí-

katé, celistvé a celokrajné, dvouřadě rozložené do plochy, nejčastěji podlouhle vejčité až široce vejčité. Květenství je úžlabní nebo koncové, laty jsou složeny z různých dlouhých lichokvasů. Květy jsou jednopohlavní (Hejný, 2003; Bailey a Wisskirchen, 2006).

Křídlatka sachalinská (*Renoutria sachalinensis*) se od ostatních zde popsanych druhů liší velikostí listu, která je větší než u zbývajících dvou druhů. Tento druh pochází z východní Asie, v ČR je často pěstována v parcích a okrasných zahradách. Navíc často zplahuje na březích vodních toků, především tam, kde jsou je narušeny lidskou činností, na skládkách, rumišťích, u zdí a na okrajích vlhkých křovin či komunikací. Tento druh křídlatky vytváří rozsáhlé porosty. Šíří se vegetativně podél říčních toků a komunikací, zejména transportem odlomených oddenků. Dává přednost kyselým podkladům. Na území ČR se vyskytuje zplanělá, místy až zdomácnělá od nížin až do podhorského stupně (Hejný, 2003).



Obr. 3: Listy křídlatek, první zleva křídlatka sachalinská (*Renoutria sachalinensis*), křídlatka česká (*Renoutria bohemica*) a křídlatka japonská (*Renoutria japonica*)

Dalším druhem křídlatky je křídlatka česká (*Renoutria bohemica*). Je to kříženec mezi *Renoutria sachalinensis* a *Renoutria japonica*. Tomuto kříženci se v ČR daří, zdědila vlastnosti po rodičích, které jí umožňují agresivně se rozšiřovat. Křídlatka japonská (*Renoutria japonica*) má podobné vlastnosti jako křídlatka sachalinská (*Renoutria sachalinensis*), výraznější rozdíl je výška rostlin, kdy *Renoutria sachalinensis* dorůstá výšky až 4 metrů, kdežto *Renoutria japonica* pouze 1-2,5 metru. Dalším rozdílem je již zmiňovaná velikost listu. To je vidět na obr. 3 (Hejný, 2003).

Křídlatky jsou také vhodné jako energetické plodiny. Po skosení se nechají na vzduchu vysušit a lze je poté použít jako palivo ve formě briket či štěpek. Lze je použít, také i ve zplynovacích stanicích na biomasu. Kromě těchto využití mají křídlatky schopnost akumulovat těžké kovy z kontaminované zeminy, například olovo či kadmium (Bassam, 1997; Kroutil, 2011; Stupavský, 2008).

### 3.4 Výskyt křídlatek ve zkoumaném území



Obr. 4: Křídlatka v NPP Skalická Morávka

Výskyt křídlatek byl ve zkoumaném území potvrzen již v roce 1948 (Talpa, 1948). V té době se porosty křídlatek vyskytovaly v blízkosti vodních náhonů či konkrétně například pod textilní továrnou ve Sviadnově. Dalším potvrzením výskytu je výzkumná zpráva od společnosti Aquatis (1997). Uvádí, že lze dobře identifikovat porosty s křídlatkami. V dalších letech se výskytem či mapováním zabývali ve svých pracích autoři Válek (2001), Švec (2010), Blahuta (2014). Ve své disertační práci potvrdil Švec (2010) výskyt všech zmiňovaných druhů křídlatek. Dále tvrdí, že byla v povodí Morávky nejvíce zastoupena křídlatka japonská (*Renoutria japonica*). Tento druh se podle autora nevyskytuje pouze v blízkosti Morávky, ale také na údolních terasách viz obr. 4 a hluboko v lužních lesích. Porosty křídlatek navíc vytváří i s ostatními druhy, jak tvrdí Švec (2010) neprostupnou „džungli“.



### 3.5 Projekt likvidace křídlatky

Projekt likvidace křídlatky s názvem *LIFE-Moravka* měl několik cílů. Hlavním cílem bylo *potlačení invazní křídlatky (Reynoutria spp.) v evropsky významné lokalitě Niva Morávky a části evropsky významné lokality Beskydy*. Dalšími cíli byly:

- vypracování efektivní metodologie potlačování invazních druhů a následné revitalizace stanovišť,
- vytvoření efektivního přenositelného modelu spolupráce zainteresovaných subjektů při řešení problémů v oblasti ochrany životního prostředí na regionální úrovni,
- šíření výsledků projektu a poskytování dalších informací o soustavě Natura 2000 a ochraně životního prostředí obecně.



Obr. 5: Aplikace herbicidu a kosení porostu křídlatky

Potlačování invazivních druhů křídlatky bylo provedeno pomocí několika metod. První metoda byla kombinace chemického zásahu (použití herbicidu *Roundup Biaktiv*) a opakovaného mechanického zásahu. Další metodou bylo kosení, které bylo prováděno kosou, mačetou a křovinořezy. Byly použity také metody jako vykopávání rostlin či výsadba vrbových rohoží, které měly kromě potlačení výskytu křídlatek také zpevnit břehy (Barták aj., 2010).

Projekt byl realizován v období od ledna 2007 po prosinec roku 2010. Na projekt byly vynaloženy náklady ve výši 1015 tisíc eur, kdy největší příspěvek poskytla Evropská komise ve výši 704 tisíc eur, dále Moravskoslezský kraj ve výši 60 tisíc eur a 251 tisíc eur od partnerů projektu (LIFE-Moravka, 2007).



### 3.6 Mapování výskytu křídlatky

Mapování výskytu křídlatky či jiných invazních druhů lze provádět dvěma základními metodami. První z nich je mapování křídlatky přímo v terénu za pomoci papírového náčrtu a buzoly. Jako pokročilejší způsob se jeví použití technologie GNSS společně s mobilním mapovacím zařízením, které umožní efektivní mapování atributů.

Druhým způsobem je pomocí technologie DPZ. Jsou však potřeba letecké snímky s určitou úrovní detailu, ze kterých je možné pomocí klasických či pokročilých metod provést řízenou klasifikaci a získat tak informace o výskytu ploch s křídlatkami či jevech související s jejich výskytem.

#### 3.6.1 Mapování výskytu křídlatky pomocí GNSS

Pomocí GNSS technologie bylo mapování výskytu křídlatky provedeno ve městě Crum Wood ve Velké Británii. Porosty křídlatky tam byly mapovány za účelem zjištění prostorové distribuce v jednotlivých biotopech. Byly také zaznamenávány atributové informace. Jednalo se například o atribut *DENSITY*, tedy hustotu výskytu rostlin křídlatky. Bylo zjištěno, že se křídlatka vyskytuje na březích vodního toku a na místech, kde již byla její přítomnost zaznamenána. Výsledkem bylo také zjištění, že se porosty s křídlatkami stále rozšiřují, a tyto lokality byly identifikovány (Moore aj., 2011).

V tuzemsku se GPS mapováním křídlatky zabývalo více autorů. Významným zdrojem informací je disertační práce vedoucího práce (Švec, 2010). Právě v té je uveden postup mapování, který byl použit i pro tuto diplomovou práci. Další studií, která mapovala Výskyt křídlatky je diplomová práce Tomáše Válka (2000). Ten prováděl mapování, jak pomocí GNSS technologie, tak i pomocí buzoly. Posledním autorem provádějící GNSS mapování je Milan Čarvaš (2011), který uskutečnil mapování v rámci své diplomové práce v Litovelském pomoraví.

Na území *NPP Skalická Morávka* prováděl v roce 2013 mapování standardizovaných biotopů Blahuta (2014). Typy biotopů byly určovány podle katalogu biotopů od Chytrého (2010). Jeho cílem bylo mapování biotopů a křídlatek. Mapování bylo uskutečněno pomocí čtvercové sítě o velikosti 50 metrů. Ke každému z těchto čtverců byl během mapování přidělen druh biotopu a procentuální zastoupení porostu křídlatek na mapované ploše.

### 3.6.2 Mapování výskytu křídlatky pomocí DPZ

Další způsob je mapování výskytu křídlatky použitím technologie DPZ. Jako první příklad lze uvést článek *Object-based image analysis for detection of japanese knotweed* (Jones aj., 2011). V tomto článku se řešila problematika mapování výskytu křídlatky za pomocí metod DPZ. Klasifikace křídlatky byla založena na pokročilých metodách řízené klasifikace, konkrétně na objektové klasifikaci.

Další článek *Mapping invasive Fallopia japonica by combined spectral, spatial, and temporal analysis of digital orthophotos* (Dorigo aj., 2012). Tento článek popisuje použití několika metod z oblasti DPZ, kdy bylo cílem zvolit nejvhodnější metodu pro mapování výskytu křídlatky ve středním Slovinsku. Pracovalo se tam s blízkým infračerveným pásmem. Úspěšnost správného zmapování uvádí autoři 61 %, což považují za celkově uspokojující.

V ČR prováděl něco podobného Jakub Moldrzyk (2014). V jeho diplomové práci jsou popsány přístupy a možnosti klasifikace obrazu za účelem nalezení ploch s výskytem křídlatek. Zkoušel různá provedení klasifikací, které také mezi sebou porovnával a hodnotil. Autor připouští, že je možné křídlatky mapovat pomocí metod DPZ, je však nutné získat kvalitní data.

## 3.7 Prostorová analýza

Prostorovou analýzu definuje Netrdová (2010) ve své disertační práci jako „*kvantitativní studium jevů, které se projevují v prostoru. Lze je tedy chápat jako specifickou skupinu kvantitativních analýz, ke které jsou potřeba data, která se vztahují k určitému místu.*“ Autorka tak přesně definuje podmínku pro prostorové analýzy, a to použití kvantitativních analýz.

Pro kvalitativní data se používají rozdílné způsoby analýz, potažmo i odlišný způsob publikace těchto dat. Nabízí se celá řada metod jak z klasické fyzické geografie, tak i ze socioekonomické oblasti prostorových analýz. S atributy lze provést statistická testování, jako například v disertační práci Pavla Švece (2010), či převést kvalitativní data na kvantitativní.

### 3.7.1 Prostorové analýzy pomocí obalových zón

Jedna z možností, jak vytvořit z kvalitativních dat kvantitativní, je provedení prostorové analýzy pomocí obalových zón, neboli bufferů. Jeden z příkladů prostorové analýzy pro kvalitativní data je analýza břehových obalových zón pro hlavní tok řeky Lamoille, v angl. originále *Lamoille River Mainstem Riparian Buffer Analysis* (2002). Zkoumaná oblast a řeka Lamoille se nachází ve státě Vermont ve Spojených státech amerických.

Cílem analýzy bylo zjištění a popsání přítomnosti jednotlivých kategorií využití pozemků ve čtyřech obalových zónách od vodního toku. Velikost obalových zón nebyla pravidelná. Jako řešené kategorie a tedy i kategoriální data, byly použity například zemědělská půda, les, vodní plochy. Výsledkem bylo zjištění, kdy například 39 % z celkové plochy obalové zóny do 150 stop byl les, zbytek pak ostatní kategorie využití pozemků.

Další příklad práce s obalovými zónami je článek *Impact of landscape pattern at multiple spatial scales on water quality* (Shen aj., 2015). Autoři řešily obalové zóny kolem řek a zastoupení podílu jednotlivých ploch území. Obdobně jako u předchozího příkladu se tu vyskytují například kategorie les či zemědělská půda. Dále je uvedeno procentuální zastoupení vybraných ploch ku ostatním plochám.

Podobnou studii publikovali Greenber a Carson (2010), článek se nazývá *Mapping riparian land use within agricultural zones*. Rozdíl vůči předchozímu článku je hlavně v tom, že autoři pracovali s absolutními hodnotami velikostí ploch jednotlivých kategorií *land use* a jejich celkovou výměrou. Výsledky byly dále porovnávány mezi sebou na základě příslušnosti ke zkoumaným oblastem. Autoři porovnali rozdíly mezi jednotlivými oblastmi. Tabulky a grafy publikované v tomto článku mají velkou vypovídající hodnotu a vhodně popisují výsledky analýzy.

V rámci ČR prováděl Čarvaš (2011) mapování tří druhů invazivních rostlin ve vybraném území Litovelského Pomoraví. Jednou ze tří invazivních rostlin byla také křídlatka japonská (*Renoutria japonica*). Měl za úkol zmapovat a popsat ekologické vztahy mezi invazivními rostlinami a prostředím. Autor prováděl mapování pomocí GNSS technologie, kdy po zaměření polohy zapsal hodnoty množství rostlin do tabulky. V textu neuvedl, zdali zapisoval fyzicky na papír či do paměti přístroje, ani jakou použil metodu GNSS měření. Výskyt invazivních rostlin zaměřoval buď jako bodovou, či při vyšším počtu rostlin jako polygonovou plochu.

Čarvaš (2011) dále zaznamenával atributy jako například výskyt rostlin na nánošovém a nárazovém břehu v různých vzdálenostech od břehu. Autor popisuje, do jakých vzdáleností se ve větší míře vyskytují invazivní rostliny a zdali se vyskytuje jev či objekt (překážka), která ovlivňuje výskyt rostlin. Příklad překážky uvádí, pravidelně sečenou louku.

### 3.8 Uložení dat do prostorové databáze

Uložení prostorových dat do databáze je dnes častou formou uložení. Výhodou takového uložení je především víceuživatelský režim, kdy data mohou využívat různí uživatelé. Uživatelé mají přiřazena různá práva pro přístup a práci s daty. To zajistí bezpečnost dat. Data mohou být centralizovaná a není nutné je spravovat na různých úložišťích, což je výhodné především u aktualizace dat. Další výhodou tohoto řešení je možnost použití dotazovacího jazyka SQL, u kterého lze použít i nástavbové prostorové funkce. Jednoduché prostorové funkce mohou být například *area* či *shapelength*, což je obvod polygonu. To jsou tedy hlavní výhody uložení prostorové databáze vůči uložení například ve formátu *ESRI shapefile*.

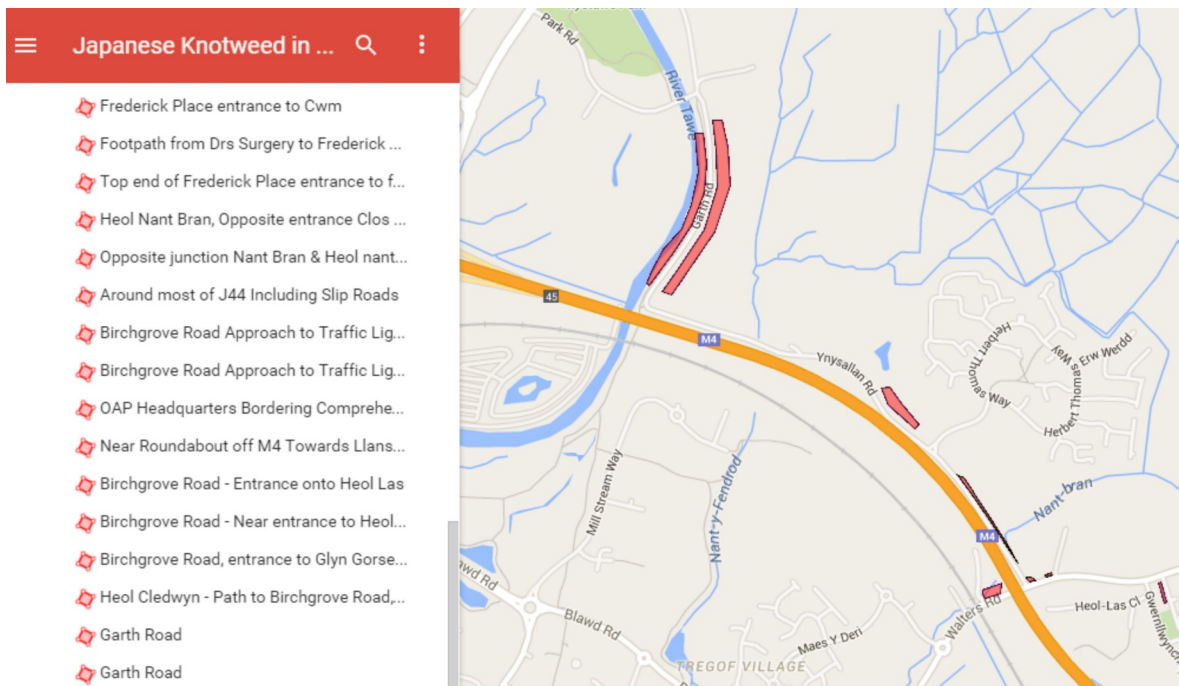
Pro uložení prostorových dat se nejčastěji používají klasické databáze společně s prostorovým rozšířením. Časté je použití *Oracle Spatial* a *PostGIS*, kde *PostGIS* je nástavbou databáze *PostgreSQL*. U obou databází je vytvořena komplexní dokumentace a množství tutoriálů. Rozdíl mezi nimi je především v licenčních podmínkách, kdy *PostGIS* je opensourcový projekt a je tak vhodný i pro komerční účely při zachování podmínek uvedených v licenční smlouvě. *Oracle* je naproti tomu komerční a obsahuje docela přísné licenční podmínky (Corti, 2014; Sadovský, 2015).

Příkladem použití *PostGIS* je diplomová práce Dubrovského (2013). Autor použil *PostGIS* jako datový sklad pro svou aplikaci. Takovýto postup můžeme nalézt také u Kamlera (2013), který napsal diplomovou práci na téma *Uložení dat do prostorové databáze*. V ní popisuje postupy a komplexní řešení pro uložení a využívání datového skladu založeného na *PostGIS*. Při vytváření prostorové databáze byly použity pracovní postupy a doporučení z knihy *PostGIS in action* (Obe aj., 2011).

### 3.9 Webová aplikace

V současnosti se již klasické mapy stávají pouze doplňkem pro webové aplikace, které uživateli nabízejí vyšší komfort při prohlížení prostorových dat. Je již mnoho možností, jak vytvořit webovou mapovou aplikaci, která bude splňovat uživatelské požadavky a zároveň bude dostatečně rychlá a kompatibilní. Právě kompatibilita je jedním z nejdůležitějších faktorů. Proto je vhodné vytvořit takovou aplikaci, kterou lze spustit na různých OS a v různých internetových prohlížečích.

Příklad webové aplikace s výskytem křídlatky je *Japanese Knotweed in Birchgrove, Swansea* (Japanese Knotweed in Birchgrove, n.d.). Aplikace zobrazuje výskyt porostů křídlatky pomocí polygonů. Navíc je velmi jednoduchá a intuitivní. Ukázka jejího GUI je na obr. 6.



Obr. 6: Ukázka GUI webové aplikace *Japanese Knotweed in Birchgrove, Swansea*

Další webovou aplikací je *Turistický mapový portál Beskyd* od Hálové (2010). Na rozdíl od aplikace *Japanese Knotweed in Birchgrove, Swansea*, Hálová vytvořila svoji aplikaci pomocí javascriptové knihovny *OpenLayers 2*. Tato knihovna umožňuje vytvářet pokročilé webové aplikace. Podobnou aplikaci vytvořil také Dubrovský (2013). Při vývoji aplikace bylo čerpáno z publikace *OpenLayers 3 Beginner's Guide* (Gratier aj., 2015).

## 4 POUŽITÁ DATA

Pro účely této diplomové práce byla použita data od vedoucího diplomové práce (Švec, 2010). Jedná se o výskyt porostů křídlatek. Mapování bylo provedeno v letech:

- 2007,
- 2009,
- 2013,
- 2015.

Data vznikla GNSS mapováním, vrstva zkoumaného území byla získána od Trnčáka (2012). Další vrstvy jsou polygonové a liniové vrstvy řeky Morávky. Tyto vrstvy byly vektorizovány na základě prohlížečské služby *WMS - Archivní ortofoto* od ČÚZK. Vektorizace polygonové vrstvy vodního toku byla provedena vždy pro patřičný či nejbližší rok mapování. Vrstva kilometráže byla získána z DIBAVOD.

Ostatní vrstvy *EVL Niva Morávky*, *NPP Skalická Morávka*, *PP Profil Morávky* byly stáhnuté z OpenStreetMap a z webových stránek *The European Environment Agency* (2016). Mapové podklady pro webovou aplikaci jsou renderovaná OpenStreetMap data, která jsou k dispozici v *OpenLayers API*. Jedná se o tyto mapové podklady:

- OpenStreetMap,
- Stamen Watercolor,
- Stamen Toner,
- MapQuest Road.

Tato data sdílí společnou licenční dohodu, která umožňuje bezplatné využívání těchto dat s jedinou podmínkou, a to uvedení zdroje. Poslední vrstvou je bodová vrstva od Blahuta (2014). Kde jsou uloženy výsledky jeho mapování biotopů podle katalogu biotopů České republiky (Chytrý a kol., 2010) společně s výskytem porostů křídlatek na území *NPP Skalická Morávka*.



## 5 METODIKA

### 5.1 GNSS mapování

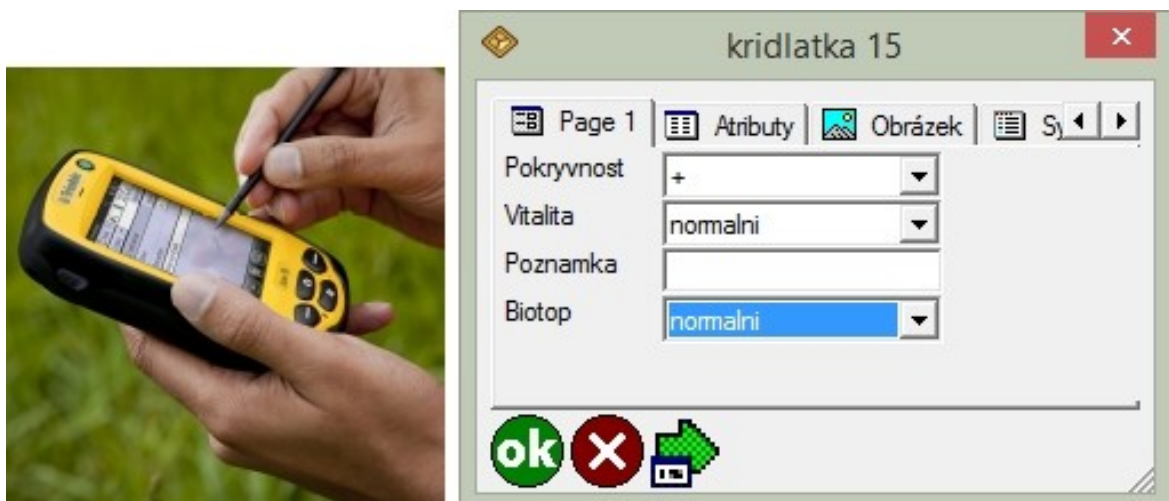
GNSS mapování výskytu porostů křídlatek bylo provedeno v červnu 2015 společně s vedoucím diplomové práce, aby byla dodržena metodika mapování uvedená v jeho disertační práci (Švec, 2010). Metodika spočívala v obcházení okrajů ploch porostů křídlatek tak, že se vždy po určité vzdálenosti vytvořila hrana polygonu, nebo pomocí bodového výskytu, který se použil pro několik kusů rostlin či pouze jediné rostliny.

Pro mapování byla použita autonomní metoda měření. To je metoda bez zpřesňujících korekcí, z tohoto důvodu nelze dosáhnout takové přesnosti jako u metod s korekcemi, ale pro účely této práce je přesnost mapování dostačující. Hlavní předností autonomní metody je především její rychlost, kdy je možné mapovat poměrně veliké území za krátký časový úsek. U této metody není nutná otevřenost oblohy, lze provádět měření i pod stromy či jinou vegetací.

Bylo možné provádět měření i v hustých porostech, kde by se například měření pomocí RTK nemohlo uskutečnit z důvodu ztráty či narušení kontinuity signálu. Ve zkoumaném území se vyskytovaly lokality, které byly takřka neprůchozí, a jinou než autonomní metodou by bylo mapování obtížné.

Přesnost měření autonomní metody se pohybuje kolem prvních desítek metrů, avšak při splnění podmínek jako otevřenost oblohy a dostatečný počet satelitů je možné dosáhnout přesnosti kolem 6–10 metrů. Pro zvýšení přesnosti bylo použito také průměrování souřadnic. V našem případě se průměrovaly pouze bodové výskyty, u polygonů se průměrování nepoužilo, jelikož by to bylo časově náročné.

Byl použit přístroj *Trimble Juno 3D*. Jedná se o profesionální GPS přístroj, který slouží pro mapování a který je vybaven operačním systémem *Windows mobile 6.1*. Výhodou použití tohoto přístroje jsou jeho malé rozměry společně s výkonem a dlouhou výdrží. Tyto popsané vlastnosti umožnily efektivně mapovat celý den. V přístroji byl nainstalován program *ArcPad* verze 10.2.2 od společnosti *ESRI*.



Obr. 7: Přístroj Trimble Juno 3D a ukázka grafického rozhraní formuláře ArcPad

V programu *ArcPad* byl vytvořen projekt mapování výskytu křídlatek, který obsahoval formulář. Pomocí tohoto formuláře bylo prováděno vlastní mapování. Ve formuláři se nacházely ovládací prvky a také komboboxy, které umožnily rychlejší a efektivnější vyplňování atributů. Přístroj a ukázka grafického rozhraní formuláře je na obr. 7.

### 5.1.1 Mapované atributy

V rámci měření byly kromě polohy porostů s křídlatkami mapovány i atributy popisující vlastnosti rostlin křídlatek či území, ve kterém se porosty nacházely. V tab. 1 jsou uvedeny mapované atributy. V předchozích letech se mapovaly i další atributy jako likvidace či úspěšnost likvidace porostů křídlatky, které již nebylo nutné mapovat.

Tab. 1: Mapované atributy se svými hodnotami

pokryvnost	vitalita	poznámka	biotop
- (0-0,1 %)	nízká		suchý
+ (0,2-1 %)	normální		normální
1 (1,1-10 %)	vysoká		vlhký
2 (10,1-50 %)			
3 (50,1-100 %)			

Atribut *POKRYVNOST* představuje procentuální pokrytí mapované plochy rostlinami křídlatek. Jedná se o ordinální typ proměnné. Zjišťování hodnot v terénu probíhalo jako u většiny atributů na základě kvalifikovaného odhadu, kdy se přiřazovala hodnota pokryvnosti vždy po vyhodnocení mapované plochy. Například u hodnoty 0-0,1 % se

jednalo zpravidla o pouze několik rostlin, maximálně do tří kusů. U nejvyšší hodnoty pokryvnosti 50,1-100 % se jednalo o plochy, ve kterých rostliny křídlatky převládaly nad ostatními druhy a tvořily souvislý a často i neproniknutelný porost.

Další atribut *VITALITA* představuje vitalitu rostlin křídlatky v mapované ploše. Jedná se tedy o ordinální typ proměnné. Stejně jako atribut *BIOTOP* byl tento atribut získán pomocí kvalifikovaného odhadu. Vyskytovaly se tu tři hodnoty. Rostliny křídlatky s viditelnými poškozeními, jako jsou například zakrnělý růst či různé deformace listů byly označeny hodnotou „nízká“. Pro normálně rostoucí rostliny bez viditelného poškození s výškou kolem dvou metrů se přiřadila hodnota „normální“. Nejvyšší hodnoty vitality „vysoká“ představovaly rostliny s bujným růstem a vysokými stonky, často vyššími než dva až tři metry. Navíc byly rostliny velmi vitální a tvořily těžko proniknutelný porost. Tyto porosty vykazovaly nejvyšší hodnoty pokryvnosti.

