

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ -
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**

Hornicko-geologická fakulta

Institut geoinformatiky

**Analýza změn rozšíření invazního neofytu rodu
křídlatka (Reynoutria spp.) v povodí Morávky**

bakalářská práce

Autor:

Václav Fröhlich

Vedoucí bakalářské práce:

RNDr. Pavel Švec, Ph.D.

Ostrava 2013

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Hornicko-geologická fakulta
Institut geoinformatiky

Zadání bakalářské práce

Student: **Václav Fröhlich**

Studijní program: B3646 Geodézie a kartografie

Studijní obor: 3646R006 Geoinformatika

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

Zásady pro vypracování:

Cílem práce je analýza změn rozšíření invazního neofytu rodu křídlatka (Reynoutria spp.) v povodí řeky Morávky v souvislosti s plošnou likvidací tohoto neofytu v letech 2007-2010. Práce je založena na základě terénního GPS mapování, které probíhalo v letech 2007-2013.

- Literární rešerše.
- Seznámení se s poskytnutými daty o lokalizaci a výměře křídlatky v povodí Morávky v letech 2007-2013.
- Zpracování a analýza dat o výměře křídlatky a dalších jejích atributech ve sledovaném povodí.
- Hledání závislostí a souvislostí mezi typem biotopu, úspěšností likvidace a změnami ve výměře křídlatky.
- Vizualizace tabelárních dat formou grafů a map.

Rozsah grafických prací:
dle potřeby

Rozsah původní zprávy:
30 - 40 stran textu

Seznam doporučené odborné literatury:


Hendl, J., (2012): Přehled statistických metod – Analýza a metaanalýza dat. Praha: Portál. 734 s.
Maguire J. D., Michael B., Goodchild F. M. (2005): GIS, Spatial Analysis, and Modeling
Rapant, P., (2005): Geoinformační technologie. Ostrava: VŠB- TU. 125 s.
Slocum A., T. et al. (2008): Thematic Cartography and Geovisualization.
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 bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

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

Datum zadání: 31.10.2013

Datum odevzdání: 30.04.2014



prof. Ing. Zdeněk Diviš, CSc.
vedoucí institutu



prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.
děkan fakulty

Prohlášení

- Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracoval(a) samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.
- Byl(a) jsem byl seznámen(a) s tím, že na moji bakalářskou 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, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu 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 ne 18. 4. 2014

Václav Fröhlich

podpis:


Poděkování

Děkuji vedoucímu mojí bakalářské práce RNDr. Pavlu Švecovi, Ph.D., a to především za poskytnutá data, bez kterých bych tuto bakalářskou práci nevytvořil. Dále pak za odborný přístup ve věci zpracování a tvorby daného tématu bakalářské práce.

Anotace

Tato bakalářská práce se zabývá analýzou změny pokryvu křídlatky v povodí Morávky. Výskyt křídlatky je negativní jev ve smyslu snížení diverzity ostatních rostlinných druhů. Data byla získána pomocí GPS mapováním ploch s výskytem křídlatky. Výskyt křídlatky byl mapován v letech 2007, 2009, 2013. Mapování prováděl RNDr. P. Švec, Ph.D. Řešeny jsou zde závislosti mezi vybranými atributy. Jedná se o prokázání statistické závislosti pomocí Chí-kvadrát testu dobré shody a Anovy. Dále byly vytvořeny tabulky a grafy prezentující hodnoty vybraných atributů, a to zejména celková výměra v jednotlivých letech. Za účelem prezentace geodat byly vytvořeny mapové výstupy. Pro ně byla použita kartografická metoda složeného kartogramu. Ten zobrazí dva odlišné atributy v jednom mapové poli současně. Výsledky statistických testů a mapových výstupů jsou popsány a částečně zdůvodněny.

Klíčová slova: křídlatka, analýza změn pokryvu, GIS, složený kartogram, Chí-kvadrát test dobré shody, ANOVA.

Summary

This bachelor thesis analyzes the changes in land cover in the watershed knotweed Morávka. The incidence of knotweed is a negative phenomenon in terms of reducing the diversity of other plant species. Data were obtained using GPS mapping areas with occurrence of knotweed. The incidence of knotweed was mapped in 2007, 2009, 2013. The mapping was conducted by RNDr. P. Švec, Ph.D. Solutions are dependencies between the selected attributes. This is a demonstration of statistical dependence using the chi-square test of goodness of fit and ANOVA. Were also created tables and graphs presenting the values of selected attributes. In particular, the total area in each year. Geodata created map outputs for the purpose of presentation. For them, the cartographic method was used bivariate map. It displays two different attributes in a map field at the same time. Results of statistical tests and mapping output are described and partially justified.

The keywords: knotweed, analysis of changes cover of, GIS, bivariate choropleth map, chi-square test of goodness fit, ANOVA.

Obsah

1 Úvod	1
2 Cíl práce	2
3 Literární rešerše	3
4 Zkoumané území	5
5 Použité metody práce	7
5.1 Chí-kvadrát test dobré shody	7
5.2 ANOVA	7
5.3 Tvorba mapových výstupů	8
6 Zdroje dat	9
6.1 Data o křídlatce	9
6.1.1 Atributy křídlatky	10
6.2 Data z DIBAVOD a AOPK	11
6.3 Data od ČÚZK	12
7 Postup řešení	13
7.1 Validace dat	13
7.2 Práce v SPSS	14
7.2.1 Chí-kvadrát test	15
7.2.2 Znaménkové schéma	16
7.2.3 ANOVA	16
7.3 Tvorba mapových výstupů	17
7.3.1 Vytvoření rastrových mapových výstupů	17
7.3.2 Složené kartogramy	18
7.4 Ověření správnosti řešení	21
8 Výsledky	22
8.1 Statistická část	22
8.1.1 Výsledky Chí-kvadrát testů	23
8.1.2 Výsledky Anovy	24
8.1.3 Výsledky Anovy biotop - úspěšnost likvidace	25
8.1.4 Výsledky Anovy biotop - vitalita	26
8.1.5 Výsledky Anovy vitalita - úspěšnost likvidace	27
8.1.6 Průměrné výměry pro úspěšnost likvidace a vitalitu	28

8.1.7 Průměrné výměry pro biotop a pokryvnost	28
8.1.8 Celková výměra	28
8.1.9 Velikost výměry pro jednotlivé hodnoty pokryvnosti ve zkoumaných letech	29
8.1.10 Průměrné vzdálenosti měřených ploch k vodnímu toku	30
8.2 Mapové výstupy	31
8.2.1 Rastrové analýzy	31
8.2.2 Rastrové analýzy - rozdíl výměr	32
8.2.3 Složené kartogramy	33
8.2.4 Složený kartogram biotop – vitalita	33
8.2.5 Složený kartogram biotop – úspěšnosti likvidace	34
8.2.6 Složený kartogram biotop – pokryvnost	34
8.2.7 Složený kartogram pokryvnost – vitalita	35
8.2.8 Složený kartogram pokryvnost – úspěšnost likvidace	36
8.2.9 Složený kartogram vitalita – úspěšnost likvidace	37
8.2.10 Pokryvnost v roce 2007	38
9 Závěr	39

Seznam použitých zkratek

Anglické zkratky

- GPS: Global Positioning System
JPEG: Joint Photographic Experts Group
MB: Megabyte

České zkratky

- AOPK: Agentura ochrany přírody a krajiny
ČÚZK: Český úřad katastrální a zeměměřičský
DIBAVOD: Digitální báze vodohospodářských dat
EVL: Evropsky významná lokalita
S-JTSK: Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální

1 Úvod

Problematika přítomnosti invazivních druhů je v současnosti zvláště ožehavé téma. Motivací k tvorbě této bakalářské práce přispěl zejména fakt, jak nutné je důkladně zmapovat a následně vyhodnotit všechny aspekty přítomnosti druhů, v tomto případě rostlin křídlatky.

Výskyt invazivního druhu křídlatky na území povodí Morávky je nežádoucí jev. Křídlatka dosahuje bujného růstu na úkor ostatních rostlinných druhů, které vlivem zastínění křídlatky nemohou růst. Na sledovaném území se vyskytuje hlavně křídlatka japonská (*Reynoutria japonica*). Ta byla na území ČR byla zavlečena v 19. století z Japonska. Dále se zde vyskytují další dva druhy křídlatky, a to křídlatka česká a sachalinská. Křídlatka česká se jeví jako nejnebezpečnější druh křídlatky. To proto, že dosahuje velmi dobré regenerace a odolnosti. Navíc, jak již bylo řečeno, křídlatka je invazivní neofyt a dobře se rozmnožuje. Tento jev zvláště nežádoucí v EVL Niva Morávky. Vyskytují se zde vzácné rostlinné druhy, které křídlatka svým výskytem přímo vytlačuje [1].

Jako reakce na výskyt křídlatky v povodí řeky Morávky probíhala likvidace porostu křídlatky mezi lety 2007 a 2010. [8] Ovšem i přes tato opatření, křídlatka ze sledovaného území zcela nevymizela. Je to způsobeno její vynikající regenerací a dobrého rozmnožovacího systému. Proto můžeme i dnes pozorovat hojný výskyt křídlatky tam, kde již proběhla v minulosti likvidace.

Data o výskytu a vlastnostech ploch postižených křídlatkou byla získána pomocí GPS měření ploch s vyskytující se křídlatkou. Přesnost měření byla cca 10 metrů. Byly vytvořeny tři vrstvy, vždy jedna pro jeden rok mapování. Data byla již částečně popsána v disertační práci RNDr. Pavla Švece Ph.D [1], kde byly uvedeny závislosti mezi některými atributy.

Výsledky této bakalářské práce, dále pouze BP, mohou přispět při řešení problému s křídlatkou. Dovolují si tvrdit, že úplná likvidace křídlatky v povodí Morávky není již možná. Důležitý je tedy popis a dokumentace vlastností přítomností křídlatky, které se mohou uplatnit i v jiných lokalitách postižených přítomností křídlatky. Zejména pak jsou výsledky vhodné pro samotnou likvidaci rostlin.

2 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je analýza změn rozšíření invazivního neofytu křídlatka (*Reynoutria* spp.) v povodí řeky Morávky, v souvislosti s plošnou likvidací tohoto neofytu v letech 2007, 2009 a 2013. Práce je založena na základě terénního GPS mapování, které prováděl RNDr. P. Švec, Ph.D.

Konkrétně se jedná o tyto body:

- Literární rešerše.
- Seznámení se s poskytnutými daty o lokalizaci a výměře křídlatky v povodí Morávky v letech 2007 – 2013.
- Zpracování a analýza dat o výměře křídlatky a dalších jejích attributech ve sledovaném povodí.
- Hledání závislostí a souvislostí mezi typem biotopu, úspěšností likvidace a změnami ve výměře křídlatky.
- Vizualizace tabelárních dat formou grafů a map.

3 Literární rešerše

Tato kapitola byla velmi důležitá především před samotnou tvorbou BP. Bylo nutné pečlivě prostudovat uvedené zdroje a načerpat z nich informace. Studium těchto zdrojů mi později pomohlo zrychlit a zefektivnit práci na BP. Samotná rešerše probíhala během celé práce na BP.

Primárním zdrojem pro čerpání informací byla disertační práce RNDr. P. Švece, Ph.D. [1], dále již pouze P. Švec. Ta řeší, podobně jako tato BP, výskyt křídlatky v povodí Morávky. Rozdíl, mezi touto BP a disertační prací P. Švece, je ve zpracování a vyhodnocení dat. V této BP byla použita upravená data z roku 2007, 2009, 2013. Data z roku 2013 se v disertační práci P. Švece vůbec nevyskytují. Dále bylo provedeno důkladnější porovnání mezi jednotlivými atributy ve zkoumaných letech.

Pro vytváření statistických testů jsem čerpal z knihy Jana Hendla *Přehledy statistických metod* [2]. Tato kniha srozumitelným způsobem vysvětluje princip fungování a používání statistických testů pro kvalitativní data. Konkrétně tedy pro Chí-kvadrát test dobré shody a Anovu.

Dalším zdrojem řešící tvorbu statistických testů je *Stručný návod k ovládní: IBM SPSS Statistics 19 a IBM Modeler 14* [4] od P. Petra. Tento návod posloužil pro správné provedení statistických testů a jejich vyhodnocení. Problém nastal s verzí aplikace SPSS, kde jsem použil verzi 20.0 pro tvorbu statistických testů. Ta se ovšem až na pár drobností neliší od verze 19. Spolu se statistickými testy jsem vytvořil znaménková schémata a provedl výpočty za pomoci speciálního skriptu. Co se týče návodu ke zmíněnému skriptu, čerpal jsem na internetových stránkách <http://www.acrea.cz/cz/skripty/znamenkove-schema> [5].

Pro tvorbu mapových výstupů velmi dobře posloužila kniha *Metody tematické kartografie* [3]. Kniha mi pomohla nejen při práci s geodaty, především s vizualizací geodat do vhodně zvolené kartografické prezentace, ale hlavně s tvorbou složených kartogramů a mapových výstupů.

Pro lepší a podrobnější seznámení ze zkoumaným územím jsem nastudoval některé části z diplomové práce L. Trnčáka *Analýza změn krajinného pokryvu nivy*

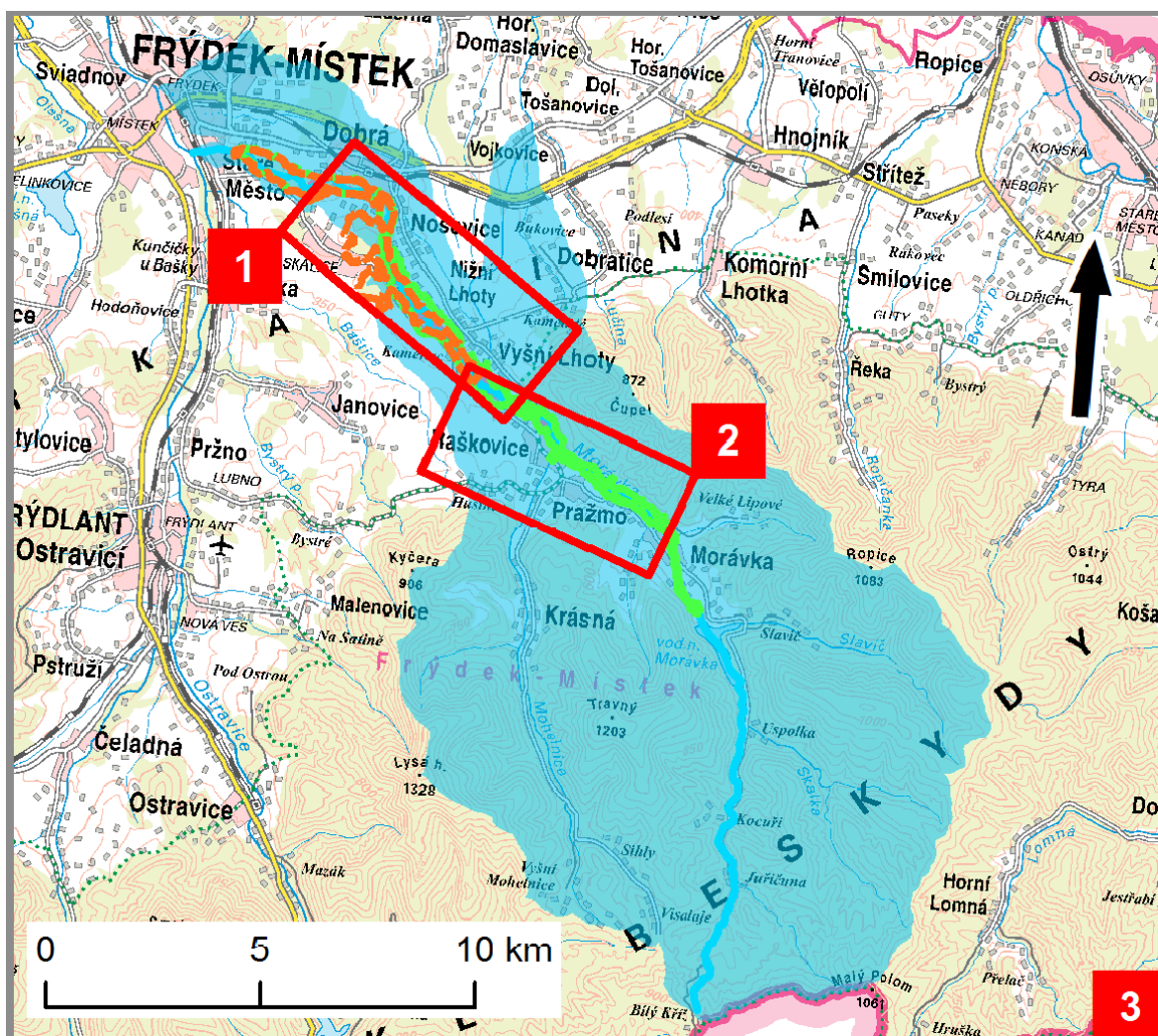
Morávky. [6] Použil jsem především popis zkoumaného území, kde je řešeno okolí řeky Morávky. Tato diplomová práce dále řeší historický vývoj oblasti kolem Morávky.

Z internetových stránek Povodí Ondry [7] jsem čerpal popis řeky Morávky. Zde jsem zjistil aktuální a podrobné informace o fyzických parametrech řešeného toku. Zde se vyskytují aktuální a podrobné informace o fyzických parametrech řešeného toku. Povodí Ondry je instituce, která má za cíl dokumentaci a sledování vodní toků a ploch v povodí Ondry a obsahuje relevantní informace.

Posledním zdrojem je webová stránka o projektu na likvidaci křídlatky <http://www.life-moravka.cz/projekt.php>. Odtud jsem čerpal podrobné údaje týkající se projektu likvidace křídlatky. Tento projekt měl mimo jiné za cíl likvidaci křídlatky v EVL Nivě Morávky. Celkové náklady tohoto projektu dosáhly 1.014.720 €. Projekt byl započat v roce 2007 a ukončen v roce 2010. [8] Ukončení projektu však znamená opětovné rozšíření ploch s výskytem křídlatky, jelikož díky své vysoké odolnosti a dobrému rozmnožování je takřka nezničitelná.

