

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra ekologie a životního prostředí



**Výskyt a ekologie populací vážky plavé (*Libellula fulva*)
v těžbou ovlivněné krajině Karvinska**

Kateřina Majčíková

Bakalářská práce

předložená na Katedře ekologie a životního prostředí
Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků

na získání titulu Bc. v oboru

Ekologie a ochrana životního prostředí

Vedoucí práce: doc. RNDr. Aleš Dolný, Ph.D.

Olomouc 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením doc. RNDr. Aleše Dolného, Ph.D. a s vyznačením všech použitých pramenů a spoluautorství. Souhlasím se zveřejněním bakalářské práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách, ve znění pozdějších předpisů. Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, ve znění pozdějších předpisů.

V Olomouci 23. dubna 2019

.....

podpis

Majčíková K. (2019): Výskyt a ekologie vážky plavé (*Libellula fulva*) v těžbou ovlivněné krajině Karvinska. Bakalářská práce. Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci. 50 s. Česky.

Abstrakt

Cílem předkládané práce je výzkum populací vážky plavé (*Libellula fulva*) v postindustriálních biotopech odkaliště Mokroš a Solecký potok. Práce zároveň navazuje na výsledky studia populace na Mokroši z let 2002 a 2003. *Libellula fulva* je v Červeném seznamu ohrožených druhů ČR zařazena do kategorie téměř ohrožený druh, na území ČR byl druh považován za vyhynulý nebo neznámý až do konce 20. století. U populací byla pozorována početnost, struktura a prostorové rozmístění, dále bylo sledováno chování *L. fulva* na dvou různých stanovištích, podmínky jejich habitatu a druhové složení odonatocenózy na lokalitách. K získání odhadů velikosti populací byla použita metoda zpětných odchytů (capture-recapture method). Terénním výzkumem byl potvrzen stabilní výskyt populací na obou lokalitách. Odhadovaná velikost populace byla několikrát vyšší na lokalitě Solecký potok. Při srovnání výsledků z roku 2002 a 2003 byl zjištěn pokles velikosti populace na lokalitě Mokroš, který však nemohl být pokládán za důkaz klesajícího trendu populace. Na obou lokalitách byl při monitoringu odonatocenóz potvrzen výskyt ohrožených druhů a druhů citlivých na vodní znečištění a zásahy do biotopu. Výsledky této práce mohou sloužit jako pomoc při ochraně druhu a tvorbě managementu lokalit.

Majčíková K. (2019): Distribution and ecology of scarce chaser (*Libellula fulva*) in by mining affected landscape of Karviná. Bachelor's thesis. Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacky University in Olomouc, 47 pp, in Czech.

Abstract

The aim of this thesis is to study populations of scarce chaser (*Libellula fulva*) in the postindustrial habitats of the Mokroš and the Solečký potok. The thesis also builds on the results of the population study at the Mokroš from 2002 and 2003. *Libellula fulva* is classified as category of near threatened species in the Red list of endangered species in the Czech republic. The species was considered extinct or missing in the Czech Republic until the end of 20th century. Abundance, structure and spatial distribution were observed in populations, furthermore behavior of *L. fulva* in two different habitats was observed, conditions of their habitat and species composition of odonatocoenoses at localities. The capture-recapture method was used to obtain population size estimates. Field research confirmed the stable occurrence of populations at both sites. The estimated size of the population was several times higher in the location Solečký potok. When comparing the results from 2002 and 2003, a decrease in population size was found in the Mokroš locality, which we could not see as evidence of a declining population trend. Occurrence of endangered species and species sensitive to water pollution and to interventions of the habitat was confirmed during the monitoring of odonatocoenoses at both localities. The results of this work can serve as a help to protect the species and as help in the creation of a site management.