Atribut *BIOTOP* představuje typ biotopu měřené plochy. Jedná se o nominální typ proměnné, nelze jej tedy smysluplně uspořádat. Určování v terénu probíhalo na základě kvalifikovaného odhadu. Použití kvalifikovaného odhadu bylo poněkud problematické. V některých místech bylo náročné posoudit, zdali se jedná například o suchý typ biotopu či normální. Určování tedy často probíhalo na základě výskytu rostlinných druhů typických pro daný typ biotopu. Bylo poměrně snadné rozeznat rostlinné druhy vyskytující se na vlhkých místech a podle nich přiřadit typ biotopu.

Posledními atributy jsou *VYMERÁ* a *ROK*. Tyto atributy mají společné, že vznikly až po ukončení mapování v terénu. Hodnoty atributu *VYMERÁ* se počítaly z geometrie vrstvy výskytu křídlatky. Velikost je uvedena v hektarech.

V roce 2007 byl mapován pouze atribut *POKRYVNOST*. Ostatní atributy se začaly mapovat až od roku 2009. Navíc byly v tomto roce mapovány pouze tři nejvyšší hodnoty 1,1-10 %, 10,1-50 % a 50,1-100 %. Něco podobného nastalo v roce 2013 kdy se vyskytovaly pouze naopak tři nejnižší hodnoty pokryvnosti, a to 0-0,1 %, 0,2-1 % a 1,1-10 %.

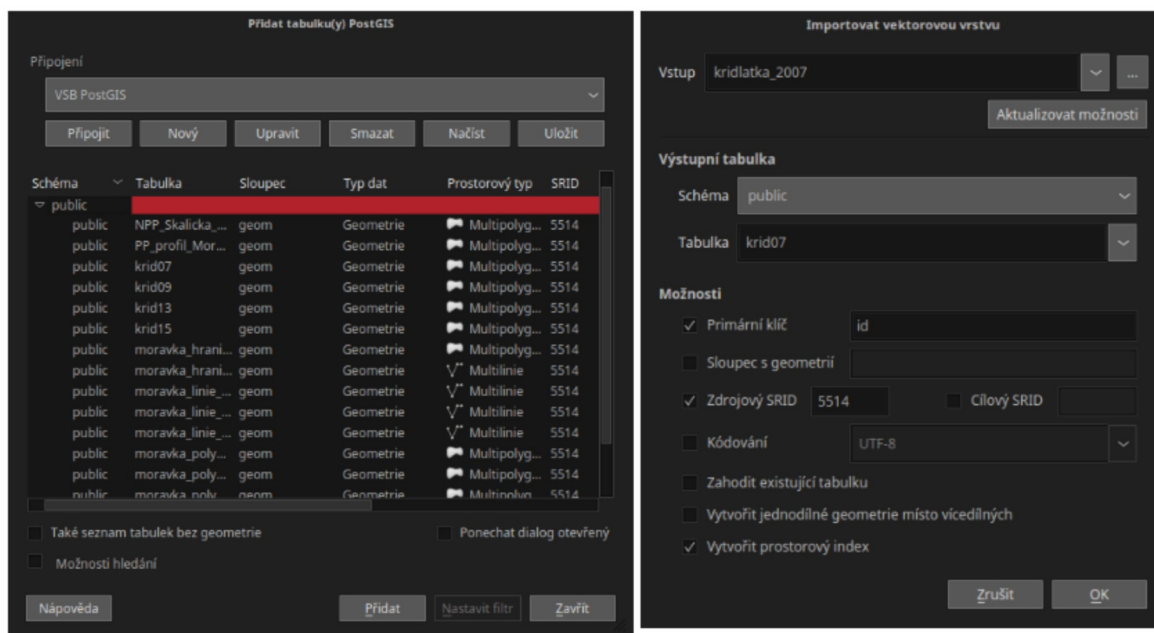
## 5.2 Zpracování a uložení dat do prostorové databáze

Zpracování dat proběhlo v programu *ArcMap*. Bodová vrstva výskytu křídlatky byla převedena na polygonovou vrstvu tak, že vznikly polygony s kruhovým tvarem a velikostí plochy 50 m<sup>2</sup>. Převedená bodová vrstva byla poté spojena s polygonovou vrstvou vzniklou již během mapování.

Dále bylo nutné odstranit překrývající se polygony. To bylo provedeno opět v programu *ArcMap*. Překryvy polygonů byly způsobeny nepřesností GNSS mapování. Přesnost měření dosahovala velikosti kolem 10 metrů. Bylo použito topologické pravidlo o nepřekrývání se polygonů. Polygony se tedy po zpracování mohou pouze dotýkat. Dále byly plochy s výskytem porostů křídlatek ořezány liniíovou vrstvou *hranice zkoumaného území*. Další zásahy do geometrie ploch nebyly prováděny.

Zpracovaná data byla dále pomocí nástroje *Database manager* v programu *QGIS* importována do prostorové databáze *PostGIS*. Při importu byl nastaven souřadnicový systém společně s kódováním znaků. Byl vybrán souřadnicový systém *Krovak East North* s identifikátorem *SRID 5514* a *Pseudo Mercator*, ten proto, že javascriptová knihovna *OpenLayers 3* standardně neumožňuje pracovat s *Krovak East North*, proto byl zvolen *Pseudo Mercator* (*SRID 3857*). Každá vrstva, jež byla použita i ve webové aplikaci, byla tedy nahrána dvakrát, vždy jednou pro jeden souřadnicový systém.

Databáze je provozována na institutním serveru <http://geoserver.vsb.cz/>. Přístup k databázi je možný přes SSH protokol, a to pouze ve školní síti či přes VPN. Bylo také vytvořeno více účtů, vždy s odlišnými uživatelskými právy, aby se zamezilo nechtěnému mazání či editaci dat. Tímto způsobem je řešena bezpečnost dat. Databáze je navíc periodicky zálohována.



Obr. 8: Ukázka nástroje Database manager v programu QGIS při importu vrstev do PostGIS databáze

Kromě vrstev s výskytem křídlatek byly do databáze nahrány i další vrstvy, které s křídlatkami souvisí. Jedná se například o vrstvu hranice zkoumaného území, kterou lze pozorovat ve webové aplikaci. Dále byly nahrány i vrstvy související s prostorovou analýzou, jako například polygonová a liniová vrstva řeky Morávky pro každý ze zkoumaných roků.



### 5.3 Explorační analýza

Explorační analýza byla vytvořena v programech *SPSS statistics* a *STATGRAPHICS Plus*, dále pomocí tabulkového procesoru *Calc*, který je součástí kancelářského balíku *LibreOffice*. V těchto programech byly vytvořeny tabulky a provedeny statistické testy.

V explorační analýze byly popsány atributy *POKRYVNOST* a *VYMERA*. To proto, že se tyto atributy vyskytují ve všech zkoumaných letech a nejlépe popisují jev výskytu porostů křídlatek. Atribut *VYMERA* byl také popisován v závislosti na atributu *POKRYVNOST*. U atributu *VYMERA* byla testována normalita velikosti ploch ve zkoumaných letech pomocí Shapiro-Wilkova a Kolmogorovo-Smirnova testu.

Součástí explorační analýzy bylo i statistické testování. Byly testovány nezávislosti vybraných dvojic atributů v kontingenční tabulce pomocí Chí-kvadrát testu nezávislosti a měr závislosti. Konkrétně se jednalo o *Cramer's V* a *Gamma* koeficienty závislosti.

Všechna statistická testování byla prováděna na hladině významnosti 5 %. Spolehlivost testování je tedy 95 %. V případě prokázání závislosti byla vytvořena znaménková schémata, která umožnila nalézt hodnoty atributů, které vykazují statistickou závislost. S výsledky znaménkových schémat korespondují i testy nezávislosti Chí-kvadrát testu a mozaikové grafy (Hendl, 2012). Testované dvojice atributů jsou uvedeny zde:

- *VYMERA - POKRYVNOST*,
- *VYMERA - BIOTOP*,
- *VYMERA - VITALITA*,
- *POKRYVNOST - VITALITA*,
- *POKRYVNOST - BIOTOP*.

Pro provedení výpočtů bylo nutné agregovat hodnoty atributů *POKRYVNOST* a *VYMERA* tak, aby splňovaly požadovaná kritéria. To se týkalo Chí-kvadrát testu nezávislosti a měr závislosti. Tento test totiž používá kritérium pro minimální předpokládanou četnost, kdy musí být minimálně 80 % očekávaných četností větších než pět, navíc nejmenší očekávaná četnost musí být nejméně rovna jedné (Litschmannová, 2011; Mehta a Nitin, 2010).

Tab. 2: Agregované hodnoty atributů POKRYVNOST a VYMERA

agregované hodnoty	
pokryvnost (%)	výměra (ha)
0-1	0-0,0683
1,1-100	0,0684-8,1022

Agregované hodnoty atributů jsou zobrazeny v tab. 2. Agregace atributu *VYMERA* byla provedena tak, aby byla splněna kritéria z předchozího odstavce. Proto se vyskytují pouze dvě hodnoty u obou agregovaných atributů. U atributu *POKRYVNOST* bylo cílem také splnit požadovaná kritéria.

Závislost mezi dvojicemi atributů byla u Chí-kvadrát testu určována na základě p-hodnoty. V případě, že p-hodnota byla menší než 0,05, zamítla se nulová hypotéza o nezávislosti testovaných atributů a bylo možné připustit závislost mezi atributy. U výpočtu měř závislosti se použila také p-hodnota. To proto, že její velikost určila, zdali jsou výsledky statisticky významné na hladině významnosti 5 %. Statisticky významné byly míry závislosti tehdy, když byla p-hodnota menší než 0,05 (Litschmannová, 2011).

Tab. 3: Symboly znaménkového schématu se spolehlivostí

symboly	spolehlivost (%)
-, +	95,0
--, ++	99,0
---, +++	99,9
0	bez odchylky

Znaménková schémata popisují velikost odchylky mezi pozorovanými a očekávanými četnostmi. V tab. 3 jsou kromě symbolů uvedeny také hodnoty spolehlivosti pro jednotlivé symboly. Symbolem „0“ jsou pak označeny ty hodnoty adjustovaných reziduí, u kterých nebyla odchylka statisticky významná.

## 5.4 Příprava dat pro prostorovou analýzu

Vrstvy s výskytem porostů křídlatek byly rozděleny podle liniové vrstvy řeky Morávky na levý a pravý břeh. V rámci prostorové analýzy se pracovalo s těmito kategoriemi ploch:

- *bez křídlatky,*
- *0-0,1 %,*
- *0,2-1 %,*
- *1,1-10 %,*
- *10,1-50 %,*
- *50,1-100 %.*

Kategorie ploch *bez křídlatky* se vyskytuje pouze v kapitolách prostorové analýzy. Tato kategorie vznikla z rozdílu plochy obalové zóny a ploch s křídlatkami. V explorační analýze nebyla tato kategorie ploch použita. V části prostorové analýzy se použily pouze dvě kategorie ploch, a to plochy s výskytem křídlatky a plochy bez křídlatek.

Liniové a polygonové vrstvy řeky Morávky vznikly vektorizací *WMS - Archivní ortofoto* od ČÚZK. Když to bylo možné, byla vektorizace provedena pro odpovídající rok. Pro rok 2015 nebyly ortofoto snímky k dispozici. Byly tedy použity snímky z roku 2014. Mezi těmito lety není velký rozdíl, jelikož nedošlo na Morávce k povodni, která by výrazně změnila polohu a tvar říčního koryta. Popisované práce byly provedeny v *ArcMap* a *QGIS*.

S tím souvisí i problém s dobou pořízení ortofoto snímků, jenž jsou publikovány v rámci služby *WMS - Archivní ortofoto*. Letecké snímkování totiž neprobíhalo vždy ve stejný den a ve stejnou hodinu v každém ze zkoumaných let. Přitom se lišila velikost průtoků, a to z různých důvodů, například z důvodů trvajících stavu sucha.

## 5.5 Skript v *ModelBuilder*

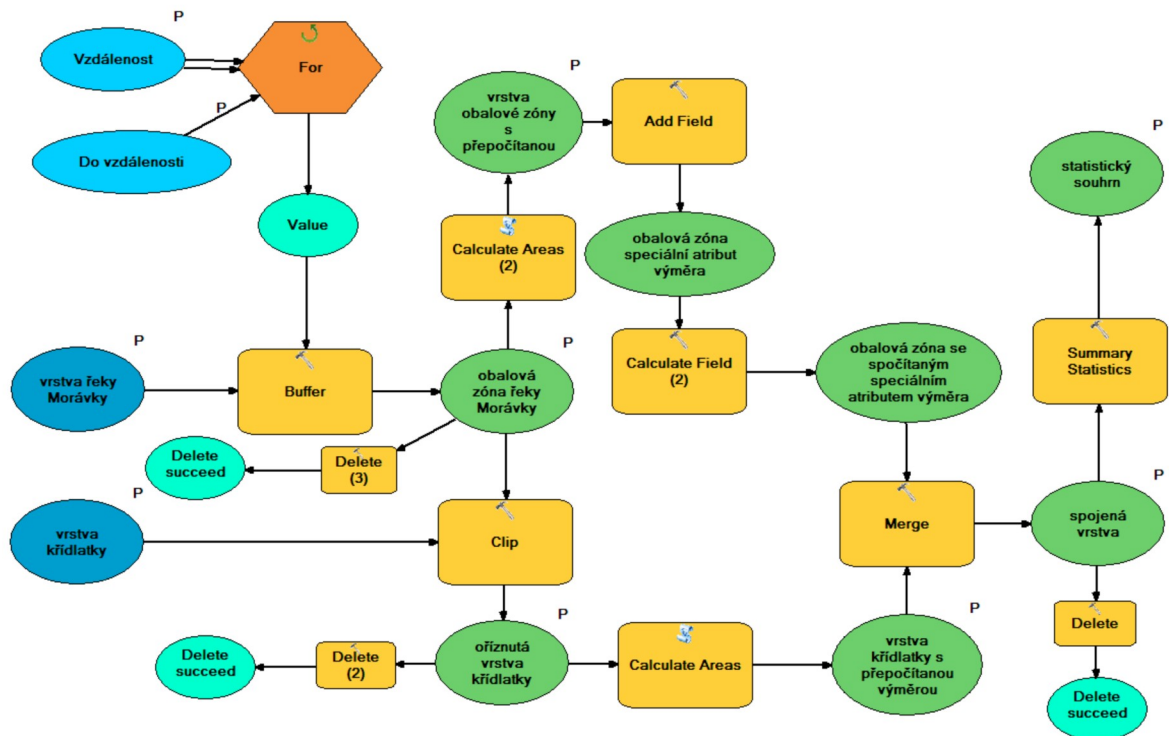
Po přípravě dat bylo možné vytvořit skript v *ModelBuilder*. To je grafický vývojový nástroj, který umožní vývojáři vytvářet pokročilé skripty z nástroje v *ArcMap*. Navíc má použití takového skriptu výhodu v tom, že je lépe čitelný než klasický kód. Důvodem vytvoření tohoto a dalšího skriptu je automatizace výpočtů.

Obr. 9: Formulář skriptu prostorové analýzy

Vstupními daty pro skript je polygonová vrstva řeky Morávky a vrstva výskytu křídel společně s parametry „*Vzdálenost*“ a „*Do vzdálenosti*“. Výstupy jsou tyto:

- obalová zóna řeky Morávky,
- obalová zóna řeky Morávky s přepočítanou výměrou,
- oříznutá vrstva křídlatky,
- vrstva křídlatky s přepočítanou výměrou,
- statistický souhrn,
- spojená vrstva křídlatky a obalové zóny.

Vstupy a výstupy jsou zobrazeny na obr. 9. U názvů souborů se vyskytuje textový řetězec *%Value%*, ten zastupuje proměnou „*Vzdálenost*“ a umožňuje, aby se do názvů souborů \*.dbf zapsala vzdálenost od vodního toku.



Obr. 10: Schéma skriptu prostorové analýzy v ModelBuilder

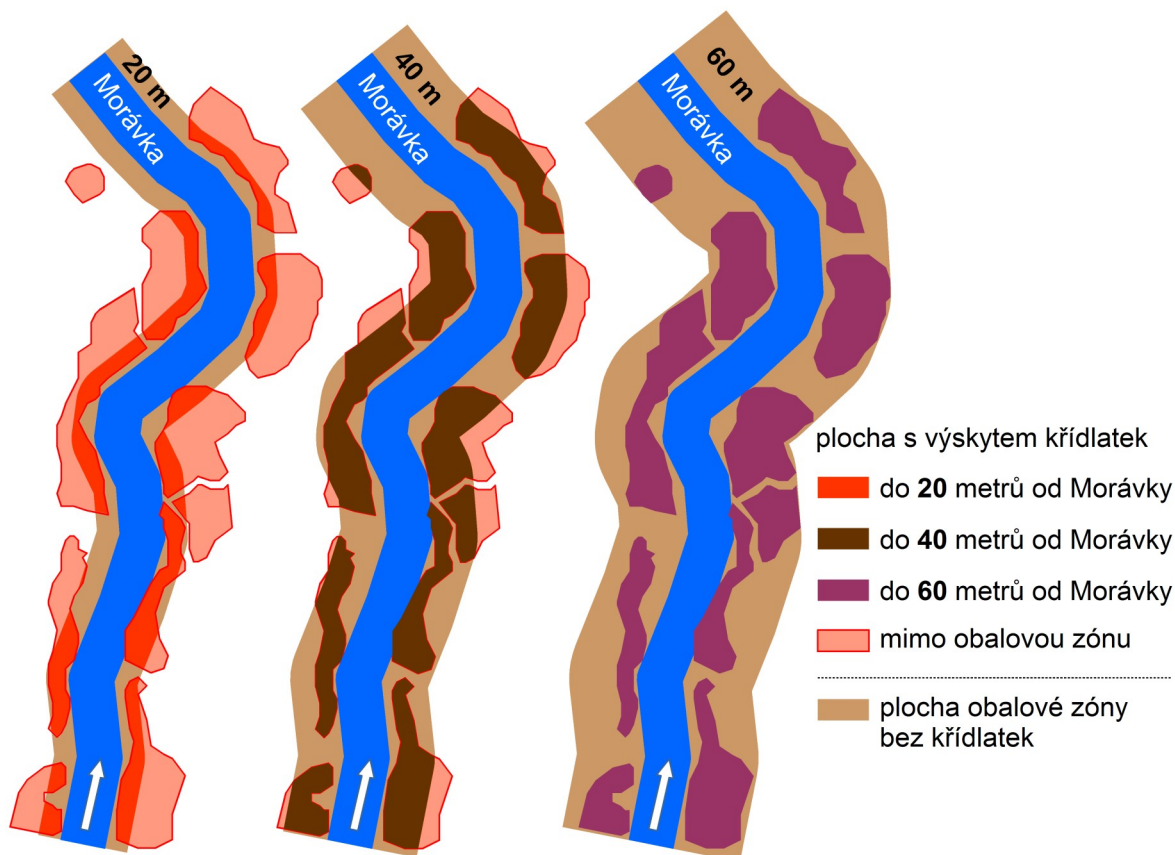
Schéma popisovaného skriptu je zobrazeno na obr. 10. Jedná se o to, že byly vytvořeny obalové zóny po 20 metrech pro polygonovou vrstvu řeky Morávky, které sloužily pro ořezání vrstvy výskytu křídlatek a k výpočtu velikosti plochy obalové zóny. V jednotlivých ořezaných plochách výskytu křídlatek byly přepočteny výměry. Velikosti výměr byly ve statistickém souhrnu sečteny a společně s velikostí obalové zóny uloženy do souboru \*.dbf. Bylo tedy vytvořeno 19 souborů do maximální vzdálenosti 380 od Morávky. Každý soubor obsahuje v názvu číselnou hodnotu vzdálenosti od vodního toku.

Jednotlivé \*.dbf soubory byly spojeny do výsledného textového souboru. Během spojení byly vypočteny podíly jednotlivých ploch na velikostech obalových zón. Spojení a výpočet podílu bylo provedeno pomocí skriptu napsaného v programovacím jazyce *Python*. Tento skript použil kromě standardních knihoven knihovnu *DBFPY*. Ta umožnila efektivní práci s \*.dbf soubory. Programování probíhalo v programu *SPYDER*.

Výsledkem provedení výpočtu je soubor ve formátu \*.txt, ve kterém jsou umístěny v řádcích hodnoty velikosti ploch a jejich podílů společně s dalšími atributy. Takto vytvořený soubor byl poté importován do programů *SPSS statistics* a *STATGRAPHICS Plus*, ve kterých bylo s daty dále pracováno.

## 5.6 Princip prostorové analýzy

Principem prostorové analýzy je výpočet velikosti výměry kategorií ploch v pravidelně rostoucích 20metrových vzdálenostech od Morávky. Kategoriemi ploch jsou plochy v závislosti na atributu *POKRYVNOST* a plochy *bez křídlatky*. U těchto kategorií bylo dále spočítáno jejich relativní zastoupení na celkové ploše obalové zóny. Obalové zóny neboli buffery jsou definovány jako plochy do určité vzdálenosti od Morávky.



Obr. 11: Princip prostorové analýzy založené na obalových zónách

Na obr. 11 je zobrazeno schéma prostorové analýzy. Nejedná se o konkrétní část zkoumaného území, je zde zobrazen pouze princip analýzy.

Dále byly plochy s výskytem porostů křídlatek rozděleny podle levého a pravého břehu. To proto, aby bylo možné určit, v jakých letech, do jaké vzdálenosti a na jakém břehu je například větší celková plocha s křídlatkami nebo kde je větší podíl celkové plochy s křídlatkami ku ploše bez křídlatky. Pro tato porovnání byly použity statistické testy, které řešily statistickou významnost se spolehlivostí 95 %.



## 5.7 Statistické testování ploch s výskytem porostů křídlatek v pravidelně rostoucích vzdálenostech

Statistické testování velikostí ploch bylo prováděno za účelem ověření významnosti rozdílů velikostí kategorií ploch s výskytem křídlatek v pravidelně rostoucích vzdálenostech mezi zkoumanými lety. Byl použit Friedmanův test společně se znaménkovým testem. Znaménkový test byl použit v kapitole 6.2.6 *Analýza změn velikostí ploch na levém a pravém břehu v závislosti na pokryvnosti v pravidelně rostoucích vzdálenostech*, a to proto, jelikož se jedná o párová data. Zmiňované testy byly použity proto, že se jednalo o závislá data a nebyla u nich potvrzena normalita dat. Ta byla testována pomocí Shapiro-Wilkova a Kolmogorovo-Smirnova testu.

Nulová a alternativní hypotéza pro Friedmanův a znaménkový test je uvedena zde:

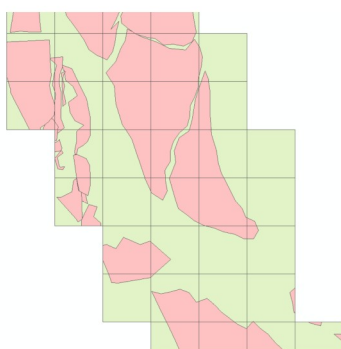
$H_0$ : rovnost mediánů velikostí vybraných ploch s křídlatkami ve zkoumaných letech,

$H_A$ : alespoň jedna dvojice mediánů velikostí vybraných ploch s křídlatkami ve zkoumaných letech se liší.

Při zamítnutí nulové hypotézy o rovnosti mediánů vybraných velikostí ploch u Friedmanova testu byla provedena *Post hoc* analýza. Ta identifikovala dvojici zkoumaných let, u které nebyly rozdíly velikostí ploch v pravidelně rostoucích vzdálenostech od Morávky statisticky významné (Litschmannová, 2011). Velikosti kategorií ploch v pravidelně rostoucích vzdálenostech jsou uvedeny v přílohách 9 až 14.

## 5.8 Porovnání typů biotopů s výskytem křídlatek

Na území *NPP Skalická Morávka* prováděl Blahuta (2014) mapování biotopů dle Katalogu biotopů České republiky (Chytrý a kol., 2010). Mapování prováděl pomocí čtvercové sítě s rozměrem 50 metrů. Porovnávají se tedy data výskytu křídlatky z roku 2013 od vedoucího diplomové práce s výsledky mapování Blahuta. Cílem porovnání bylo určit, na jakých typech biotopů se vyskytovaly porosty křídlatek, ne však na celém zkoumaném území, ale pouze v *NPP Skalická Morávka*.



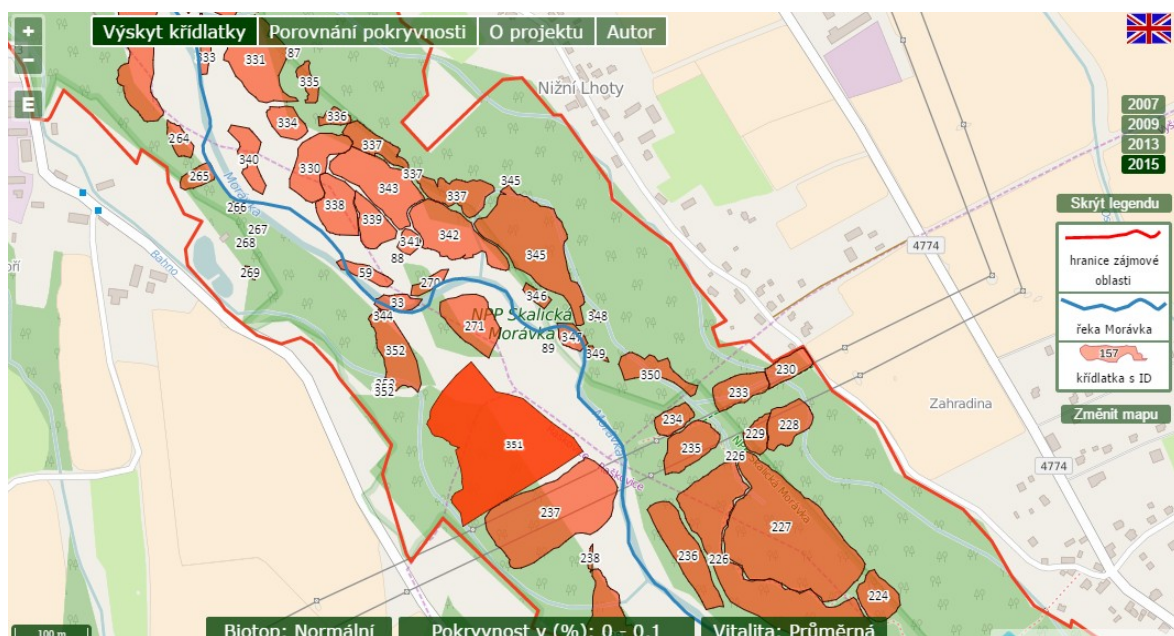
Obr. 12: Ukázka vrstvy výskytu křídlatek na pozadí vrstvy čtvercové sítě

Nejprve se vrstva výskytu křídlatky ořezala pomocí vrstvy čtvercové sítě. Poté se ořezané polygony vrstvy výskytu napojily na vrstvu čtvercové sítě. Ukázka vrstev čtvercové sítě a výskytu křídlatky je na obr. 12. Po tomto napojení bylo již možné exportovat atributy a zpracovat je formou kontingenční tabulky. Výsledky jsou uvedeny v kapitole 6.3 *Výskyt ploch křídlatek na typech biotopů podle Chytrého*.

## 5.9 Tvorba webové aplikace *Výskyt křídlatky*

Nejprve byly vrstvy z *PostGIS* databáze připojeny do *Geoserver*. Zde došlo také k publikaci těchto dat. Z *Geoserver* byly vrstvy publikovány pomocí WFS protokolu, který umožní rychlejší vykreslování, to proto, že se nejedná o rastrový obrázek, jak by tomu bylo u WMS, ale o vektorovou prezentaci dat. Prohlížeč pak na straně klienta pouze vykreslí vrstvy. Jednalo se o vrstvy hranice zkoumaného území řeky Morávky a křídlatka s ID, která reprezentuje plochy s výskytem porostů křídlatek.