4 Zkoumané území

Jak je již zmiňováno v kapitole 2 *Cíl práce* zkoumané území je povodí řeky Morávky. Celé povodí však nebylo postiženo výskytem křídlatky, ale pouze část mezi 3. a 16. kilometrem. K přesné identifikaci kilometru toku posloužila kilometráž, která se vyskytuje ve většině vytvořených mapových výstupů.



Obrázek 1 Výřez mapového výstupu Výskyt křídlatky v povodí Morávky ve zkoumaných letech, viz MV 1.

Povodí se nachází v okrese Frýdek-Místek, který je součástí Moravskoslezského kraje. V jižní části kopíruje tok průběh státní hranice mezi Českou a Slovenskou republikou. Jižní polovina povodí se nachází v Moravskoslezských Beskydách. Zhruba od 19. do 21. kilometru toku se nachází vodní nádrž Morávka. Do 10. kilometru toku převládá nížinný charakter území. Ústí toku z řekou Ostravicí se nachází ve městě Frýdek-Místek.

Na *obrázku 1* je dobře patrná poloha povodí, dále pak oblast Moravskoslezských Beskyd. Jsou zde uvedeny hranice lužního lesa a EVL Niva Morávky. Navíc je zde kilometráž, sloužící pro lepší orientaci a v neposední řadě oblast s výskytem křídlatky, nejméně v jednom ze zkoumaných let.

Primárním objektem ve sledovaném území je řeka Morávka. Jedná se o tok III. řádu, úmoří Baltského. Morávka je pravostranným přítokem řeky Ostravice. Ústí Morávky do Ostravice se nachází ve Frýdku-Místku. Pramen Morávky leží v blízkosti osady Bílý Kříž, poblíž česko - slovenské hranice, v nadmořské výšce 800 metrů. Celý tok Morávky je ve správě státního podniku Povodí Odry. Celková délka toku je přes 29 kilometrů. Bystřinný charakter je od pramene k přítoku Mohelnice. Dále pak velikost zrnitost dnového materiálu je větší v horním úseku toku. Na dolním toku dosahuje velikost dnového materiálu 35 mm [7].

V části zkoumaného území se nalézá CHKO Beskydy. Do této chráněné oblasti spadá řeka Morávka svojí horní částí od silničního mostu z Vyšních Lhot do Raškovic. CHKO Beskydy sdílí hranici s Chráněnou oblastí přirozené akumulace vod. Na tomto toku se vyskytuje přírodní památka Skalická Morávka a chráněný tzv. Profil Morávky [7].

Jak píše L. Trnčák ve své diplomové práci: *„dynamikou změn krajinného pokryvu a lokalizace koryta toku řeky Morávky se řadí zájmové území nivy Morávky k mimořádně zajímavým a významným lokalitám nejenom v rámci České republiky. Nachází se zde hned několik chráněných území a lokalitě je věnována velká pozornost, v poslední době například ve spojitosti s likvidací invazivních druhů rostlin“* [6]. To se ovšem netýká pouze nivy Morávky, ale celého povodí Morávky.

5 Použité metody práce

V rámci této BP byly prováděny statistické testy za účelem zjištění závislosti mezi vybranými atributy křídlatky. Oba popisované testy pracují s četnostmi jednotlivých atributů. Na základě distribuce četností je pak potvrzena či vyvrácena závislost mezi dvěma jevy.

První metodou pro analýzu pokryvu křídlatky je Chí-kvadrát test dobré shody a ANOVA. Informace o těchto statistických testech byly čerpány z knihy od J. Hendla *Přehled statistických metod* [2]. Statistické testy byly vypočteny v programu SPSS statistic 20.0. Dále byla provedena tabulace dat a vytvoření grafů. Cílem je zpřehlednění a vhodné uspořádání dat. Poslední metodou je tvorba mapových výstupů. V této metodě je popsána tvorba mapových výstupů.

5.1 Chí-kvadrát test dobré shody

Tento test řeší závislost mezi zkoumanými jevy. Porovnává očekávané a měřené četnosti. Konkrétně jsem použil pro testování Pearson Chi-Square test. Výsledkem je určení závislosti či nezávislosti na určité hladině významnosti. Rozhodnutí o případné závislosti závisí na velikosti testovacího kritéria a dalšího parametru.

Jako nástavba byl použit znaménkový skript, který byl použit pro interpretaci výsledků Pearson Chi-Square testu. Jeho výsledkem je zvýraznění hodnot pomocí znamének, jejichž četnosti se významně liší od vypočítané očekávané četnosti. Také řeší, zdali jsou hodnoty četnosti vyšší či nižší. Nelíší-li se významně hodnoty očekávaných a měřených četností, pak jsou označeny „0“. Pro použití tohoto skriptu se použily hladiny významnosti 5%, 1%, 0,1%.

5.2 ANOVA

Opět řeší porovnání četností: „*Analýza rozptylu při jednoduchém třídění (one-way ANOVA) analyzuje difference průměru sledované závisle proměnné mezi skupinami, které jsou určeny jednou kategoriální nezávisle proměnnou*“ [2]

Výsledkem je opět závislost či nezávislost zkoumaných jevů. Hladiny významnosti jsou zde stejné jako u předcházejícího testu. Konkrétně byl jako druhý jev přiřazena

výměra v ha. Tudiž bylo testováno, zdali zvolené atributy jsou závislé na průměrné výměře. Tedy závisí-li zvolené atributy na velikosti průměrné výměry či ne.

5.3 Tvorba mapových výstupů

Pro vizualizaci jednotlivých jevů byla použita prezentace pomocí rastru a vektorových vrstev. Při polygonové prezentaci byl využit složený kartogram: „*Složený kartogram vyjadřuje hodnoty dvou nebo více jevů a umožňuje jejich snadné a rychlé srovnání. Vzniká překrytím dvou nebo více navzájem zřetelně odlišných jednoduchých kartogramů. Stupnice obou dílčích kartogramů musejí být zpracovány shodnou výpočtovou metodou a grafický výstup musí být jasně rozlišitelný*“ [3]. Právě odlišitelnost byla do jisté míry problém. Byla vytvořena matice o devíti prvcích, kde bylo nutné použít devět barevných odstínů. Byla použita internetová aplikace <http://colorbrewer2.org/>. Zde byly vyhledány vhodné barevné odstíny, které splňují tyto parametry:

- Barevná bezpečnost,
- Dobrá kopírovatelnost,
- Dobrá skenovatelnost.

Při prezentaci geodat pomocí rastru bylo prováděno skládání jednotlivých ohodnocených rastrových vrstev nad sebou. Nakonec byla vytvořena výsledná rastrová ohodnocená vrstva, vznikající na základě součtu jednotlivých vrstev. Tímto způsobem byly vytvořeny rastrové mapové výstupy. Hlavním přínosem této metody je fakt, že lze poměrně sofistikovaně zachytit vývoj pokryvu křídlatky ve zkoumaném území.

6 Zdroje dat

Primárním zdrojem dat bylo GPS mapování P. Švece. Data z tohoto mapování byla využita P. Švecem při práci na vědeckém výzkumu a tvorby jeho disertační práce [1]. Jsou hlavním zdrojem dat o křídlatce a jejích vlastnostech. Data byla poskytnuta bezplatně pro účely tvorby BP, a to v aktualizované podobě. Dále byla využita pro statistické testování a pro tvorbu mapových výstupů. Dalšími zdroji dat jsou DIBAVOD, ČÚZK a AOPK.

6.1 Data o křídlatce

Data jsou uložena ve formě geodatabáze, ve které jsou obsaženy jednotlivé vrstvy. Konkrétně se jedná o tyto soubory geodatabáze:

- Výskyt křídlatky v roce 2007,
- Výskyt křídlatky v roce 2009,
- Výskyt křídlatky v roce 2013.

Tyto vrstvy jsou prezentovány v souřadnicovém systému S-JTSK, stejně jako ostatní geodata. Podstatnou částí geodat jsou jejich atributy. Bohužel nejsou všechny atributy stejné pro všechny roky. V roce 2007 nebyly řešeny atributy:

- *LIKVIDACE*,
- *VITALITA*,
- *ÚSPĚŠNOST*,
- *BIOTOP*.

V letech 2009 a 2013 jsou již atributy takřka shodné. Mohl jsem tedy provést důkladnější testování mezi těmito roky. V roce 2007 byly použity pro statistické testování pouze atributy *POKRYVNOST* a *VÝMĚRA*. Znamená to tedy, že tato testující dvojice je stejná pro všechny zkoumané roky a mohou provést porovnání. Jediné testování, které bylo možné provést pro všechny roky, byl atribut *POKRYVNOST*.

OBJECTID	POKRYVNOST	LIKVIDACE	VITALITA	POZNAMKA	USPESNOSTL	BIOTOP	Shape_Leng	Vymera
6	-	Ano	Nizká		Vysoká	Zamokřený	67.357987	0.02886
7	-	Ne	Průměrn	reka puleni	Průměrná	Zamokřený	57.344064	0.006686
8	-	Ne	Nizká		Nizká	Zamokřený	39.200601	0.009617
16	-	Ano	Průměrn		Vysoká	Normální	207.524487	0.302003
45	-	Ano	Nizká		Vysoká	Vlhký	151.98023	0.14487
109	1	Ano	Vysoká		Nizká	Normální	115.776541	0.07068
<Null>	-	Ano	Nizká		Vysoká	Normální	142.83156	0.090544
<Null>	-	Ano	Nizká		Vysoká	Vlhký	192.979274	0.166738
<Null>	-	Ano	Nizká		Vysoká	Vlhký	114.64239	0.080147
<Null>	-	Ano	Nizká		Vysoká	Vlhký	286.548075	0.409015
<Null>	-	Ano	Nizká		Vysoká	Vlhký	184.05404	0.05438
<Null>	+	Ano	Průměrn	pas u reky	Průměrná	Zamokřený	78.577957	0.007035
<Null>	-	Ano	Nizká		Vysoká	Vlhký	229.086686	0.1076
<Null>	+	Ano	Průměrn		Průměrná	Suchý	102.254079	0.052015
<Null>	-	Ano	Průměrn		Vysoká	Suchý	132.158646	0.087866
<Null>	+	Ano	Průměrn		Průměrná	Vlhký	142.024961	0.06528
<Null>	+	Ano	Průměrn		Průměrná	Suchý	223.091286	0.279824
<Null>	+	Ano	Průměrn		Průměrná	Suchý	406.090879	0.862727
<Null>	-	Ano	Průměrn		Vysoká	Suchý	172.024842	0.20674
<Null>	-	Ano	Průměrn		Vysoká	Suchý	142.213364	0.124652
<Null>	1	Ano	Nizká	rezatka	Vysoká	Normální	461.074048	0.963782
<Null>	+	Ano	Průměrn		Průměrná	Normální	258.127066	0.404691
<Null>	+	Ano	Nizká		Vysoká	Vlhký	291.892814	0.471933
<Null>	+	Ano	Průměrn		Průměrná	Suchý	207.795906	0.309148
<Null>	+	Ano	Průměrn		Průměrná	Suchý	129.123699	0.024327
<Null>	1	Ano	Průměrn		Nizká	Suchý	52.48643	0.015302
<Null>	+	Ano	Vysoká		Nizká	Suchý	101.546675	0.070019
<Null>	+	Ne	Průměrn		Průměrná	Normální	172.668243	0.18689
<Null>	-	Ano	Nizká		Vysoká	Suchý	268.832607	0.4708

Obrázek 2 Ukázka vybraných atributů pro rok 2013

Důležité jsou konkrétní hodnoty atributů. Kromě ryze kvantitativního atributu *VÝMĚRA*, na obrázku 1 sloupec s názvem „VYMERA“, jsou hodnoty atributů kvalitativního typu. Jako příklad mohu uvést hodnoty atributu *LIKVIDACE*, kde se vyskytují hodnoty *ANO* a *NE*.

6.1.1 Atributy křídlatky

V této kapitole jsou popsány atributy křídlatky, a to ve všech měřených letech. Význam atributů má velký vliv při porozumění výsledkům mojí BP, kde bez správné interpretace atributů by mohlo dojít k chybnému pochopení výsledků BP.

První atribut *POKRYVNOST* řeší procentuální zastoupení jednotlivých exemplářů křídlatky v měřeném území, na výměře celého měřeného území. Jedná se o ordinální data, jenž lze seřadit podle procentuálního zastoupení výskytu rostlin křídlatky v měřené ploše. P. Švec ve své disertační práci popisuje atribut *POKRYVNOST* takto: „Základní kategorie pokryvnosti byly zachovány. Parametr 1 značí pokryvnost do 10%, Parametr 2 pokryvnost 11-50%, Parametr 3 pokryvnost více než 51%. Byl přidán parametr - značící výskyt v 1 až 3 exemplářích a pokryvnosti do 0,1% a parametr + značící řídký výskyt s pokryvností nejvýše 1%. Přiřazování údajů o pokryvnosti vycházelo z hodnocení

Braun-Blanquetovy kombinované stupnice abundance a dominance, upravené profesorem A. Zlatníkem a probíhalo podle zásad fytoocenologického snímkování“ [1].

V roce 2013 se vyskytly stejné hodnoty jako v roce 2009. V letech 2009 a 2013 se vedle již popsaných hodnot, vyskytují další dvě hodnoty, které řeší pokryvnost do 10%. Tyto hodnoty byly agregovány k hodnotě *Do 10%*, a to pro lepší srovnání mezi zkoumanými lety.

Dalším atributem je *LIKVIDACE*. Tento atribut je již částečně zmiňován na konci předchozí kapitoly. Popisuje provedení likvidace křídlatky ve zkoumaném území. Jak již bylo řečeno, jsou zde pouze dvě hodnoty *ANO* a *NE*. Jedná se o typicky nominální data.

Následuje atribut *VITALITA*, který popisuje typ vitality rostlin křídlatky. Vyskytují se zde hodnoty *NÍZKÁ*, *PRŮMĚRNÁ*, *VYSOKÁ*. Podobný atribut je *ÚSPĚŠNOST*, jenž řeší úspěšnost likvidace křídlatky. Hodnoty jsou zde opět *NÍZKÁ*, *PRŮMĚRNÁ*, *VYSOKÁ*.

Atribut *BIOTOP* přiřazuje měřené území k určitému typu biotopu. Vyskytují se tu tři agregované hodnoty a to:

- *SUCHÝ*,
- *NORMÁLNÍ*,
- *VLHKÝ*.

Posledním atributem je *VÝMĚRA*. Tento atribut byl vypočítán v aplikaci ArcMap z geometrie měřených území. Většinou se jedná o polygony. Některé ojedinělé exempláře byly měřeny jako bodová vrstva, a následně pomocí funkce *buffer* byly vytvořeny kružnice. Je to tedy jediný atribut s poměrovými daty. Výměra měřených ploch je vyjádřena v hektarech.

6.2 Data z DIBAVOD a AOPK

Zde byla získána data týkající se toku Morávky. V tomto případě bylo důležité získat vrstvu toku Morávky, kde kromě této vrstvy byly použity další vrstvy:

- Povodí,
- Kilometráž.

Kilometráž posloužila pro lepší prostorovou identifikaci toku, zde docházelo prostorovému přiřazení například levé strany toku mezi osmým a devátým kilometrem. Obecně tedy kilometráž slouží pro prostorové určení zkoumaného jevu. Hranice EVL Morávka byla použita z AOPK. Hranice lužního lesa mi byla poskytnuta P. Švecem. Tyto vrstvy pomohly vyčlenit části území, kde se mohou očekávat jiné fyzicko-geografické vlastnosti, nežli například u antropogenních ploch. Všechny zmiňované vrstvy v tomto odstavci posloužily pouze jako podklad k vrstvám s výskytem křídlatky.

6.3 Data od ČÚZK

Tato data posloužila opět jako ryze podkladová data. Ortofotosnímky jsou v některých mapových výstupech nahrazeny státními mapovými díly. Je to z důvodu jemnějšího zobrazení pokryvu křídlatky, kde se ortofotosnímky hodí více. Výhodou je patrnost geografických a hlavně biologických pokryvů daného území. Myšleno je tím, zejména výskyt lesa, křovin, dále pak jednotlivé budovy, či jiné drobné antropogenní prvky, které by se svojí velikostí nemusely v mapě vůbec zobrazit.

Dalším produktem od ČÚZK je Základní mapa ČR v měřítku 1: 200 000, jenž byla využita jako podklad pro přehledovou mapu. Zobrazuje totiž jak socioekonomické prvky nebo sídla, tak i administrativní hranice a výškopis znázorněný vrstevnicemi. Dochází poté k lepšímu prostorovému vymezení křídlatky v rámci většího územního celku.

7 Postup řešení

Postup řešení mojí BP se týkal hlavně práce s atributovou složkou geodat a následným využitím těchto atributů pro vytvoření požadovaných výstupů. Při vytváření mapových výstupů byl kladen požadavek na kartografickou správnost a estetičnost obecně.

Na začátku bylo nutné provést seznámení se s daty a následovala validace těchto dat. To znamenalo odstranění především nedostatků v atributové tabulce, typu mezery před hodnotou atributu, která by měla ve výsledku za následek nekorektní zobrazení hodnot. Sjednocení datového klíče bylo provedeno za účelem následného porovnání výsledků.

Následovalo zpracování dat v aplikaci IBM SPSS statistic 20.0. Zde byly vypočteny statistické testy pro nalezení závislostí mezi atributy křídlatky a znaménkové schéma. Zároveň probíhala tabulace dat a tvorba grafů. Grafy byly sestaveny takovým způsobem, aby bylo dosaženo možnosti porovnávat jednotlivé roky či jevy mezi sebou. V některých případech je vypočítán rozdíl mezi roky u určitého atributu.

Mapové výstupy jsou vedle výsledků statistických testů, hlavním produktem mojí bakalářské práce, na nich je nejlépe patrný výskyt křídlatky v povodí Morávky. Pomocí MV se nabízí prostor pro zhodnocení výskytu křídlatky. MV lze rozdělit podle způsobu tvorby či prezentace geodat na dvě skupiny.

První skupina bylo vytvoření rastrových analýz. Druhá je tvorba složeného (bivariačního) kartogramu, který je v hodný především pro prezentování dvou odlišných jevů v jednom mapovém poli. Výsledný MV má lepší vypovídající hodnotu. Čtenář tedy nemusí číst dvě mapy, ale pouze jeden složený kartogram.