OBSAH

SEZNAM TABULEK.....	VIII
SEZNAM OBRÁZKŮ	IX
SEZNAM GRAFŮ.....	X
PODĚKOVÁNÍ	XI
1 ÚVOD	1
2 CÍLE.....	3
3 MATERIÁL A METODIKA.....	4
3.1 CHARAKTERISTIKA VÁŽKY PLAVÉ (LIBELLULA FULVA, MÜLLER, 1764).....	4
3.1.1 Taxonomické zařazení.....	4
3.1.2 Identifikace	4
3.1.3 Felonologie a ekologie.....	5
3.1.4 Habitatové nároky.....	5
3.1.5 Areál rozšíření.....	6
3.1.6 Ohrožení a ochrana	8
3.2. CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ KARVINSKA.....	8
3.3 CHARAKTERISTIKA LOKALIT	10
3.3.2 Lokalita Mokroš	10
3.3.3 Lokalita Solecký potok	12
3.3 METODY ZPĚTNÝCH ODCHYTŮ	13
3.4 MONITORING ODONATOZENÓZ	14
3.5 PRŮBĚH TERÉNNÍ PRÁCE	15
4 VÝSLEDKY	16
4.1 VÝSLEDKY TERÉNNÍHO VÝZKUMU <i>LIBELLULA FULVA</i>	16
4.2 VÝSLEDKY MONITORINGU ODONATOCENÓZ.....	19
5 DISKUZE.....	21
5.1 HODNOCENÍ VÝSLEDKŮ TERÉNNÍHO VÝZKUMU	21
5.2 HODNOCENÍ MONITORINGU ODONATOCENÓZ	22
5.3 SROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ VÝZKUMU	23
5.4 OCHRANA A MANAGMENT LOKALIT	26

6	ZÁVĚR	27
7	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	28
7.1	ZDROJE MAPOVÝCH MATERIÁLŮ	32
10	PŘÍLOHY	33
10.1	PŘÍLOHA 1	33
10.2	PŘÍLOHA 2	34
10.3	PŘÍLOHA 3	35
10.4	PŘÍLOHA 4	37
10.5	PŘÍLOHA 5	38

Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Počet odchycených imág <i>L. fulva</i> na lokalitách.....	16
Tabulka č. 2: Výsledky odhadu velikosti populace podle metody Schnabelové, počítané na samcích, interval spolehlivosti $\alpha = 0,05$	16
Tabulka č. 3: Srovnání odhadů velikosti populace různými metodami.....	17
Tabulka č. 4: Seznam pozorovaných druhů vážek, lokalita Mokroš.....	19
Tabulka č. 5: Seznam pozorovaných druhů vážek, lokalita Solec ký potok.....	20
Tabulka č. 6: Počet odchycených jedinců na lokalitě Mokroš dle výzkumu Pavla Matějky a Aleše Dolného (Dolný & Matějka 2007) v roce 2002 a 2003, výsledky výzkumu z roku 2018	23
Tabulka č. 7: Druhová variabilita v letech 2002, 2003 a 2018.....	25

Seznam obrázků

Obr. č. 1: Rozšíření <i>Libellula fulva</i> v Evropě	6
Obr. č. 2: Počet nálezů druhu <i>Libellula fulva</i> podle záznamů v ND OP.....	7
Obr. č. 3: Výskyt druhu <i>Libellula fulva</i> podle ND OP.....	7
Obr. č. 4: Topografická mapa lokality Mokroš.....	11
Obr. č. 5: Satelitní snímek Mokroše a okolí.....	11
Obr. č. 6: Topografická mapa: Solecký potok.....	12
Obr. č. 7: Satelitní snímek Soleckého potoku a okolí.....	13
Obr. č. 8: Označený samec <i>L. fulva</i> zeleným popisovačem.....	33
Obr. č. 9: Označený samec <i>L. fulva</i> červeným popisovačem.....	33
Obr. č. 10: Zaznamenaný výskyt <i>L. fulva</i>	37
Obr. č. 11: Fotografie lokality Solecký potok ze začátku července 2018, ústí Soleckého potoku.....	38
Obr. č. 12: Fotografie lokality Solecký potok ze začátku července 2018, vyústění do mělkého poklesu.....	38
Obr. č. 13: Fotografie lokality Mokroš ze začátku července 2018.....	39

Seznam grafů

Graf č. 1: Odhad množství imág <i>L. fulva</i> na lokalitě Mokroš v roce 2018 podle metody Chapmana.....	18
Graf č. 2: Odhad množství imág <i>L. fulva</i> na lokalitě Solec ký potok v roce 2018 podle metody Chapmana.....	18
Graf č. 3: Maximální denní teploty Moravskoslezského kraje v období výzkumu	33

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu bakalářské práce panu doc. RNDr. Aleši Dolnému, Ph.D. za možnost věnovat se problematice a tématu mně blízkému, za cenné rady a vstřícnost při konzultacích. Dále bych chtěla poděkovat Mgr. Stanislavu Ožanovi za trpělivost, ochotu, čas a řadu rad, bez kterých by se tato práce neobešla.