Programování bylo provedeno v jednoduchém textovém editoru *GEDIT*. Pokročilejší práce byly prováděny pomocí vývojářského prostředí v internetovém prohlížeči *Mozilla Firefox*. V tomto prostředí byly opravovány chyby a laděn provoz aplikace, tak aby byla co nejrychlejší.



Obr. 13: Aplikace Výskyt křídlatky – <http://gis.vsb.cz/kridlatka>

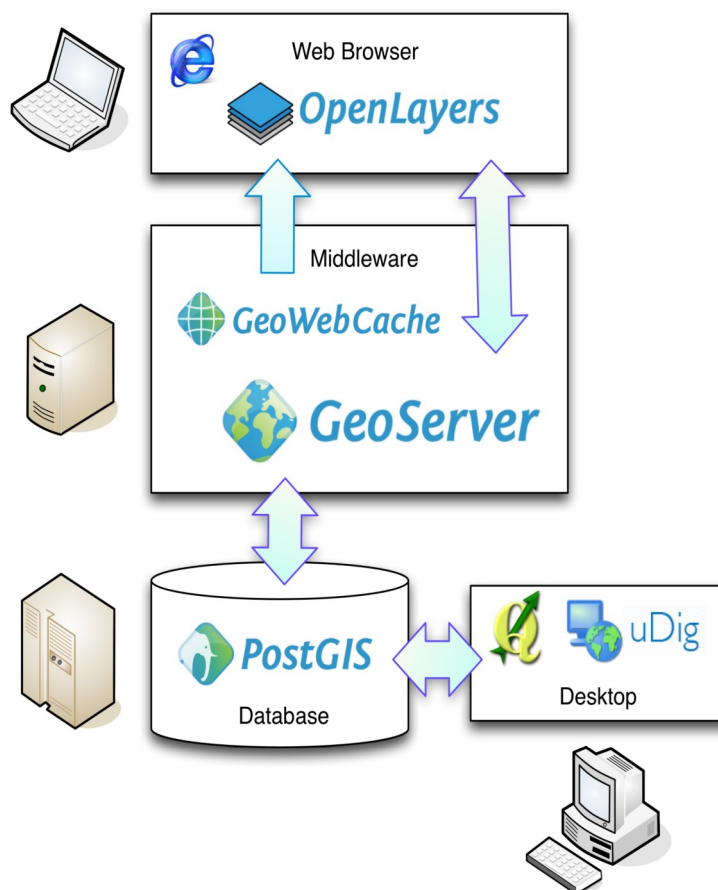
Ukázka grafického rozhraní aplikace je na obr. 13. Grafické rozhraní je tvořeno těmito funkčními částmi:

- ovládací prvky,
- hlavní menu,
- přepínač roků,
- legenda,
- přepínač podkladových vrstev,
- atributové boxy.

Na stránce *Porovnání pokrývnosti* byly vytvořeny obdobné prvky, avšak chybí přepínač podkladových vrstev, roků a atributové boxy.

### 5.9.1 Princip fungování aplikace

Aplikace je provozována společně s *PostGIS* databází na institutním serveru. Data čerpá prostřednictvím *Geoserver* z *PostGIS* databáze. Vykreslení dat provádí javascriptová knihovna *OpenLayers*. Na serveru je nainstalován *Apache Tomcat*. Ten je řídí a uvolňuje výpočetní výkon a paměť.



Obr. 14: Obecné schéma fungování webové aplikace s použitím *PostGIS*, *Geoserver* a *OpenLayers*

Výhodou tohoto řešení je použití nekomerčních nástrojů. Toto schéma je již mezi GIS vývojáři zažité a často používané. Schéma fungování aplikace je podobné jako na obr. 14. Výhodou je také to, že při editaci a opětovném publikování vrstvy v *Geoserver* se změny projeví i v aplikaci.

## 6 VÝSLEDKY

### 6.1 Explorační analýza

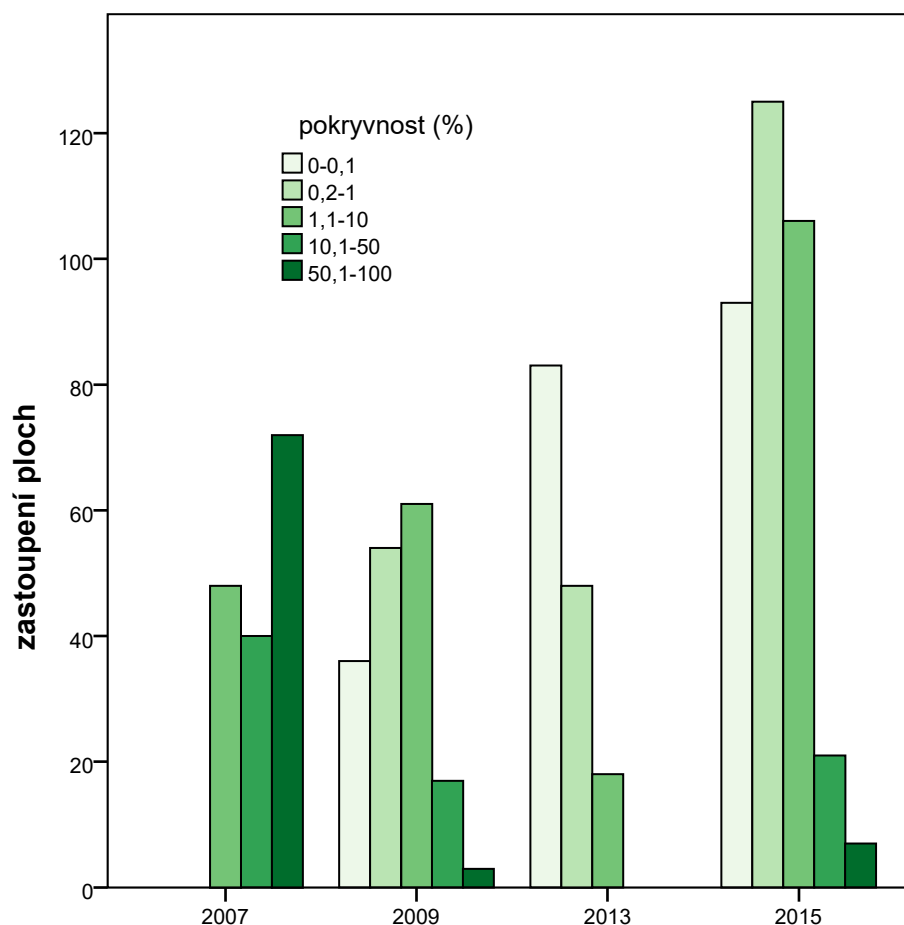
#### 6.1.1 Zastoupení ploch výskytu křídlatek v závislosti na pokryvnosti

V tab. 4 jsou uvedeny počty ploch výskytu porostů křídlatek společně s jejich relativním zastoupením v závislosti na attributech *POKRYVNOST* a *ROK*. V roce 2007 chybí plochy s nejnižšími hodnotami pokryvnosti 0-0,1 % a 0,2-1 %. Absence těchto ploch je vysvětlena v kapitole 5.1.1 *Mapované atributy*.

Tab. 4: Zastoupení ploch s výskytem porostů křídlatek v závislosti na pokryvnosti a roku

		zastoupení měřených ploch v závislosti na pokryvnosti			
		2007	2009	2013	2015
pokryvnost	0% - 0,1%		36 (21,1 %)	83 (55,7 %)	93 (26,4 %)
	0,2% - 1%		54 (31,5 %)	48 (32,2 %)	125 (35,5 %)
	1,1% - 10%	48 (30,0 %)	61 (35,7 %)	18 (12,1 %)	106 (30,1 %)
	10,1% - 50%	40 (25,0 %)	17 (9,9 %)	0 (0,0 %)	21 (6,0 %)
	50,1% - 100%	72 (45,0 %)	3 (1,8 %)	0 (0,0 %)	7 (2,0 %)
	<b>Celkem</b>	<b>160 (100 %)</b>	<b>171 (100 %)</b>	<b>149 (100 %)</b>	<b>352 (100 %)</b>

Nejvyšší počet ploch s výskytem porostů křídlatek byl zaznamenán v roce 2015. Naopak nejnižší pak v roce 2013, v tomto roce se vyskytovalo méně než polovina počtu ploch z roku 2015. Rozdíl počtu ploch v letech 2007 a 2009 není výrazný. Vlivem likvidace došlo ke snížení počtu ploch v roce 2013. Více než dvojnásobný nárůst ploch v roce 2015 byl způsoben tím, že od roku 2010 neprobíhala likvidace a porosty křídlatek se rozrostly.

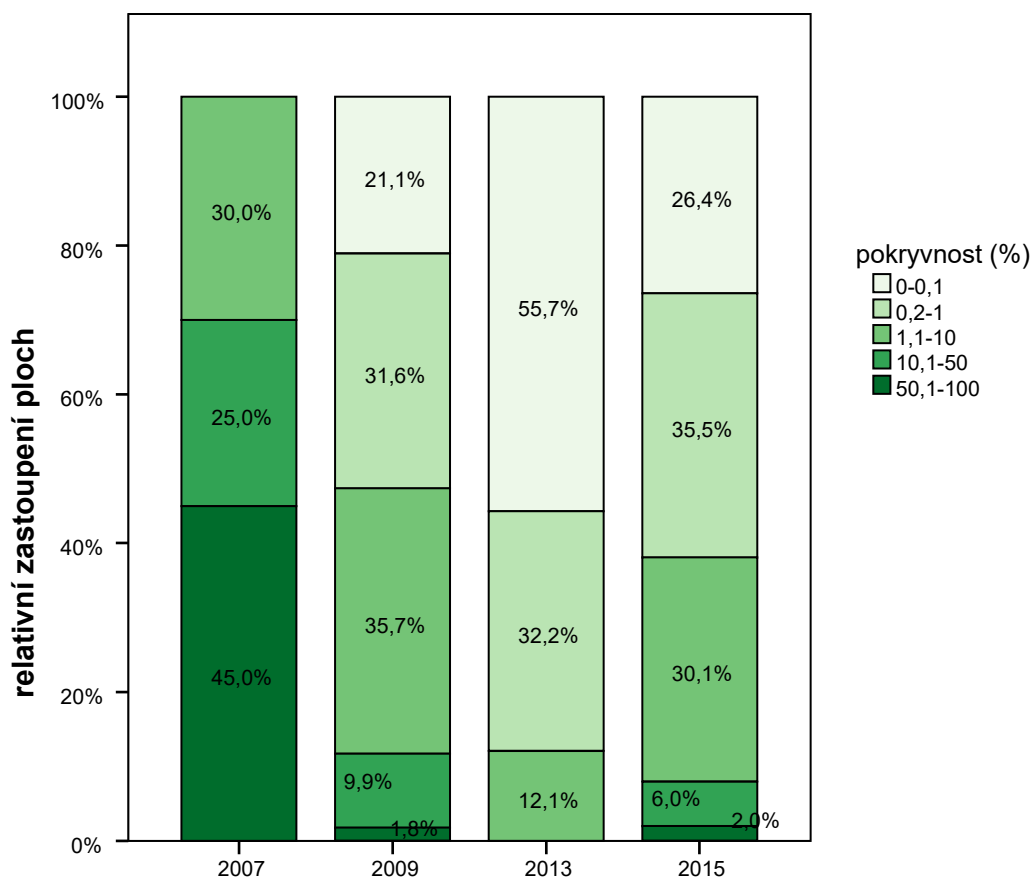


Obr. 15: Zastoupení ploch s výskytem křídlatek v závislosti na pokryvnosti

Na obr. 15 je zobrazen vývoj počtu kategorií ploch. U kategorie ploch s nejnižší pokryvností 0-0,1 % došlo od roku 2009 ke zvyšování počtu ploch. Tedy i během provádění likvidace se počty ploch této kategorie zvýšily. Trend nárůstu počtu ploch se u další kategorie ploch 0,2-1 % neprojevil. Naopak zde klesl počet ploch mezi lety 2009 a 2013 a prudce narost v roce 2015, v tomto roce byl navíc nejvyšší počet ploch, jak v rámci kategorií, tak i zkoumaných let.

U kategorie 1,1-10 % došlo k nárůstu počtu ploch v období v letech 2007 a 2009. Po ukončení likvidace počet těchto ploch klesl na méně než polovinu z předchozího roku 2009. V roce 2015 však došlo k prudkému nárůstu počtu těchto ploch. Počet ploch kategorie 10,1-50% od roku 2007 klesal. V roce 2013 nebyla tato kategorie zaznamenána. Výskyt této kategorie byl zaznamenán v dalším roce 2015. Počet ploch s pokryvností 50,1-100 % klesal od roku 2007 až do roku 2013, ve kterém tato kategorie ploch nebyla zaznamenána. Stejně jako u předchozí kategorie ploch se tyto plochy vyskytovaly až v roce 2015.





Obr. 16: Relativní zastoupení ploch s výskytem křídlatek v závislosti na pokryvnosti

Vývoj relativního zastoupení kategorií pokryvnosti je zobrazen na obr. 16. Lze z něj pozorovat změnu relativního zastoupení ploch s kategoriemi pokryvnosti 10,1-50 % a 50,1-100 %, kdy v roce 2013 nebyly tyto kategorie ploch zaznamenány. V roce 2015 byla již tato kategorie zaznamenána a dosahuje podílu přibližně stejného jako v roce 2009, tedy v průběhu likvidace.

V roce 2013 dosáhla kategorie ploch s nejnižší kategorií pokryvnosti 0-0,1 % nejmenšího podílu. Tato kategorie ploch dosáhla 56 % zastoupení. V dalším roce 2015 se podíl této kategorie ploch snížil na 26 %. Došlo také k nárůstu počtu ploch s vyšší pokryvností. Stále ale podíl kategorie ploch s pokryvností 50,1-100 % nedosahoval podílu před likvidací. V roce 2007 podíl této kategorie dosahoval 45 %, kdežto v roce 2015 již pouze 2 %.

### 6.1.2 Velikost ploch výskytu porostů křídlatek

Velikost ploch je vyjádřena atributem *VYMERA*. Pro tento atribut byly vypočteny statistické veličiny pro každý ze zkoumaných roků. Ty jsou zobrazeny v tab. 5.

Tab. 5: Statistické veličiny atributu *VYMERA*

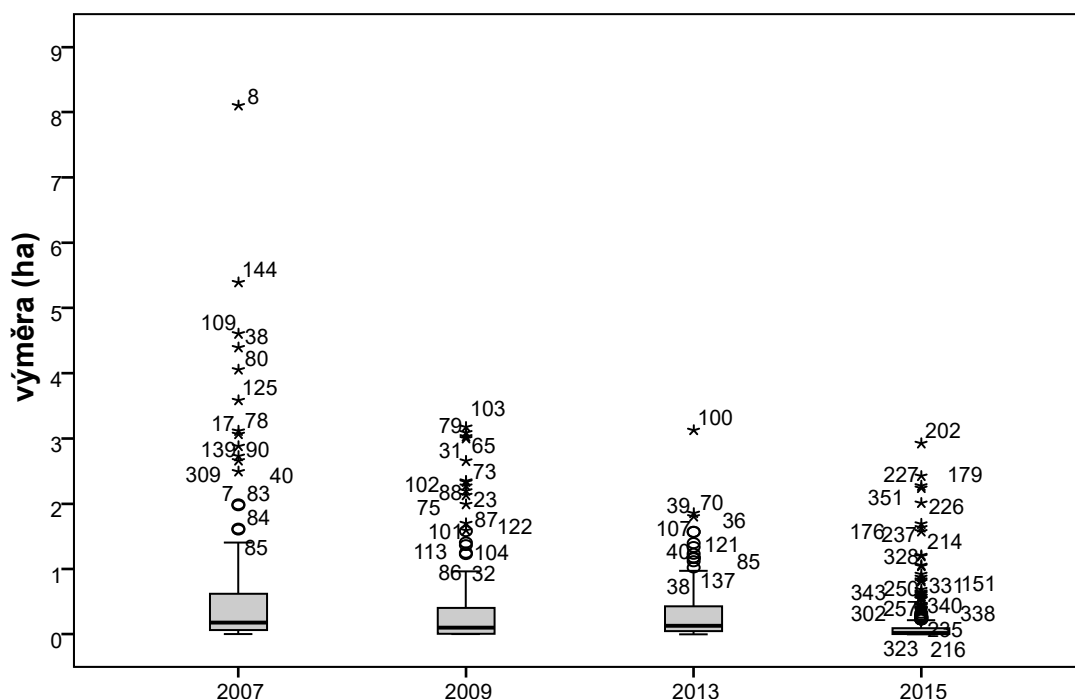
výměra (ha)	2007	2009	2013	2015
počet ploch	<b>160</b>	<b>171</b>	<b>149</b>	<b>352</b>
minimum	0,0001	0,0023	0,0006	0,0009
první kvartil	0,06	0,01	0,05	0,01
průměr	<b>0,61</b>	<b>0,38</b>	<b>0,32</b>	<b>0,14</b>
medián	0,18	0,10	0,13	0,02
třetí kvartil	0,62	0,41	0,44	0,09
maximum	8,1022	3,1750	3,1241	2,9247
vnější hranby – dolní mez	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
vnější hranby – horní mez	2,2979	1,6333	1,6183	0,3537
směrodatná odchylka	<b>1,11</b>	<b>0,67</b>	<b>0,46</b>	<b>0,36</b>
variační koeficient	1,83	1,76	1,42	2,57

Vývoj největší plochy je, že od roku 2007 docházelo ke snižování velikosti maximální plochy. V roce 2007 byla největší velikost porostu s výskytem křídlatek přes 8 hektarů. V roce 2015 již pouze necelé 3 hektary. Je tu patrná změna velikosti největší plochy mezi lety 2007 a 2009. Tato změna je způsobena likvidací křídlatky.

Přítomnost ploch s výměrou pouze několik m<sup>2</sup> byla způsobena tím, že plochy s porosty křídlatek byly během zpracování ořezány vrstvou zájmového území. Vznikly tak plochy menší než 50 m<sup>2</sup>. Nejmenší plocha vzniklá mapováním a jeho zpracováním byla totiž v každém ze zkoumaných let 50 m<sup>2</sup>.

Průměrná velikost má podobný trend jako maximální plocha. Opět došlo k tomu, že od roku 2007 klesla velikost průměrné velikosti plochy. Mezi roky 2007 a 2009 došlo ke snížení velikosti plochy z 0,61 ha na 0,38 ha. To opět značí vliv provádění likvidace. K podobnému snížení průměrné velikosti došlo i mezi roky 2013 a 2015. V roce 2015 byla průměrná velikost poloviční k velikosti z roku 2013.

Rozdíly mediánu velikostí ploch se lišily hlavně mezi lety 2007 a 2015. V roce 2015 byly velikost mediánu devětkrát menší než v roce 2007. To značí fragmentaci velikostí ploch. Nejvíce se velikosti ploch lišily od průměru v roce 2007. Nejméně v roce 2015. V roce 2015 to bylo způsobeno tím, že se vyskytovalo více menších ploch s menším počtem větších ploch.



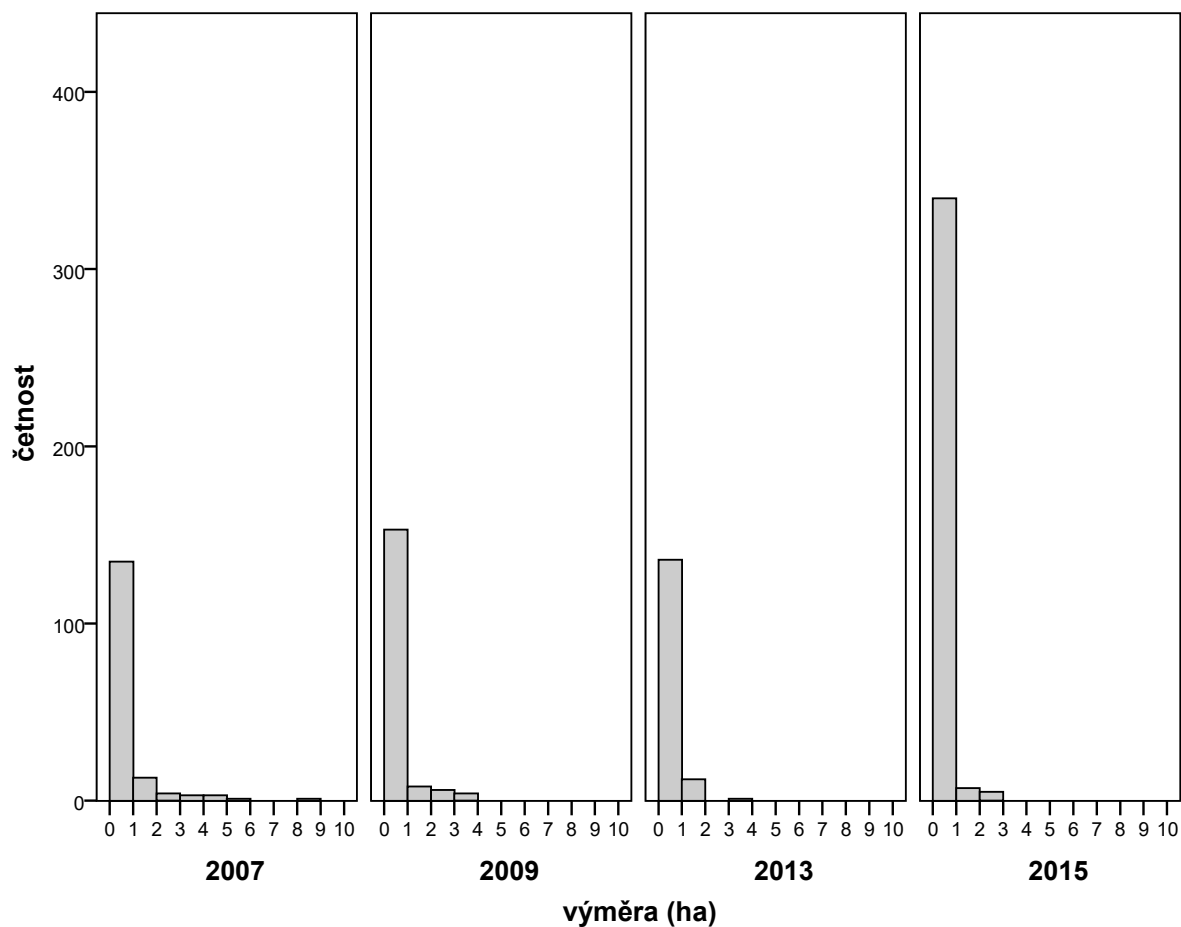
Obr. 17: Krabicový graf velikosti ploch s výskytem křídlatek

Z krabicového grafu na obr. 17 lze pozorovat velikost ploch v jednotlivých kvartilech. V roce 2015 je dobře patrné, že byla velikost ploch výrazně menší než v ostatních letech. Dále jsou tu zobrazeny odlehle a extrémní hodnoty s identifikátory, které jsou shodné s ID ploch ve webové aplikaci.

Odlehle hodnoty jsou symbolizovány kolečkem a extrémně odlehle symbolem hvězdičky. Extrémní hodnota v roce 2007 s identifikátorem „8“ je plocha s velikostí výměry 8,1022 ha. Tato plocha se nacházela v blízkosti Vyšní Lhoty na pravém břehu Morávky. Jednalo se tedy o největší zmapovanou plochu zaznamenanou ve všech mapováních. V dalších letech se takto odlehle hodnoty nevyskytovaly.

V roce 2015 se vyskytovalo vzhledem k ostatním hodnotám nejvíce odlehle a extrémně odlehle hodnot. To proto, že se vyskytovalo velké množství menších ploch společně s několika velkými plochami. To opět potvrzuje fragmentaci velkých ploch na menší plochy.

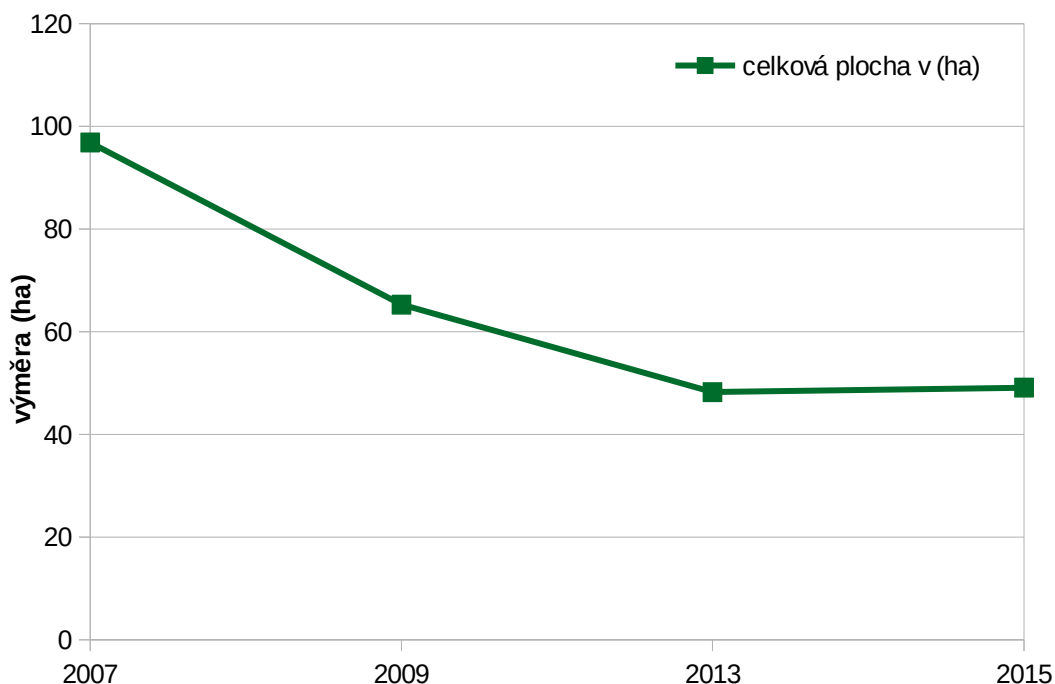
U velikostí ploch v jednotlivých zkoumaných letech nebyla potvrzena normalita dat na základě Shapiro-Wilkova a Kolmogorovo-Smirnova testu. U obou testů byla p-hodnota menší než 0,001, byla tedy zamítnuta nulová hypotéza o normalitě dat. To, že u velikostí ploch nebyla potvrzena normalita, potvrzují i krabicové grafy.



Obr. 18: Histogram velikostí ploch s výskytem křídlatek

Od roku 2007 docházelo, jak již bylo zmíněno, k poklesu počtu větších ploch a k nárůstu menších ploch. V roce 2015 byl počet ploch do 1 hektaru více než dvojnásobný vzhledem k roku 2007. Počet ploch s velikostí do 1 hektaru se od roku 2007 do roku 2013 příliš neměnil vzhledem k nárůstu ploch v roce 2015. Z histogramu je také dobře patrné, že se v roce 2013 vyskytovaly plochy s velikostí v intervalu 3-4 ha, a v následujícím roce se již tyto plochy nevyskytovaly. Výsledky histogramu také značí trend fragmentace ploch.

### 6.1.3 Vývoj velikostí plochy výskytu porostů křídlatek



Obr. 19: Vývoj velikostí plochy výskytu porostů křídlatek ve zkoumaných letech

Na obr. 19 lze pozorovat, že od roku 2007 do 2013 došlo ke snížení celkové velikosti plochy s porosty křídlatek. Tento trend byl způsoben provedením likvidace. V roce 2015 byl tento trend ukončen a celková plocha se nepatrně zvýšila. To je pochopitelné, neboť od likvidace uběhlo pět let. Nárůst celkové plochy byl pouze o necelý hektar, ale i to může být začátek trendu, kdy se bude celková plocha naopak zvyšovat. Konkrétní velikosti celkových ploch jsou uvedeny v tab. 6.