7.1 Validace dat

Před samotnou prací s geodaty a daty obecně, je nutné se seznámit s následnou vhodnou validací, která umožní vytvoření správných výsledků. Bez správně provedené validace by mohlo dojít k vytvoření ne zcela správných výsledků.

V mém případě se validace týkala převážně hodnot atributů. Hlavní nedostatky v attributech spočívaly v nekonzistenci atributů zapisovaných při mapování v terénu. Jako příklad lze uvést absenci „í“ u hodnoty *NÍZKÁ* atributu *ÚSPĚŠNOST*. Bylo nutné tedy vyhledat nekorektní hodnoty a hromadně je opravit na správnou hodnotu. Oprava probíhala tak, že byly vyexportovány atributy do formátu *.xls. Následně byla data upravena v tabul-

kovém procesoru, konkrétně v *Calc*, který je součástí kancelářského balíku *LibreOffice*. Dalším často nalézaným nedostatkem byla mezera před hodnotou atributu. Tento byl vyřešen, tím že jsem byla použita funkce *najít a nahradit*.

Následná část validace spočívala ve sjednocení a agregaci hodnot atributů. To bylo provedeno především z důvodu srovnání hodnot atributů mezi zkoumanými léty. Například, v roce 2009 u atributu *VITALITA* byla jedna z hodnot *STŘEDNÍ*, avšak v roce 2009 se vyskytuje hodnota *PRŮMĚRNÁ*. Je zřejmé, že obě hodnoty vyjadřují totožnou hodnotu atributu. Bylo nutné rozhodnout, kterou hodnotu z těchto dvou ponechat, a kterou nahradit. Zvolil jsem tedy *PRŮMĚRNÁ*. Podobných případů se vyskytlo ještě několik. Není však nutné je zde všechny dopodrobna vyjmenovávat a popisovat.

Agregace hodnot byla prováděna za účelem odstranění minoritních hodnot, které by svojí přítomností znehodnocovaly výsledky. Zároveň se vyskytly případy, kdy některé hodnoty nebyly přítomny ve všech zkoumaných letech. To se stalo u atributu *POKRYVNOST*, kdy v roce 2009 a 2013 se vyskytují hodnoty „-“, „+“. U nich se provedla agregace tak, že nyní tyto hodnoty představují pouze hodnotu „1“. Tato hodnota určuje pokryvnost do 1%, kdežto předchozí dvě hodnoty představují pokryvnost menší. Je zachováno to, že i při agregaci je pokaždé pokryvnost menší jak 10%. Další agregaci byla prováděna u atributu *BIOTOP*, kde byla agregována hodnota *ZAMOKŘENÝ* na hodnotu *VLHKÝ*. Po provedení těchto validačních kroků byla data nachystána pro statistické testování a tvorbu tabulek, grafů.

7.2 Práce v SPSS

V této kapitole je popsána práce v programu IBM SPSS statistic 20 portable, který byl použit pro výpočet statistických testů a statistických ukazatelů. Tento program slouží pro statistické testování [4]. Před samotným výpočtem byla nutná validace dat. Popis validace je obsažen v předchozí kapitole 6.1. Na začátku proběhl import atributových dat ve formátu *.xls. Následně se zobrazily hodnoty podobně jako třeba v *Calc*.

7.2.1 Chí-kvadrát test

Jak již bylo zmiňováno, Chí-kvadrát test dobré shody slouží pro určení závislosti mezi zkoumanými jevy, v našem případě atributy křídlatky. Konkrétně byl použit Pearsonův Chí-kvadrát test dobré shody.

Testovány byly tyto dvojice atributů:

- biotop – úspěšnost,
- biotop – vitalita,
- úspěšnost – vitalita.

Popisované dvojice byly použity pouze pro data získaná v letech 2009 a 2013. Pro data získaná v roce 2007 se nevyužila žádná dvojice. To proto, že ve zmiňovaném roce jsou obsaženy atributy *POKRYVNOST* a *VÝMĚRA*. Atribut *VÝMĚRA* řadíme mezi kvantitativní data. Není vhodné ho tedy použít pro výpočet zmiňovaného statistického testů. To ovšem neplatí pro následující statistický test ANOVA, jenž pracuje i s tímto kvantitativním atributem.

Určování závislosti mezi jednotlivými atributy se uskutečnilo na základě hodnoty statistické významnosti *Asymp. Sig. (2-sided)*. Tato hodnota musela být menší jak 0,05, abychom mohli tvrdit, že se mezi atributy vyskytla závislost se statistickou pravděpodobností 95%. Jsou zde řešeny hladiny významnosti, definující pravděpodobnost tvrzení, že atributy jsou na sobě závislé. Hladiny významnosti jsou zde tři, a to:

- 5%,
- 1%,
- 0,1%.

Poslední hodnota hladiny významnosti 0,1% nám určuje pravděpodobnost 99,9% toho, že mezi zkoumanými atributy je určitá závislost. Pochopitelně, čím menší hodnota u veličiny *Asymp. Sig. (2-sided)*, tím větší je pravděpodobnost tvrzení, že závislost je pravdivá.

Pro správnost výpočtu byla určující podmínka o maximálním počtu hodnot, které mají očekávanou četnost nižší než hodnota 5. Počet takovýchto hodnot nesmí být větší jak 20%

z počtu všech hodnot. Tuto podmínku nesplnilo několik testovaných dvojic atributů. Výsledky Chí-kvadrát testů jsou uvedeny v kapitole *Výsledky Chí-kvadrát testů*.

7.2.2 Znaménkové schéma

Znaménkové schéma přímo navazuje na předchozí kapitolu. Pracuje s hodnotami adjustovaných reziduí, nebo chcete-li adjustované hodnoty rozdílu mezi očekávanými a měřenými četnostmi. K výpočtu byl použit skript pro výpočet znaménkového schématu. Konkrétní znaménková schémata pak byla pro lepší přehlednost u pravěna v prostřední *LibreOffice*.

Zmiňovaný skript pracoval s vytvořenou kontingenční tabulkou, která se vytvořila spolu s výpočtem Pearsonova Chí-kvadrát testu. Bylo nutné pouze zpivotovat tabulku do vhodné podoby.

Návod pro použití znaménkového schématu říká toto: „*Skript zpivotuje vstupní kontingenční tabulku a nahradí adjustovaná rezidua znaménkovým schématem. Znaménkové schéma opticky zvýrazní buňky, jejichž četnost se významně liší od očekávané četnosti za předpokladu nezávislosti sledovaných znaků. Typ znaménka reprezentuje směr odchylky:*

- *neliší-li se naměřená četnost významně od očekávané, v buňce se objeví znaménko „0“,*
- *vyšší naměřené četnosti oproti očekávání se označí znaménkem „+“,*
- *nižší naměřené četnosti oproti očekávání se naopak zvýrazní znaménkem „-“.*

V každé buňce se mohou vyskytnout jedno až tři znaménka plus nebo minus podle statistické významnosti odchylky – jedno znaménko při 95% významnosti, dvě při 99% a tři při 99,9% významnosti“ [5].

Výsledky znaménkového schématu nám pomáhají určit, zdali určitý atribut nedosahuje výrazně nižší či naopak výrazně vyšší četnosti, než by se předpokládalo. Znamenalo to nalezení a poměrně přesné pojmenování abnormalit v oblasti závislosti atributů.

7.2.3 ANOVA

Druhý statistický test se od předešlého liší zejména tím, že jeden z atributů je vždy kvantitativní znak. Konkrétně tedy atribut *VÝMĚRA*. Ten definuje informaci o výměře měřeného polygonu, kde se vyskytuje křídlatka viz. kapitola *5.1.1 Atributy křídlatky*.

Obecně lze o tomto testu hovořit, jako o testu, který řeší závislost konkrétního atributu na velikosti výměry. Tedy, jak se mění závislosti atributu se změnou průměrné velikosti měřeného území, a jak se tato závislost vyvíjí v čase.

Opět byl výpočet proveden v IBM SPSS Statistic. Byla zvolena funkce *ONE-WAY-ANOVA*. Byly zadávány postupně dvojice atributů. Určování závislosti probíhalo obdobným způsobem jako u předešlého testu, a to na základě hodnoty statistické významnosti. Zmíněná hodnota byla srovnávána s hodnotami hladin spolehlivosti. Na základě tohoto rozhodování pak bylo možné určit, zdali se jedná o závislost, a popřípadě s jakou pravděpodobností.

Výsledky zmiňovaného testu jsou popsány v kapitole *Výsledky ANOVA testů*. Spolu s určením závislosti byly u tohoto testu vypočteny průměrné velikosti *VÝMĚRY* pro jednotlivé hodnoty druhého atributu, který vstupoval společně s *VÝMĚROU* do tohoto testu. Průměrné hodnoty byly později předmětem porovnání mezi jednotlivými léty. Porovnání spočívalo v určení trendu, který popisuje vývoj průměrných hodnot určitého atributu ve všech sledovaných letech.

7.3 Tvorba mapových výstupů

V této podkapitole je popsán způsob a popis tvorby MV. Ty jsou důležité především proto, že zobrazují výskyt křídlatky přímo v konkrétním území. To přispívá k tomu, že lze vyhodnotit statistické výstupy, týkající se závislosti mezi atributy křídlatky spolu s MV. MV jsou prezentovány formou složeného kartogramu. U každého složeného kartogramu se vyskytuje dvojice atributů. Tu lze porovnat z dvojicemi atributů ze statistických testů. Použitá data jsou podrobně popsána v kapitole *5.1 Data o křídlatce*.

Veškeré MV byly vytvořeny v aplikaci ArcMap. Ta je součástí programového balíku ArcGIS od firmy ESRI. Důvod výběru zmiňované aplikace je prostý. MV vytvořené v této aplikaci dosahují profesionální úrovně. Dále všechny MV jsou vytvořené pro formát A4. Všechny MV jsou uvedeny v příloze BP.

7.3.1 Vytvoření rastrových mapových výstupů

Princip rastrových analýz je v tom, že jednotlivé hodnoty rastru lze mezi sebou porovnávat a provádět s nimi aritmetické operace. V našem případě byly použity jednoduché rastrové analýzy.

Prvním krokem pro vytvoření výsledku rastrové analýzy bylo provedení konverze vektorové prezentace dat do rastrové prezentace. To bylo uskutečněno pomocí funkce *Polygon to Raster*, kde lze nastavit různé parametry. První parametr se týká vstupního souboru, druhý pak výstupního souboru. Mezi nimi je podstatný atribut a to výběr atributu, který bude prezentován pomocí rastru. Dalšími atributy jsou *Cell assignment type*, tento atribut nám definuje jakým způsobem bude určena hodnota buňky v různých situacích. Mnohdy dochází k tomu, že v oblasti jedné buňky se vyskytují dva polygony s různou hodnotou *polygon*. V našem případě byla zvolena hodnota parametru na *MAXIMUM_COMBINED_AREA*. Tato hodnota parametru přebírá hodnotu polygonu, který má větší plochu obsaženou v ploše buňky rastru. Tímto způsobem byly vytvořeny tři rastry. Každý pro jeden zkoumaný rok.

Poté následovalo sečtení jednotlivých hodnot rastru do výsledného rastru. To bylo provedeno za pomoci funkce *Raster calculator*. U této funkce se vyskytují parametry *vstup* a *výstup* souboru, dále pak názvy rastrů, se kterými byly prováděny aritmetické operace. V našem případě byl proveden součet a rozdíl. Součet byl proveden u MV 2. s názvem *Výskyt křídlatky v povodí Morávky v letech 2007, 2009, 2013*, tento MV je jako ostatní MV součástí přílohy BP. Rozdíl hodnot rastru byl proveden pro ostatní rastry, které řeší změnu hodnot *VÝMĚRY*. Jsou to tyto výstupy:

- *MV 4 Rozdíl výměry křídlatky v povodí Morávky v letech 2013 a 2007*
- *MV 3 Rozdíl výměry křídlatky v povodí Morávky v letech 2009 a 2007*
- *MV 5 Rozdíl výměry křídlatky v povodí Morávky v letech 2013 a 2009*

7.3.2 Složené kartogramy

Tato kapitola se liší od předešlé kapitoly tím, že pro reprezentaci hodnot jsou zvoleny polygony. Jak již bylo zmiňováno v předchozích kapitolách byla použita metoda složeného kartogramu. Informace i složeném kartogramu jsou uvedeny v kapitole 2.4 *Tvorba mapových výstupů*.

	vitalitaVAR	komb1	usepsnostVAR	komb biotop uspesnost	pokryvnostVAR	uspesnost pokryvnost	biotyp vit
	1	11	3	13	1	11	
	1	11	3	13	1	11	
	1	11	3	13	1	11	
	1	11	3	13	1	11	
	2	12	2	12	1	11	
	1	11	3	13	1	11	
	1	11	3	13	1	11	
	1	11	2	12	1	11	
	2	12	2	12	1	11	

Obrázek 3 Ukázka atributů pro tvorbu složeného kartogramu

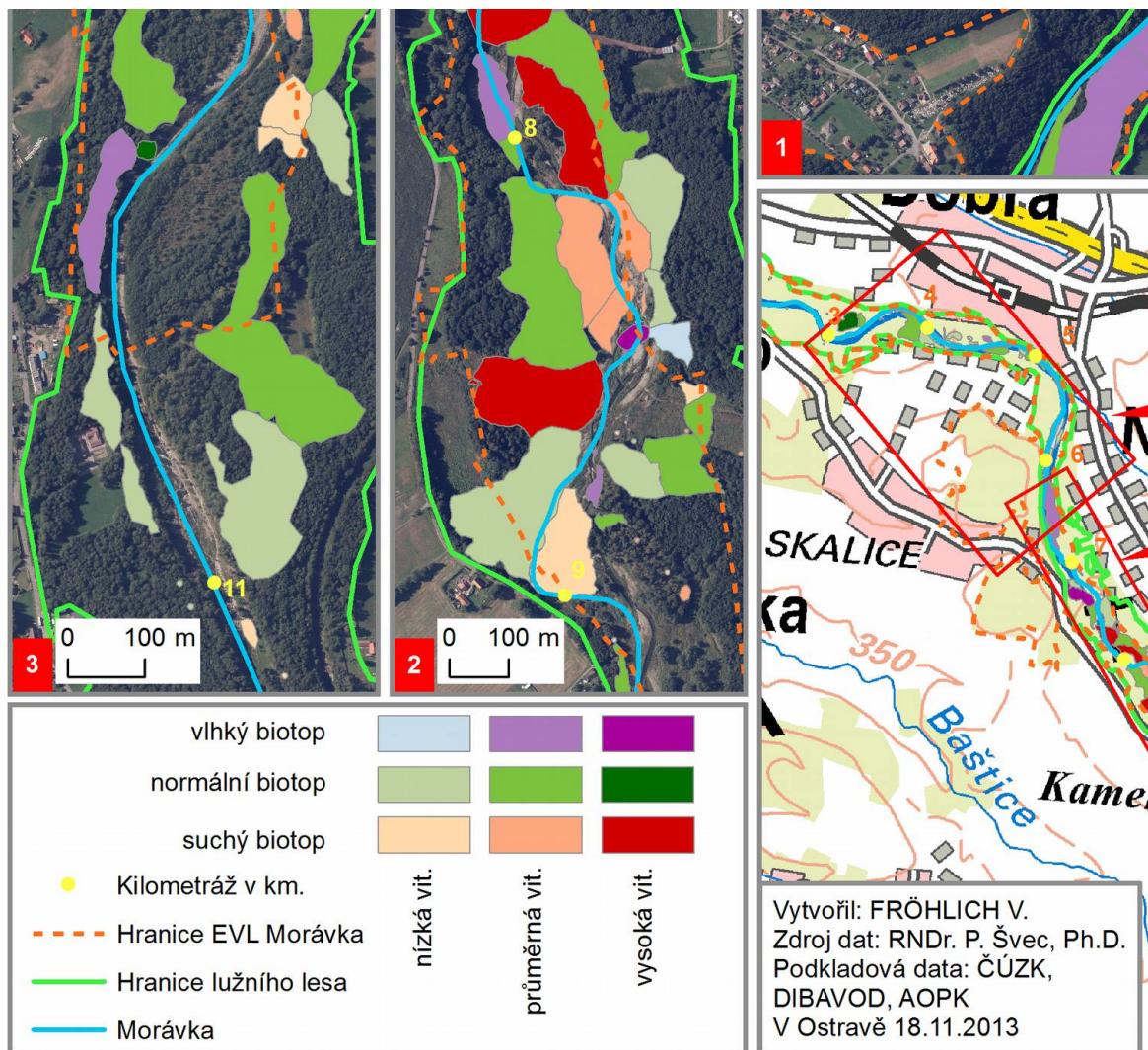
Na začátku bylo nutné vytvořit nové atributy, které představují zástupné hodnoty pro již zmiňované atributy. U nově vzniklých atributů se vyskytují pouze čísla 1,2,3. Tato čísla vždy reprezentují hodnoty atributu. To je dobře čitelné z *obrázku 5*, kde se u atributu *uspesnostVAR* vyskytují hodnoty 3 a 2. Hodnota 1 se zde vyskytuje taktéž, pouze není zobrazena na obrázku. Konkrétně hodnota 3 u atributu *ÚSPĚŠNOST* představuje hodnotu *VYSOKÁ*.

Po vytvoření nových atributů bylo nutné vytvořit kombinaci nově vzniklých atributů. Takovouto kombinaci můžeme pozorovat například u atributu *uspesnost_pokryvnost*. Tento atribut vznikl tak, že se sečetli hodnoty atributů *USPESNOST* a *POKRYVNOST*. Součet byl proveden pomocí funkce *Field calculator*. Zde proběhla selekce atributů, které měli být sečteny a mezi vně byl vložen znak „&“.

Po vytvoření všech potřebných kombinací se v symbologii vrstvy nastavil požadovaný atribut, u kterého byly zobrazeny všechny hodnoty. Následně se pro každou hodnotu nastavil jeden vhodně zvolený odstín.

Při výběru barev bylo nutné volit odstíny barev, které mohou připomínat hodnoty atributu ve skutečnosti. Jako příklad lze uvést atribut *BIOTOP*. U něj se vyskytují hodnoty *SUCHÝ*, *NORMÁLNÍ*, *VLHKÝ*. Bylo tedy vhodné pro hodnotu suchý zvolit tzv. teplou barvu, tedy odstíny červené. Naopak pro vlhký biotop byly použity odstíny modré a fialové, právě proto, že se jedná o studené barvy.