1 Úvod

Vážka plavá (*Libellula fulva* Müller 1764) byla na území České republiky ještě do konce dvacátého století považována za druh vyhynulý (Dolný 2007). Teprve v roce 2001, více než 70 let po posledním nálezu druhu, byl poprvé potvrzen výskyt této u nás vzácné vážky na odkališti Mokroš v okrese Karviná (Dolný 2002). Nálezy *L. fulva* se v dalších letech objevovaly v oblasti jižní Moravy, ale také například středních Čechách (Dolný 2003), lokality na Karvinsku však můžeme považovat z hlediska nálezů za nejpočetnější (AOPK ČR 2019). V roce 2005 byla *Libellula fulva* zařazena do Červeného seznamu ohrožených druhů České republiky do kategorie kriticky ohrožený druh (Hanel et al. 2005). Kategorie ochrany byla v Červeném seznamu ohrožených druhů ČR z roku 2017 změněna, a to na téměř ohrožený druh (Dolný et al. 2017), i nadále však můžeme druh považovat za ochranářsky zajímavý.

Karvinská černouhelná odkaliště, také nazývaná sedimentační nádrže, se svým antropogenním původem představují rychle se měnící a nestálé biotopy. Zároveň však hrají důležitou roli v hornické krajině a poskytují příležitost mnohým druhům pro jejich opětovné navrácení do těžbou zdevastované krajiny. Výskyt *L. fulva* v postindustriálních biotopech, jakými jsou karvinská odkaliště, proto představuje zajímavý přírodní úkaz. Navíc bylo na takovýchto stanovištích Karvinska, jako jsou odkaliště a poklesové tůně, zjištěno 50 druhů vážek, což představuje tři čtvrtiny druhů vyskytujících se v České republice (Hesoun & Dolný 2011).

Sledováním populace *L. fulva* na Karvinsku můžeme nejen zajistit její ochranu na těchto a dalších potencionálních lokalitách. Porozumění strategie přežití druhu v těžbou ovlivněné krajině by mohlo napomoci navržení správných postupů revitalizace a managementu i na dalších postindustriálních stanovištích. *Libellula fulva* totiž podobně, jako i další vzácné druhy vážek vyskytujících se na odkalištích, představuje dobře sledovatelný bioindikátor ekologicky příznivého stavu vodního prostředí (Corbet 1993). Jejím sledováním na stanovištích, kde proběhla člověkem neřízená obnova namísto technické rekultivace, by navíc mohla podpořit teorii ekologické obnovy cestou spontánní regenerace (Tropek & Řehounek 2011).

Tato práce srovnává aktuální stav s výsledky výzkumů Pavla Matějky a Aleše Dolného, kteří se věnovali popisu a odhadu velikosti populace *L. fulva* na lokalitě Mokroš v letech 2002 a 2003 (Dolný & Matějka 2007). Se změnami v krajině, způsobenými nejen

lidským zásahem, ale i postupnou sekundární sukcesí, se od posledního výzkumu z roku 2003 na zmíněných stanovištích výrazně změnila podmínky prostředí. Nový výzkum by tak mohl objasnit řadu otázek týkajících se stability či vývoje populace za posledních patnáct let. Aktuálním rozbohem stavu populací *L. fulva* a jejich biotopových preferencí by tak bylo možné nejen popsat změny od doby posledního výzkumu, ale i predikovat populační trendy nebo potenciální rizika do budoucna.

2 Cíle

Hlavním cílem této bakalářské práce je poskytnout informace o aktuálním stavu populace, případně subpopulací, vážky plavé (*Libellula fulva*) na důlních odkalištích na Karvinsku, se zaměřením na početnost, pohlavní strukturu a prostorové rozmístění (sub)populací tohoto druhu. Následně budou aktuální výsledky srovnány se stavem před 15 lety dle výzkumu Matějky a Dolného (2007) s cílem stanovení vývoje či změn dané populace, včetně populačního trendu, potenciálních rizik nebo perspektiv do budoucna. Dílčími cíli je zjistit, která místa a jaký typ mikrobiotopu preferují imága pro epigamní a další životně důležité aktivity a analyzovat druhové složení odonatocenóz na zkoumaných lokalitách.