Tab. 6: Vývoj velikostí plochy výskytu křídlatek ve zkoumaných letech

rok	celková plocha v (ha)
2007	96,8544
2009	65,2753
2013	48,2401
2015	49,0841

#### **6.1.4 Souhrn vlastností velikostí ploch výskytu porostů křídlatek**

Hlavními poznatky jsou:

- od roku 2007 se zmenšovala maximální velikost plochy,
- od roku 2007 se zmenšovala průměrná velikost plochy,
- velikost ploch se nejvíce lišila od průměrné velikosti plochy v roce 2007,
- velikost ploch se nejméně lišila od průměrné velikosti plochy v roce 2015,
- v každém ze zkoumaných let se vyskytují plochy s výrazně větší velikostí než ostatní plochy,
- většina ploch ve všech zkoumaných letech je menší než 1 hektar,
- od roku 2007 klesá počet výskytu větších ploch,
- nejvíce ploch s velikostí do 1 hektaru se vyskytovalo v roce 2015,
- od roku 2007 do 2013 došlo ke zmenšení celkové plochy,
- od roku 2015 došlo ke zvýšení celkové plochy o necelý hektar,
- u velikostí ploch ve zkoumaných letech nebyla potvrzena normalita dat.

Trend nárůstu výskytu menších ploch bude nejspíše s přibývajícím roky slábnout. Začnou se vyskytovat větší plochy s porosty křídlatek, stejně jako tomu bylo v roce 2007 před zahájením likvidace. Otázkou je, do jaké míry, protože v roce 2015 stále docházelo k větší fragmentaci ploch s výskytem křídlatek, a to od ukončení likvidace uběhlo pět let.

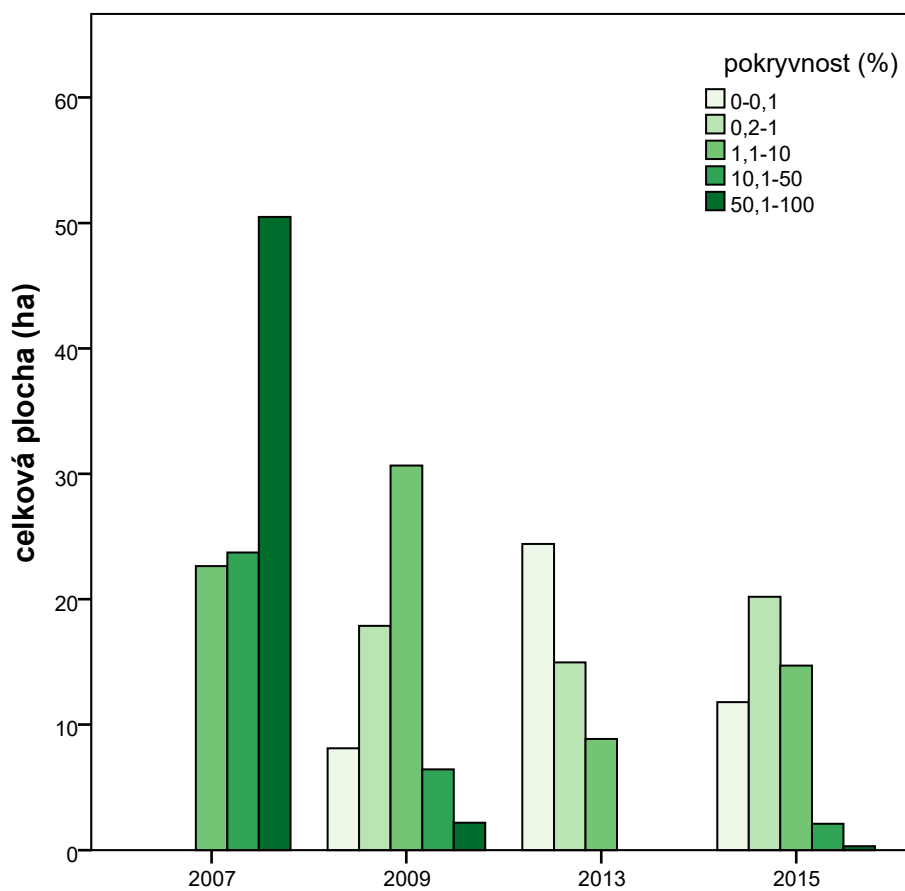


### 6.1.5 Velikost ploch s výskytem porostů křídlatek v závislosti na pokryvnosti

V tab. 7 jsou zobrazeny celkové velikosti ploch ve zkoumaných letech v závislosti na kategoriích atributu *POKRYVNOST*. Celková plocha a průměr jsou popsány dále v textu. U mediánu a směrodatné odchylky jsou grafy umístěny pouze v příloze 3.

Tab. 7: Vybrané statistické veličiny velikostí ploch (ha) výskytu porostů křídlatek v závislosti na pokryvnosti a zkoumaných letech

		2007	2009	2013	2015
50,1-100 %	průměr	0,70	0,73	0,00	0,04
	medián	0,22	0,52	0,00	0,01
	směrodatná odchylka	1,26	0,77	0,00	0,08
	celková plocha	50,4839	2,1837	0,0000	0,3047
10,1-50 %	průměr	0,59	0,38	0,00	0,10
	medián	0,18	0,05	0,00	0,02
	směrodatná odchylka	1,14	0,87	0,00	0,17
	celková plocha	23,7198	6,4398	0,0000	2,0905
1,1-10 %	průměr	0,47	0,50	0,49	0,14
	medián	0,16	0,10	0,31	0,02
	směrodatná odchylka	0,81	0,81	0,52	0,30
	celková plocha	22,6507	30,6578	8,8599	14,7006
0,2-1 %	průměr		0,33	0,31	0,16
	medián		0,11	0,15	0,02
	směrodatná odchylka		0,59	0,41	0,41
	celková plocha		17,8760	14,9681	20,1965
0-0,1 %	průměr		0,23	0,29	0,13
	medián		0,10	0,10	0,01
	směrodatná odchylka		0,33	0,47	0,39
	celková plocha		8,1179	24,4121	11,7918
<b>Součet celkové plochy</b>		<b>96,8544</b>	<b>65,2753</b>	<b>48,2401</b>	<b>49,0841</b>



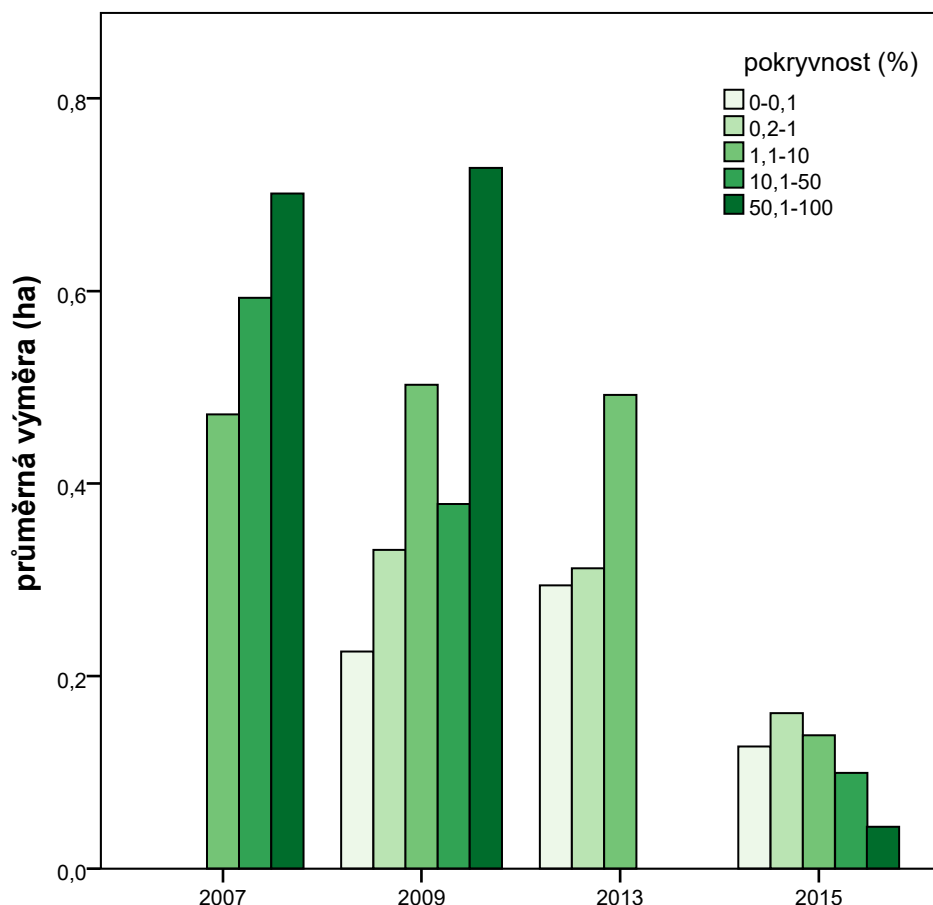
Obr. 20: Velikost ploch s výskytem porostů křídlatek v závislosti na pokryvnosti

Na obr. 20 je zobrazen graf, jenž vizualizuje velikosti ploch v závislosti na pokryvnosti. U nejnižší pokryvnosti 0-0,1 % došlo v roce 2013 k nárůstu celkové velikosti této kategorie plochy. V dalším roce 2015 došlo k poklesu velikosti. U kategorie 0,2-1 % byla největší celková plocha zaznamenána v roce 2015. V předchozím roce dosahovala velikost této kategorie 15 ha. V roce 2009 téměř 18 ha.

U kategorie ploch 1,1-10 % došlo v roce 2009 k nárůstu velikosti této plochy na 30,7 ha z 22,7 ha v roce 2007. V roce 2013 se velikost této kategorie plochy příliš nelišila vůči velikosti z roku 2009. V roce 2015 došlo k nárůstu na 14,7 ha.

Velikost ploch kategorie 10,1-50 % se od roku 2007 zmenšila. V roce 2007 byla zaznamenána velikost 23,7 ha. V následujícím roce 2009 došlo ke zmenšení této plochy na 6,4 ha. V roce 2013 nebyla tato kategorie zaznamenána. V posledním roce 2015 se opět tato plocha vyskytuje, a to s velikostí 2,1 ha.

Stejný trend se vyskytuje i pro celkovou plochu kategorie 50,1-100 %. Opět je největší plocha v roce 2007 a v dalších letech klesá, nárůst velikosti byl zaznamenán až v roce 2015, kdy velikost dosahovala 0,3 hektaru. Úbytek velikostí ploch dvou nejvyšších kategorií pokrývnosti souvisí s tím, že likvidací byly zasaženy především husté porosty křídlatek.



Obr. 21: Průměrná velikost ploch s výskytem porostů křídlatek v závislosti na pokrývnosti

Kategorie ploch s pokrývností 0-0,1 % dosahovala největší průměrné velikosti v roce 2013. V roce 2015 se průměrná velikost zmenšila méně než na polovinu, tedy 0,13 ha. U další kategorie 0,2-1 % se průměrná velikost od roku 2009 zmenšovala. U obou těchto kategorií ploch došlo v roce 2015 ke zmenšení jejich průměrné velikosti.

Průměrná velikost kategorie 1,1-10 % se období mezi lety 2007 a 2009 příliš neměnila. Ke změně došlo až v roce 2015, kdy byla v tomto roce průměrná velikost méně než třikrát menší než v předchozích letech mapování. U kategorie 10,1-50 % se průměrná velikost plochy zmenšuje od roku 2007 až do roku 2013, ve kterém nebyla tato plocha zaznamenána. Opětovný výskyt byl zaznamenán v roce 2015. Avšak průměrná velikost byla výrazně menší než v letech 2007 a 2009, dosahovala pouze 0,14 ha.

Poslední kategorie ploch *50,1-100 %* dosáhla největší průměrné velikosti v roce 2009. Průměrná velikost v tomto roce dosahovala 0,73 ha. V předchozím roce 2007 dosahovala 0,77 ha. Jako u předchozí kategorie, se v roce 2013 nezaznamenala tato kategorie ploch. Průměrná velikost v roce 2015 byla výrazně menší, to proto, že se mapovalo pouze těchto sedm ploch této kategorie pokrývnosti.

#### **6.1.6 Shrnutí atributu *VYMERA* v závislosti na pokrývnosti**

Nejpodstatnější zjištění o vývoji velikostí ploch s výskytem křídlatek v závislosti na pokrývnosti jsou tato:

- u kategorie ploch *0-0,1 %* došlo v roce 2013 ke zvětšení velikosti z 8,1 ha v roce 2009 na 24,4 ha. V dalším roce 2015 došlo k poklesu na 11,8 ha,
- u kategorie ploch *0,2-1 %* došlo ke zmenšení velikosti z 17,9 ha v roce 2009 na 15 ha v 2013. K nárůstu došlo v roce 2015 na 20,2 ha,
- u kategorie *1,1-10 %* dosáhla celková plocha během likvidace největší plochy 30,7 ha v roce 2009. Poté se velikost zmenšila na 8,9 ha v roce 2013 a narostla v 2015 na 14,7 ha,
- u kategorií ploch *10,1-50 %* a *50,1-100 %* došlo k výraznému poklesu velikostí těchto kategorií od roku 2007 do 2013 vlivem likvidace, v roce 2013 nebyla tato kategorie zaznamenána. V dalším roce 2015 se již vyskytuje,
- největší průměrná velikost ze všech zkoumaných let byla v roce 2009 pro kategorii ploch *50,1-100 %*,
- v roce 2013 se vlivem likvidace nezmapovaly plochy s kategoriemi pokrývnosti *10,1-50 %* a *50,1-100 %*,
- v roce 2015 dosahovaly průměrné velikosti všech kategorií ploch nejmenších velikostí v rámci ostatních zkoumaných let.

### 6.1.7 Míry závislosti dvojic atributů

U dvojice atributů *POKRYVNOST* - *VITALITA* byla prokázána závislost ve všech třech letech. Navíc se u této dvojice vyskytuje trend, kdy velikost závislosti roste společně se zkoumanými roky. Od roku 2009 dochází k tomu, že se zvětšuje velikost závislosti mezi pokryvností a vitalitou rostlin. V roce 2015 je pak závislost mezi atributy největší. Závislost je v tomto roce největší i v rámci ostatních dvojic atributů.

Tab. 8: Míry závislosti dvojic atributů výskytu křídlatky

	míry závislosti	2007	2009	2013	2015
VYMERA – POKRYVNOST	Cramer's V	0,078	0,081	0,990	0,003
	Gamma	0,097	-0,163	0,339	-0,006
VYMERA – BIOTOP	Cramer's V		0,425	0,245	0,069
	Gamma		-0,519	-0,269	-0,111
VYMERA – VITALITA	Cramer's V		0,065	0,068	0,045
	Gamma		0,080	0,121	0,072
POKRYVNOST – VITALITA	Cramer's V		0,477	0,502	0,529
	Gamma		0,745	0,797	0,836
POKRYVNOST – BIOTOP	Cramer's V		0,356	0,131	0,154
	Gamma		0,523	0,004	0,127

Pozn. Šedě označené hodnoty jsou statisticky významné se spolehlivostí 95%

Dalšími dvojicemi, u kterých byla prokázána statisticky významná závislost, jsou *VYMERA* - *BIOTOP* a *POKRYVNOST* - *BIOTOP*. U první dvojice *VYMERA* - *BIOTOP* se od roku 2009 velikost závislosti zmenšovala až do roku 2013, v následujícím roce 2015 nebyla závislost statisticky významná.

U dvojice *POKRYVNOST* - *BIOTOP* byla statistická závislost prokázána v roce 2009, v následujícím roce nebyla potvrzena. V posledním roce mapování byla potvrzena pouze koeficientem *Cramer's V*. Velikost závislosti v roce 2015 je poloviční k závislosti v roce 2009.

Dvojice, u kterých nebyla prokázána závislost jsou *VYMERA* - *POKRYVNOST* a *VYMERA* - *VITALITA*. U těchto dvojic se nevyskytuje statisticky prokazatelná závislost. Znamená to, že agregovaná velikost plochy nezávisí na kategoriích pokryvnosti a na vitalitě porostů křídlatek.

### 6.1.8 Chí-kvadrát test nezávislosti dvojic atributů

Prokázaná závislost uvedená v tab. 8 koresponduje s výsledky v tab. 9, ve které jsou p-hodnoty pro jednotlivé testované dvojice. V případě, že je p-hodnota menší než 0,05, zamítáme nulovou hypotézu o nezávislosti testovaných atributů, ale lze připustit závislost mezi atributy.

Tab. 9: P-hodnoty Chí-kvadrát testu dvojic atributů

	p-hodnota			
	2007	2009	2013	2015
VYMERA – POKRYVNOST	0,616	0,289	0,229	0,96
VYMERA – BIOTOP		< 0,001	0,011	0,437
VYMERA – VITALITA		0,698	0,708	0,696
POKRYVNOST – VITALITA		< 0,001	< 0,001	< 0,001
POKRYVNOST – BIOTOP		< 0,001	0,279	0,015

Z tab. 9 není možné určit, jaké konkrétní hodnoty atributů závisí na kterých. To dokáže popsat až znaménkové schéma, které řeší statistickou významnost odchylek od očekávané a měřené četnosti. Kromě znaménkového schématu lze konkrétní hodnoty atributů závislých dvojic pozorovat i z mozaikových grafů, které jsou umístěné v přílohách 1 a 2.

Tab. 10: Znaménkové schéma atributů POKRYVNOST - VITALITA

POKRYVNOST – VITALITA			
2009	vitalita		
	nízká	průměrná	vysoká
0-1 %	+++	--	---
1,1-100 %	---	++	+++

Znaménkové schéma pro dvojici *POKRYVNOST - VITALITA* zobrazené v tab. 10 představuje velikost odchylky mezi pozorovanými a očekávanými četnostmi. Prakticky to znamená, že pro agregovanou hodnotu pokryvnosti 0-1 % se vyskytuje více ploch s nízkou vitalitou. To lze ověřit i na mozaikovém grafu pro dvojici atributů *POKRYVNOST - VITALITA* umístěném v příloze 1. Závislost u této dvojice je logická, to proto, že porosty s vysokou vitalitou vytvářely často plochy s vysokou pokryvností a naopak.

Opačně je to pro stejnou hodnotu pokryvnosti 0-1 % a vysokou vitalitu. Zde se vyskytuje výrazně méně ploch. Kromě této tabulky je v příloze 4 umístěna další tabulka, ve které jsou zobrazeny počty ploch a adjustovaná rezidua, na základě kterých byla znaménka určena.



Další dvojici s prokazatelnou závislostí je *VYMERA - BIOTOP*. Zde jsou odchylky četností největší pro normální a suchý biotop. U hodnoty „vlhký“ biotop není odchylka významná. Podle znaménkového schématu to tedy znamená, že se v letech 2009 a 2013 vyskytuje méně malých ploch s normálním biotopem a naopak více malých ploch se suchým biotopem vůči předpokládanému rozdělení počtu ploch. Jediný rozdíl mezi těmito lety je v roce 2013, kdy nejsou odchylky tak významné jako v roce 2009. Konkrétní schémata a hodnoty adjustovaných reziduí jsou umístěny v příloze 5.

Poslední testovanou dvojicí je *POKRYVNOST - BIOTOP*. Konkrétní hodnoty jsou uvedeny opět v příloze 5. Zde se na rozdíl od předchozích závislých dvojic vyskytuje rozdíl mezi lety 2009 a 2015. V roce 2015 jsou odchylky od předpokládaného rozdělení menší než v roce 2009. Právě v tomto roce jsou odchylky kromě hodnoty atributu *BIOTOP* zanedbatelné. Interpretace odchylek je taková, že pro agregovanou pokryvnost 0-1 % se vyskytuje výrazně více ploch s normálním biotopem a výrazně méně ploch s vlhkým biotopem. U další kategorie pokryvnosti je to naopak, je tu výrazně nižší výskyt ploch s normálním biotopem a výrazně vyšší u vlhkých ploch s výskytem křídlatek.

### 6.1.9 Shrnutí statistického testování

Mezi nejpodstatnější poznatky statistického testování patří:

- statisticky významné závislosti byly prokázány u těchto dvojic atributů:
  - *POKRYVNOST - VITALITA*,
  - *VYMERA - BIOTOP*,
  - *POKRYVNOST - BIOTOP*,
- na základě znaménkových schémat byly u závislých atributů zjištěny tyto poznatky:
  - plochy s pokryvností 0-1 % měly častěji nízkou vitalitu rostlin křídlatky ve všech letech,
  - plochy s pokryvností 1,1-100 % měly častěji vysokou vitalitu rostlin křídlatky ve všech letech,
  - plochy s velikostí 0-0,0683 ha měly častěji suchý biotop a vzácněji normální hodnotu biotopu v letech 2009 a 2013,
  - u ploch s velikostí 0,0684-8,1022 ha se vyskytovaly častěji hodnoty normálního biotopu a vzácněji suchého biotopu, opět v letech 2009 a 2013,
  - plochy s pokryvností 0-1 % měly vzácněji vlhký biotop v letech 2009 a 2015,
  - plochy s pokryvností 1,1-100 % měly častěji vlhký biotop v letech 2009 a 2015.

Uvedené výsledky přímo souvisí s výsledky popsány v explorační analýze, jistě má na prokázané závislosti vliv počet ploch.

## 6.2 Prostorová analýza výskytu křídlatky

### 6.2.1 Velikosti ploch výskytu křídlatek na levém a pravém břehu

Tab. 11: Velikost zájmového území na levém a pravém břehu

velikost plochy (ha)	levý břeh	pravý břeh
2007	142	183
2009	142	183
2013	141	182
2015	146	179

V tab. 11 jsou zobrazeny velikosti zájmového území na levém a pravém břehu. Rozloha zkoumaného území je pro všechny roky 325 hektarů. Rozdíl ve velikosti v letech 2007 a 2009 nebyl větší než 1 hektar. V roce 2013 se zmenšila velikost levého břehu zájmového území. Přibyla naopak v dalším roce 2015. Změny velikostí levého a pravého břehu jsou způsobené změnou polohy koryta řeky Morávky.

Tab. 12: Velikost plochy výskytu křídlatek na levém, pravém a na obou březích

Velikost plochy (ha)	levý břeh	pravý břeh	oba břehy	rozdíl
2007	41,34 (43 %)	55,51 (57 %)	96,85	14,17 (14 %)
2009	30,10 (46 %)	35,17 (54 %)	65,27	5,07 (8 %)
2013	23,24 (48 %)	25,00 (52 %)	48,24	1,76 (4 %)
2015	19,29 (39 %)	29,79 (61 %)	49,08	10,50 (22 %)

Velikost ploch s výskytem porostů křídlatek byla ve všech zkoumaných letech větší na pravém břehu. Relativní zastoupení velikostí bylo vypočítáno jako podíl velikosti plochy s křídlatkami na levém a pravém a celkové velikosti plochy s výskytem porostů křídlatek v každém ze zkoumaných let.

Od roku 2007 do 2013 klesal rozdíl velikosti plochy vždy v každém ze zkoumaných let téměř o polovinu relativní velikosti plochy s křídlatkami. Tento pokles se zastavil v roce 2015, ve kterém byl relativní rozdíl velikosti největší ze všech zkoumaných let. Rozdíl dosáhl velikosti 10,5 hektarů, což je 22% podíl z celkové plochy výskytu křídlatek v tomto roce.

## 6.2.2 Velikosti ploch výskytu křídlatek na levém a pravém břehu v pravidelně rostoucích vzdálenostech od Morávky

V tab. 13 jsou zobrazeny velikosti ploch v pravidelně rostoucích vzdálenostech od Morávky. Zelenou barvou jsou označeny velikosti ploch, které jsou menší než polovina celkové plochy výskytu křídlatek. Dále jsou tu kvantily. Pomocí těchto kvartilů lze určit, do jaké vzdálenosti se vyskytuje 25 %, 50 % a 75 % celkové plochy s křídlatkami.

Tab. 13: Velikost ploch s výskytem křídlatky (ha) v pravidelných vzdálenostech od vodního toku v závislosti na zkoumaných letech a částech zkoumaného území

		2007			2009			2013			2015		
		levý břeh	oba břehy	pravý břeh	levý břeh	oba břehy	pravý břeh	levý břeh	oba břehy	pravý břeh	levý břeh	oba břehy	pravý břeh
vzdálenost od vodního toku (m)	20	6,906	16,473	9,567	5,240	11,715	6,475	4,906	7,782	2,876	3,264	6,250	2,986
	40	13,406	30,869	17,462	10,573	22,336	11,764	9,614	16,201	6,587	5,931	13,067	7,136
	60	20,234	45,149	24,916	15,482	32,212	16,730	13,884	25,064	11,180	8,990	20,829	11,840
	80	26,421	58,241	31,820	19,651	40,912	21,261	17,178	32,493	15,315	12,020	28,339	16,320
	100	31,203	69,015	37,811	22,705	47,993	25,288	19,325	37,998	18,673	14,239	34,475	20,236
	120	34,744	77,272	42,528	25,221	53,835	28,614	21,050	41,995	20,945	15,855	39,220	23,365
	140	37,364	83,639	46,275	27,253	58,329	31,077	22,259	44,741	22,482	17,120	42,841	25,721
	160	39,095	87,945	48,850	28,610	61,442	32,832	22,843	46,183	23,340	18,124	45,299	27,175
	180	40,200	90,797	50,596	29,391	63,407	34,016	23,130	47,050	23,921	18,801	47,026	28,225
	200	40,884	92,661	51,777	29,882	64,482	34,600	23,235	47,585	24,350	19,107	48,008	28,901
	220	41,200	93,816	52,615	30,078	64,995	34,917	23,236	47,856	24,621	19,258	48,648	29,390
	240	41,292	94,421	53,129	30,097	65,221	35,123	23,236	48,080	24,845	19,287	48,841	29,554
	260	41,306	94,833	53,526	30,097	65,257	35,160	23,236	48,219	24,984	19,287	48,928	29,641
	280	41,337	95,510	54,173	30,097	65,262	35,164	23,236	48,240	25,005	19,287	49,041	29,754
	300	41,339	96,105	54,767	30,097	65,263	35,165	23,236	48,240	25,005	19,287	49,084	29,797
	320	41,341	96,491	55,150	30,097	65,275	35,178	23,236	48,240	25,005	19,287	49,084	29,797
	340	41,341	96,763	55,422	30,097	65,275	35,178	23,236	48,240	25,005	19,287	49,084	29,797
360	41,341	96,853	55,513	30,097	65,275	35,178	23,236	48,240	25,005	19,287	49,084	29,797	
380	41,341	96,854	55,514	30,097	65,275	35,178	23,236	48,240	25,005	19,287	49,084	29,797	
kvartil (%)	25	10,335	24,214	13,878	7,524	16,319	8,795	5,809	12,060	6,251	4,822	12,271	7,449
	50	20,670	48,427	27,757	15,049	32,638	17,589	11,618	24,120	12,502	9,644	24,542	14,899
	75	31,005	72,641	41,635	22,573	48,956	26,384	17,427	36,180	18,754	14,465	36,813	22,348

pozn. zeleně jsou zobrazeny velikosti ploch menší jak polovina celkové velikosti plochy s křídlatkou, červeně pak plochy, u kterých velikost neroste

Červenou barvou jsou označeny plochy, u kterých již neroste velikost, neboť v dalších vzdálenostech od vodního toku Morávky se další plochy s porosty křídlatek nevyskytují. Pomocí červeně označených hodnot, lze tedy určit, do jakých maximálních vzdáleností se vyskytovaly plochy s křídlatkami.