Dále jednotlivé odstíny stejné barvy vyjadřují stupeň daného jevu. Například u atributu *ÚSPĚŠNOST* je u hodnoty *NÍZKÁ* odstín použité barvy nejsvětlejší. U hodnoty *VYSOKÁ* je odstín nejtmavší. To je dobře patrné na *obrázku 4*.



Obrázek 4 Výřez MV 9.

Správná volba odstínů barev pomáhá při čtení MV viz. *Obrázek 4*. Na zmiňovaném obrázku jsou všechny barevné odstíny vzájemně odlišitelné. To je patrné nejvíce v legendě, kde jsou jednotlivé odstíny u sebe. Při nesprávně zvolených odstínech barvy může nastat situace, že čtenář je zmaten, a stěží se mu MV čte. To se projeví zejména u složeného kartogramu, kde bylo prezentováno až devět kategorií.

Popisovaným způsobem byly vytvořeny tyto MV pro roky 2009 a 2013, které jsou součástí přílohy:

- Biotop a pokryvnost křídlatky,

- Biotop a vitalita křídlatky,
- Biotop a úspěšnost likvidace křídlatky,
- Pokryvnost a vitalita křídlatky,
- Pokryvnost a úspěšnost likvidace křídlatky,
- Úspěšnost likvidace a vitalita křídlatky.

To ovšem nejsou úplné názvy MV. Jako příklad je možno uvést tento konkrétní název MV 7. *Biotop a pokryvnost křídlatky v povodí Morávky v roce 2009*. Seznam všech mapových výstupů je obsažen v *seznamu tištěných příloh ve formátu A4*.

Jediný problém s tvorbou MV bylo správné umístění a sestavení legendy. Cílem bylo sestavit legendu takovým způsobem, aby byla minimalizována bílá místa. To nebylo snadné zejména proto, že legenda pro složený kartogram je matice s popisem. Popis a matice dohromady vytváří tvar podobný písmenu „L“. Nakonec byly tyto objekty umístěny k hornímu pravému rohu. Zbývající prvky legendy byly umístěny do dolního levého rohu.

Tento problém se týkal pochopitelně i tvorby rastrových analýz, které se v podstatě nikterak neliší od MV složených kartogramů. Další problém se týkal exportu MV. Problém spočíval v tom, že ortofoto snímky zpomalovaly proces exportu.

7.4 Ověření správnosti řešení

Po dokončení tvorby MV bylo nutné zkontrolovat správnost MV. Kontrola MV probíhala tak, že byla ověřena správnost použitých atributů a úplnost legendy. Správnost použitých atributů řešila shodu mezi atributy uvedenými v názvu MV a skutečně použitými atributy. Úplnost legendy zase znamenala to, že hodnota která se nevyskytuje v atributu nesmí být zobrazena v legendě MV. U některých MV se totiž nevyskytují všechny hodnoty matice dvou atributů.

8 Výsledky

V této kapitole jsou uvedeny výsledky práce této BP. Výsledkem BP je analýza rozšíření křídlatky v povodí Morávky. Výsledky mohou být použity pro sledování výskytu křídlatky v dalších letech, kdy osobně doufám, že bude docházet k periodickému pozorování výskytu křídlatky, a to nejen v povodí Morávky, ale i v jiných postižených oblastech. Důležitou je také správná interpretace výsledků. Analýzu mohu rozdělit na dvě části, a to na statistickou část, a na mapové výstupy. Obě popisované části jsou popsány v následujících podkapitolách.

Statistické výsledky doplňují tabulky a grafy, které jsou prezentovány jako samostatné přílohy. Vyskytují se zde převážně četnosti jednotlivých hodnot obsažené v kontingenčních tabulkách. Na tyto tabulky navazuje znaménkové schéma a grafy absolutních četností.

8.1 Statistická část

V této kapitole jsou popsány výsledky statistických testů. Cílem statistických testů bylo zjištění závislostí mezi vybranými atributy. Případné závislosti lze poté porovnat v jednotlivých letech, a to převážně mezi lety 2009 a 2013. Výsledky statistické části poté posloužily jako zdroj pro porovnání MV.

Některé se zkoumané dvojice nemohly být použity pro statistické testování, a to ze dvou důvodů. První důvod je ten, že u atributu *POKRYVNOST* se v roce 2013 vyskytuje pouze jediná hodnota. Pro oba statistické testy je nutné, aby se vyskytovaly minimálně dvě různé hodnoty.

Druhý z důvodů je ten, že pro výpočet Pearson Chí-kvadrát testu dobré shody se používá kritérium, které na základě četnosti jednotlivých hodnot ověřuje vhodnost použití zmiňovaného testu. Přesný popis tohoto kritéria je obsažen v kapitole 7.2.1 *Chí-kvadrát test*. Toto kritérium nebylo splněno, a proto nedošlo k výpočtu statistických testů.

Statistické testy nebyly spočteny pro tyto dvojice ve kterých se vyskytoval atribut *POKRYVNOST* kromě Anovy v roce 2007. U Chí-kvadrát testů nebyl atribut *POKRYVNOST* ani jednou testován. Důvody proč je tomu tak, jsou popsány v předchozích odstavcích této kapitoly.

Výsledky jednotlivých statistických testů lze pozorovat v *Tabulce 2*. Závislosti jsou zde děleny podle hladiny významnosti. V *Tabulce 1* se vyskytují pouze dvě hodnoty hladiny významnosti, a to 5% a 0,1%. U *Tabulky 2* se taktéž vyskytují pouze dvě hodnoty ze tří. Jedná se o 5% a 1%.

Tabulka 1 Výsledky Chí-kvadrát testů dobré shody

Výsledky statistických testů Chí-kvadrát testů dobré shody			
2013	Biotop	Úspěšnost	Vitalita
Biotop		Nezávislost	Nezávislost
Úspěšnost	Nezávislost		Závislost
Vitalita	Nezávislost	Závislost	
2009	Biotop	Úspěšnost	Vitalita
Biotop		Závislost	Závislost
Úspěšnost	Závislost		Závislost
Vitalita	Závislost	Závislost	
Závislost	na hladině významnosti 5%		
Závislost	na hladině významnosti 0,1%		

8.1.1 Výsledky Chí-kvadrát testů

Testování pomocí Pearsonova Chí-kvadrát testu nezávislosti bylo provedeno v letech 2009 a 2013. Výsledky jsou zobrazeny v *Tabulce 1*. Jednotlivé hodnoty hladiny statistické významnosti jsou barevně odlišeny.

V roce 2009 jsou všechny testované dvojice atributů na sobě prokazatelně závislé. U dvojice *BIOTOP-ÚSPĚŠNOST* je hladina významnosti pouze na hladině významnosti 5%. Ostatní dvojice dosahují hodnoty významnosti 0,1%. V tomto případě, je více pravděpodobné, že popisovaná závislost je pravdivá. Lze tedy tvrdit, že je zde závislost mezi těmito dvojicemi atributů:

- *BIOTOP-ÚSPĚŠNOST*,
- *BIOTOP-VITALITA*,
- *ÚSPĚŠNOST-VITALITA*.

Proč je závislost u dvojice atributů *BIOTOP-ÚSPĚŠNOST* méně statisticky významná, je těžké určit. Naopak u zbývajících dvojic je poměrně logické, že spolu souvisí. Atribut *VITALITA* bude určitě záviset na atributu *BIOTOP*. Mapované území s vysokou vitalitou se bude s vysokou pravděpodobností nacházet na příznivém druhu

biotopu, který přispívá k vitálnímu růstu rostlin křídlatky. Poslední dvojice je podle mého názoru nejvíce na sobě závislé. To proto, že úspěšnost likvidace závisí na vitalitě rostlin. Je asi nereálné, aby se vyskytla vysoká úspěšnost likvidace u vysoce vitálních rostlin.

V následujícím sledovaném roce je statisticky prokazatelná závislost pouze u jedné atributové dvojice, a to u *ÚSPĚŠNOST* a *VITALITY*. Tato závislost je statistický významná na hladině významnosti 0,1%, což je stejné jako v roce 2009. Tedy závislost mezi zmiňovanou dvojicí atributů je závislá v obou sledovaných letech. U ostatních dvojic atributů statistická závislost nebyla prokázána. To je rozdíl oproti roku 2009, kdy byla statistická závislost u všech dvojic. Důvod, proč je tomu tak se domnívám, že je způsoben likvidací křídlatky, což mělo za následek snížení celkové výměry křídlatky. Je totiž nepravděpodobné že by atributy *BIOTOP-ÚSPĚŠNOST* a *BIOTOP-VITALITA* nebyly na sebe jistým způsobem závislé. Jedná se tedy zřejmě o kombinaci likvidace a následného mapování, která má za následek neprokázání statistických závislostí.

8.1.2 Výsledky Anovy

Výsledky Anovy nám říkají, zdali dochází k závislosti mezi vybraným atributem a průměrnou velikostí měřené plochy. Výsledky jsou prezentovány v *Tabulce 2*. V roce 2013 nebylo možné vypočítat zmiňovaný test u dvojice *POKRYVNOST-VÝMĚRA* z důvodu přítomnosti pouze jediné hodnoty u atributu *POKRYVNOST*.

Tabulka 2 Výsledky statistických testů ANOVA

Výsledky statistických testů Anova				
2013	Pokryvnost	Úspěšnost	Vitalita	Biotop
Výměra		Nezávislost	Nezávislost	Nezávislost
2009	Pokryvnost	Úspěšnost	Vitalita	Biotop
Výměra	Nezávislost	Nezávislost	Závislost	Závislost
2007	Pokryvnost			
Výměra	Nezávislost			
Závislost	na hladině významnosti 5%			
Závislost	na hladině významnosti 1%			

V roce 2007 byla pro testování použita pouze jediná dvojice. Závislost nebyla prokázána, tedy není závislost mezi velikostí výměry a pokryvností. Tato závislost nebyla prokázána ani v roce 2009. Lze tedy tvrdit na základě dvou měření ve dvou odlišných letech, že k závislosti nedochází.

V roce 2009 se již testovaly čtyři dvojice atributů, a to:

- *POKRYVNOST-VÝMĚRA*,
- *ÚSPĚŠNOST-VÝMĚRA*,
- *VITALITA-VÝMĚRA*,
- *BIOTOP-VÝMĚRA*.

Poslední dvě dvojice jsou statisticky závislé. Ostatní nikoliv. Dvojice *BIOTOP-VÝMĚRA* je závislá na hladině významnosti 1%. Dvojice *VITALITA-VÝMĚRA* je závislá pouze na hodnotě závislosti 5%. Atributy *VITALITA* a *BIOTOP* jsou závislé na velikosti výměry. U atributu *VITALITA* je to celkem pochopitelné, totiž na základě odpovídajícího MV a terénního pozorování je patrné, že měřené oblasti s vysokou vitalitou měly ve většině případů větší výměru. Je zajímavé, že nebyla prokázána závislost u atributů *POKRYVNOST* a *ÚSPĚŠNOST*, kdy úspěšnost likvidace by dle mého názoru měla záviset na velikosti likvidované plochy. To stejné i u atributu *POKRYVNOST*. Opět se domnívám, že neprokázání statistické závislosti může být způsobeno provedením likvidace a následném úbytku ploch postižených výskytem křídlatky.

V posledním zkoumaném roce nebyla statistická závislost prokázána u žádné z dvojic. Podle statistického testu tedy není prokázána závislost atributů na velikosti výměry. Důvod proč je tomu tak, je stejný jako na konci předchozího odstavce. Bude zajímavé jak se tento trend o nezávislosti atributů na výměře bude vyvíjet, zdali se opět projeví závislosti či nikoliv.

8.1.3 Výsledky Anovy biotop - úspěšnost likvidace

První hodnocenou dvojicí je *BIOTOP – ÚSPĚŠNOST*, a to v letech 2009 a 2013, viz. *PŘÍLOHA 1*. V roce 2009 byl součet četností 168. Naopak v roce 2013 byl součet pouze 149, rozdíl tedy činí 19. To znamená že v roce 2013 došlo k úbytku měřených ploch.

Znaménkové schéma v roce 2009 obsahuje čtyři dvojice, které se významně liší od distribuce předpokládaných hodnot. Výsledkem znaménkového schématu jsou tedy tyto závěry:

- **Na vlhkém biotopu je četnost výskytu nízké úspěšnosti výrazně nízká,**
- **Na vlhkém biotopu je četnost výskytu průměrné úspěšnosti nižší,**

Václav Fröhlich: Analýza změn rozšíření křídlatky v povodí Morávky

- **Na normálním biotopu je četnost výskytu vysoké úspěšnosti snížena,**
- **Na suchém biotopu je četnost výskytu průměrné úspěšnosti snížena.**

U ostatních dvojic nedochází k výskytu hodnot, které by se statisticky významně odchylovaly od předpokládaných hodnot četností. Jsou zde řešeny tři kategorie statistické významnosti, a to podle hodnoty hladiny významnosti „ α “ jsou zde stejné jako u Chí-kvadrát testu dobré shody. Jednotlivé hodnoty hladin významností představují tyto vlastnosti:

- Výrazně nízká – $\alpha = 0,1\%$, v tabulce značeno „---“,
- Nižší – $\alpha = 1\%$, v tabulce značeno „--“,
- Snížená – $\alpha = 5\%$, v tabulce značeno „-“.

Obdobné je to i hodnot odchyly, které jsou naopak vyšší. Vyskytují se zde tyto vlastnosti:

- Výrazně vysoká – $\alpha = 0,1\%$, v tabulce značeno „+++“,
- Vysoká – $\alpha = 1\%$, v tabulce značeno „++“,
- Zvýšená – $\alpha = 5\%$, v tabulce značeno „+“.

Popisované odchylky jsou tak výrazné nejspíše proto, že mezi atributy byla prokázána statistická závislost. To potvrzují výsledky znaménkového schématu z roku 2013, kdy byla statistická závislost prokázána pouze u jediné dvojice. V roce 2013 byla podle znaménkového schématu nalezena pouze jediná dvojice, která se odchyloje svojí četností. Výsledkem této odchylky je toto tvrzení:

- **Normální biotop má sníženou četnost výskytu nízké úspěšnosti.**

8.1.4 Výsledky Anovy biotop - vitalita

Tyto dva atributy jsou popsány v příloze *PŘÍLOHA 2*. Opět je součet četností menší v roce 2013. V roce 2013 došlo ke snížení četnosti nízké vitality na suchém biotopu, dále pak došlo k nárůstu četností v průměrné vitality na normálním biotopu. Zato hodnota *VYSOKÁ LIKVIDACE* dosahuje v obou letech zhruba stejné distribuce četností.

Výsledky znaménkového schématu v roce 2009 jsou takové:

- **Na suchém biotopu je četnost výskytu vysoké vitality výrazně nízká,**
- **Na suchém biotopu je četnost výskytu průměrné vitality vysoká,**
- **Na vlhkém biotopu je četnost výskytu vysoké vitality snížena.**

V roce 2013 nebyly prokázány žádné statistický významné odchylky. Je to opět způsobeno tím, že v roce 2013 nebyla prokázána statistická závislost mezi zkoumanými atributy.

8.1.5 Výsledky Anovy vitalita - úspěšnost likvidace

U těchto atributů je významná statistická závislost již u Chí-kvadrát testu. Je tedy patrné, že se tato závislost projeví i u distribuce četností, a také u znaménkového schématu. Procentuální zastoupení hodnot vitality se mezi jednotlivými léty příliš neliší. Jediný rozdíl je v úbytku nízké vitality u vysoké úspěšnosti v roce 2013. Tabulky a grafy jsou součástí přílohy *PŘÍLOHA 3*.

Znaménkové schéma v roce 2009 je charakteristické tím, že jsou zde velmi významné odchylky oproti očekávané distribuci četností. To platí i v roce 2013. V roce 2009 jsou výsledky znaménkového schématu takové:

- **Na nízké úspěšnosti je četnost výskytu nízké vitality výrazně nižší,**
- **Na nízké úspěšnosti je četnost výskytu vysoké vitality výrazně vyšší,**
- **Na průměrné úspěšnosti je četnost výskytu nízké vitality výrazně nižší,**
- **Na průměrné úspěšnosti je četnost výskytu průměrné vitality výrazně vyšší,**
- **Na vysoké úspěšnosti je četnost výskytu nízké vitality výrazně vyšší,**
- **Na vysoké úspěšnosti je četnost výskytu průměrné vitality výrazně nižší,**
- **Na vysoké úspěšnosti je četnost výskytu vysoké vitality výrazně vyšší.**

V roce 2013 jsou předchozí výsledky téměř stejné. Liší se pouze tyto dva výsledky, které jsou v tomto roce:

- **Na nízké úspěšnosti je četnost výskytu průměrné vitality nižší,**
- **Na průměrné úspěšnosti je četnost výskytu vysoké vitality vyšší.**

8.1.6 Průměrné výměry pro úspěšnost likvidace a vitalitu

Průměrná velikost plochy křídlatky s atributy *ÚSPĚŠNOST LIKVIDACE* a *VITALITA* je uvedena v příloze *PŘÍLOHA 4*. U hodnoty *NÍZKÁ ÚSPĚŠNOST* jsou největší rozdíly mezi roky 2013 a 2009, kdy se jedná o úbytek 0,3 ha. U ostatních hodnot tohoto atributu nejsou rozdíly tolik patrné. Dokonce u hodnoty *VYSOKÁ ÚSPĚŠNOST* se průměrné výměry neliší vůbec.

U atributu *VITALITA* je největší rozdíl u hodnoty *VYSOKÁ VITALITA*. Zde se jedná o rozdíl ve výši -0,45 ha. Ostatní hodnoty však dosahují pouze malých rozdílů. Nejmenší rozdíl byl dosažen u hodnoty *NÍZKÁ VITALITA*, to se jedná o 0,02 ha. Opět se zde vyskytuje trend, že v roce 2013 jsou průměrné plochy u všech hodnot vitality nižší nežli v roce 2009.