3 Materiál a metodika

3.1 Charakteristika vážky plavé (*Libellula fulva* Müller, 1764)

3.1.1 Taxonomické zařazení

Libellula fulva patří do řádu vážky (Odonata). Tato systematická jednotka je součástí podtřídy křídlatí (*Pterygota*) a infratřídy starokřídlý hmyz (*Paleoptera*), kterou sdílí s řádem jepice (*Ephemeroptera*), jak také bylo potvrzeno recentními molekulárně-fylogenetickými studii (Thomas et al. 2013, Misoff et al. 2014).

Unikátní vlastností skupiny Odonata je výrazná modifikace labia (spodní pysk) u larev a mechanismus nepřímého přenosu spermií. Pro skupinu Odonata je také typická neschopnost skládat křídla, která pouze mohou přikládat k sobě vertikálně nad tělem, tento znak však není zcela jedinečný, neboť se podobná vlastnost vyvinula během fylogeneze hmyzu vícekrát (Thorpe & Rogers 2005). Řád Odonata se dělí na tři podřády: stejnokřídlice (*Zygoptera*), šídlice (*Anisozygoptera*) a různokřídlice (*Anisoptera*), ze kterých se v Evropě vyskytují *Zygoptera* a *Anisoptera*. *Anisoptera* má na území ČR pět čeledí a to Aesnidae, Gomphidae, Cordulegastridae, Corduliidae a Libellulidae (Jeziorski & Holuša 2012). V České republice bylo tedy doposud prokazatelně zjištěno 73 druhů vážek. Na území Čech je to 71 druhů a na Moravě, včetně Slezska, 69 druhů (Dolný, Harabiš & Bárta 2016).

Libellula fulva se řadí do čeledi Libellulidae, neboli vážkovití a rodu *Libellula*. Zástupci tohoto rodu se od sebe odlišují vzhledem do té míry, že bývají na základě některých analýz řazeni do samostatných rodů a rovněž i upřednostňují rozdílné habitaty (Dolný et al. 2016). Molekulární fylogenetickou studií bylo zjištěno, že nejbližším příbuzným *L. fulva* je *L. depressa* (Artiss 2001), která je u nás běžným druhem. Charakteristickým společným znakem pro *L. fulva*, *L. depressa* a *L. quadrimaculata* je například tmavá skvrna na bázi zadních křídel (Waldhauser & Černý 2014).

3.1.2 Identifikace

Libellula fulva je středně velký druh vážky, jehož délka těla se pohybuje mezi 42 mm až 45 mm. Obě pohlaví mají na bázi zadních křídel hnědé trojúhelníkové skvrny a na bázi předních křídel úzký tmavý proužek. Apikální konce (špičky) křídel jsou tmavě zabarveny, tento znak je patrnější u samic (Galliani et al. 2017). Dospělí samci mají modře ožíněný zadeček (voskovým práškem), jeho osmý až desátý článek je černý. Mezi

pátým až šestým článkem se při kopulaci ojínění stírá za vzniku dvou tmavých skvrn. Hrud' samců je tmavě hnědá, oči jsou modrošedé. Typický pro tento druh je pohlavní dimorfismus. Samice mají zadeček zabarven do oranžova s podélným černým pruhem, s rostoucím věkem se mohou objevovat náznaky ojínění (Waldhauser & Černý 2014).

3.1.3 Fenologie a ekologie

Larvy *L. fulva* se vyvíjejí v organickém detritu dna po dobu dvou let. Synchronizované líhnutí imág může probíhat nejdříve od konce dubna, počátek líhnutí imág se může však v jednotlivých letech lišit až o pět týdnů (Dolný & Matějka 2007). Exuvie jsou nalézány na pobřežní vegetaci a vnořených částech vodních rostlin do vzdálenosti půl metru od hladiny vody. *L. fulva* může být v rámci sezóny aktivní po dobu od čtyřiceti až sedmdesáti dní. Většina jedinců (až 95 %) se dožívá maximálně tří týdnů, nejdelší záznam délky života dospělého jedince byl dvacet šest dní. Imága můžeme pozorovat až do začátku srpna (Dolný et al. 2007).