Na levém břehu se v roce 2007 do vzdálenosti 60 metrů od Morávky vyskytovala méně než polovina celkové plochy s křídlatkami. Do vzdálenosti 80 metrů pak již více než polovina celkové plochy výskytu porostů křídlatek. Do 60 metrů od Morávky se vyskytovala kromě tří případů vždy méně než polovina plochy. Z toho vyplývá, že ve většině případů se do vzdálenosti 60 metrů od Morávky nachází méně než polovina a do vzdálenosti 80 metrů se nacházela více než polovina celkové velikosti plochy s porosty křídlatek.

Dalším zjištěním je výskyt konstantních velikostí ploch. Tyto velikosti ploch značí vzdálenosti, do kterých se plochy s křídlatkami již nevyskytovaly, a proto jejich velikost neroste. Pouze u dvou případů se plochy vyskytovaly až do vzdálenosti 380 metrů, jednalo se o rok 2007 na obou a na pravém břehu. V ostatních letech byly vzdálenosti, ve kterých se vyskytovaly křídlatky, zpravidla menší.

Nejmenší vzdálenost, do které se vyskytovaly plochy s křídlatkami je 220 metrů, a to na levém břehu v roce 2013. Na pravém a na obou březích byl výskyt prokázán do 280 metrové vzdálenosti. Byl nalezen zajímavý trend, kdy se plochy na levém břehu vyskytují v menších vzdálenostech než na pravých a obou březích. Tento trend je zřejmě způsobem tím, že se na levém břehu vyskytují dva pahorky, a to *Vrchy* a *Strážnice*. Na svažitém terénu se porosty s křídlatkami téměř nevyskytují.

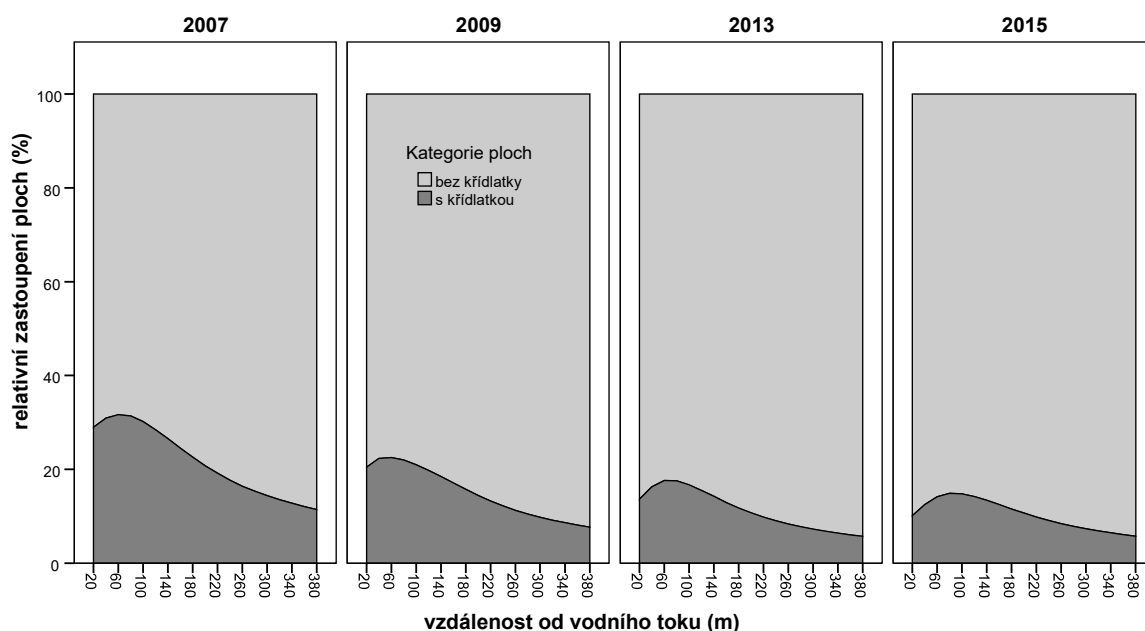
V příloze 6 je umístěn graf, na kterém jsou vizualizovány velikosti ploch z tab. 13. Navíc jsou u tohoto grafu plochy s křídlatkami rozděleny podle kategorií pokryvnosti. Lze na něm pozorovat i vývoj jednotlivých kategorií ploch na levém a pravém břehu. V roce 2009 došlo k zmenšení velikosti kategorie pokryvnosti 50,1-100 % vůči roku 2007. U kategorie 0-0,1 % je mezi levým a pravým břehem rozdíl, kdy na pravém břehu se vyskytovala větší plocha. Opačná situace nastala v roce 2015, kdy velikost na levém břehu byla větší než na pravém, navíc v roce 2013 se velikosti této kategorie výrazně neliší.

Graf v příloze 6 umožňuje také vizuálně posoudit rozdíly ve velikosti ploch do jednotlivých vzdáleností od řeky. Lze tedy pozorovat velikost nárůstu například mezi vzdálenostmi 60 a 80 metrů. Z grafu je zřejmé, že do menší vzdálenosti od Morávky rostou plochy poměrně výrazně. Od větších vzdáleností se růst zpomaluje. To souvisí i s výskytem konstantních (červeně označených) velikostí ploch v tab. 13. Znamená to, že ve větších vzdálenostech není přírůstek velikosti ploch tak výrazný, a tedy, že výskyt ploch křídlatek je vázán na blízkou vzdálenost od vodního toku Morávky.

### 6.2.3 Relativní zastoupení velikostí ploch výskytu porostů křídlatek v pravidelně rostoucích vzdálenostech od Morávky

Tato kapitola se zabývá relativním zastoupením velikostí ploch s výskytem křídlatek v pravidelně rostoucích vzdálenostech od Morávky. Relativní zastoupení je podíl velikostí ploch s výskytem porostů křídlatek ku celkové ploše obalové zóny. Lze tak lépe porovnávat velikost relativního zastoupení jak v letech, tak i v částech zkoumaného území.

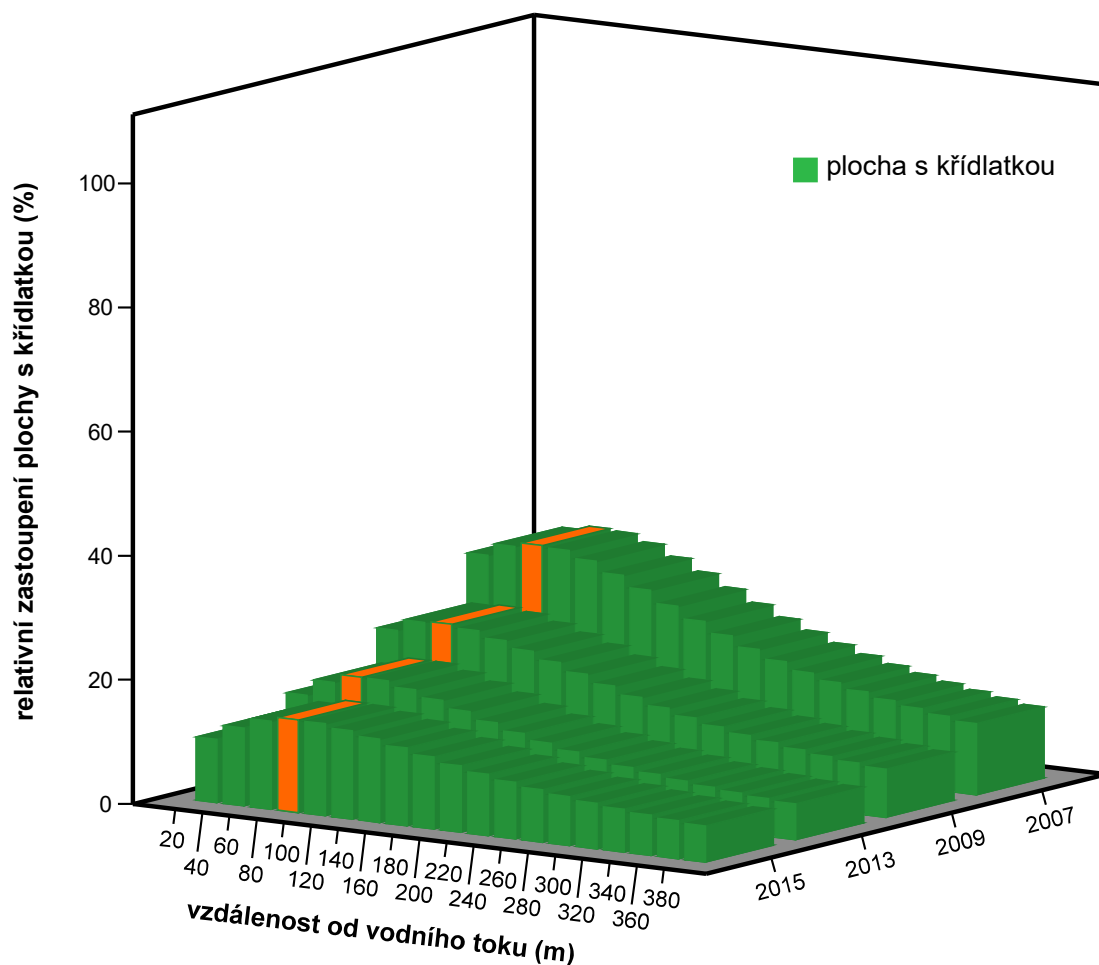
Graf v příloze 7 je obdobou grafu uvedeného v předchozí kapitole s tím rozdílem, že znázorňují relativní zastoupení velikostí plochy s křídlatkami ve zkoumaných letech. Z grafu je zřejmé, že se vyskytují rozdíly ve zkoumaných letech. Vizuálně ovšem nelze tyto rozdíly dobře porovnat.



Obr. 22: Relativní zastoupení ploch s výskytem křídlatek v pravidelně rostoucích vzdálenostech od Morávky pro oba břehy

Na obr. 22 jsou zobrazeny podíly ploch s výskytem křídlatek ku ploše bez křídlatky pouze pro oba břehy. Z grafu je zřejmé, že podíl roste do vzdálenosti 80 metrů v roce 2015 a 60 metrů v ostatních zkoumaných letech. To značí, že se největší podíl ploch s výskytem křídlatek vyskytoval v těchto vzdálenostech.

Na obr. 22 nejsou zobrazeny vzdálenosti po 20 metrech, ale po 40, to proto, že by se graf s 20 metrovými vzdálenostmi nevešel na stránku. Úplný graf i s levým a pravým břehem je umístěn v příloze 7.



Obr. 23: Relativní zastoupení ploch s výskytem křídlatky v pravidelně rostoucích vzdálenostech od Morávky pro oba břehy - prostorové zobrazení

Relativní zastoupení ploch s výskytem křídlatek lze pozorovat také na prostorovém grafu na obr. 23. Oranžovou barvou jsou označeny ty podíly, ve kterých byl podíl zastoupení ploch s křídlatkami v daném roce největší. Jedná se o již zmiňované vzdálenosti 60 a 80 metrů od řeky Morávky.

Navíc v žádném ze čtyř let není zastoupení jednotlivých kategorií ploch shodné. Tento graf zobrazuje velikosti podílů a porovnává je mezi sebou. Je z něj patrné, že podíly plochy s křídlatkami jsou největší v roce 2007. Ve vzdálenostech 60 metrů se přitom nachází méně než polovina celkové velikosti ploch výskytu porostů křídlatek v jednotlivých letech mapování. To dokládá tab. 13.



Tab. 14: Relativní zastoupení velikostí ploch s křídlatkami v pravidelně rostoucích vzdálenostech od Morávky v závislosti na zkoumaných letech a částech zkoumaného území

		2007			2009			2013			2015		
		levý	oba břehy	pravý	levý	oba břehy	pravý	levý	oba břehy	pravý	levý	oba břehy	pravý
vzdálenost od vodního toku (m)	20	12,15%	28,98%	16,83%	9,16%	20,50%	11,33%	8,61%	13,66%	5,05%	5,31%	10,17%	4,86%
	40	13,44%	30,94%	17,51%	10,57%	22,32%	11,76%	9,66%	16,28%	6,62%	5,69%	12,52%	6,84%
	60	14,18%	31,64%	17,46%	10,84%	22,54%	11,71%	9,77%	17,62%	7,86%	6,11%	14,16%	8,05%
	80	14,23%	31,38%	17,14%	10,58%	22,01%	11,45%	9,29%	17,58%	8,28%	6,32%	14,92%	8,59%
	100	13,65%	30,18%	16,54%	9,93%	20,97%	11,06%	8,49%	16,69%	8,20%	6,11%	14,80%	8,68%
	120	12,78%	28,43%	15,65%	9,28%	19,81%	10,53%	7,78%	15,51%	7,74%	5,74%	14,21%	8,46%
	140	11,86%	26,55%	14,69%	8,65%	18,51%	9,87%	7,09%	14,26%	7,16%	5,36%	13,42%	8,05%
	160	10,90%	24,53%	13,63%	7,98%	17,14%	9,16%	6,40%	12,93%	6,54%	5,00%	12,49%	7,49%
	180	10,00%	22,59%	12,58%	7,31%	15,78%	8,47%	5,77%	11,75%	5,97%	4,63%	11,58%	6,95%
	200	9,17%	20,78%	11,61%	6,71%	14,48%	7,77%	5,23%	10,72%	5,48%	4,25%	10,67%	6,42%
	220	8,41%	19,16%	10,75%	6,15%	13,29%	7,14%	4,76%	9,81%	5,05%	3,90%	9,86%	5,95%
	240	7,74%	17,68%	9,95%	5,64%	12,23%	6,59%	4,37%	9,03%	4,67%	3,59%	9,08%	5,50%
	260	7,15%	16,40%	9,26%	5,21%	11,32%	6,09%	4,03%	8,38%	4,34%	3,32%	8,41%	5,10%
	280	6,64%	15,34%	8,71%	4,84%	10,51%	5,66%	3,75%	7,78%	4,03%	3,08%	7,84%	4,75%
	300	6,20%	14,41%	8,21%	4,52%	9,80%	5,28%	3,50%	7,25%	3,76%	2,88%	7,32%	4,45%
	320	5,81%	13,56%	7,75%	4,23%	9,19%	4,95%	3,28%	6,80%	3,53%	2,70%	6,87%	4,17%
	340	5,47%	12,79%	7,33%	3,98%	8,64%	4,66%	3,08%	6,41%	3,32%	2,54%	6,47%	3,92%
360	5,16%	12,09%	6,93%	3,76%	8,14%	4,39%	2,91%	6,04%	3,13%	2,40%	6,11%	3,71%	
380	4,88%	11,44%	6,56%	3,56%	7,72%	4,16%	2,75%	5,71%	2,96%	2,27%	5,79%	3,51%	

Pozn. **Zastoupení větší než 20 %**, zastoupení 10-19,9 %, zastoupení 5,1-9,9 %

V tab. 14 jsou zobrazeny hodnoty podílů velikostí ploch s porosty křídlatek ku ploše bez křídlatky a rozděleny podle zkoumaného území na tři části, které lze mezi sebou porovnávat. Tučně zvýrazněné hodnoty velikostí znázorňují nejvyšší procentuální zastoupení ploch s křídlatkami vždy pro levý, pravý a oba břehy. Podíly uvedené v této tabulce jsou vizualizovány v grafu v příloze 7.

Při porovnání podílu ploch vyššího než 20 % je zřejmé, že se takto vysoké podíly vyskytovaly pouze ve dvou letech a navíc v různých vzdálenostech od Morávky. V roce 2007 se takovéto podíly vyskytovaly do vzdálenosti 200 metrů. Obdobná situace nastala v roce 2009, pouze s tím rozdílem, že zastoupení plochy vyšší než 20 % se vyskytovalo pouze do vzdálenosti 100 metrů od řeky. Popisovaný rozdíl značí úbytek ploch s výskytem křídlatek ve větších vzdálenostech od Morávky.

Dalším zjištěním, je podíl 10-19,9 % v letech 2013 a 2015. Právě v těchto letech se vyskytuje toto zastoupení do stejné vzdálenosti pro oba roky ve vzdálenosti 200 metrů. Lze tedy tvrdit, že do vzdálenosti 200 metrů od Morávky je u obou zmiňovaných let zastoupení křídlatky vyšší než 10 %.

Poslední zvýrazněný interval podílů 5,1-9,9 % lze pozorovat ve všech případech. V roce 2007 se vyskytuje na pravém břehu do vzdálenosti 380 metrů. V následujících letech se tento podíl vyskytuje i do menších vzdáleností. Dochází tedy k tomu, že se podíl ploch s výskytem porostů křídlatek snižuje.

Nejmenší vzdálenost, do které se tento interval podílu vyskytoval, bylo 140 metrů na levém břehu v roce 2015. Od této vzdálenosti se vyskytoval podíl nižší než 5,1 %. Přitom na opačném pravém břehu se interval podílu 5,1-9,9 % vyskytoval až do vzdálenosti 260 metrů. Navíc se tento interval nevyskytoval do vzdálenosti 20 metrů od Morávky. To znamená, že na pravém břehu v roce 2015 se v nejbližší vzdálenosti od řeky vyskytovalo méně než 5,1 % podílu ploch s výskytem porostů křídlatek.

Lze také porovnávat levý a pravý břeh mezi sebou. Je tu trend, kdy na pravé straně zájmového území dosahuje plocha s výskytem porostů křídlatek vyššího podílu než opačný levý břeh. To oplatí téměř pro všechny vzdálenosti ve všech zkoumaných letech. Tento trend je zobrazen v tab. 12, ve které nejsou plochy rozděleny podle břehů a do vzdáleností.

V příloze 8 je graf zobrazující podíl velikosti kategorií ploch v pravidelně rostoucích vzdálenostech a závislosti na hodnotách atributu *POKRYVNOST*. Tento graf se liší vůči grafu z přílohy 7 v tom, že podíl velikostí ploch jednotlivých kategorií se počítal pouze pro plochy s křídlatkou. Lze tedy porovnávat jednotlivé velikosti ploch kategorií pokryvnosti mezi sebou a nikoliv i mezi kategorií *bez křídlatky*.

Při pouhém vizuálním porovnání se nejvíce liší zastoupení ploch mezi vymezenými oblastmi v letech 2009 a 2015, kdy například nejnižší hodnota pokryvnosti 0-0,1 % na pravém břehu dosahuje výrazně menšího zastoupení než na levém břehu. Ve zkoumaných letech se vyskytují rozdíly v podílu jednotlivých kategorií ploch v závislosti na pokryvnosti mezi levým a pravým břehem, a to i mezi zkoumanými lety.

Na tomto grafu v příloze 8 lze také pozorovat nárůsty či naopak poklesy podílu kategorií ploch pokryvnosti v jednotlivých vzdálenostech od Morávky. Například kategorie ploch 50,1-100 % klesá v roce 2007 od vzdálenosti 20 metrů. Jiná kategorie 1,1-10 % v roce naopak roste do vzdálenosti 80 metrů, respektive 60 metrů na pravém břehu.

#### 6.2.4 Analýza změn velikostí ploch bez křídlatky v pravidelně rostoucích vzdálenostech

V této kapitole je řešena statistická významnost rozdílů velikostí ploch bez křídlatky v pravidelně rostoucích 20metrových vzdálenostech od Morávky mezi zkoumanými roky. P-hodnoty Friedmanova testu jsou zobrazeny v tab. 15. Z tabulky je zřejmé, že na základě velikosti p-hodnoty zamítáme nulovou hypotézu o shodě velikostí ploch.

Tab. 15: P-hodnoty Friedmanova testu velikosti kategorií ploch bez křídlatky

část území	p-hodnota
levý břeh	< 0,001
oba břehy	< 0,001
pravý břeh	< 0,001

Výsledky z tabulky znamenají, že ve velikostech ploch bez křídlatky v pravidelně rostoucích vzdálenostech od Morávky se vyskytují statisticky významné rozdíly mezi zkoumanými roky. To stejné lze tvrdit i o plochách s křídlatkami, protože plochy bez křídlatky byly vypočteny jako rozdíl celkové plochy obalové zóny a plochy s křídlatkami. Velikosti ploch v uvedených závislostech jsou zobrazeny v tabulce v příloze 9.

#### 6.2.5 Analýza změn velikostí kategorií ploch křídlatky v závislosti na pokryvnosti v pravidelně rostoucích vzdálenostech

Opět je řešena statistická významnost rozdílů velikostí ploch v pravidelně rostoucích vzdálenostech od řeky Morávky mezi zkoumanými roky. Pouze s tím rozdílem, že se jedná o kategorie ploch s hodnotami atributu *POKRYVNOST*. Byl opět použit Friedmanův test. Na rozdíl od výsledků uvedených v předchozí kapitole se tu vyskytují homogenní skupiny, tedy roky, ve kterých nebyl prokázán statisticky významný rozdíl mezi zkoumanými lety ve velikostech ploch v pravidelně rostoucích vzdálenostech od řeky Morávky.

Z p-hodnot uvedených v tab. 16 je zřejmé, že se pro každou kategorii pokryvnosti vyskytují statisticky významné rozdíly mezi velikostí ploch v pravidelně rostoucích vzdálenostech. Navíc lze pozorovat homogenní skupiny, jež signalizují, ve kterých letech nejsou rozdíly velikostí ploch mezi sebou statisticky významné. Dále jsou tu zobrazeny roky, ve kterých se dané kategorie ploch vyskytovaly.

Tab. 16: P-hodnota společně s homogenními skupinami pro velikosti ploch v závislosti na pokryvnosti v částech zkoumaného území

	pokryvnost (%)	p-hodnota	homogenní skupiny	srovnávaná období
levý břeh	0-0,1	< 0,001		2009, 2013, 2015
	0,2-1	< 0,001		2009, 2013, 2015
	1,1-10	< 0,001	2013 a 2015	2007, 2009, 2013, 2015
	10,1-50	< 0,001		2007, 2009, 2015
	50,1-100	nelze		2007, 2009, 2015
oba břehy	0-0,1	< 0,001		2009, 2013, 2015
	0,2-1	< 0,001	2009 a 2013, 2009 a 2015	2009, 2013, 2015
	1,1-10	< 0,001		2007, 2009, 2013, 2015
	10,1-50	< 0,001		2007, 2009, 2015
	50,1-100	< 0,001	2009 a 2015	2007, 2009, 2015
pravý břeh	0-0,1	< 0,001		2009, 2013, 2015
	0,2-1	< 0,001	2009 a 2013	2009, 2013, 2015
	1,1-10	< 0,001	2007 a 2009	2007, 2009, 2013, 2015
	10,1-50	< 0,001	2009 a 2015	2007, 2009, 2015
	50,1-100	< 0,001	2009 a 2015	2007, 2009, 2015

P-hodnota se pro levý břeh v roce 2009 nespočítala z důvodu konstantní velikosti kategorie ploch 50,1-100 %, kdy byla velikost plochy 4 m<sup>2</sup> již od 20metrové vzdálenosti a nebylo jí možné spočítat.

Prokázání výskytu homogenních let bylo nejčastější na pravém břehu a na obou březích. Na pravém břehu se kromě nejnižší hodnoty pokryvnosti 0-0,1 % vyskytuje vždy jedna dvojice let, u které nebyl potvrzen statisticky významný rozdíl ve velikostech ploch. Často se vyskytla dvojice let 2009 a 2015, u které nebyl prokázán statisticky významný rozdíl ve velikostech ploch pro dvě nejvyšší hodnoty pokryvnosti 10,1-50 % a 50,1-100 %.

Příčinou výskytu homogenní skupiny let 2009 a 2015 u nejvyšších hodnot pokryvnosti 50,1-100 % a 50,1-100 % na pravém břehu je ten, že velikosti ploch v letech 2009 a 2015 byly výrazně menší než v roce 2007. Kdy byla velikost ploch těchto kategorií několikrát větší. To je možné ověřit z tabulek v přílohách 13 a 14.

Statisticky významný rozdíl ve velikostech ploch v rostoucích vzdálenostech nebyl potvrzen mezi roky 2013 a 2015 na levém břehu pro kategorii ploch 1,1-10 %. U této kategorie se tedy na levém břehu mezi sebou velikosti ploch s výskytem porostů křídlatek statisticky významně nelišily.

### 6.2.6 Analýza změn velikostí ploch na levém a pravém břehu v závislosti na pokryvnosti v pravidelně rostoucích vzdálenostech

V této kapitole je testována významnost rozdílu velikostí ploch s výskytem křídlatek v pravidelně rostoucích vzdálenostech od Morávky mezi velikostí porostů na levém a pravém břehu. Cílem této kapitoly je tedy určit, zdali se statisticky významně liší velikost plochy s výskytem křídlatek na levém a pravém břehu v rostoucích vzdálenostech od řeky Morávky

Tab. 17: P-hodnoty znaménkového testu pro levý a pravý břeh v závislosti na zkoumaných letech

	kategorie ploch				
	0-0,1 %	0,2-1 %	1,1-10 %	10,1-50 %	50,1-100 %
2007			< 0,001	< 0,001	< 0,001
2009	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001	< 0,001
2013	0,167	0,066	0,006		
2015	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Statisticky významný rozdíl velikostí ploch se nevyskytuje pouze ve dvou případech, a to u nejnižší hodnoty pokryvnosti 0-0,1 % v roce 2013 a u hodnoty 0,2-1 % ve stejném roce. V ostatních letech byla statistická významnost rozdílu mezi velikostí ploch ve dvacetimetrových vzdálenostech od Morávky prokázána.

Znamená to, že v roce 2013 se u kategorií ploch 0-0,1 % a 0,2-1 % nevyskytuje statisticky významný rozdíl mezi jejich velikostmi na levém a pravém břehu. U ostatních let se statisticky významné rozdíly velikostí ploch vyskytují. To lze pozorovat na grafu v příloze 6.

### 6.2.7 Shrnutí výsledků prostorové analýzy

Popisovanými výsledky jsou velikosti ploch s výskytem křídlatek ve 20metrových vzdálenostech od řeky Morávky a jejich výskyt na levém, pravém a na obou březích. Nejpodstatnější zjištění jsou tato:

- méně než polovina celkové plochy křídlatek se ve většině případů vyskytovala do 60 metrové vzdálenosti od Morávky,
- více než polovina celkové plochy křídlatek se ve většině případů vyskytovala do 80 metrové vzdálenosti od Morávky,
- méně než polovina celkové plochy vyskytující se do 40 metrů od Morávky byla prokázána u těchto případů,
  - v roce 2009 na levém břehu,
  - v roce 2013 na levém a na obou březích,
- nejmenší vzdálenost, do které se vyskytovaly plochy s křídlatkami je 220 metrů od Morávky v roce 2013 na levém břehu,
- plochy s výskytem křídlatek se vyskytovaly na levém břehu do menší vzdálenosti od Morávky než na pravém břehu,
- v roce 2015 se velikost ploch s pokryvností 0-0,1 % výrazně lišila mezi levým a pravým břehem,
- v roce 2013 se velikost ploch s pokryvností 0-0,1 % mezi levým a pravým břehem příliš nelišila.

Uvedené poznatky dokládají to, že se výskyt křídlatky v průběhu zkoumaných let lišil na levém a pravém břehu, a že se méně než polovina plochy ve většině případů vyskytovala do 60 metrů od vodního toku Morávky.