8.1.7 Průměrné výměry pro biotop a pokryvnost

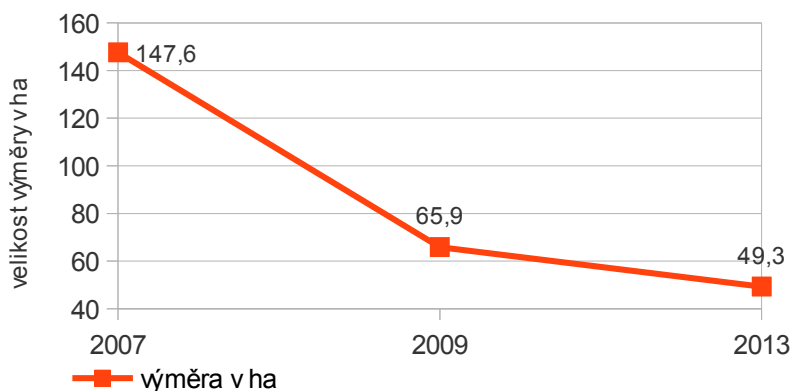
Opět jsou výsledky týkající se těchto atributů uvedena v příloze *PŘÍLOHA 5*. Hodnoty atributu *BIOTOP* dosahují největšího rozdílu u hodnoty *NORMÁLNÍ*, a to u normálního biotopu, kdy rozdíl činí 0,17. Tedy v roce 2013 došlo k nárůstu průměrné velikosti u hodnoty *NORMÁLNÍ*. Nejmenší rozdíl je u hodnoty *SUCHÝ* biotop, kdy došlo k úbytku průměrné výměry pouze o 0,01 ha.

Atribut *POKRYVNOST* je zvláštní tím, že u něj můžeme použít data z roku 2007. Dojde tedy k lepšímu porovnání mezi roky. V roce 2013 se však vyskytuje pouze jedna hodnota. Největší rozdíl je mezi roky 2009 a 2007, a to u hodnoty *Nad 51%*, kde činí rozdíl 0,24 ha. V roce tedy došlo k nárůstu průměrné výměry této hodnoty. V roce 2013 je průměrná hodnota *Do 10%* nejmenší ze všech tří let. Tedy postupně dochází ke snižování průměrné výměry hodnoty pokryvnosti *Do 10%*.

8.1.8 Celková výměra

Celková výměra je jedním z nejvýznamnějších ukazatelů. Je zde patrné, zdali dochází k nárůstu či poklesu velikosti výměry křídlatky. V našem případě dochází od roku 2007 po rok 2013 ke snižování velikosti výměry. Vliv na tento trend má vliv provedení likvidace křídlatky. Jedná se pochopitelně o kladný jev.

Výměra křídlatky v jednotlivých letech v povodí Morávky



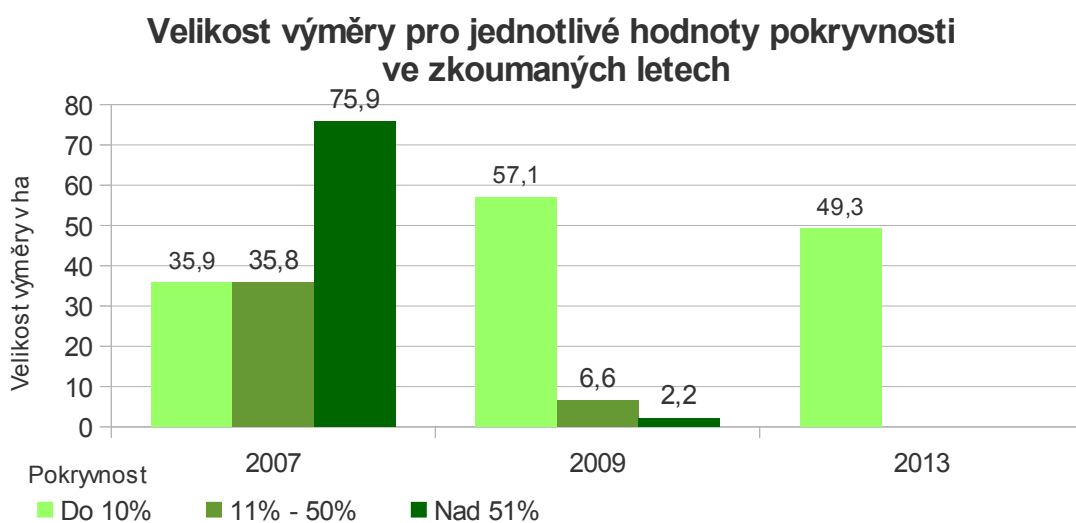
Graf 1 Výměra křídlatky v jednotlivých letech

Jak je zřejmé z *Grafu 1*, největší rozdíl mezi celkovou výměrou je mezi lety 2009 a 2007. Kdy velikost výměry dosahuje hodnoty takřka 82 ha. To je výsledek chemické likvidace křídlatky. Rozdíl mezi lety 2013 a 2009 již není tak veliký a dosahuje hodnoty 17 ha. Potvrdil se tedy trend snižování výměry křídlatky.

Měřená plocha s největší výměrou dosahovala v roce 2007 8,16 ha. To je pro představu plocha srovnatelná s plochou jedenácti hřišť na kopanou. V roce 2009 se vyskytla největší plocha s velikostí výměry již pouze 3,17 ha. To je výrazná změna oproti roku 2007. V následujícím roce 2013 se velikost největší plochy příliš nezměnila. Činí 3,12 ha. Rozdíl mezi rokem 2009 je zde pouze nepatrný. Tedy mezi těmito dvěma lety nedošlo k výraznému poklesu velikosti výměry u největší plochy. Znamená to tedy, že výsledky likvidace mezi roky 2009 a 2013 nejsou tak výrazné, jako mezi lety 2007 a 2009.

8.1.9 Velikost výměry pro jednotlivé hodnoty pokryvnosti ve zkoumaných letech

Jednotlivé hodnoty atributu *POKRYVNOST* dosahovaly ve zkoumaných letech různé velikosti celkové plochy. Je důležité popsat velikost celkové výměry u jednotlivých hodnot tohoto atributu. Na základě tohoto popisu je pak možné usuzovat, celková přítomnost křídlatky. Je totiž rozdíl, když většina ploch má hodnotu pokryvnosti *Do 10%* a nebo má hodnotu *Nad 51%*.



Graf 2 Velikost výměry pro jednotlivé hodnoty pokryvnosti

Z Grafu č. 2 je zřejmé, že v roce 2007 dosahovala hodnota *Nad 51%* největší celkové plochy, a to ve všech zkoumaných letech. Zbývající hodnoty jsou v tomto roce vyrovnané. V roce 2009 jsou hodnoty zcela odlišné od roku 2007. Největší celkovou plochu má hodnota *Do 10%*, a to přes 57 ha. To je víc, než u této hodnoty v roce 2007 a 2013. Ostatní velikosti ploch zbývajících hodnot jsou oproti této hodnotě zanedbatelné. V roce 2013 se vlivem agregace vyskytuje pouze jedna hodnota, a i ta je menší než tato hodnota v předchozím roce.

8.1.10 Průměrné vzdálenosti měřených ploch k vodnímu toku

Velikost průměrné vzdálenosti měřených ploch k vodnímu toku popisuje alespoň částečně prostorovou distribuci hodnot určitého atributu ve zkoumaném území. Vzdálenosti byly vypočteny jako nejmenší vzdálenost měřených ploch k vodnímu toku. Tyto vzdálenosti spolu se směrodatnými odchylkami se nalézají v přílohách 6. až 9. Zde jsou prezentovány průměrné vzdálenosti vždy pro jeden atribut v letech 2009 a 2013. Tedy kromě atributu *POKRYVNOST*, ten obsahuje hodnoty i pro rok 2007. U tohoto atributu se v roce 2013 vyskytují nezagregované hodnoty pokryvnosti.

Situace, že by průměrné vzdálenosti byly shodné pro oba roky či alespoň podobné se téměř nevyskytuje. To znamená, že mezi jednotlivými lety dochází ke změně průměrných vzdáleností. Lze spíše vyzorovat velké rozdíly mezi průměrnými vzdálenostmi. Například u atributu *POKRYVNOST*, viz *Příloha 9. - Graf č. 1*, dosahuje hodnota *Nad 51%* nejmenší průměrné vzdálenosti. U ostatních hodnot průměrná

vzdálenost narůstá společně s nižší pokryvností křídlatky. Kdy dosahuje průměrná vzdálenost u hodnoty *Do 10%* 38 metrů. Znamená, že plochy s nižší pokryvností se nalézají dále od břehu. Toto tvrzení platí, ale pouze v roce 2007. V ostatních letech se tento trend nevyskytoval.

Podobný trend ve smyslu závislosti velikosti průměrných vzdáleností na hodnotách atributu se vyskytuje u atributu *VITALITA*, viz. *Graf č. 2 - Příloha 7*. Zde průměrná vzdálenost roste společně s hodnotami vitality křídlatky. Tedy křídlatka s vysokou vitalitou se vyskytuje v roce 2013 průměrně 28 metrů od vodního toku. Další hodnoty tohoto atributu se vyskytují blíže vodnímu toku, a to podle stupně vitality. Tedy hodnota *NÍZKÁ* vitalita se vyskytuje nejbliže vodnímu toku. U ostatních atributů se jiné zajímavé trendy nevyskytují. Obecně tedy jsou velké rozdíly mezi velikostí průměrné vzdálenosti mezi jednotlivými lety, tak i mezi jednotlivými atributy. Určitě je zde patrný vliv provedené likvidace, která dosti výrazně změnila distribuci hodnot jednotlivých atributů.

8.2 Mapové výstupy

Vedle statistických závislostí a tabelovaných dat byly vytvořeny MV. Ty dovolují čtenáři sledovat výskyt a změny jednotlivých atributů křídlatky ve zkoumaném území. V letech 2009 a 2013 lze mezi sebou porovnávat dvojice atributů a sledovat jejich vývoj ve zkoumaném území. Na základě vytvořených statistických testů a MV je patrný úbytek ploch postižených křídlatkou.

8.2.1 Rastrové analýzy

První z rastrových MV je *MV 1*. zobrazuje výskyt křídlatky v jednom, ve dvou, či ve třech letech. Jižní část toku od 11. kilometru byla postižena výskytem křídlatky pouze v jednom roce. Podle jiných MV se jedná o rok 2007, kdy byla největší výměra křídlatky. Ve dvou letech se křídlatka vyskytovala převážně kolem oblastí s přítomností křídlatky ve všech letech. Křídlatka s výskytem ve všech letech lze vyzorovat především v blízkosti toku Morávky. Tyto plochy jsou největší v blízkosti 3. kilometru na pravém břehu. Další velké plochy se nacházejí 6. a 9. kilometrem.

Obecně lze vyzorovat výskyt křídlatky ve zkoumaném území především v oblasti lužního lesa a EVL Niva Morávky. Mimo lužní les se výskyt křídlatky omezuje

pouze na malé oblasti. Je zde tedy patrná závislost mezi lužním lesem a výskytem křídlatky. Tuto skutečnost lze vysvětlit, tím že výskyt křídlatky na zemědělsky obhospodařovaných plochách je takřka nemožný z důvodů zemědělské činnosti.

8.2.2 Rastrové analýzy - rozdíl výměr

Tyto rastrové výstupy zobrazují rozdíly mezi velikostí výměry vždy mezi dvěma roky. Výměra je uváděna v ha. Záporná hodnota výměry znamená úbytek výměry, kladná naopak přírůstek výměry. U všech MV převládá úbytek výměry. Je to způsobeno tím, že bylo odečítáno systémem mladší od staršího, tedy například 2013 – 2009. Tento postup byl zvolen proto, že záporné hodnoty představují úbytek a kladné naopak přírůstek.

Rozdíl z let 2013 – 2009 je prezentován v příloze: *MV 5*. Maximální úbytek výměry je zde 3,1 ha, maximální přírůstek opět 3,1 ha. Oblasti s největším úbytkem se nachází v blízkosti 3. a 4. kilometru na levém břehu. Dále mezi 7. a 8. kilometrem, a to na levém i pravém břehu. Oblast s maximálním přírůstkem výměry se nachází na 9. kilometru na pravém břehu. Důvod výskytu této oblasti mi není jasný a nejsem schopný jej zdůvodnit. Oproti tomu oblasti s úbytkem výměry lze zdůvodnit prováděním likvidace, kdy po likvidaci křídlatky došlo ke snížení výměry u dalšího mapování. Oblasti s minimálním úbytkem výměry se vyskytují hlavně mezi 4. a 6. kilometrem a v blízkosti 8. kilometru. Oblasti s minimálním nárůstem výměry jsou ostrůvkovitě distribuovány po celém zkoumaném území. Jsou však poměrně malé oproti oblastem s minimálním úbytkem výměry.

Rozdíl let 2009 – 2007 je opět obsažen v příloze, a to *MV 3*. Zde je oproti předchozímu MV výraznější úbytek výměry. Maximální úbytek výměry je zde 8,2 ha a přírůstek pouze 3 ha. Tedy mezi lety 2009 a 2007 došlo k výraznému úbytku výměry křídlatky. Na celém zobrazovaném území převládá úbytek výměry. Nárůst výměry se vyskytuje pouze v okolí 8. kilometru a mezi 10. a 11. kilometrem. Dále kolem 5. kilometru. V těchto oblastech došlo nejspíš k nedostatečnému provedení likvidace. Oblasti s úbytkem výměry jsou u 11. kilometru, dále mezi 7. a 9. kilometrem, a mezi 3. a 4. kilometrem. Prvně zmiňovaná oblast se nenachází v EVL Niva Morávky, tato skutečnost má určitě vliv velikost úbytku výměry.

Poslední MV prezentující rozdíl mezi léty 2013 – 2007 je prezentován v příloze: *MV 4*. Stejně jako u předchozího MV je zde výraznější úbytek výměry, ale zároveň je zde 2014

vyšší přírůstek, a to o 4 ha. Tento rozdíl prezentuje maximální hodnoty úbytku výměry. Mezi lety 2007 a 2013 proběhla několikrát likvidace křídlatky. Asi největší oblast s úbytkem výměry se nachází v mezi 8. a 9. kilometrem. Menší pak mezi 3. a 4. kilometrem. Oblasti s přírůstkem výměry se vyskytují spíše ostrůvkovitě, neboli v menším rozsahu nežli u úbytku výměry.

8.2.3 Složené kartogramy

Hodnocení složených kartogramů probíhalo nalezením plochy, jenž mezi léty 2009 a 2013 nedošlo ke změně atributů a tudíž se vlastnosti křídlatky nezměnily i přes provedenou likvidaci křídlatky. Tyhle plochy dokládají neúspěšnost provedení likvidace.

Byly řešeny i plochy, jenž se vyznačují odlišností jednoho ze dvou atributů, u něhož došla změna hodnot atributů. Například v roce 2009 se v blízkosti 3. kilometru nacházela plocha s atributy *NORMÁLNÍ BIOTOP – VYSOKÁ VITALITA*. V roce 2013 došlo ke změně u atributu *VITALITA* na hodnotu *PRŮMĚRNÁ*.

Poslední hodnocenou skupinou jsou plochy, u kterých došlo ke změně hodnot u obou atributů, znamenající výraznou změnu vlastností výskytu křídlatky na konkrétním území. Nabízí se zde prostor pro diskusi, která řeší důvody změny atributů. Primárním důvodem případných změn bylo provedení likvidace. Dalším důvodem může být podle mého názoru typ biotopu a vitalita křídlatky, i konkrétní místo výskytu křídlatky. Například mohlo dojít k uložení větší vrstvy sedimentů, které následně zapříčinily změny hodnoty atributu *BIOTOP*.

8.2.4 Složený kartogram biotop – vitalita

Při porovnání *MV 9.* a *MV 15.* lze nalézt plochy, kde se hodnoty u obou atributů nezměnily. Asi největší takové území se nalézá mezi 6. a 7. kilometrem. Jedná se o hodnoty *VLHKÝ BIOTOP – PRŮMĚRNÁ VITALITA*. Rozdíl mezi tvarem a polohou plochy je minimální. Další plocha se nachází na pravém břehu u na 8. kilometru. Vyskytují se zde hodnoty *SUCHÝ BIOTOP – VYSOKÁ VITALITA*. V blízkosti této plochy se nachází plocha s hodnotami *SUCHÝ BIOTOP – PRŮMĚRNÁ VITALITA*.

Druhá sledovaná skupina, řešící změnu hodnoty u jednoho z atributů, představují následující plochy. Jedna z nich se nachází před 4. kilometrem na levém břehu. V roce 2009 se zde vyskytovaly hodnoty *NORMÁLNÍ BIOTOP – PRŮMĚRNÁ VITALITA*. V roce 2014

2013 došlo ke změně na *NÍZKÁ VITALITA*. Stejná změna se vyskytuje na pravém břehu na zhruba 7,5 kilometru toku. Další plocha se vyskytuje mezi 10. a 11. kilometrem na levém břehu, kde došlo ke změně hodnoty atributu *VITALITA* na hodnotu *VYSOKÁ*. V roce 2009 se na této ploše vyskytovala křídlatka s průměrnou vitalitou. Došlo tedy k nárůstu vitality, což je negativní jev.

Plochy, u kterých mělo dojít k nalezení změny hodnot u obou atributů zde, nejsou popsány. Nevyskytují se totiž v takové velikosti, aby je bylo nutné popisovat. Lze tvrdit, že mezi lety 2009 a 2013 u atributů *BIOTOP* a *VITALITA* nedošlo k žádným výrazným změnám, ve smyslu změny hodnot atributů. Tudíž biotopy a vitalita křídlatky se mezi zkoumanými lety příliš neměnily.

8.2.5 Složený kartogram biotop – úspěšnosti likvidace

Plochy ve kterých se hodnoty atributů nemění se nachází za 4. kilometrem proti proudu na levém břehu. Dále opět na levém břehu za 10. kilometrem se nachází plocha s hodnotami *NORMÁLNÍ BIOTOP – PRŮMĚRNÁ ÚSPĚŠNOST*. Jedná se o přílohy *MV 8.* a *MV 14.*

Změna hodnot pouze u jednoho z atributů, se mění převážně na levém břehu v blízkosti 9. kilometru. Tam se vyskytují hodnoty *NORMÁLNÍ BIOTOP – VYSOKÁ ÚSPĚŠNOST* v roce 2009. V roce 2013 se hodnota *VYSOKÁ ÚSPĚŠNOST* změnila na *PRŮMĚRNÁ ÚSPĚŠNOST*.