Nejvyšší aktivita u dospělců byla zpozorována v poledních a odpoledních hodinách mezi jedenáctou až sedmnáctou hodinou (Dolný & Matějka 2007). Aktivita samců *L. fulva* se také pravděpodobně zvyšuje se sluneční aktivitou a intenzitou světla (Boano & Rolando 2003).

Samci využívají vyvýšených míst k obraně menších teritorií (tzv. „perching“), napadají přitom kolem prolétající vážky a projevují jak vnitrodruhovou, tak i mezidruhovou agresi. Páření ani kladení vajíček na rozdíl od jiných druhů neprobíhá v samcem chráněném teritoriu (Boano & Rolando 2003). Na rozdíl od samců, kteří se pohybují blízko vody, samice upřednostňují oblasti vzdálenější od vody, jako je tomu u mnoha dalších druhů vážek (Macagno et al. 2008, Corbet 1999). Kopulace probíhá na pobřežní vegetaci a její trvání může přesáhnout patnáct minut. Při ovipozici samice za letu rychlým ponořením špičky zadečku pod vodní hladinu klade vajíčka, samec se obvykle pohybuje v její blízkosti a samičku hlídá (Merritt et al. 1996).

3.1.4 Habitatové nároky

L. fulva je nížinným druhem vážky, upřednostňuje především mírně tekoucí vody teplejších oblastí (Dolný et al. 2007). Obývá řeky s malým průtokem, strouhy a kanály. Vyskytuje se také ve stojatých vodách, jako jsou například jezera a rybníky, ale i těžební jámy a odkaliště. Vyžaduje neznečištěné vody a preferuje přítomnost vyšší emerzní vegetace, jako je například rákos obecný (*Phragmites australis*), orobinec širokolistý

(*Typha latifolia*) a sítina rozkladitá (*Juncus effusus*) (Merritt et al 1996). Vyskytuje se v oblastech s průměrnou roční teplotou vyšší než osm stupňů Celsia (Dolný et al. 2007).

3.1.5 Areál rozšíření

L. fulva je palearktickým druhem s širokým areálem výskytu. Druh je rozšířen od Portugalska až po Irán a západní Sibiř, která tvoří východní hranici. Nejseverněji se vyskytuje na jihu Karélie a Skandinávského poloostrova, dále na sever se druh ve Skandinávii neobjevuje, stejně jako v severní části Britských ostrovů a Islandu (Merritt 1996). Druh je přítomen na Balkánském poloostrově, Bulharsku a Ukrajině (Dolný 2007, Kalkman 2014). V jižní Itálii je výskyt *L. fulva* ostrůvkovitý, častější je v severní Itálii a běžně se vyskytuje na Korsice, Sardinii a Sicílii (Askew 2004, Dolný et al. 2007).

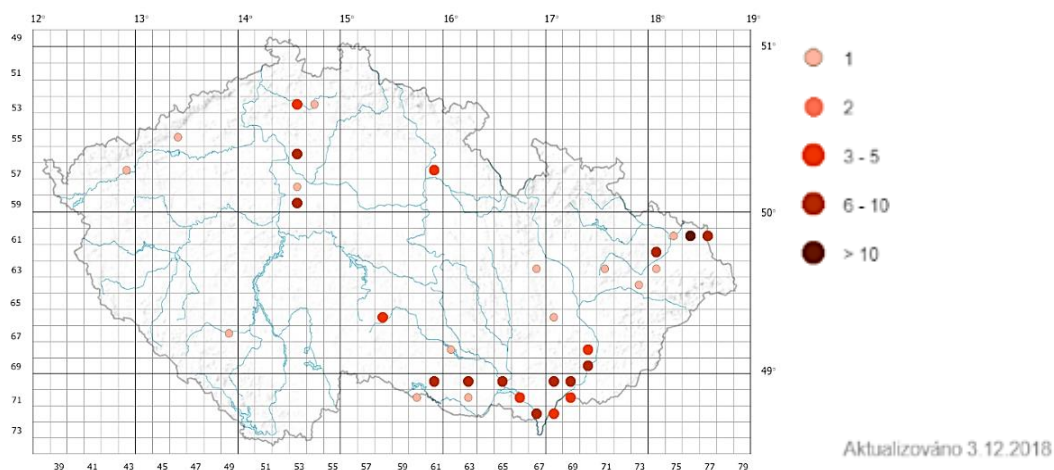
V mnoha regionech se druh vyskytuje pouze řídko nebo zcela chybí, jako je tomu například na Pyrenejském poloostrově nebo i na většině území České republiky. Během sedmdesátých a osmdesátých let 20. století byl zaznamenán pokles jeho výskytu v mnoha oblastech západní Evropy. V následujících dvaceti letech se ale areál rozšíření ustálil, v některých částech severovýchodu byl pozorován i určitý nárůst (Kalkman 2014).