Dalšími výsledky jsou podíly velikostí jednotlivých kategorií ploch v závislosti na pokryvnosti. Pomocí podílů lze lépe popsat, kde bylo větší relativní zastoupení výskytu ploch křídlatkami. Byly zjištěny tyto poznatky:

- velikost podílu plochy s výskytem křídlatek na obou březích neklesal společně se vzdáleností od vodního toku, ale až od vzdálenosti 80 metrů v roce 2015 a 60 metrů v předchozích zkoumaných letech,
- na pravém břehu byl do většiny vzdáleností od Morávky vyšší podíl výskytu velikostí ploch s křídlatkami,
- minimálně 20 % podíl plochy s křídlatkami se v roce 2007 vyskytoval do vzdálenosti 200 metrů,
- minimálně 20 % podíl plochy s křídlatkami se vyskytoval v roce 2009 do vzdálenosti 100 metrů od Morávky,
- v ostatních letech 2013 a 2015 se podíl větší než 20 % plochy s křídlatkami již nevyskytoval,
- podíl výskytu plochy s křídlatkami menší než 5,1 % se vyskytoval ve všech letech, nejčastěji pak v roce 2015.

Na zjištění má prokazatelně vliv likvidace křídlatky, kdy od roku 2007 klesal podíl plochy ve větších vzdálenostech od Morávky. Navíc narůstal rozdíl mezi levým a pravým břehem, kdy například v roce 2015 dosahovala křídlatka podílu vyššího než 5,1 % až do vzdálenosti 260 metrů, kdežto na levém břehu pouze 140 metrů.

Dále lze při porovnání výskytu na levém a pravém břehu v letech 2013 a 2015 tvrdit, že došlo ke zvětšení vzdálenosti na pravém břehu pro podíly vyšší než 5,1 % a naopak ke zmenšení vzdálenosti v roce 2015 na levém břehu. Bude jistě zajímavé sledovat, zdali se tento trend projeví i v dalších zkoumaných letech, ale i přesto lze tvrdit, že jsou na pravém břehu v roce 2015 lepší podmínky pro výskyt porostů křídlatek.

Následuje relativní zastoupení velikostí ploch v závislosti na atributu *POKRYVNOST* v pravidelných vzdálenostech. Opět jsou zde patrné rozdíly ve velikostech podílů velikostí ploch jednotlivých kategorií pokryvnosti.

V roce 2015 se vyskytoval velký rozdíl mezi výskytem ploch na levém a pravém břehu, kdy na pravém břehu byl podíl velikosti ploch kategorie pokryvnosti  $0-0,1$  % vzhledem k podílu na levém břehu několikrát menší. Důvod, proč je tomu tak, je těžké jednoznačně určit. Jednou z možností může být neurčitost při mapování, kdy mapování v roce 2015 prováděly dvě osoby a každá osoba mohla přiřadit k měřené ploše odlišné hodnoty pokryvnosti.

Dalším zjištěním je ověření významnosti rozdílů velikostí ploch bez křídlatek v jednotlivých vzdálenostech od Morávky mezi zkoumanými roky. Bylo zjištěno, že rozdíly v zastoupení těchto ploch jsou statisticky významné. To stejné platí i pro plochy s křídlatkami.

To platí i pro velikosti kategorií ploch atributu *POKRYVNOST*. U těchto ploch se opět vyskytují statisticky významné rozdíly mezi zkoumanými roky, ale i přesto se zde vyskytovaly roky, mezi kterými tyto rozdíly velikostí ploch významné nejsou. Nejvíce těchto dvojic let je na pravém břehu. Nejméně na levém.

Na levém břehu nebyl potvrzen statisticky významný rozdíl mezi velikostmi kategorie ploch  $1,1-10$  % v letech 2013 a 2015. Rozdíl nebyl potvrzen také v letech 2009 a 2015 u kategorie  $50,1-100$  % a to na pravém a na obou březích. Na pravém břehu nebyl potvrzen statisticky významný rozdíl pro kategorii  $10,1-50$  %. Příčina, proč nejsou mezi lety 2009 a 2015 pro nejvyšší hodnotu pokryvnosti „ $50,1-100$  %“, přítomny významné rozdíly je ta, že u obou let jejich celková plocha byla vůči ostatním kategoriím ploch malá.

Nakonec bylo provedeno testování významnosti rozdílů velikostí kategorií ploch pokryvnosti v pravidelně rostoucích vzdálenostech na levém a pravém břehu mezi zkoumanými roky pomocí znaménkového testu. Výsledkem je zjištění, že kromě kategorií  $0-0,1$  % a  $0,2-1$  % v roce 2013 byl u všech zkoumaných let potvrzen statisticky významný rozdíl mezi velikostmi ploch na levém a pravém břehu. Toto zjištění lze pozorovat na grafu v příloze 6 a v tabulkách v přílohách 10 až 14.



### 6.3 Výskyt ploch křídlatek na typech biotopů podle Chytrého

Na území *NPP Skalická Morávka* prováděl Blahuta (2014) mapování biotopů podle Chytrého a kol. (2010). Po připojení jeho dat bylo možné určit, na jakých a v jakém počtu typů biotopů se v roce 2013 vyskytovaly porosty křídlatek. Tyto údaje jsou zobrazeny v tab. 18.

Tab. 18: Počty ploch výskytu křídlatek na typech biotopu

typ biotopu	bez křídlatek	s křídlatkami	celkem
měkké luhy nížinných řek	2	<b>1 (0,3 %)</b>	2
mezofilní ovsíkaté louky	2	<b>0 (0,0 %)</b>	2
nálety pionýrských dřevin bez neofytů	0	<b>3 (0,9 %)</b>	3
nálety pionýrských dřevin s neofyty	0	<b>1 (0,3 %)</b>	1
polonské dubohabřiny	7	<b>7 (2,1 %)</b>	7
ruderalní bylinná vegetace mimo sídla bez neofytů	4	<b>21 (6,4 %)</b>	4
ruderalní bylinná vegetace mimo sídla s neofyty	6	<b>43 (13,1 %)</b>	6
říční rákosiny	0	<b>1 (0,3 %)</b>	0
štěrkové náplavy bez vegetace	6	<b>36 (11,0 %)</b>	6
štěrkové náplavy s židovíkem německým	0	<b>1 (0,3 %)</b>	0
tekoucí voda s přirozeným charakterem bez vegetace	2	<b>9 (2,8 %)</b>	2
údolní jasanovo-olšové luhy	82	<b>166 (50,8 %)</b>	82
vrbové křoviny štěrkových náplavů	17	<b>38 (11,6 %)</b>	17
celkem	128	<b>327 (100,0 %)</b>	128

Nejvíce porostů s výskytem křídlatky se vyskytovalo v údolních jasanovo-olšových luzích. Tento biotop je typický pro výskytu porostů křídlatek na území *NPP Skalická Morávka*. Často se křídlatky vyskytovaly také na vrbových křovinách štěrkových náplavů, ruderalní bylinné vegetaci mimo sídla s neofyty či štěrkových náplavách bez vegetace.

Vzácný byl výskyt ploch porostů s křídlatkami na měkkých luzích nížinných řek, náletech pionýrských dřevin s neofyty, říčních rákosinách a štěrkových náplavách s židovíkem německým. Výskyt ploch porostů křídlatek na typech biotopů je zobrazen v mapě *MAPOVÁNÍ BIOTOPŮ ING. BLAHUTA V ROCE 2013 NA ÚZEMÍ NPP SKALICKÁ MORÁVKA*. Na této mapě jsou v legendě zobrazeny celkové počty mapovaných typů biotopů.

## 6.4 Webová aplikace *Výskyt křídlatky*

Byla vytvořena webová aplikace zobrazující výskyt ploch s výskytem křídlatek v jednotlivých zkoumaných letech. Výskyty ploch ve zkoumaných letech lze přepínat. Plochy s výskytem křídlatek jsou označeny identifikátorem a barevně se zvýrazní při najetí kurzoru myši na plochu s výskytem porostů křídlatek.

Uživatel může přepínat mapové podklady pomocí tlačítka „*změnit mapu*“. Dále si může vybrat ze čtyř podkladových map. Obdobným způsobem lze zobrazit a skrýt legendu. Webová aplikace je vytvořená také v anglické verzi. Anglickou verzi aplikace lze načíst pomocí tlačítka se symbolem vlajky Velké Británie.

Na další stránce webové aplikace jsou čtyři mapová okna, která jsou synchronizovaná. Při přiblížení či změně mapového výřezu se změní i ostatní okna, a uživatel tak může porovnávat jednotlivé plochy s výskyty křídlatek. Tyto plochy jsou navíc symbolizovány podle atributu *POKRYVNOST*.

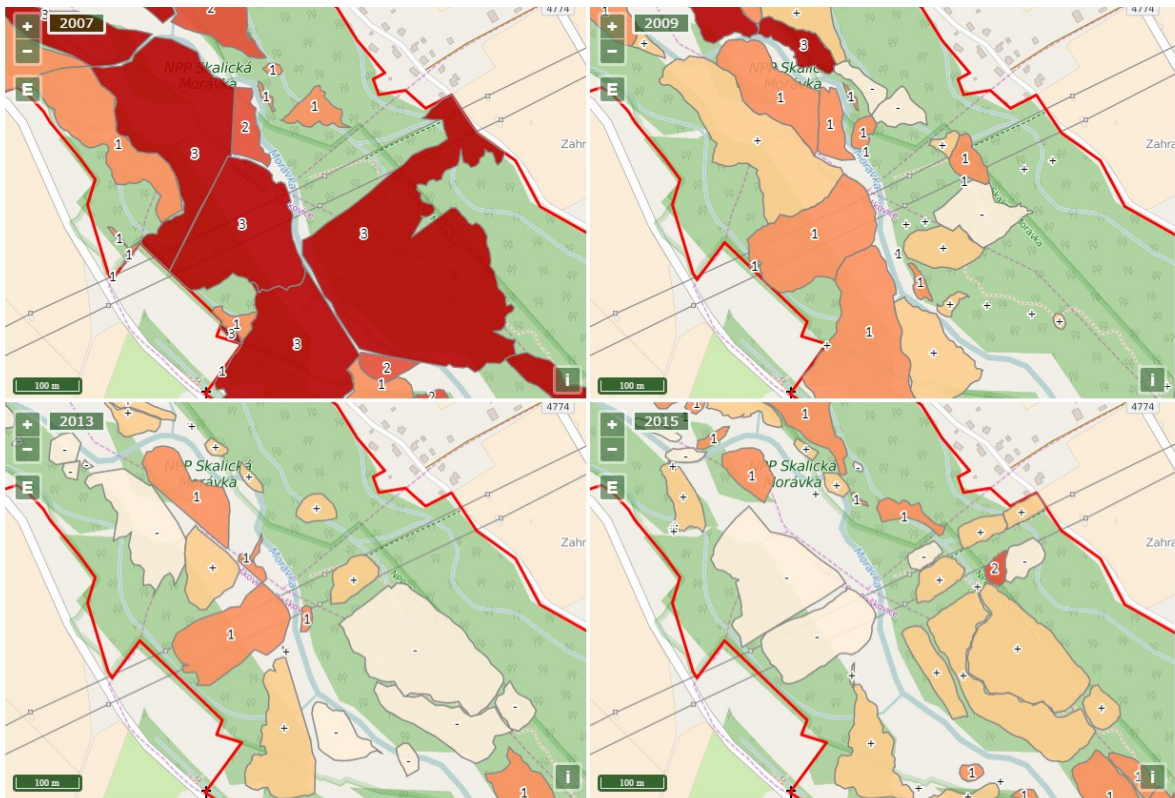
## 6.5 Porovnání výskytu ploch s křídlatkami ve webové aplikaci

V této kapitole je ukázáno praktické použití webové aplikace na konkrétním příkladu při pozorování změn ve výskytu porostů křídlatek. Kromě výskytu ploch s křídlatkami jsou zobrazeny také jejich hodnoty pokryvnosti. Právě změna hodnot atributu *POKRYVNOST* dokáže popsat dynamiku vývoje výskytu porostů křídlatek.



Obr. 24: Ukázka porovnání výskytu pokryvnosti ploch křídlatek ve webové aplikaci

Na obr. 24 je možné sledovat vývoj ploch s křídlatkami v závislosti na kategoriích pokryvnosti v jižní části zkoumaného území u začátku žermanického přivaděče. V roce 2007 se vyskytovaly poměrně velké plochy s vysokými hodnotami pokryvnosti. To v roce 2013 se plochy s křídlatkami na zvoleném výřezu prakticky nevyskytují, ale v roce 2015 je již možné pozorovat několik malých ploch s křídlatkami. Tyto malé plochy mají zároveň nízkou hodnotu pokryvnosti. To přesně koresponduje se zjištěními uvedenými v explorační analýze. Bylo zjištěno, že v roce 2015 se vyskytuje více malých ploch s nízkými hodnotami pokryvnosti.



Obr. 25: Ukázka vývoje výskytu ploch s křídlatkami mezi Vyšními Lhotami a Záhořím

Další zobrazenou částí zkoumaného území pomocí webové aplikace je křížení VVN a řeky Morávky mezi Vyšními Lhotami a Záhořím. Z obr. 25 je dobře patrná fragmentace ploch a úbytek ploch s vysokými hodnotami pokryvnosti 10,1-50 % označené číslem „2“ a 50,1-100 % označené číslem „3“.

V roce 2007 se tu vyskytovaly čtyři plochy s největší kategorií pokryvnosti. V roce 2013 došlo k úbytku ploch na pravém břehu společně se změnou pokryvnosti. Plochy v tomto roce měly často pokryvnost 1,1-10 % označenou „1“ či 0,2-1 % označenou „+“. V dalším roce 2013 došlo k úbytku ploch na levém břehu a k novému výskytu na pravém břehu. Na pravém břehu se objevila plocha s křídlatkami na místě, kde se v předchozím zkoumaném roce nevyskytovala nebo nebyla zaznamenána.

V posledním roce 2015 se na pravém břehu objevily nové plochy v blízkosti těch již vyskytujících se z předchozího roku mapování. Na levém břehu došlo u dvou ploch v blízkosti VVN ke snížení pokryvnosti nejmenší kategorie pokryvnosti. Srovnáme-li však výskyt ploch s křídlatkami v roce 2015 a 2007, dojdeme k závěru, že došlo k úbytku ploch na tomto místě společně s poklesem pokryvnosti u vyskytujících se ploch s křídlatkami.

Předchozí příklady lokalit s výskytem křídlatek ukázaly, jak vhodně lze použít tuto webovou aplikaci. Výhodou této webové aplikace je její interaktivita a možnost pokročilejšího pozorování prostorových dat, než u klasických tištěných mapových výstupů. Zvláště pak možnost porovnávat výskyt křídlatek z jednotlivých mapovaných let v synchronizovaných oknech umožní uživateli této aplikace lépe pozorovat změny ve výskytu ploch s porosty křídlatek.

## 7 ZÁVĚR

Tato diplomová práce popisuje změny ve výskytu ploch s porosty křídlatek. Identifikuje tyto změny v částech zkoumaného území, konkrétně na levém, pravém a na obou březích řeky Morávky. Změny výskytu jsou popsány také v pravidelně rostoucích 20metrových vzdálenostech od řeky Morávky. Bylo zjištěno, že projekt likvidace LIFE – Moravka způsobil výraznou změnu výskytu ploch s křídlatkami.

V roce 2015 bylo provedeno GNSS terénní mapování. Mapování probíhalo na základě metodiky popsané v disertační práci Pavla Švece (2010). Jednalo se o mapování pomocí autonomní metody, kdy přesnost dosahovala přibližně 10 metrů. Byly mapovány atributy *POKRYVNOST*, *BIOTOP* a *VITALITA*.

Naměřená data, ale i data z předchozích let byla poté upravena a uložena v prostorové databázi *PostGIS*. Důvodem uložení dat do této databáze byla možnost používat tuto databázi pro fungování webové aplikace *Výskyt křídlatky*. Navíc lze data v *PostGIS* použít pro další výzkum výskytu porostů křídlatek v zájmovém území.

Z uložených dat výskytu porostů křídlatek byla vytvořena explorační analýza. Ta se zabývala hlavně atributy *POKRYVNOST* a *VYMERÁ*, což je velikost ploch s výskytem křídlatek. Cílem explorační analýzy bylo popsat velikosti ploch s křídlatkami a jejich vývoj ve zkoumaných letech.

Bylo zjištěno, že od roku 2007 klesla velikost plochy s křídlatkami z 97 ha na 48 ha v roce 2013. V dalším roce mapování 2015 byla velikost plochy 49 ha. V tomto roce došlo k mírnému nárůstu celkové plochy s křídlatkami. Tento nárůst je takřka zanedbatelný, ale i přesto je zřejmě začátkem opačného trendu, kdy bude velikost plochy s porosty křídlatek narůstat.

Dále byl v explorační analýze zjištěn výskyt dvojic atributů, u kterých byla prokázána statisticky významná závislost. Jednalo se o dvojici *POKRYVNOST* a *VITALITA*. U této dvojice je závislost logická. Ve zkoumaném území se u ploch s vysokou pokryvností vyskytovala u většiny ploch vysoká míra vitality.

Další dvojice atributů mezi kterými byla prokázána statistická závislost, je *VYMERÁ* a *BIOTOP*. Tato závislost byla prokázána v letech 2009 a 2013. Pro atributy *VYMERÁ* a *POKRYVNOST* byly vytvořené agregované hodnoty. Poslední závislá dvojice je *POKRYVNOST* a *BIOTOP*. Pro ni byla závislost prokázána v letech 2009 a 2015. Závislosti byly určeny na základě Chí-kvadrát testu a měř závislosti.

Výsledky explorační analýzy neřešily prostorovou distribuci ploch s křídlatkami. Ta byla řešena až v rámci prostorové analýzy. Principem prostorové analýzy byl výpočet velikosti plochy s výskytem porostů křídlatek v pravidelně rostoucích 20metrových vzdálenostech od řeky Morávky.

Plochy s křídlatkami byly pak rozděleny podle výskytu na levý, pravý a oba břehy. Výsledky analýzy byly vytvořeny pomocí skriptu vytvořeného v *ModelBuilder* a skriptu v programovacím jazyce *Python*, jenž přepočítal výsledky z *ModelBuilder* a uložil je do textového souboru.

Výsledky prostorové analýzy jsou, že se na pravém břehu vyskytuje ve všech letech větší plocha s výskytem křídlatek než na opačném břehu. Největší rozdíl velikostí plochy křídlatek byl v roce 2015. Rozdíl činil téměř 22 % z celkové plochy porostů křídlatek v tomto roce. Dále bylo zjištěno, že se ve většině případů méně než polovina ploch s křídlatkami vyskytovala do vzdálenosti 60 metrů od řeky Morávky. To neplatilo pouze na levém břehu v roce 2009 a v roce 2013 pro oba a levý břeh.

Vyvíjela se také vzdálenost, do které se vyskytovaly plochy s křídlatkami. V roce 2007, tedy před začátkem mapování, se plochy s křídlatkami vyskytovaly až do vzdálenosti 380 metrů od Morávky. V dalších letech se tato vzdálenost zmenšila. Nejmenší vzdálenost, do které se vyskytovaly porosty, byla 220 metrů na levém břehu v roce 2013.

Byly vypočítány podíly ploch s křídlatkami ku ploše bez křídlatek, ta byla vypočtena jako rozdíl celkové velikosti plochy obalové zóny nebo-li bufferu, a celkové plochy s křídlatkami. Bylo zjištěno, že podíl výskytu ploch s křídlatkami neklesá společně se vzrůstající vzdáleností od řeky Morávky, ale že je největší do 60, respektive 80 metrů v roce 2015. Došlo tedy k tomu, že se v roce 2015 zvětšila vzdálenost, do které se vyskytoval největší podíl plochy s křídlatkami ku ploše bez křídlatky.

Více než 20 % podíl se vyskytoval v roce 2007 až do vzdálenosti 200 metrů. V následujícím roce již pouze do 100 metrů. To značí pokles podílu ploch s porosty křídlatek ve větších vzdálenostech od Morávky. Ve zbývajících letech se již takto vysoké podíly nevyskytovaly. Také se tu vyskytoval trend, kdy se na pravém břehu vyskytoval ve většině případů vyšší podíl ploch s křídlatkami.

Pomocí Friedmanova testu byl potvrzen statisticky významný rozdíl mezi zkoumanými roky ve velikosti ploch v pravidelně rostoucích 20metrových vzdálenostech od Morávky na levém, pravém a obou březích. Dále byl obdobně testován statisticky významný rozdíl velikostí ploch kategorií pokryvnosti opět mezi zkoumanými lety. Byla potvrzena statistická významnost rozdílů velikostí kategorií ploch pokryvnosti. Vyskytovaly se tu ovšem i homogenní skupiny (roky), u kterých nebyl rozdíl velikostí ploch statisticky významný. Nejvíce takových skupin bylo na pravém břehu, a nejméně na levém.

Dalším statistickým testem byl znaménkový test, jenž testoval statistickou významnost rozdílů velikostí ploch mezi zkoumanými roky v pravidelně rostoucích vzdálenostech na levém a pravém břehu. Výsledkem je, že se v roce 2013 u kategorií ploch 0-0,1 % a 0,2-1 % nepotvrdil statisticky významný rozdíl mezi velikostmi ploch v pravidelně rostoucích 20metrových vzdálenostech od Morávky.

Při zobecnění všech zjištěných poznatků je patrné, že je rok 2015 přelomový. V tomto roce došlo k nárůstu celkové velikosti plochy s křídlatkami vůči předchozímu roku 2013. Rozdíly mezi nimi nejsou velké, ale i přesto mohou být časem výraznější. Bude jistě velmi zajímavé sledovat vývoj výskytu křídlatky. S tím souvisí i potřeba provést likvidaci, jak tomu bylo v letech 2007 a 2010.

V rámci diplomové práce byla vytvořena webová aplikace *Výskyt křídlatky*, jenž zobrazuje plochy s porosty křídlatek ve zkoumaných letech. Aplikace umožňuje porovnávat plochy s porosty křídlatek pomocí čtyř synchronizovaných oken, uživatel může lépe porovnávat změny ploch výskytu porostů křídlatek než u klasických mapových výstupů.

Tato práce popsala vývoj změn výskytu křídlatek od roku 2007 až do 2015. Z těchto výsledků vyplývá, že se porosty křídlatek mohou časem výrazně rozšířit a ohrozit tak výskyt chráněných rostlinných druhů a živočichů. Proto by bylo dobré začít opět s likvidací porostů křídlatek.



## Seznam použité literatury

**AQUATIS** a. s., 1993: *Morávka – Dobrá, stupeň v km 2, 305. Hodnocení vlivů na životní prostředí*. Deponováno in: AOPK ČR, Ostrava. 53 s.

**BAILEY**, John a Rolf WISSKIRCHEN. *The distribution and origins of *Faiúopia × bohemica* (Polygonaceae) in Europe* [online]. 2006 [cit. 2016-02-05]. DOI: 10.1111/j.1756-1051.2004.tb00832.x. ISBN 10.1111/j.1756-1051.2004.tb00832.x. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1756-1051.2004.tb00832.x>.

**BARTÁK**, Roman, Štěpánka KONUPKOVÁ, Barbora KRUPOVÁ a Roman KAMENICKÝ. Moravskoslezský kraj ve spolupráci S ČSOP salamandr za finanční podpory Evropské unie, 2010. *Metodika likvidace invazních druhů křídlatek (*Reynoutria* spp.): Projekt LIFE III Nature – Záchrana lužních stanovišť v povodí Morávky*. Český Těšín. Dostupné také z: [http://lifemoravka.krmoravskoslezsky.cz/doc/kridlatka\\_nahled\\_CJ\\_FIN2.pdf](http://lifemoravka.krmoravskoslezsky.cz/doc/kridlatka_nahled_CJ_FIN2.pdf).

**BASSAM**, N. *El. Energy plant species: their use and impact on environment and development*. London: James, 1997. ISBN 18-739-3675-3.

**BLAHUTA**, Jaroslav. *Biotopové mapování NPP Skalická Morávka jako podklad pro monitoring regenerace křídlatky po plošném zásahu herbicidem*. Brno, 2014. Diplomová práce. Mendelova univerzita v Brně lesnická a dřevařská fakulta ústav lesnické botaniky, dendrologie a geobiocenologie.

**CORTI**, Paolo. *PostGIS 2.0 cookbook*. Birmingham, England: Packt Publishing, 2014, 1 online resource (484 pages). ISBN 9781849518673-.

**ČARVAŠ**, Milan. *Dopad šíření invazních druhů rostlin na poříční ekosystém řeky Moravy*. Brno, 2011. Dostupné také z: [http://is.muni.cz/th/222797/prif\\_m/Diplomova\\_prace.pdf](http://is.muni.cz/th/222797/prif_m/Diplomova_prace.pdf). Diplomová práce. Masarykova univerzita Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce Zdeněk Máčka.

**DORIGO**, Wouter, Arko LUCIEER, Tomáš PODOBNIKAR a Andraž ČARNI. *Mapping invasive *Fallopia japonica* by combined spectral, spatial, and temporal analysis of digital orthophotos*. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. 2012, 19: 185-195. DOI: 10.1016/j.jag.2012.05.004. ISSN 03032434. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0303243412001122>.

**DUBROVSKÝ**, Vojtěch. *Webová mapová aplikace pro podporu dokumentace biocenter*. Ostrava, 2013. Diplomová práce. Vysoká škola Báňská - Technická univerzita Ostrava. Vedoucí práce Jan Růžička.

**FRÖHLICH**, Václav. *Analýza změn rozšíření invazního neofytu rodu*. Ostrava, 2014. Bakalářská práce. Vysoká škola Báňská - Technická univerzita Ostrava. Vedoucí práce Pavel Švec.

**GRATIER**, Thomas, Paul SPENCER a Eric HAZZARD. *OpenLayers 3 Beginner's Guide*. Second. Birmingham: Packt Publishing Ltd., 2015. ISBN 978-1-78216-236-0.

**GREENBERG**, Joshua a Sean CARSON. *Mapping Riparian Land Use within Agricultural Zones. Skagit County, Washington* [online]. 2010 [cit. 2015]. Dostupné z: <http://www.skagitcounty.net/SalmonStrategy/Documents/White Paper v23 booklet-style.pdf>.

**HÁLOVÁ**, Hana. *Turistický mapový portál Beskyd*. Ostrava, 2010. Diplomová práce. Vysoká škola Báňská - Technická univerzita Ostrava. Vedoucí práce Ing. Lucie Juříková.

**HEJNÝ**, Slavomil a Bohumil SLAVÍK (eds.). *Květena České republiky*. 2., nezm. vyd. Praha: Academia, 2003. ISBN 80-200-1089-0.

**HENDL**, Jan. *Přehled statistických metod: analýza a metaanalýza dat*. 4., rozš. vyd. Praha: Portál, 2012. ISBN 978-80-262-0200-4.

**HRADECKÝ**, J. *Disturbanční procesy a jejich vliv na dynamiku krajiny – Západní Beskydy a Podbeskydská pahorkatina*. Brno: Disertační práce. 2005, 154 s.

**CHYTRÝ** (eds.) Milan, KUČERA a Tomáš, Martin KOČÍ. *Katalog biotopů České republiky: interpretační příručka k evropským programům Natura 2000 a Smaragd*. Vyd. 1. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2001. ISBN 80-860-6455-7.

**Japanese Knotweed in Birchgrove**, Swansea [online]. [cit. 2016-02-05]. Dostupné z: [https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=zS6AIUwH3jjg.kVd70Ry5NrUk&hl=en\\_US](https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=zS6AIUwH3jjg.kVd70Ry5NrUk&hl=en_US).

**JONES**, D., S. PIKE, M. THOMAS a D. MURPHY. *Object-Based Image Analysis for Detection of Japanese Knotweed s.l. taxa (Polygonaceae) in Wales*. In: *Remote sensing* [online]. 2011 [cit. 2015-03-27]. ISBN 2072 4292. ISSN 2072-4292. Dostupné z: <http://www.mdpi.com/2072-4292/3/2/319>.