Poslední typ ploch se nalézá v polovině vzdálenosti mezi 6. a 7. kilometrem na pravém břehu. V roce 2009 se zde vyskytoval *SUCHÝ BIOTOP – PRŮMĚRNÁ ÚSPĚŠNOST*. V roce 2013 pak došlo ke změně na *VLHKÝ BIOTOP a VYSOKOU ÚSPĚŠNOST*. Tato změna úspěšnosti likvidace je pozitivní jev.

Obecně lze konstatovat, že v roce 2013 je četnější výskyt ploch s vysokou a průměrnou úspěšností likvidace. To lze ověřit i pomocí statistických ukazatelů v příloze: *PŘÍLOHA 1*. Tato změna v úspěšnosti likvidace je silně pozitivní jev, který dokládá užitečnost likvidace křídlatky.

8.2.6 Složený kartogram biotop – pokryvnost

U dvojice atributů *BIOTOP – POKRYVNOST* je nutné zmínit skutečnost, že v roce 2013 se vyskytuje pouze jedna hodnota pokryvnosti, a to hodnota *Do 10%*. Viz přílohy *MV 2014*

7., *MV 13*. V roce 2013 se vyskytují všechny tři hodnoty u atributu *POKRYVNOST*, avšak ne se stejnou četností. Jiná situace je v roce 2009, kdy se nevyskytují dvojice hodnot *NORMÁLNÍ BIOTOP – POKRYVNOST Nad 51%* a *VHLKÝ BIOTOP – POKRYVNOST Nad 51%*.

Plocha, u kterých nedošlo ke změnám hodnot u jednoho atributu se nalézá na pravém břehu v blízkosti 8. kilometru. Zde se v roce 2009 vyskytuje *POKRYVNOST Nad 51% - SUCHÝ BIOTOP*. V roce 2013 došlo ke změně na *POKRYVNOST Do 10%*. Tedy došlo k výraznému poklesu výskytu křídlatky v měřené ploše. Další takové území se nalézá na pravém břehu mezi 6. a 7. kilometrem. Dále pak mezi 4. a 5. kilometrem.

Asi největší plocha, kde došlo ke změně u jednoho atributu se nalézá na pravém břehu u 8. kilometru. Zde se v roce 2009 vyskytuje *POKRYVNOST Nad 51% - SUCHÝ BIOTOP*. V roce 2013 došlo ke změně na *POKRYVNOST Do 10%*, a tedy i k výraznému poklesu výskytu křídlatky v měřené ploše. Další takové území se nalézá na levém břehu před 4. kilometrem, kdy došlo ke změně z *POKRYVNOSTI 11% - 50%* na hodnotu *Do 10%*. To stejné platí pro plochu asi 100 metrů proti proudu na pravém břehu.

Větší plochy se změnou hodnot u obou atributů se tu nevyskytují. Obecně platí, že hodnoty pokryvnosti křídlatky mezi lety 2009 a 2013 se příliš nemění. Pozitivním jevem je také fakt, že v roce 2013 se vyskytuje pouze nejmenší hodnota atributu *POKRYVNOST*. To mimo jiné dokládá celkový úbytek křídlatky, jak v celkovém kontextu území, tak i v měřených plochách.

8.2.7 Složený kartogram pokryvnost – vitalita

Dvojice atributů *POKRYVNOST – VITALITA* je charakteristická především opětovnou absencí jiných hodnot nežli *Do 10%* u atributu *POKRYVNOST*. Viz přílohy *MV 11*, a *MV 17*. To se pochopitelně týká všech mapových výstupů s tímto atributem. Dále chybí v roce 2009 hodnota *POKRYVNOST Nad 51% - NÍZKÁ VITALITA*. Což znamená, že v roce 2009 se nevyskytla na zkoumaném území křídlatka s nízkou vitalitou a zároveň mající pokryvnost *Nad 51%*. Lze tedy vypožorovat určitou formu závislosti. Statistická závislost zde nebyla prokázána.

Plochy s nezměněnými hodnotami se vyskytují poměrně často, zejména se u ploch mezi 6. a 7. kilometrem na pravém břehu. Dále v blízkosti 9. kilometru se nalézá plocha, u které se vyskytuje hodnota *POKRYVNOST do 10%* a zároveň *NÍZKÁ VITALITA*.

Druhá skupina zkoumaných ploch se vyskytuje mezi 7. a 8. kilometrem. Dochází zde ke změně vitality a to zejména hodnot *NÍZKÁ* a *PRŮMĚRNÁ*. To, že dochází na těchto plochách ke snižování vitality rostlin křídlatky je pozitivním jevem. Tento trend lze vyzorovat i ve zbytku zkoumaného území.

Poslední skupina ploch se vyskytuje u 3. a 4. kilometru. Na těchto plochách se v roce 2009 méně často vyskytovala hodnota *POKRYVNOST Do 10%*. V roce 2013 je však tato hodnota daleko četnější. Při komplexním pohledu je patrný úbytek nárůstu hodnot vitality *NÍZKÁ - PRŮMĚRNÁ* oproti roku 2009, a to vedle již zmíněné skutečnosti o výskytu pouze jediné hodnoty atributu *POKRYVNOST*.

8.2.8 Složený kartogram pokryvnost – úspěšnost likvidace

Další dvojice atributů *POKRYVNOST* a *ÚSPĚŠNOST* přebírá stejné vlastnosti atributu *POKRYVNOST*, jako u předchozích dvojic atributů s tímto atributem. Jedná se o *MV 10.* a *MV 16.* U atributu *ÚSPĚŠNOST* se zde nevyskytují tyto hodnoty:

- *POKRYVNOST Nad 51% - PRŮMĚRNÁ ÚSPĚŠNOST,*
- *POKRYVNOST Nad 51% - VYSOKÁ ÚSPĚŠNOST,*
- *POKRYVNOST Nad 11% - 50% - VYSOKÁ ÚSPĚŠNOST.*

První skupina ploch se nachází převážně mezi 6. a 7. kilometrem. V obou letech se zde vyskytují hodnoty *POKRYVNOST Do 10% - PRŮMĚRNÁ ÚSPĚŠNOST*. Jedná se o poměrně rozsáhlé plochy. V nejširším místě dosahují měřené plochy až 100 metrů. Další takové území se nalézá na pravém břehu u 9. kilometru. V roce 2013 došlo sice ke snížení výměry tohoto území. Hodnoty však zůstávají shodné s rokem 2009.

Plochy s rozdílem u jednoho atributu se vyskytují převážně mezi 7. a 9. kilometrem. V roce 2013 dochází k tomu, že na pravém břehu převládají plochy s hodnotou *PRŮMĚRNÁ ÚSPĚŠNOST*. Naopak v roce 2009 se zde vyskytovaly plochy s vysokou úspěšností likvidace křídlatky. Tato změna je zcela jistě zapříčiněna provedenou likvidací.

Poslední typ ploch se zde vyskytuje před 4. kilometrem na levém břehu. Došlo zde ke změně hodnot z *POKRYVNOST 11% - 50% - NÍZKÁ ÚSPĚŠNOST* na *POKRYVNOST Do 10% - VYSOKÁ ÚSPĚŠNOST*. Shodná situace se nachází na pravém břehu asi 100 metrů za 3. kilometrem. Obecně je v roce 2013 patrný nárůst hodnot s vysokou a průměr-nou úspěšností likvidace křídlatky.

8.2.9 Složený kartogram vitalita – úspěšnost likvidace

Poslední sledovanou dvojicí jsou atributy *VITALITA* a *ÚSPĚŠNOST*. Jedná se o tyto mapové výstupy: *MV 12.*, *MV 18.* Mezi těmito atributy byla prokázána statistická závislost, a to v obou letech. Tato závislost má vliv na distribuci hodnot mezi oběma atributy. To dokládá absence hodnot *NÍZKÁ VITALITA* a *NÍZKÁ ÚSPĚŠNOST*. To se týká pouze roku 2009. Načež v roce 2013 je situace jiná. Chybí zde totiž dvojice hodnot *VYSOKÁ VITALITA – VYSOKÁ ÚSPĚŠNOST*. Výskyt této dvojice vzhledem ke zjištěné závislosti není příliš pravděpodobný a není také příliš pravděpodobné, že na ploše s vysokou vitalitou je zároveň atribut vysoká úspěšnost likvidace a naopak.

Vyskytují se zde alespoň tři území, na kterých se objevují plochy, u kterých jsou hodnoty z uvedených let shodné. První oblast je mezi 6. a 7. kilometrem na pravém břehu. Zde se v daných letech vyskytuje hodnota *NÍZKÁ*, a to u obou atributů zároveň. Další plocha se nalézá na pravém břehu na 9. kilometru, s vyskytujícími se hodnotami *NÍZKÁ VITALITA – VYSOKÁ ÚSPĚŠNOST*. Poslední takové plochy se nalézají opět na pravém břehu na 8. kilometru. Vyskytují se zde hodnoty *VYSOKÁ VITALITA – NÍZKÁ ÚSPĚŠNOST*.

Druhá skupina je prezentována plochou, která se nalézá asi 400 metrů před 9. kilometrem na levém břehu. Hodnota atributu *ÚSPĚŠNOST* je v obou případech konstant-ní. Změnila se zde hodnota *VYSOKÁ VITALITA* v roce 2009 na *PRŮMĚRNÁ VITALITA*. To je pozitivní jev. Ostatní takové plochy nejsou tak prostorově výrazné.

Skupina, u které se mění hodnoty obou atributů, je například prezentována asi 100 metrů po 3. kilometru na pravém břehu. Na této ploše se v roce 2009 vyskytuje *VYSOKÁ VITALITA – NÍZKÁ ÚSPĚŠNOST*. V roce 2013 se zde nachází hodnoty *NÍZKÁ VITALITA – VYSOKÁ ÚSPĚŠNOST*. Na tomto území se také nachází plochy s podobnými plochami.

V kontextu celého zkoumaného území je patrná vysoká četnost hodnot *NÍZKÁ VITALITA – VYSOKÁ ÚSPĚŠNOST*. To je prokazatelné i statisticky, viz. *PŘÍLOHA 3*. V roce 2013 jsou tyto hodnoty v kontextu ostatních hodnot atributu *ÚSPĚŠNOST* četnější. To znamená, že v roce 2013 dochází k vyššímu výskytu rostlin křídlatky s nízkou vitalitou a zároveň vysokou úspěšností likvidace. To je opět pozitivní trend, který dokládá pozitivní přínosy provedení likvidace.

8.2.10 Pokryvnost v roce 2007

Pokryvnost v roce 2007 je kromě kvantitativního atributu *VÝMĚRA* jediným atributem. Ve zmiňovaném roce byla naměřená celkově největší plocha s křídlatkou, což se odráží i na hodnotách pokryvnosti. V roce 2007 je nejčastější hodnotou pokryvnosti *Nad 51%*. V letech 2009, 2013 dochází k poklesu četnosti této hodnoty. Tato hodnota se v roce 2013 ani nevyskytuje.

Podle *MV 6* je patrné, že hodnoty s vyšší pokryvností se vyskytují častěji v blízkosti toku Morávky. Tento trend byl potvrzen v kapitole 8.1.9. To je asi nejvíce patrné mezi 4. a 5. kilometrem. Tento jev lze pozorovat na celém zkoumaném území. Hodnota atributu *POKRYVNOST Do 10%* se zde vyskytuje méně často. Největší plocha s touto hodnotou se nachází za 3. kilometrem a má na šířku minimálně 250 metrů.

Plocha s největší výměrou se vyskytuje na 9. kilometru na pravém břehu. Velikost výměry této plochy v ostatních letech nebyla překonána. V okolí této plochy se vyskytují zejména plochy s hodnotou *Nad 51%*. V nejširším místě dosahují tyto plochy délky až 500 metrů. To je již rozsáhlé území pokryté křídlatkou a dokládá to nutnost provedení likvidace.

Všechny doposud zmiňované plochy se nacházejí uvnitř EVL Niva Morávky. Od 12. do 16. kilometru se vyskytuje křídlatka se všemi hodnotami atributu *POKRYVNOST*. Na tomto území se křídlatka vyskytuje pouze v tomto roce. V ostatních letech výskyt křídlatky na tomto území nebyl zmapován.

9 Závěr

Cílem této bakalářské práce je analýza dat týkající se výskytu křídlatky v povodí Morávky. **Analýza dat byla úspěšně provedena** pomocí statistických testů a ukazatelů. Na analýzu dat přímo navazují jednotlivé mapové výstupy, které slouží pro vizualizaci geodat. Bylo vytvořeno osmnáct mapových výstupů, které popisují výskyt křídlatky ve sledovaném území. Výsledky analýzy byly vyhodnocovány na základě porovnání statistických výsledků, grafů a tabulek, společně s mapovými výstupy.

Závislosti mezi vybranými atributy byly nalezeny mezi *VITALITA – ÚSPĚŠNOST*, a to v obou letech. Závislost těchto dvou atributů je zřetelná i z odpovídajících mapových výstupů. V roce 2009 byla prokázána závislost mezi všemi testovanými dvojicemi atributů. To se však netýká roku 2013, kdy kromě prvně zmiňované dvojice atributů, nebyly prokázány žádné další závislosti. Absence závislostí je způsobena provedením likvidace křídlatky, kdy logicky se měnila četnost jednotlivých hodnot. Popisované závislosti byly určeny pomocí Chí-kvadrát testu.

U testu ANOVA byla závislost s atributem *VÝMĚRA* prokázána pouze v roce 2009, a to mezi dvěma dvojicemi atributů. Jedná se *BIOTOP* a *VITALITA*. Je zajímavé, že závislost nebyla prokázána v roce 2007 u atributu *POKRYVNOST*, kdy bylo dosaženo maximální výměry ploch postižených křídlatkou. **Tedy *BIOTOP* a *VITALITA* v roce 2009 závisí na průměrné velikosti měřené plochy.**

Velikost výměry v roce 2013 se oproti roku 2007 zmenšila téměř na třetinu. V roce 2007 dosahovala celková hodnota výměry téměř 150 ha. V roce 2013 byla velikost celkové výměry necelých 50 ha. Příčina tohoto úbytku je jednoznačně způsobená provedením likvidace křídlatky. Velikost ploch s největší pokryvností byla v roce 2007, tedy největší ze všech řešených let. V následujícím roce 2009 byla největší celková výměra u nejnižší možné pokryvnosti. Je tedy zřejmé, že mezi roky 2007 a 2009 došlo k dramatickému úbytku ploch s hodnotou pokryvnosti *Nad 51%*. již dnes je bohužel patrné, že dojde k opětovnému nárůstu výměr s křídlatkou

Průměrná vzdálenost měřených ploch k toku Morávky je rozdílná, jak v jednotlivých letech, tak i mezi jednotlivými atributy. Nebyl zde nalezen žádný případ, že by hodnoty atributu vykazovaly trend, který by se vyskytoval u téhož atributu v jiném roce. Tedy prostorová distribuce hodnot atributů nevykazuje žádné výrazné trendy či závis-

losti, **kromě atributu *POKRYVNOST* v roce 2007, kdy průměrná velikost vzdálenosti klesá spolu s vyšší pokryvností.** Podobný trend vykazuje atribut *VITALITA* v roce 2013, kde průměrná vzdálenost narůstá spolu se zvyšující vitalitou.

Informace a následné poznatky ohledně výskytu křídlatky nebyly zcela vyčerpány z důvodu omezeného rozsahu BP. Je zde prostor pro detailnější prostorovou analýzu dat. Vhodné by bylo například použití prostorové regresní analýzy, pro prokázání prostorové závislosti mezi atributy, spolu s provedením shlukové analýzy, která by dokázala, že jednotlivé hodnoty atributů se shlukují. Dále by bylo vhodné mapovat výskyt křídlatky, především proto, že po ukončení likvidace dochází k opětovnému nárůstu ploch s výskytem křídlatky. Výsledky této BP mohou přispět při řešení problému s křídlatkou i v jiných lokalitách. Dále bude tato bakalářská práce nabídnuta Povodí Odry, kdy by bylo vhodné ji využít pro získání informací ohledně výskytu křídlatky pro možnou likvidaci křídlatky, či pro její podrobnější zmapování a zdokumentování.