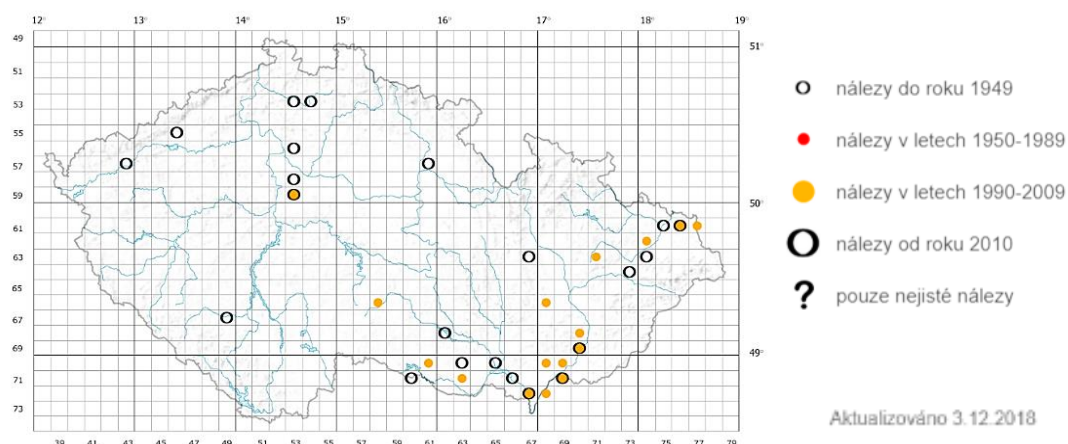
Obr. č. 1: Rozšíření *Libellula fulva* v Evropě (© The IUCN Red List of Threatened Species: *Libellula fulva* – published in 2014)

Na území České republiky byl druh považován za vyhynulý nebo nezvěstný do roku 1999, kdy byl poprvé zaznamenán v CHKO Poodří (Dolný 2001). Poslední

historické záznamy o výskytu pocházejí z roků 1909, 1913 a 1930, kdy šlo pouze o jednotlivé nálezy. V roce 2001 byl druh nalezen na důlním odkališti Mokroš v okrese Karviná, autochtonní populace se zde kontinuálně až do současnosti vyskytuje (Dolný et al. 2007, Dolný et al. 2016). Jde také o oblast s nejvyšším počtem nálezů v České republice do roku 2018, jak lze vidět ze záznamů Nálezové databáze AOPK (Obr. č. 2). V ND OP byly zaznamenány i nálezy po roce 2010 (Obr. č. 3). Další záznam o výskytu *L. fulva* byl do roku 2009 potvrzen z lokalit u Uherského Hradiště, Znojma, Břeclavi, Jihlavy, Hodonínska, Vyškova i nedaleko Prahy. Po roce 2010 přibýly záznamy výskytu *L. fulva* např. z lokality u Chomutova, České Lípy nebo Písku (Obr. č. 3). *L. fulva* se v ČR vyskytuje ostrůvkovitě, hojnější je v oblasti jižní Moravy (Waldhauser & Černý 2014).



Obr. č. 2: Počet nálezů druhu *Libellula fulva* podle záznamů v ND OP (© AOPK ČR, Nálezová databáze ochrany přírody, 2018)



Obr. č. 3: Výskyt druhu *Libellula fulva* podle ND OP (© AOPK ČR, Nálezová databáze ochrany přírody, 2018)

3.1.6 Ohrožení a ochrana

Dle posledního posouzení IUCN z roku 2013 je *L. fulva* v rámci celoevropského kontextu zařazena mezi málo dotčené taxony (stupeň ohrožení LC = Least concern), na území Evropy je populační trend druhu stabilní a bez obav z vyhynutí druhu. Úbytek populací během 20. století byl způsoben ničením pro druh typických habitatů, znečištěním vod a nedostatečnou nebo nevhodnou ochranou mokřadních biotopů. V dnešní době se díky změnám legislativy v oblasti ochrany životního prostředí zastavilo zmenšování areálu druhu (Kalkman 2014).