**KAMLER**, Jaromír. *Analýza možností PostgreSQL a nástavby PostGIS pro vytvoření datového skladu v prostředí GIS*. Ostrava, 2006. Diplomová práce. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava. Hornicko-geologická fakulta. Vedoucí práce Antonín Orlík.

**KOČVARA**, Radim, Adrián CZERNIK, Jiří VESKA a Milan ŽÁRNÍK. *Plán péče o přírodní památku Niva Morávky: v rámci evropsky významné lokality CZ0810004 Niva Morávky*. 2011.

**KROUTIL**, Petr. Ministerstvo zemědělství ČR ve spolupráci se státní rostlinolékařskou správou. *Křídlatky Reynoutria spp., syn. Fallopia spp.* Praha, 2011. Dostupné také z: [http://eagri.cz/public/web/file/125248/Z111316\\_MZE\\_listovka\\_kridlatky\\_1AK.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/125248/Z111316_MZE_listovka_kridlatky_1AK.pdf)

**Lamoille River Mainstem Riparian Buffer Analysis**: 2002 604 (b) Report. Lamoille County Planning Commission [online]. 2008, s. 6 [cit. 2015-07-10]. Dostupné z: <http://www.lcpevt.org/vertical/sites/{3C01460C-7F49-40F5-B243-0CA7924F23AF}/uploads/{9413152C-FD31-4E50-B689-ED087E0D5B15}.PDF>.

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

**LITSCHMANNOVÁ**, Martina. *Úvod do statistiky*. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, Fakulta elektrotechniky a informatiky, 2011.

**MEHTA**, Cyrus a Patel NITIN. Cytel software corporation and Harvard School of Public Health. *IBM SPSS Exact Tests*. Cambridge, 2010.

**MOLDRZYK**, Jakub. *Možnosti detekce invazních neofytů pomocí distančních metod na příkladu rodu křídlatka (Reynoutria spp.)*. Ostrava, 2015. Diplomová práce. Vysoká škola Báňská - Technická univerzita Ostrava. Vedoucí práce Pavel Švec.

**NETRDOVÁ**, Pavlína. *Současné trendy v kvantitativní analýze geografických dat: možnosti a problémy prostorové analýzy dat: možnosti a problémy prostorové analýzi*. Praha, 2010. Dostupné také z: <https://is.cuni.cz/webapps/zzp/detail/99657/>. Rigorózní práce. Univerzita Karlova v Praze Přírodovědecká fakulta katedra sociální geografie a regionálního rozvoje. Vedoucí práce Zdeněk Čermák.

**OBE**, Regina a Leo HSU. *PostGIS in action*. London: Pearson Education [distributor], c2011. ISBN 19-351-8226-9.

**POVODÍ ODRY STÁTNÍ PODNIK**. *Atlas vodních toků povodí Odry: Morávka* [online]. Povodí Odry, 2012 [cit. 2015-09-02]. Dostupné z: [http://www.pod.cz/atlas\\_toku/moravka.html](http://www.pod.cz/atlas_toku/moravka.html).

**SADOVSKÝ**, Petr. *Porovnání vlastností databázových systémů Oracle a PostgreSQL pro uložení geografických dat*. Brno, 2015. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně Provozně ekonomická fakulta. Vedoucí práce Jiří Fejfar.

**SHEN**, Zhenyao, Xiaoshu HOU, Wen LI, Guzhanuer AINI, Lei CHEN a Yongwei GONG. *Impact of landscape pattern at multiple spatial scales on water quality: A case study in a typical urbanised watershed in China. Ecological Indicators* [online]. 2015, 48: 417-427 [cit. 2015-07-10]. DOI: 10.1016/j.ecolind.2014.08.019. ISSN 1470160x. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1470160X14003744>.

**STUPAVSKÝ**, Vladimír: *Nezapomínejme na křídlatku*. Biom.cz [online]. 2008-07-07 [cit. 2016-02-04]. Dostupné z : <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/nezapominejme-na-kridlatku>. ISSN: 1801-2655.

**ŠINDLAR**, M., J. ZAPLETAL a I. PELÍŠEK. *Plán péče o Národní přírodní památku Skalická Morávka*. Hradec Králové, 2009.

**ŠVEC**, Pavel. *Sledování a hodnocení změn vegetačního krytu nivy Morávky při likvidaci křídlatky (Reynoutria spp.) s využitím GIS*. Ostrava, 2010. Dizertační práce. Ostravská univerzita v Ostravě.

**TALPA**, F., 1948: *Cizí hosté z říše rostlin v kraji pobeskydském*. Ostrava: Sborník Přírodovědecké společnosti v Ostravě. Ročník IX. (1936-1946). s. 48-51.

**The European Environment Agency** [online]. Denmark: The European Environment Agency, 2016 [cit. 2016-04-25]. Dostupné z: <http://www.eea.europa.eu/about-us>.

**TICHÝ**, Lubomír a Petr PYŠEK (eds.). *Rostlinné invaze*. Vyd. 1. Brno: Rezekvítek, 2001. ISBN 80-902-9544-4.

**TRNČÁK**, Libor. *Analýza změn krajinného pokryvu nivy Morávky*. Ostrava, 2012. Diplomová práce. Vysoká škola Báňská - Technická univerzita Ostrava. Vedoucí práce Pavel Švec.

**VÁLEK**, Tomáš. *Mapování výskytu křídlatky v povodí Morávky*. Ostrava, 2000. Diplomová práce. VŠB - TU Ostrava. Vedoucí práce Jiří Horák.

**WEISSMANNOVÁ**, Hana. *Ostravsko*. Vyd. 1. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2004. Chráněná území ČR. ISBN 80-860-6467-0.

## Seznam použitých zkratek

AOPK	Agentura ochrany přírody a krajiny
API	Application Programming Interface
ČR	Česká republika
ČÚZK	Český úřad katastrální a zeměměřičský
DIBAVOD	Digitální báze vodohospodářských dat
DP	Diplomová práce
DPZ	Dálkový průzkum země
ESRI	Environmental Systems Research Institute
EVL	Evropsky významná lokalita
GIS	Geografický informační systém
GNSS	Globální navigační satelitní systém
GUI	Graphical user interface
ID	Identification
NPP	Národní přírodní památka
OS	Operační systém
OSM	Open street map
PP	Přírodní památka
RTK	Real Time Kinematic
SQL	Structured Query Language
SRID	Spatial Reference System Identifier
SSH	Secure shell
SW	Software
VPN	Virtual private network
VVN	Vedení velmi vysokého napětí
WFS	Web feature service

WMS

Web map service

WWW

Celosvětová webová síť

## Seznam obrázků

Obr. 1: Zkoumané území výskytu křídlatky.....	4
Obr. 2: Štěrkové koryto řeky Morávky na území NPP Skalická Morávka.....	5
Obr. 3: Listy křídlatek, první zleva křídlatka sachalinská ( <i>Renoutria sachalinensis</i> ), křídlatka česká ( <i>Renoutria bohemica</i> ) a křídlatka japonská ( <i>Renoutria japonica</i> ).....	7
Obr. 4: Křídlatka v NPP Skalická Morávka.....	8
Obr. 5: Aplikace herbicidu a kosení porostu křídlatky.....	9
Obr. 6: Ukázka GUI webové aplikace Japanese Knotweed in Birchgrove, Swansea.....	14
Obr. 7: Příklad Trimble Juno 3D a ukázka grafického rozhraní formuláře ArcPad.....	17
Obr. 8: Ukázka nástroje Database manager v programu QGIS při importu vrstev do PostGIS databáze.....	20
Obr. 9: Formulář skriptu prostorové analýzy.....	24
Obr. 10: Schéma skriptu prostorové analýzy v ModelBuilder.....	25
Obr. 11: Princip prostorové analýzy založené na obalových zónách.....	26
Obr. 12: Ukázka vrstvy výskytu křídlatek na pozadí vrstvy čtvercové sítě.....	28
Obr. 13: Aplikace Výskyt křídlatky – <a href="http://gis.vsb.cz/kridlatka">http://gis.vsb.cz/kridlatka</a> .....	29
Obr. 14: Obecné schéma fungování webové aplikace s použitím PostGIS, Geoserver a OpenLayers.....	30
Obr. 15: Zastoupení ploch s výskytem křídlatek v závislosti na pokryvnosti.....	32
Obr. 16: Relativní zastoupení ploch s výskytem křídlatek v závislosti na pokryvnosti.....	33
Obr. 17: Krabicový graf velikosti ploch s výskytem křídlatek.....	35
Obr. 18: Histogram velikostí ploch s výskytem křídlatek.....	36
Obr. 19: Vývoj velikostí plochy výskytu porostů křídlatek ve zkoumaných letech.....	37
Obr. 20: Velikost ploch s výskytem porostů křídlatek v závislosti na pokryvnosti.....	40
Obr. 21: Průměrná velikost ploch s výskytem porostů křídlatek v závislosti na pokryvnosti.....	41
Obr. 22: Relativní zastoupení ploch s výskytem křídlatek v pravidelně rostoucích vzdálenostech od Morávky pro oba běhy.....	50
Obr. 23: Relativní zastoupení ploch s výskytem křídlatky v pravidelně rostoucích vzdálenostech od Morávky pro oba běhy - prostorové zobrazení.....	51
Obr. 24: Ukázka porovnání výskytu pokryvnosti ploch křídlatek ve webové aplikaci.....	62
Obr. 25: Ukázka vývoje výskytu ploch s křídlatkami mezi Vyšnými Lhotami a Záhořím.....	63

## **Zdroje obrázků**

**Obr. 2:** [http://www.cittadella.cz/europarc/index.php?p=index&site=NPP\\_skalicka\\_moravka\\_en](http://www.cittadella.cz/europarc/index.php?p=index&site=NPP_skalicka_moravka_en)

**Obr. 3:** <http://www.kvetenacr.cz/clanky/kridlatky-v-ceske-republice.asp>

**Obr. 4:** RNDr. Pavel Švec, Ph. D

**Obr. 5:** <http://www.lesy.cz/ost51/program-life-nature/>, <http://life-moravka.kr-moravsko-slezsky.cz/en/aktualne.php>

**Obr. 6:** [https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=zS6AIUwH3jjg.kVd70Ry5NrUk&hl=en\\_US](https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=zS6AIUwH3jjg.kVd70Ry5NrUk&hl=en_US)

**Obr. 7:** [http://www.trimble.com/mappingGIS/juno3.aspx?tab=Technical\\_Support](http://www.trimble.com/mappingGIS/juno3.aspx?tab=Technical_Support), autor

**Obr. 14:** <http://i.stack.imgur.com/hheTL.jpg>

*Ostatní obrázky byly vytvořené autorem*

## Seznam tabulek

Tab. 1: Mapované atributy se svými hodnotami.....	17
Tab. 2: Agregované hodnoty atributů POKRYVNOST a VYMERA.....	22
Tab. 3: Symboly znaménkového schématu se spolehlivostí.....	22
Tab. 4: Zastoupení ploch s výskytem porostů křídlatek v závislosti na pokryvnosti a roku.....	31
Tab. 5: Statistické veličiny atributu VYMERA.....	34
Tab. 6: Vývoj velikostí plochy výskytu křídlatek ve zkoumaných letech.....	37
Tab. 7: Vybrané statistické veličiny velikostí ploch (ha) výskytu porostů křídlatek v závislosti na pokryvnosti a zkoumaných letech.....	39
Tab. 8: Míry závislosti dvojic atributů výskytu křídlatky.....	43
Tab. 9: P-hodnoty Chí-kvadrát testu dvojic atributu.....	44
Tab. 10: Znaménkové schéma atributů POKRYVNOST - VITALITA.....	44
Tab. 11: Velikost zájmového území na levém a pravém břehu.....	47
Tab. 12: Velikost plochy výskytu křídlatek na levém, pravém a na obou březích.....	47
Tab. 13: Velikost ploch s výskytem křídlatky (ha) v pravidelných vzdálenostech od vodního toku v závislosti na zkoumaných letech a částech zkoumaného území.....	48
Tab. 14: Relativní zastoupení velikostí ploch s křídlatkami v pravidelně rostoucích vzdálenostech od Morávky v závislosti na zkoumaných letech a částech zkoumaného území.....	52
Tab. 15: P-hodnoty Friedmanova testu velikosti kategorií ploch bez křídlatky.....	54
Tab. 16: P-hodnota společně s homogenními skupinami pro velikosti ploch v závislosti na pokryvnosti v částech zkoumaného území.....	55
Tab. 17: P-hodnoty znaménkového testu pro levý a pravý břeh v závislosti na zkoumaných letech.....	56
Tab. 18: Počty ploch výskytu křídlatek na typech biotopu.....	60



## **Seznam příloh**

Příloha 1 - Mozaikové grafy I. část

Příloha 2 - Mozaikové grafy II. část

Příloha 3 - Grafy mediánu a směrodatné odchylky velikostí ploch s výskytem křídlatek

Příloha 4 - Znaménková schémata a adjustovaná rezidua pro POKRYVNOST - VITALITA

Příloha 5 - Znaménková schémata a adjustovaná rezidua pro POKRYVNOST - VITALITA

Příloha 6 - Graf velikostí ploch s křídlatkami ve vzdálenostech, zkoumaných letech a pro levý, pravý a oba břehy

Příloha 7 - Graf podílů velikostí kategorií ploch ve vzdálenostech, zkoumaných letech, pro levý, pravý a oba břehy

Příloha 8 - Graf podílu velikostí ploch kategorií pokryvnosti, ve vzdálenostech, zkoumaných letech, pro levý, pravý a oba břehy

Příloha 9 - Velikosti ploch bez křídlatek ve vzdálenostech, zkoumaných letech, pro levý, pravý a oba břehy

Příloha 10 - Velikost ploch s kategorií pokryvnosti 0-0,1 % ve vzdálenostech, zkoumaných letech, pro levý, pravý a oba břehy

Příloha 11 - Velikost ploch s kategorií pokryvnosti 0,2-1 % ve vzdálenostech, zkoumaných letech, pro levý, pravý a oba břehy

Příloha 12 - Velikost ploch s kategorií pokryvnosti 1,1-10 % ve vzdálenostech, zkoumaných letech, pro levý, pravý a oba břehy

Příloha 13 - Velikost ploch s kategorií pokryvnosti 10,1-50 % ve vzdálenostech, zkoumaných letech, pro levý, pravý a oba břehy

Příloha 14 - Velikost ploch s kategorií pokryvnosti 50,1-100 % ve vzdálenostech, zkoumaných letech, pro levý, pravý a oba břehy

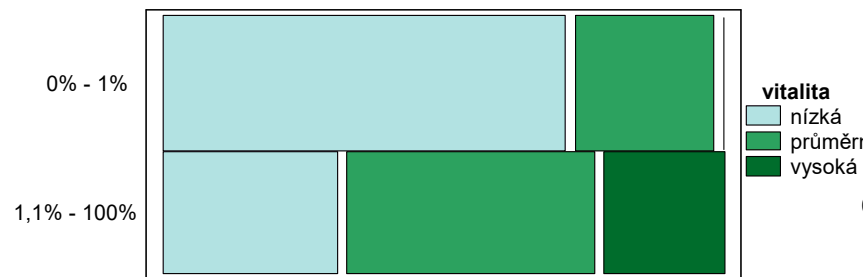
## **Seznam tištěných map ve formátu A4**

ZKOUMANÉ ÚZEMÍ VÝSKYTU KŘÍDLATKY

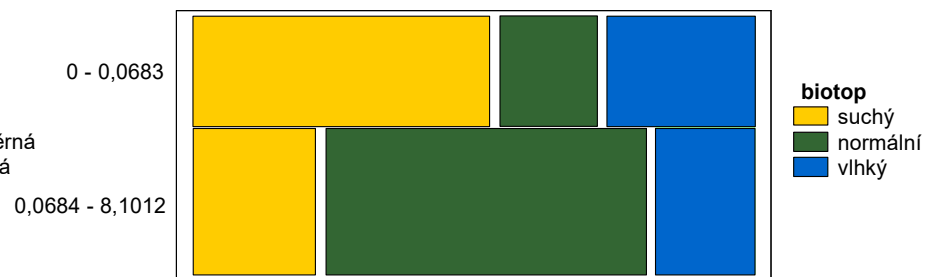
MAPOVÁNÍ BIOTOPŮ ING. BLAHUTA NA ÚZEMÍ NPP SKALICKÁ MORÁVKA

# Příloha 1 - Mozaikové grafy I. část

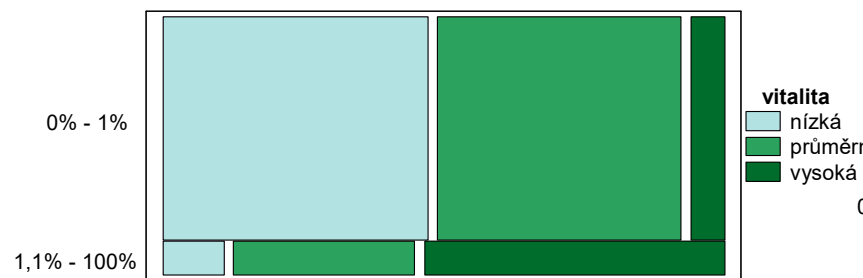
## POKRYVNOST - VITALITA 2009



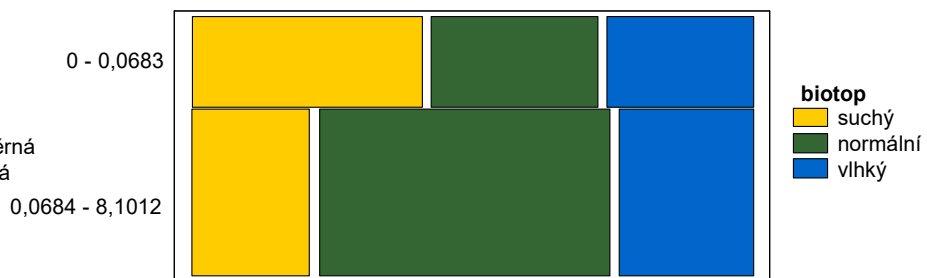
## VYMERA - BIOTOP 2009



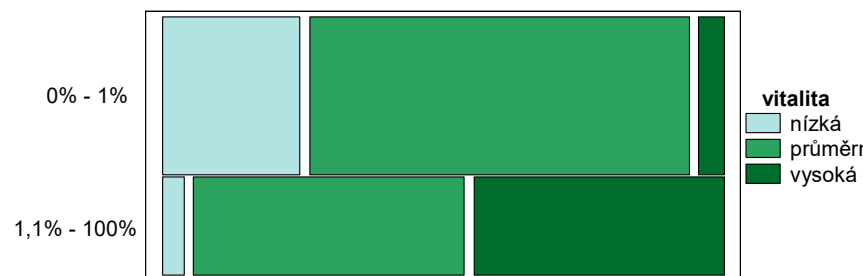
## POKRYVNOST - VITALITA 2013



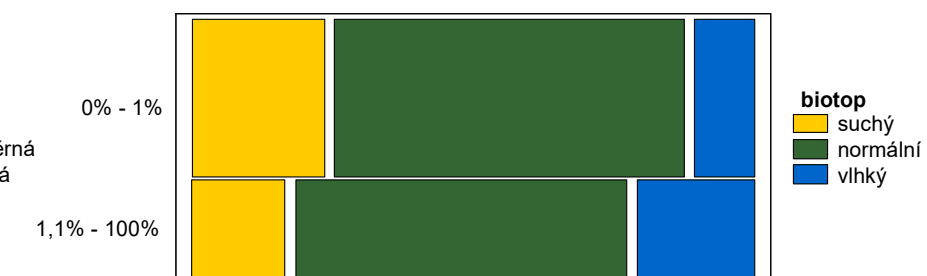
## VYMERA - BIOTOP 2013



## POKRYVNOST - VITALITA 2015

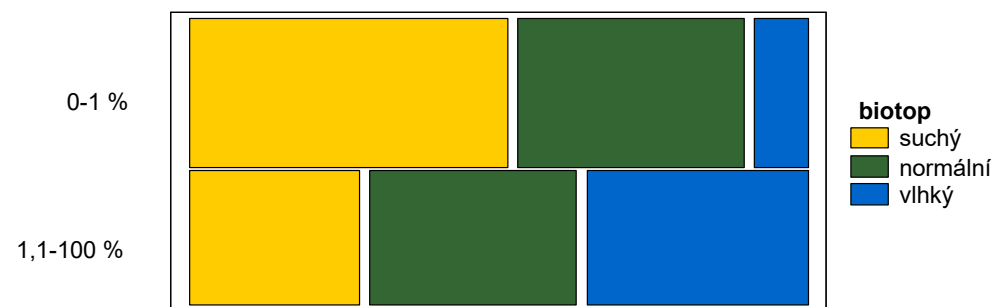


## POKRYVNOST - BIOTOP 2015

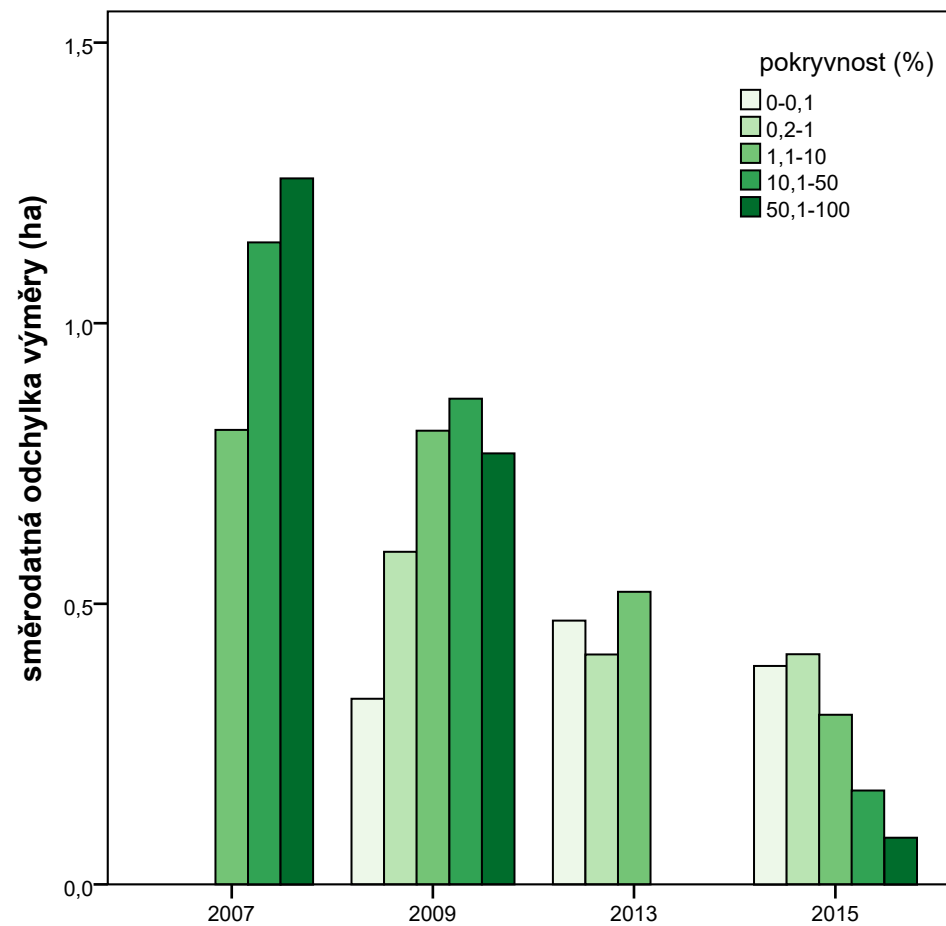
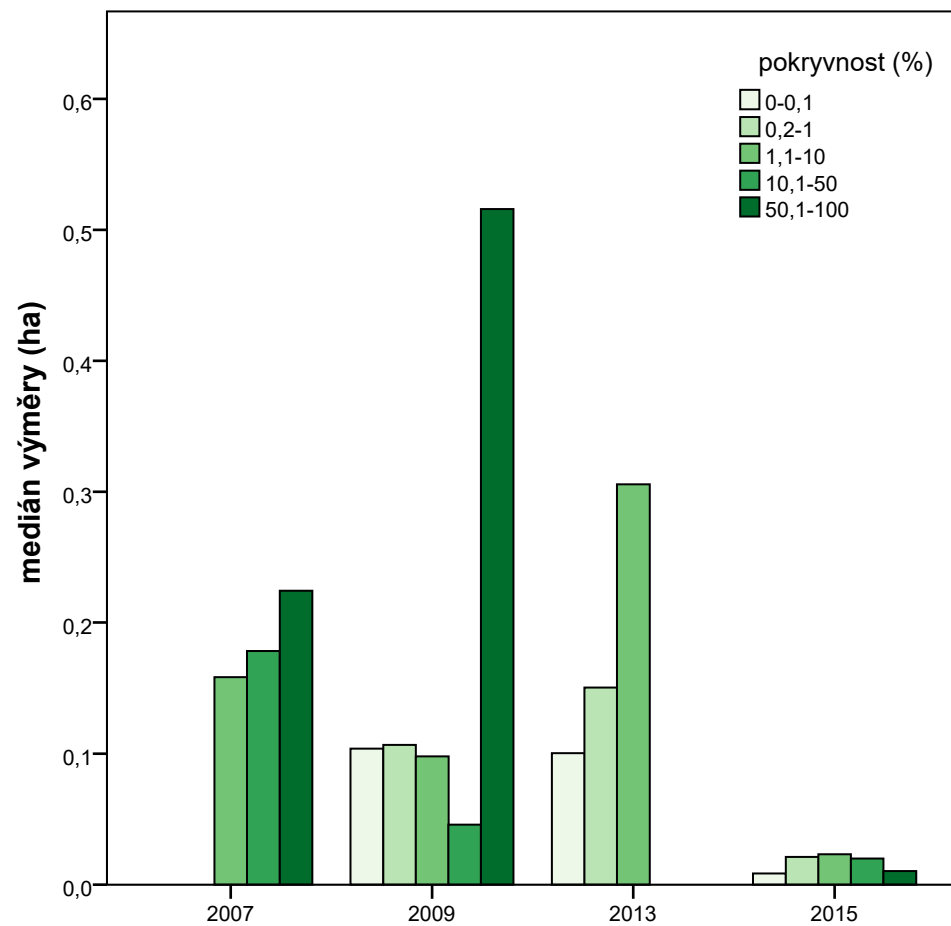


## Příloha 2 - Mozaikové grafy II. část

POKRYVNOST - BIOTOP 2009



### Příloha 3 - Grafy mediánu a směrodatné odchyly velikostí ploch s výskytem křídlatek



#### Příloha 4 - Znaménková schémata a adjustovaná rezidua pro *POKRYVNOST - VITALITA*

POKRYVNOST - VITALITA					
2009		vitalita			součet
pokryvnost (%)		nízká	průměrná	vyšoká	
0-1	počet	67	23	0	90
	adj. residuum	<b>5,55</b>	<b>-2,75</b>	<b>-4,73</b>	
1,1-100	počet	26	37	18	81
	adj. residuum	<b>-5,55</b>	<b>2,75</b>	<b>4,73</b>	
součet		93	60	18	171

POKRYVNOST - VITALITA					
2013		vitalita			součet
pokryvnost (%)		nízká	průměrná	vyšoká	
0-1	počet	64	59	8	131
	adj. residuum	<b>3,02</b>	<b>0,94</b>	<b>-6,04</b>	
1,1-100	počet	2	6	10	18
	adj. residuum	<b>-3,02</b>	<b>-0,94</b>	<b>6,04</b>	
součet		66	65	18	149