Použitá literatura

- [1] 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.
- [2] HENDL, Jan. *Přehled statistických metod: analýza a metaanalýza dat*. 4., rozš. vyd. Praha: Portál, 2012, 734 s. ISBN 978-80-262-0200-4.
- [3] VOŽENÍLEK, Vít a Jaromír KAŇOK. *Metody tematické kartografie: vizualizace prostorových jevů*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci pro katedru geoinformatiky, 2011, 216 s. ISBN 978-80-244-2790-4.
- [4] PETR, Pavel. Stručný návod k ovládání: IBM SPSS Statistics 19 a IBM Modeler 14. In: [online]. [cit. 2014-02-22]. Dostupné z: http://dspace.upce.cz/bitstream/10195/42661/1/PetrP_IBM_Statistics_2012.pdf
- [5] Znaménkové schéma: Explorační skripty v IBM SPSS. [online]. [cit. 2014-02-25]. Dostupné z: <http://www.acrea.cz/cz/skripty/znamenkove-schema>
- [6] TRNČÁK, Libor. *Analýza změn krajinného pokryvu nivy Morávky*. Ostrava, 2012. Diplomová práce. Vysoká škola Báňská - Technická univerzita Ostrava. Vedoucí práce RNDr. Pavel Švec, Ph.D.
- [7] Atlas hlavních toků povodí Odry: Morávka. POVODÍ ODRY STÁTNÍ PODNIK. [online]. [cit. 2014-03-08]. Dostupné z: http://www.pod.cz/atlas_toku/moravka.html.
- [8] Záchrana lužních stanovišť v povodí Morávky. PROGRAM LIFE-NATURE. [online]. [cit. 2014-03-11]. Dostupné z: <http://www.life-moravka.cz/projekt.php>

Seznam příloh

PŘÍLOHA 1. Tabulky a grafy pro atributy BIOTOP – ÚSPĚŠNOST LIKVIDACE v letech 2009, 2013.....	45
PŘÍLOHA 2. Tabulky a grafy pro atributy BIOTOP – VITALITA v letech 2009, 2013....	46
PŘÍLOHA 3. Tabulky a grafy pro atributy VITALITA - ÚSPĚŠNOST v letech 2009, 2013	47
PŘÍLOHA 4. Průměrné výměry v ha pro atributy ÚSPĚŠNOST a VITALITA.....	48
PŘÍLOHA 5. Průměrné výměry v ha pro atributy BIOTOP a POKRYVNOST.....	49
PŘÍLOHA 6. Průměrné vzdálenosti měřených ploch k toku Morávky a jejich směrodatné odchylky atributu BIOTOP.....	50
PŘÍLOHA 7. Průměrné vzdálenosti měřených ploch k toku Morávky a jejich směrodatné odchylky atributu VITALITA.....	51
PŘÍLOHA 8. Průměrné vzdálenosti měřených ploch k toku Morávky a jejich směrodatné odchylky atributu ÚSPĚŠNOST LIKVIDACE.....	52
PŘÍLOHA 9. Průměrné vzdálenosti měřených ploch k toku Morávky a jejich směrodatné odchylky atributu POKRYVNOST.....	53

Seznam tištěných příloh ve formátu A4

- MV 1. Výskyt křídlatky v ČR ve zkoumaných letech 2007, 2009, 2013
- MV 2. Výskyt křídlatky v povodí Morávky v letech 2007, 2009, 2013
- MV 3. Rozdíl výměry křídlatky v povodí Morávky v letech 2009 a 2007
- MV 4. Rozdíl výměry křídlatky v povodí Morávky v letech 2013 a 2007
- MV 5. Rozdíl výměry křídlatky v povodí Morávky v letech 2013 a 2009
- MV 6. Pokryvnost křídlatky v povodí Morávky v roce 2007
- MV 7. Biotop a pokryvnost křídlatky v povodí Morávky v roce 2009
- MV 8. Biotop a úspěšnost likvidace křídlatky v povodí Morávky v roce 2009
- MV 9. Biotop a vitalita křídlatky v povodí Morávky v roce 2009
- MV 10. Pokryvnost a úspěšnost likvidace křídlatky v povodí Morávky v roce 2009
- MV 11. Pokryvnost a vitalita křídlatky v povodí Morávky v roce 2009
- MV 12. Vitalita a úspěšnost likvidace křídlatky v povodí Morávky v roce 2009
- MV 13. Biotop a pokryvnost křídlatky v povodí Morávky v roce 2013
- MV 14. Biotop a úspěšnost likvidace křídlatky v povodí Morávky v roce 2013
- MV 15. Biotop a vitalita křídlatky v povodí Morávky v roce 2013
- MV 16. Pokryvnost a úspěšnost likvidace křídlatky v povodí Morávky v roce 2013
- MV 17. Pokryvnost a vitalita křídlatky v povodí Morávky v roce 2013
- MV 18. Vitalita a úspěšnost likvidace křídlatky v povodí Morávky v roce 2013

PŘÍLOHA 1. Tabulky a grafy pro atributy *BIOTOP* – ÚSPĚŠNOST LIKVIDACE v letech 2009, 2013

Četnost v roce 2013		ÚSPĚŠNOST			Součet
		Nízká	Průměrná	Vysoká	
BIOTOP	Vlhký	7	16	16	39
	Normální	4	30	33	67
	Suchý	9	16	18	43
	Součet	20	62	67	149

Četnost v roce 2009		ÚSPĚŠNOST			Součet
		Nízká	Průměrná	Vysoká	
BIOTOP	Vlhký	8	20	11	39
	Normální	7	18	44	69
	Suchý	7	18	35	60
	Součet	22	56	90	168

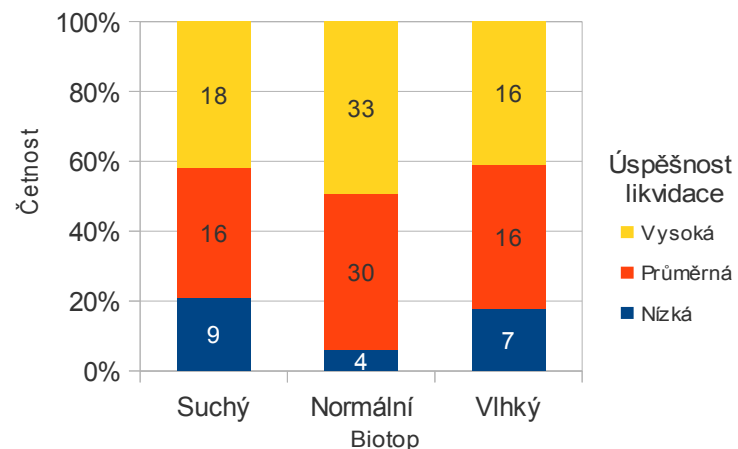
Četnost v roce 2013		ÚSPĚŠNOST			Součet
		Nízká	Průměrná	Vysoká	
BIOTOP	Vlhký	17,9%	41,0%	41,0%	100%
	Normální	6,0%	44,8%	49,3%	100%
	Suchý	20,9%	37,2%	41,9%	100%
	Součet	13,4%	41,6%	45,0%	100%

Četnost v roce 2009		ÚSPĚŠNOST			Součet
		Nízká	Průměrná	Vysoká	
BIOTOP	Vlhký	20,5%	51,3%	28,2%	100%
	Normální	10,1%	26,1%	63,8%	100%
	Suchý	11,7%	30,0%	58,3%	100%
	Součet	13,1%	33,3%	53,6%	100%

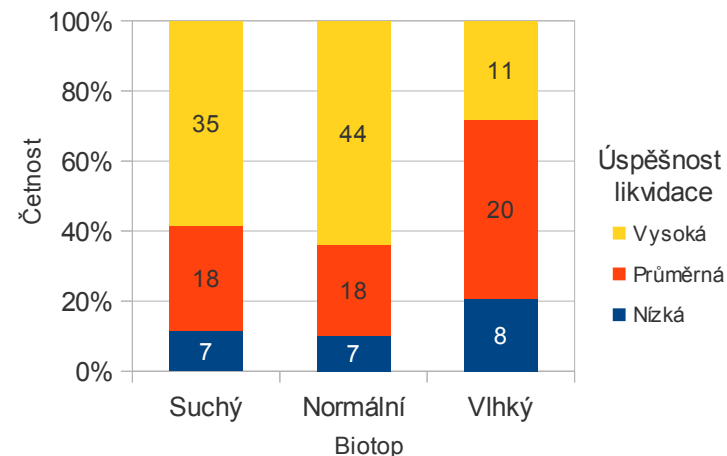
Znaménkové schéma v roce 2013		ÚSPĚŠNOST		
		Nízká	Průměrná	Vysoká
BIOTOP	Suchý	0	0	0
	Normální	-	0	0
	Vlhký	0	0	0

Znaménkové schéma v roce 2009		ÚSPĚŠNOST		
		Nízká	Průměrná	Vysoká
BIOTOP	Vlhký	---	++	0
	Normální	0	0	-
	Suchý	0	-	0

Graf č. 1 Četnosti hodnot úspěšnosti likvidace u hodnot biotopů v roce 2013



Graf č. 2 Četnosti hodnot úspěšnosti likvidace u hodnot biotopů v roce 2009



PŘÍLOHA 2. Tabulky a grafy pro atributy *BIOTOP* – *VITALITA* v letech 2009, 2013

V roce 2013		VITALITA			Součet
		Nízká	Průměrná	Vysoká	
BIOTOP	Vlhký	20	12	7	39
	Normální	33	31	5	69
	Suchý	14	22	7	43
	Součet	67	65	19	151

V roce 2009		VITALITA			Součet
		Nízká	Průměrná	Vysoká	
BIOTOP	Vlhký	12	22	7	41
	Normální	43	14	3	70
	Suchý	40	15	8	63
	Součet	95	61	18	174

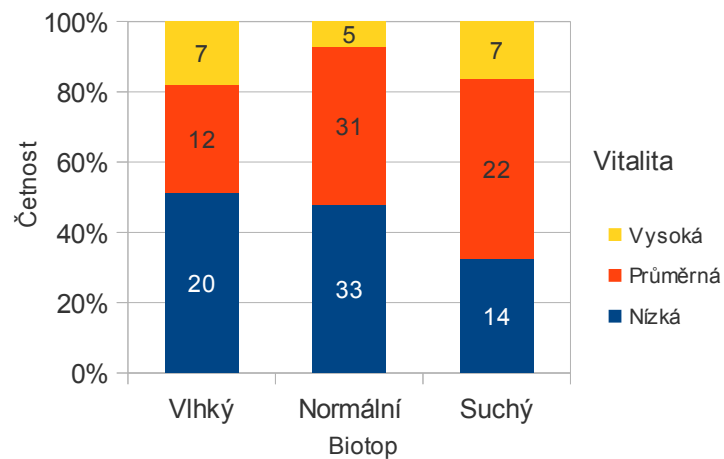
V roce 2013		VITALITA			Součet
		Nízká	Průměrná	Vysoká	
BIOTOP	Vlhký	51,3%	30,8%	17,9%	100%
	Normální	47,8%	44,9%	7,2%	100%
	Suchý	32,6%	51,2%	16,3%	100%
	Součet	44,4%	43,0%	12,6%	100%

V roce 2009		VITALITA			Součet
		Nízká	Průměrná	Vysoká	
BIOTOP	Vlhký	29,3%	53,7%	17,1%	100%
	Normální	61,4%	34,3%	4,3%	100%
	Suchý	63,5%	23,8%	12,7%	100%
	Součet	54,6%	35,1%	10,3%	100%

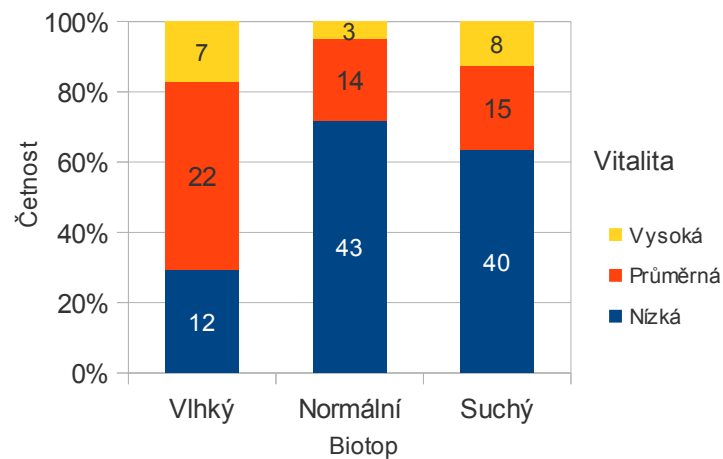
Znaménkové schéma v roce 2013		VITALITA		
		Nízká	Průměrná	Vysoká
BIOTOP	Vlhký	0	0	0
	Normální	0	0	0
	Suchý	0	0	0

Znaménkové schéma v roce 2009		VITALITA		
		Nízká	Průměrná	Vysoká
BIOTOP	Vlhký	0	0	-
	Normální	0	0	0
	Suchý	---	++	0

Graf č. 1 Četnost hodnot vitality u hodnot biotopů v roce 2013



Graf č. 2 Četnost hodnot vitality u hodnot biotopů v roce 2009



PŘÍLOHA 3. Tabulky a grafy pro atributy *VITALITA - ÚSPĚŠNOST* v letech 2009, 2013

v roce 2013		VITALITA			Součet
		Nízká	Průměrná	Vysoká	
ÚSPĚŠNOST	Nízká	1	3	16	20
	Průměrná	8	53	1	62
	Vysoká	58	9	0	67
	Součet	67	65	17	149

v roce 2013		VITALITA			Součet
		Nízká	Průměrná	Vysoká	
ÚSPĚŠNOST	Nízká	5,0%	15,0%	80,0%	100%
	Průměrná	12,9%	85,5%	1,6%	100%
	Vysoká	86,6%	13,4%	0,0%	100%
	Součet	45,0%	43,6%	11,4%	100%

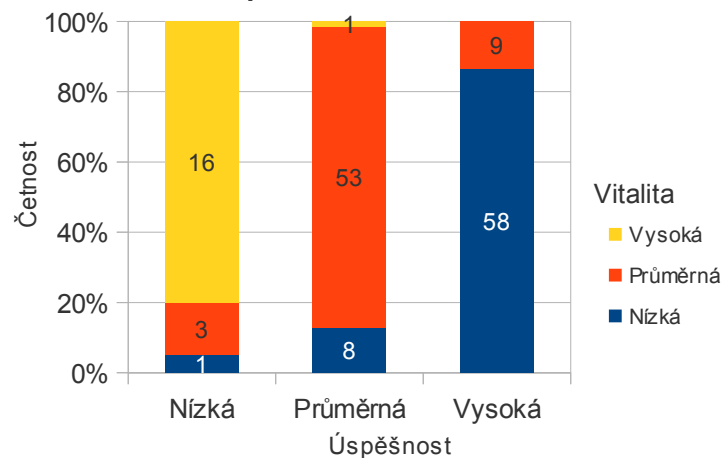
Znaménkové schéma v roce 2013		VITALITA		
		Nízká	Průměrná	Vysoká
ÚSPĚŠNOST	Nízká	---	--	+++
	Průměrná	---	+++	--
	Vysoká	+++	---	---

v roce 2009		VITALITA			Součet
		Nízká	Průměrná	Vysoká	
ÚSPĚŠNOST	Nízká	0	9	13	22
	Průměrná	10	44	2	56
	Vysoká	84	6	0	90
	Součet	94	59	15	168

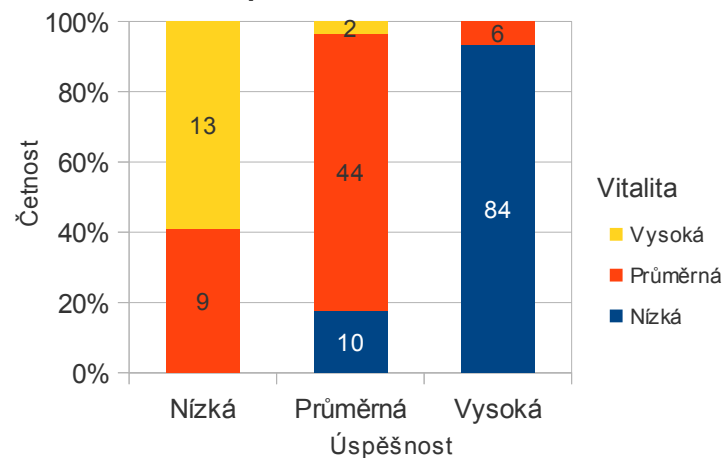
v roce 2009		VITALITA			Součet
		Nízká	Průměrná	Vysoká	
ÚSPĚŠNOST	Nízká	0,0%	40,9%	59,1%	100%
	Průměrná	17,9%	78,6%	3,6%	100%
	Vysoká	93,3%	6,7%	0,0%	100%
	Součet	56,0%	35,1%	8,9%	100%

Znaménkové schéma v roce 2009		VITALITA		
		Nízká	Průměrná	Vysoká
ÚSPĚŠNOST	Nízká	---	0	+++
	Průměrná	---	+++	0
	Vysoká	+++	---	---

Graf č. 1 Četnost hodnot vitality u hodnot úspěšnosti v roce 2013



Graf č. 2 Četnost hodnot vitality u hodnot úspěšnosti v roce 2009

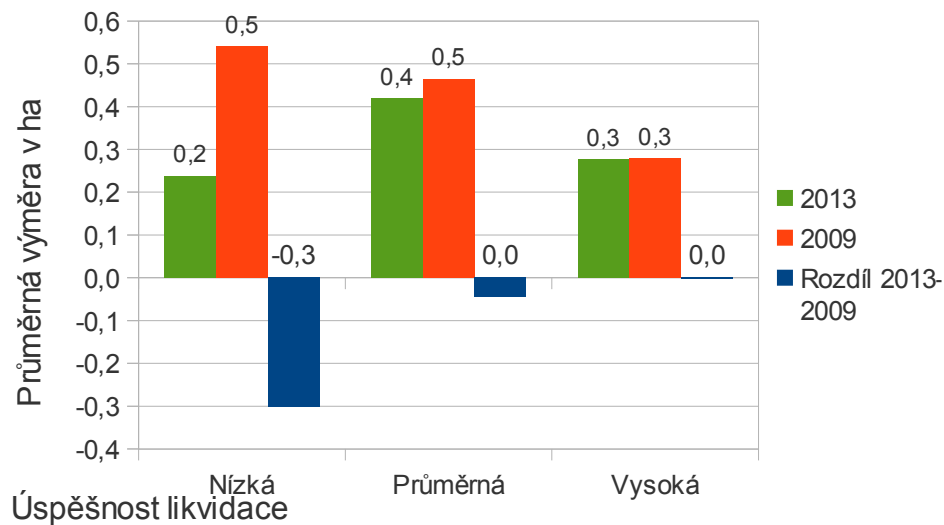


PŘÍLOHA 4. Průměrné výměry v ha pro atributy *ÚSPĚŠNOST* a *VITALITA*

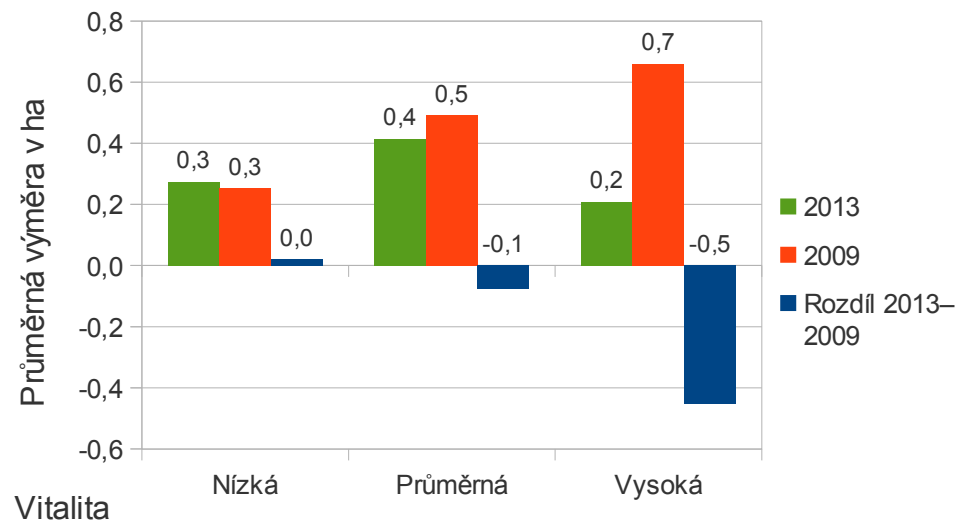
Úspěšnost	Průměrná výměra v ha		
	2013	2009	Rozdíl 2013–2009
Nízká	0,24	0,54	-0,30
Průměrná	0,42	0,46	-0,05
Vysoká	0,28	0,28	0,00

Vitalita	Průměrná výměra v ha		
	2013	2009	Rozdíl 2013–2009
Nízká	0,27	0,25	0,02
Průměrná	0,42	0,49	-0,08
Vysoká	0,21	0,66	-0,45

Graf č. 1 Porovnání průměrných výměr atributu úspěšnosti likvidace v letech 2013 a 2009



Graf č. 2 Porovnání průměrných výměr atributu vitalita v letech 2013 a 2009

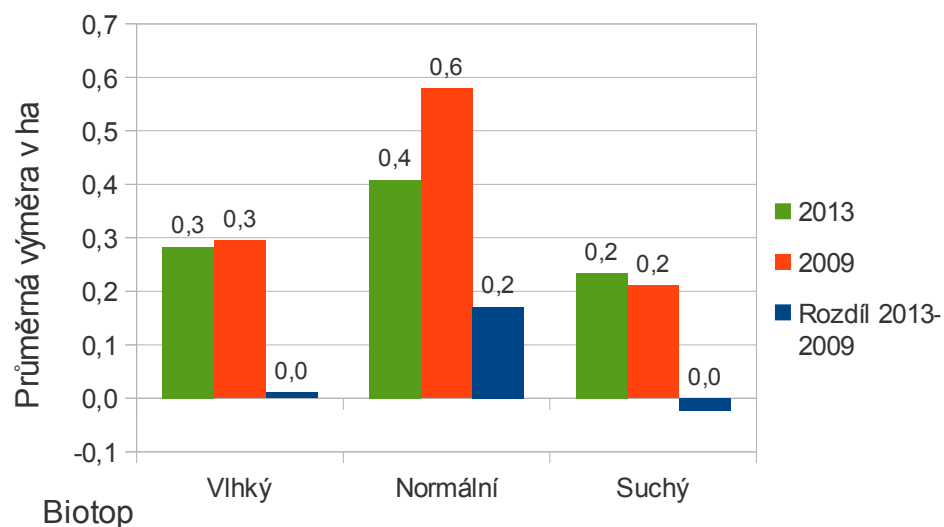


PŘÍLOHA 5. Průměrné výměry v ha pro atributy *BIOTOP* a *POKRYVNOST*

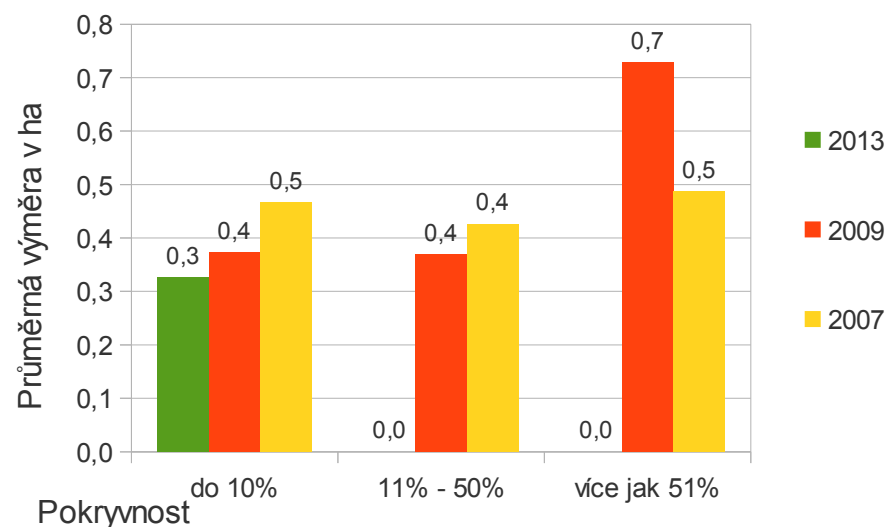
Biotop	Průměrná výměra v ha		
	2013	2009	Rozdíl 2013–2009
Vlhký	0,28	0,29	-0,01
Normální	0,41	0,58	-0,17
Suchý	0,23	0,21	0,02

Pokryvnost	Průměrná výměra v ha		
	2013	2009	2007
do 10%	0,33	0,37	0,47
11% - 50%	0,00	0,37	0,43
více jak 51%	0,00	0,73	0,49

Graf č. 1 Porovnání průměrných výměr atributu biotop v letech 2013 a 2009



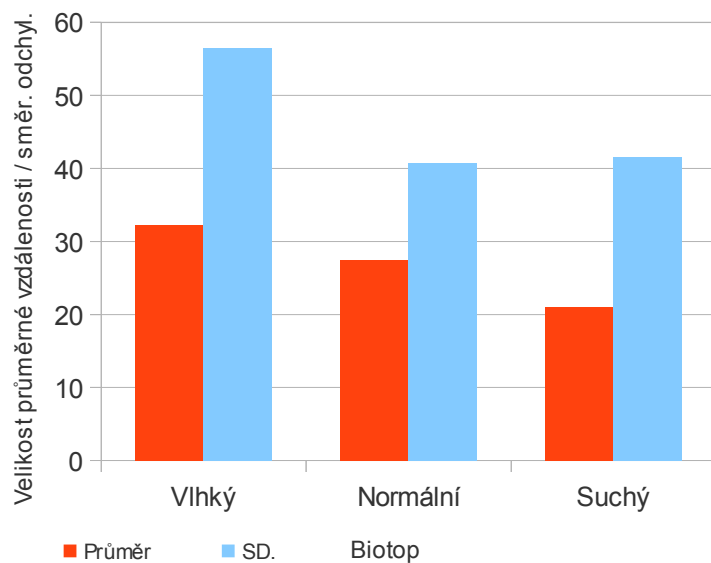
Graf č. 2 Porovnání průměrných výměr atributu pokryvnost v letech 2013, 2009, 2007



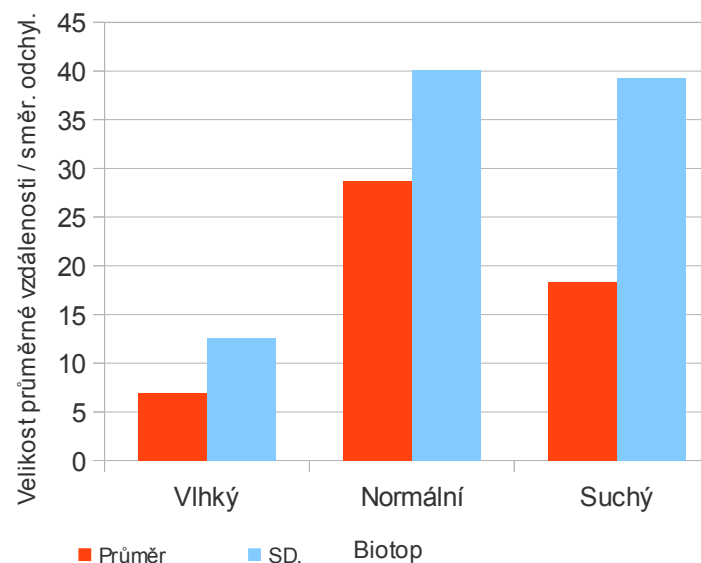
PŘÍLOHA 6. Průměrné vzdálenosti měřených ploch k toku Morávky a jejich směrodatné odchylky atributu *BIOTOP*

		Biotop	Průměr	SD.
2009	Vlhký		32,3	56,5
	Normální		27,5	40,7
	Suchý		21,1	41,6
2013	Vlhký		7,0	12,6
	Normální		28,7	40,1
	Suchý		18,4	39,2

Graf č. 1 Velikost průměrné vzdálenosti v metrech a směrodatné odchylky atributu biotop v roce 2009



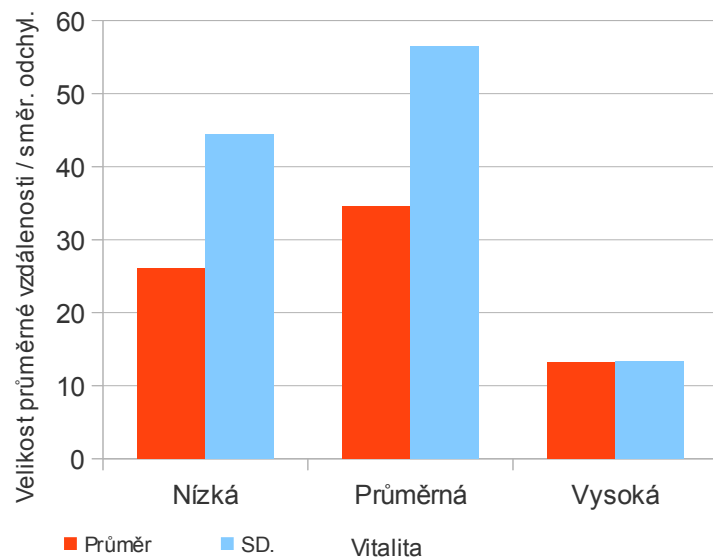
Graf č. 2 Velikost průměrné vzdálenosti v metrech a směrodatné odchylky atributu biotop v roce 2013



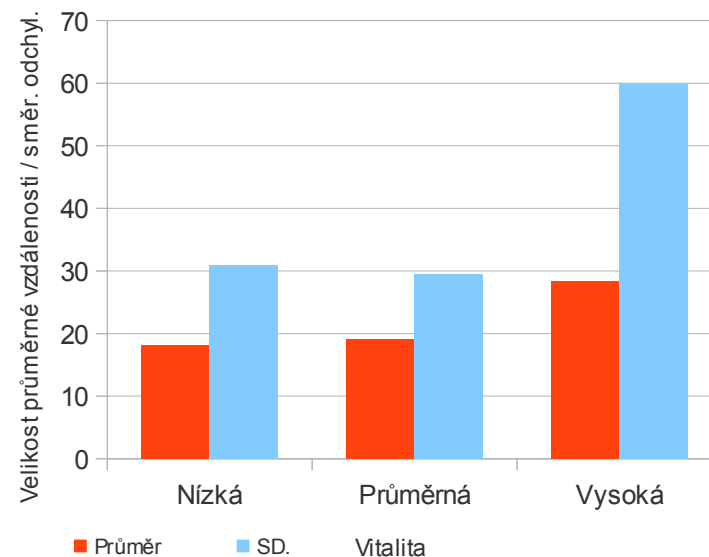
PŘÍLOHA 7. Průměrné vzdálenosti měřených ploch k toku Morávky a jejich směrodatné odchyly atributu *VITALITA*

		Vitalita	Průměr	SD.
2009	Nízká		26,1	44,4
	Průměrná		34,6	56,5
	Vysoká		13,2	13,3
2013	Nízká		18,2	31,0
	Průměrná		19,1	29,5
	Vysoká		28,3	60,0

Graf č. 1 Velikost průměrné vzdálenosti v metrech a směrodatné odchyly atributu vitalita v roce 2009



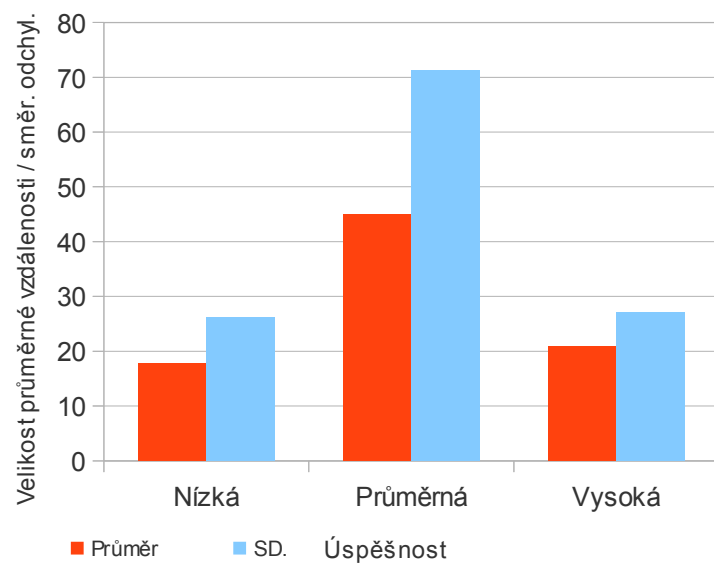
Graf č. 2 Velikost průměrné vzdálenosti v metrech a směrodatné odchyly atributu vitalita v roce 2013



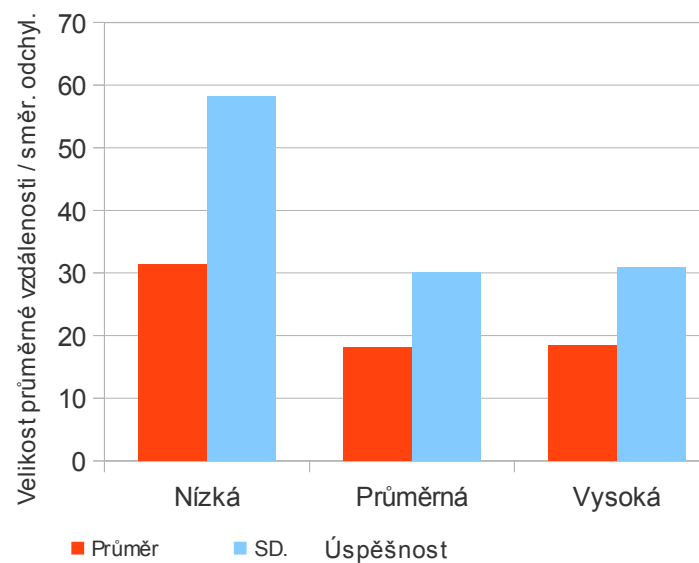
PŘÍLOHA 8. Průměrné vzdálenosti měřených ploch k toku Morávky a jejich směrodatné odchyly atributu *ÚSPĚŠNOST LIKVIDACE*

		Úspěšnost	Průměr	SD.
2009	Nízká		17,8	26,1
	Průměrná		45,1	71,2
	Vysoká		20,9	27,1
2013	Nízká		31,3	58,2
	Průměrná		18,1	30,0
	Vysoká		18,4	30,9

Graf č. 1 Velikost průměrné vzdálenosti v metrech a směrodatné odchyly atributu úspěšnost likvidace v roce 2009



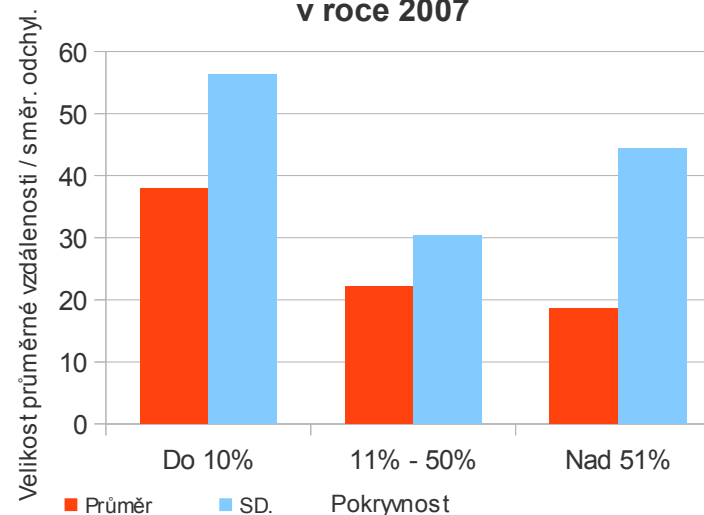
Graf č. 2 Velikost průměrné vzdálenosti v metrech a směrodatné odchyly atributu úspěšnost likvidace v roce 2013



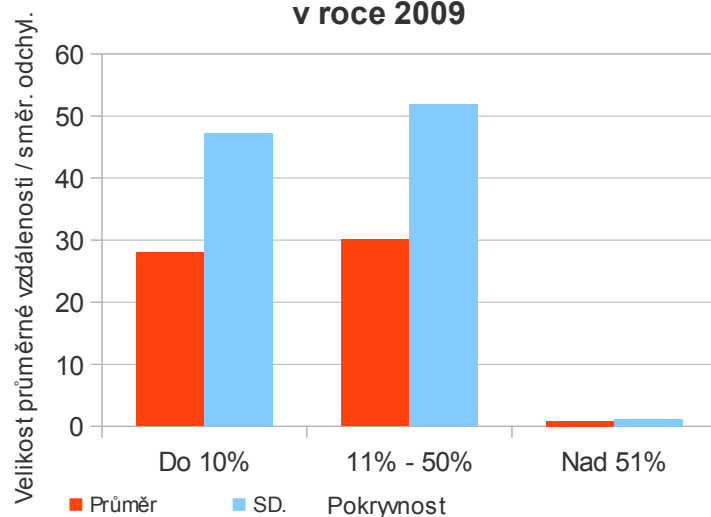
PŘÍLOHA 9. Průměrné vzdálenosti měřených ploch k toku Morávky a jejich směrodatné odchytky atributu *POKRYVNOST*

	Pokryvnost	Průměr	SD.
2007	Do 10%	37,9	56,2
	11% - 50%	22,1	30,4
	Nad 51%	18,7	44,4
2009	Do 10%	28,0	47,2
	11% - 50%	30,1	51,8
	Nad 51%	0,8	1,2
2013	Do 0,1%	20,7	32,6
	0,1% - 1%	13,4	25,1
	Do 10%	32,2	58,9

Graf č. 1 Velikost průměrné vzdálenosti v metrech a směrodatné odchytky atributu pokryvnost v roce 2007



Graf č. 2 Velikost průměrné vzdálenosti v metrech a směrodatné odchytky atributu pokryvnost v roce 2009



Graf č. 3 Velikost průměrné vzdálenosti v metrech a směrodatné odchytky atributu pokryvnost v roce 2013