POKRYVNOST - VITALITA			
	vitalita		
2009	nízká	průměrná	vyšoká
0-1 %	+++	--	---
1,1-100 %	---	++	+++

POKRYVNOST - VITALITA			
	vitalita		
2013	nízká	průměrná	vyšoká
0-1 %	++	0	---
1,1-100 %	--	0	+++

POKRYVNOST - VITALITA					
2015		vitalita			součet
pokryvnost (%)		nízká	průměrná	vyšoká	
0-1	počet	55	153	10	218
	adj. residuum	<b>5,21</b>	<b>3,80</b>	<b>-9,41</b>	
1,1-100	počet	5	67	62	134
	adj. residuum	<b>-5,21</b>	<b>-3,80</b>	<b>9,41</b>	
součet		60	220	72	352

POKRYVNOST - VITALITA			
	vitalita		
2015	nízká	průměrná	vyšoká
0-1 %	+++	+++	---
1,1-100 %	---	---	+++

## Příloha 5 - Znaménková schémata a adjustovaná rezidua pro *POKRYVNOST - VITALITA*

VYMERA - BIOTOP					
2009		biotop			součet
vymera (ha)		normální	suchý	vlhký	
0 – 0,0683	počet	13	40	20	73
	adj. residuum	<b>-5,43</b>	<b>4,35</b>	<b>1,40</b>	
0,0684 – 8,1022	počet	58	22	18	98
	adj. residuum	<b>5,43</b>	<b>-4,35</b>	<b>-1,40</b>	
součet		71	62	38	171

VYMERA - BIOTOP					
2013		biotop			součet
vymera (ha)		normální	suchý	vlhký	
0 – 0,0683	počet	16	22	14	52
	adj. residuum	<b>-2,67</b>	<b>2,65</b>	<b>0,29</b>	
0,0684 – 8,1022	počet	52	21	24	97
	adj. residuum	<b>2,67</b>	<b>-2,65</b>	<b>-0,29</b>	
součet		68	43	38	149

VYMERA - BIOTOP				
2009	biotop			
	normální	suchý	vlhký	
0 – 0,0683	- - -	+ + +	0	
0,0684 – 8,1022	+ + +	- - -	0	

VYMERA - BIOTOP				
2013	biotop			
	normální	suchý	vlhký	
0 – 0,0683	- -	+ +	0	
0,0684 – 8,1022	+ +	- -	0	

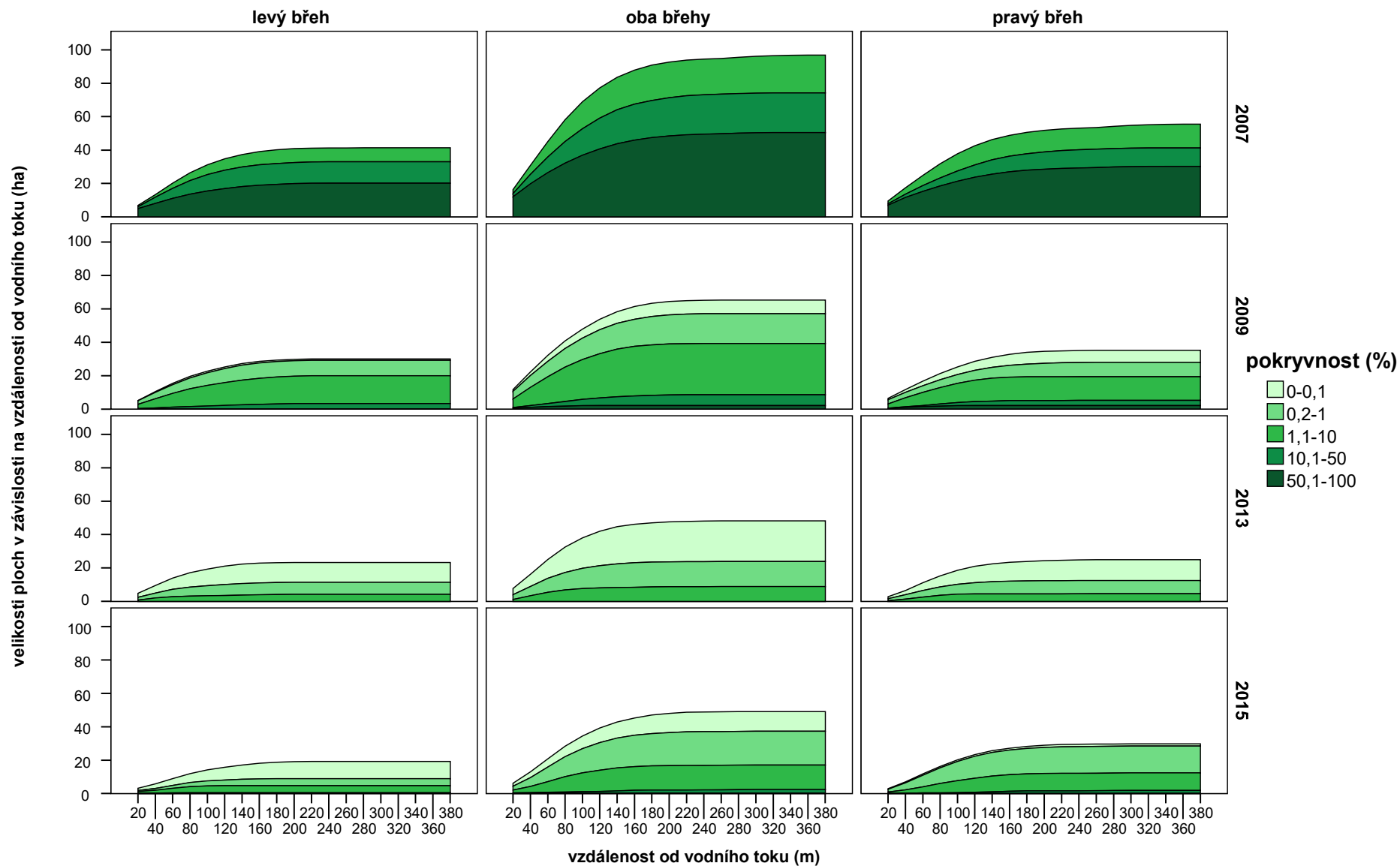
POKRYVNOST - BIOTOP					
2009		biotop			součet
pokryvnost (%)		normální	suchý	vlhký	
0-1	počet	48	34	8	90
	adj. residuum	<b>3,30</b>	<b>0,44</b>	<b>-4,42</b>	
1,1-100	počet	23	28	30	81
	adj. residuum	<b>-3,30</b>	<b>-0,44</b>	<b>4,42</b>	
součet		71	62	38	171

POKRYVNOST - BIOTOP					
2015		biotop			součet
pokryvnost (%)		normální	suchý	vlhký	
0-1	počet	141	53	24	218
	adj. residuum	<b>0,66</b>	<b>1,58</b>	<b>-2,71</b>	
1,1-100	počet	82	23	29	134
	adj. residuum	<b>-0,66</b>	<b>-1,58</b>	<b>2,71</b>	
součet		223	76	53	352

POKRYVNOST - BIOTOP				
2009	biotop			
	normální	suchý	vlhký	
0-1 %	+ + +	0	- - -	
1,1-100 %	- - -	0	+ + +	

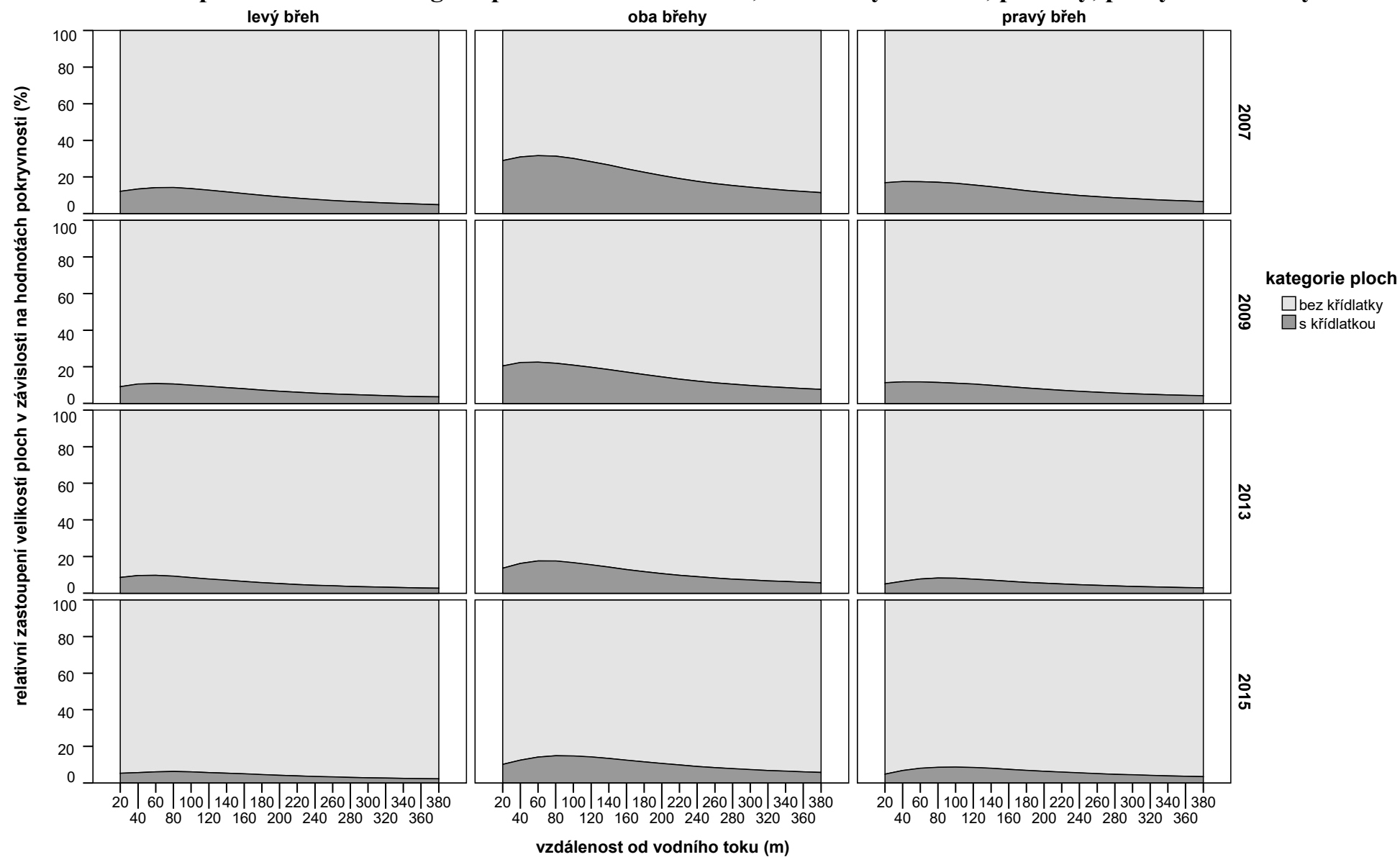
POKRYVNOST - BIOTOP				
2015	biotop			
	normální	suchý	vlhký	
0-1 %	0	0	- -	
1,1-100 %	0	0	+ +	

## Příloha 6 - Graf velikostí ploch s křídlatkami ve vzdálenostech, zkoumaných letech a pro levý, pravý a oba břehy

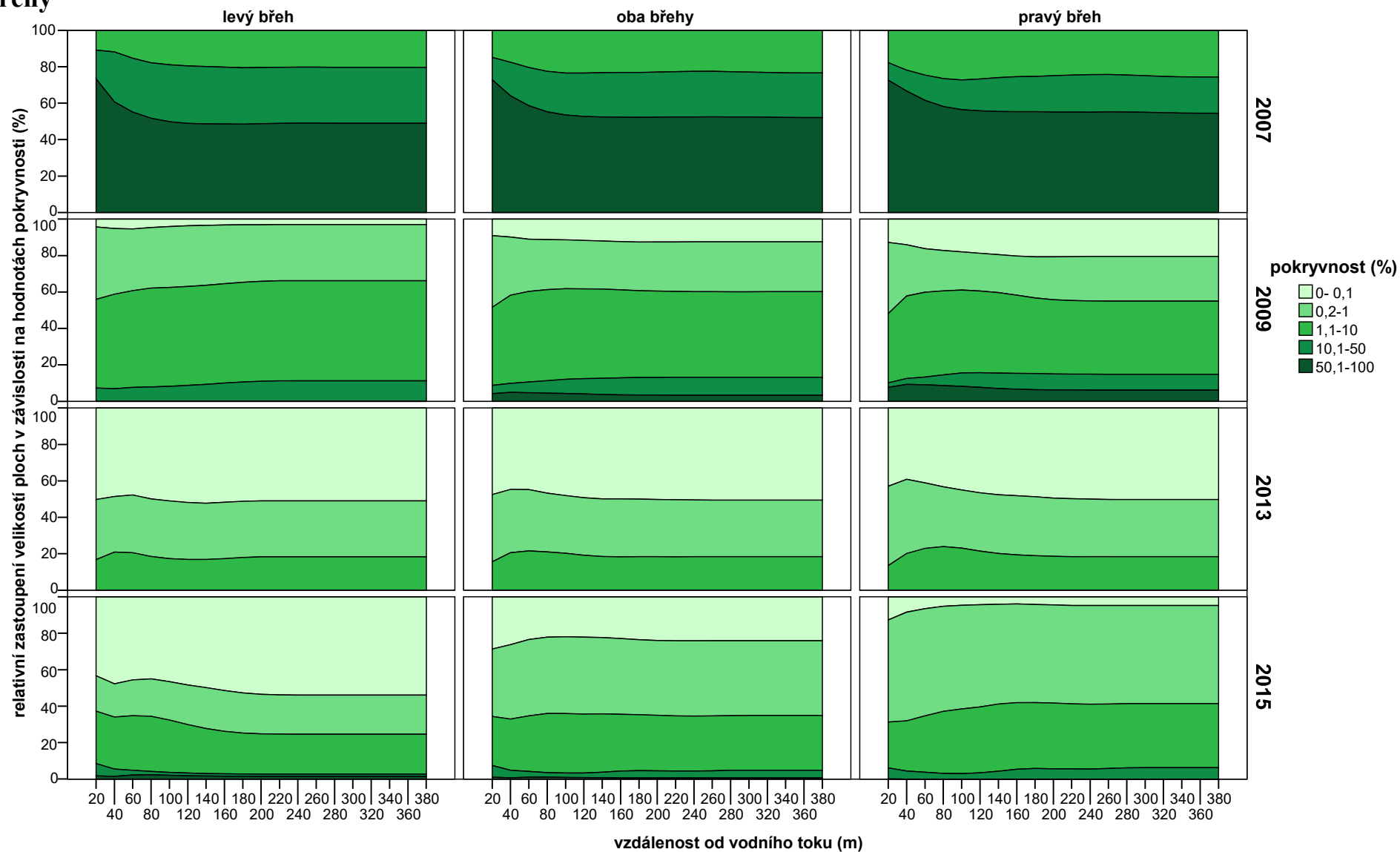




## Příloha 7 - Graf podílů velikostí kategorií ploch ve vzdálenostech, zkoumaných letech, pro levý, pravý a oba břehy



**Příloha 8 - Graf podílu velikostí ploch kategorií pokryvnosti, ve vzdálenostech, zkoumaných letech, pro levý, pravý a oba břehy**



## Příloha 9 - Velikosti ploch bez křídlatek ve vzdálenostech, zkoumaných letech, pro levý, pravý a oba břehy

vzdálenost od vodního toku (m)	velikost plochy (m <sup>2</sup> ) plochy bez křídlatky											
	na levém břehu				na obou březích				na pravém břehu			
	2007	2009	2013	2015	2007	2009	2013	2015	2007	2009	2013	2015
20	499395,9	519345,7	520584	582246,8	403722	454594	491827	552387	472780	506991	540888	585025
40	863336,4	894670,2	899382,5	983995,8	688715	777034	833513	912641	822779	882762	929654	971954
60	1224357,3	1273927,9	1282760,3	1381611	975199	1106630	1170961	1263216	1177535	1261454	1309802	1353113
80	1592107,5	1661177,2	1676714,2	1780328,2	1273906	1448565	1523567	1617133	1538111	1645075	1695348	1737328
100	1974706	2060101,2	2083574	2188030,5	1596592	1807217	1896842	1985669	1908626	2034263	2090093	2128056
120	2370742,1	2465493,5	2496303,3	2603017	1945462	2179355	2286856	2369372	2292905	2431564	2497358	2527922
140	2777262	2877090,6	2915486,5	3022620,1	2314508	2566325	2690670	2765411	2688146	2838852	2913264	2936613
160	3194092,6	3296910,5	3342488,3	3446256,5	2705591	2968592	3109093	3174509	3096538	3254691	3337526	3355751
180	3618698,4	3724035,5	3774003,1	3874541,8	3112735	3383878	3534798	3592290	3514739	3677785	3766093	3780299
200	4049062,3	4155640,3	4208893,4	4307882,4	3531288	3809636	3965391	4018874	3940128	4108456	4197742	4209943
220	4484685	4591823,4	4646459,7	4744216,5	3958534	4242651	4400250	4450318	4370538	4543430	4632605	4642898
240	4924247,8	5031422,6	5085726,3	5183201,2	4392955	4680190	4837277	4887663	4805875	4981163	5069631	5080534
260	5366146,8	5472809,6	5526547	5623808,6	4830884	5121210	5276710	5327402	5243946	5422183	5509065	5520274
280	5809390,4	5915786,6	5968714,4	6065800,7	5267661	5564143	5718668	5768266	5681031	5865116	5951022	5961137
300	6254551,5	6360351,3	6412357,3	6509173,5	5706884	6008698	6162311	6211203	6120269	6309671	6394665	6404074
320	6701879,5	6806543,4	6857513,9	6953954,8	6150379	6454764	6607467	6655984	6563786	6755737	6839822	6848856
340	7149778,4	7254405,3	7304151,8	7400266	6595556	6902625	7054105	7102296	7008963	7203599	7286460	7295167
360	7599909,8	7703912,7	7752350,8	7848172,4	7044783	7352133	7502304	7550202	7458189	7653106	7734659	7743073
380	8051598,3	8154985,9	8202193,5	8297710,1	7496460	7803206	7952147	7999740	7909867	8104179	8184501	8192611

**Příloha 10 - Velikost ploch s kategorií pokrývnosti 0-0,1 % ve vzdálenostech, zkoumaných letech, pro levý, pravý a oba břehy**

vzdálenost od vodního toku (m)	velikost plochy (m <sup>2</sup> ) plochy s hodnotou pokrývnosti „0-0,1 %“											
	na levém břehu				na obou březích				na pravém břehu			
	2007	2009	2013	2015	2007	2009	2013	2015	2007	2009	2013	2015
20		2259	24642	14152		10560	36984	17939		8301	12341	3787
40		5402	46704	28294		21902	72488	34264		16500	25784	5971
60		8349	66293	40985		35448	112222	48725		27099	45930	7741
80		9163	85665	54085		45683	151906	62628		36519	66241	8543
100		9167	98656	66304		54618	182691	75673		45451	84035	9369
120		9167	109256	76758		62773	206814	86882		53606	97557	10124
140		9167	116255	85379		69639	223234	95994		60472	106979	10616
160		9167	118163	93147		75751	230522	103857		66584	112360	10710
180		9167	118516	99044		79474	235102	110772		70306	116586	11728
200		9167	118516	102103		80622	238869	114993		71455	120353	12890
220		9167	118516	103613		81113	241095	117422		71946	122579	13809
240		9167	118516	103905		81179	242725	117868		72012	124209	13964
260		9167	118516	103905		81179	243912	117902		72012	125395	13997
280		9167	118516	103905		81179	244121	117918		72012	125605	14014
300		9167	118516	103905		81179	244121	117918		72012	125605	14014
320		9167	118516	103905		81179	244121	117918		72012	125605	14014
340		9167	118516	103905		81179	244121	117918		72012	125605	14014
360		9167	118516	103905		81179	244121	117918		72012	125605	14014
380		9167	118516	103905		81179	244121	117918		72012	125605	14014

**Příloha 11 - Velikost ploch s kategorií pokrývnosti 0,2-1 % ve vzdálenostech, zkoumaných letech, pro levý, pravý a oba břehy**

vzdálenost od vodního toku (m)	velikost plochy (m <sup>2</sup> ) plochy s hodnotou pokrývnosti „0,2-1 %“											
	na levém břehu				na obou březích				na pravém břehu			
	2007	2009	2013	2015	2007	2009	2013	2015	2007	2009	2013	2015
20		20826	16179	6330		46114	28697	23068		25288	12518	16738
40		38184	29285	10835		71318	56120	53424		33134	26835	42589
60		52409	44015	17672		92365	84223	87266		39957	40208	69594
80		65265	54337	24722		112431	104670	118755		47166	50333	94034
100		75858	61029	30055		128843	120622	145144		52986	59592	115089
120		84112	65776	34425		143453	132718	165460		59341	66942	131035
140		89579	68894	38391		154371	141459	179098		64793	72565	140707
160		92179	70741	40662		162578	146505	187866		70400	75765	147204
180		92664	71284	41532		169452	148632	193537		76788	77348	152005
200		92664	71284	41534		174106	149162	197118		81442	77878	155584
220		92664	71284	41534		176560	149643	200477		83896	78359	158943
240		92664	71284	41534		178343	149681	201810		85679	78397	160276
260		92664	71284	41534		178710	149681	201965		86046	78397	160431
280		92664	71284	41534		178754	149681	201965		86090	78397	160431
300		92664	71284	41534		178760	149681	201965		86096	78397	160431
320		92664	71284	41534		178760	149681	201965		86096	78397	160431
340		92664	71284	41534		178760	149681	201965		86096	78397	160431
360		92664	71284	41534		178760	149681	201965		86096	78397	160431
380		92664	71284	41534		178760	149681	201965		86096	78397	160431

**Příloha 12 - Velikost ploch s kategorií pokrývnosti 1,1-10 % ve vzdálenostech, zkoumaných letech, pro levý, pravý a oba břehy**

vzdálenost od vodního toku (m)	velikost plochy (m <sup>2</sup> ) plochy s hodnotou pokrývnosti „1,1-10 %“											
	na levém břehu				na obou březích				na pravém břehu			
	2007	2009	2013	2015	2007	2009	2013	2015	2007	2009	2013	2015
20	7511	25480	8240	9382	24500	50079	12138	16904	16990	24599	3898	7523
40	15859	54788	20152	16950	54085	108049	33402	36540	38226	53261	13251	19590
60	31054	82234	28533	26932	92232	160119	54194	63523	61179	77885	25661	36591
80	46959	106515	31778	36282	131192	204571	68351	91860	84233	98056	36573	55578
100	58714	123295	33565	40783	161621	238432	76670	112550	102907	115137	43105	71767
120	67696	136715	35470	42121	181269	264960	80418	126665	113573	128245	44949	84544
140	74222	148186	37445	42187	194280	285418	82717	137057	120058	137232	45272	94871
160	79098	155969	39529	42187	203618	296795	84801	141351	124520	140826	45272	99165
180	82411	160804	41494	42187	210294	302045	86766	144380	127883	141240	45272	102193
200	83470	164174	42551	42187	212642	305414	87823	146268	129172	141240	45272	104081
220	83470	165207	42554	42187	212642	306448	87826	146879	129172	141240	45272	104692
240	83470	165207	42554	42187	212642	306448	88398	147006	129172	141240	45844	104820
260	83535	165207	42554	42187	213320	306448	88599	147006	129784	141240	46045	104820
280	83843	165207	42554	42187	216813	306448	88599	147006	132970	141240	46045	104820
300	83858	165207	42554	42187	220269	306452	88599	147006	136411	141244	46045	104820
320	83880	165207	42554	42187	223254	306578	88599	147006	139374	141371	46045	104820
340	83880	165207	42554	42187	225591	306578	88599	147006	141711	141371	46045	104820
360	83880	165207	42554	42187	226497	306578	88599	147006	142617	141371	46045	104820
380	83880	165207	42554	42187	226507	306578	88599	147006	142627	141371	46045	104820

**Příloha 13 - Velikost ploch s kategorií pokrývnosti 10,1-50 % ve vzdálenostech, zkoumaných letech, pro levý, pravý a oba břehy**

vzdálenost od vodního toku (m)	velikost plochy (m <sup>2</sup> ) plochy s hodnotou pokrývnosti „10,1-50 %“											
	na levém břehu				na obou březích				na pravém břehu			
	2007	2009	2013	2015	2007	2009	2013	2015	2007	2009	2013	2015
20	10901	3828		2189	20157	5419		3976	9256	1592		1787
40	36833	7349		2329	56900	11044		5509	20067	3695		3180
60	59808	11828		2329	94456	18981		6773	34648	7154		4444
80	80511	15562		2329	129320	27955		7344	48809	12393		5015
100	97794	18722		2329	159466	37156		8439	61673	18434		6110
120	109896	22210		2329	184320	45324		10245	74424	23114		7916
140	117550	25591		2329	203894	52027		13319	86344	26436		10991
160	121914	28780		2329	215614	57456		16914	93700	28676		14585
180	124643	31267		2329	223003	61258		18524	98361	29991		16195
200	126135	32809		2329	229258	62844		18652	103123	30034		16323
220	127027	33736		2329	234002	63994		18652	106975	30258		16323
240	127205	33930		2329	236686	64398		18678	109481	30468		16350
260	127205	33930		2329	237198	64398		19357	109993	30468		17028
280	127205	33930		2329	237198	64398		20470	109993	30468		18141
300	127205	33930		2329	237198	64398		20905	109993	30468		18576
320	127205	33930		2329	237198	64398		20905	109993	30468		18576
340	127205	33930		2329	237198	64398		20905	109993	30468		18576
360	127205	33930		2329	237198	64398		20905	109993	30468		18576
380	127205	33930		2329	237198	64398		20905	109993	30468		18576

**Příloha 14 - Velikost ploch s kategorií pokrývnosti 50,1-100 % ve vzdálenostech, zkoumaných letech, pro levý, pravý a oba břehy**

vzdálenost od vodního toku (m)	velikost plochy (m <sup>2</sup> ) plochy s hodnotou pokrývnosti „50,1-100 %“											
	na levém břehu				na obou březích				na pravém břehu			
	2007	2009	2013	2015	2007	2009	2013	2015	2007	2009	2013	2015
20	50646	4		584	120074	4977		610	69428	4973		26
40	81372	4		906	197700	11051		931	116328	11047		26
60	111475	4		1979	264806	15208		2005	153332	15203		26
80	136735	4		2778	321895	18483		2803	185160	18478		26
100	155527	4		2917	369061	20881		2943	213535	20876		26
120	169851	4		2917	407134	21837		2943	237283	21833		26
140	181865	4		2917	438217	21837		2943	256352	21833		26
160	189935	4		2917	460217	21837		3001	270282	21833		84
180	194950	4		2917	474670	21837		3047	279720	21833		130
200	199234	4		2917	484713	21837		3047	285479	21833		130
220	201507	4		2917	491511	21837		3047	290005	21833		130
240	202244	4		2917	494884	21837		3047	292640	21833		130
260	202321	4		2917	497807	21837		3047	295486	21833		130
280	202321	4		2917	501088	21837		3047	298767	21833		130
300	202321	4		2917	503585	21837		3047	301264	21833		130
320	202321	4		2917	504455	21837		3047	302134	21833		130
340	202321	4		2917	504839	21837		3047	302518	21833		130
360	202321	4		2917	504839	21837		3047	302518	21833		130
380	202321	4		2917	504839	21837		3047	302518	21833		130