L. fulva byla v Červeném seznamu ohrožených druhů České republiky: Bezobratlí (Hanel, Dolný & Zelený 2005) do roku 2017 řazena do kategorie kriticky ohrožený druh (CR = critically endangered). V roce 2017 byl druh přeřazen do kategorie téměř ohrožený (NT = nearly threatened) v Červeném seznamu ohrožených druhů ČR (Dolný et al. 2017). Druh není součástí seznamu zvláště chráněných taxonů daného vyhláškou č. 395/1992 Sb. ministerstva životního prostředí ČR, kterou se provádějí některá ustanovení zákona České národní rady č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny (dle aktuálního znění 1. 8. 2018).

Mezi hlavní příčiny ohrožení druhu na našem území patří nevhodná úprava vodních toků v zemědělské krajině, a to jejich prohlubováním, úpravou břehů, odbahňováním a odstraňováním vodní vegetace. U stojatých vod jsou negativními faktory pro výskyt *L. fulva* kromě výše uvedených důvodů také výrazné manipulace s výškou vodní hladiny (např. vypouštění rybníků), intenzivní chov ryb, ale rovněž eutrofizace způsobená splachem hnojiv. V neposlední řadě hraje důležitou roli i znečištění způsobené pesticidy a odpadními vodami (Dolný et al. 2007).

3.2 Charakteristika území Karvinska

Město Karviná (zeměpisné souřadnice 49° 51' 30"N, 18° 32' 15"E) se nachází na severovýchodě České republiky v Moravskoslezském kraji. Část hranice města tvoří státní hranici s Polskou republikou. Rozloha území města Karviná je 57,5 km². Nejvýznamnějším vodním tokem katastrálního území je řeka Olše. Karviná je součástí geomorfologického celku Ostravská pánev, který je podřízený geomorfologické provincii Západní Karpaty. Georeliéf území města je převážně plochý, s průměrnou nadmořskou výškou pohybující se kolem 220 m n. m..

Celé území Karviné spadá dle klimatické klasifikace Quitta do klimatického regionu MT10, tedy mírně teplého klima. Počet letních dnů se zde pohybuje mezi 40–50 dny. Teploty dosahují 10 °C a více 140–160 dní ročně. Průměrná teplota v červenci dosahuje 17 °C až 18 °C. Roční úhrn srážek průměrně činí 650–750 mm (Quitt 1971).

Karviná je součástí Ostravsko-karvinského uhelného revíru, který patří k nevýznamnějším těžebním oblastem černého uhlí v rámci Evropy. V rámci České republiky dokonce můžeme hovořit o nejrozsáhlejší transformaci kulturní krajiny způsobené hlubinnou těžbou (Popelkova et al. 2018). Z důvodu intenzivní těžby černého uhlí vznikaly a nadále vznikají v poddolovaných částech města poklesové kotliny, představující z celkové rozlohy Karvinska zhruba 10 % (Havrlant 2015). Tyto sníženiny jsou často zaplavené podzemní vodou a jsou významným prvkem karvinské krajiny. Dalšími depresními antropogenními tvary, doprovázející těžbu uhlí, jsou sedimentační (popř. odkalovací) nádrže, nazývané také odkaliště.

Odkaliště slouží k sedimentaci a uskladnění průmyslového kalu, který vzniká při úpravě uhlí. Důsledkem uhelného kalu je dno v odkalištích černé. V 90. letech se na Karvinsku nacházelo 45 nádrží sloužících jako odkaliště, u řady z nich již proběhly částečné rekultivace. V dnešní době se díky efektivnějšímu zpracování uhlí již nová odkaliště nezakládají (Havrlant 2015).

Sběr dat probíhal na dvou lokalitách na katastrálním území města Karviná, konkrétně v jeho části Karviná-Doly, kde byla *L. fulva* již v roce 2001 potvrzena na bývalém odkališti Mokroš (Dolný et al. 2007). Lokality leží dle síťového mapování na hranici faunistického čtverce 6176 a 6177 (dle síťových kartogramů ND OP). Území patří do Ostravského bioregionu (Culek et al. 2013).

Do výzkumu nebyla zahrnuta další potencionální lokalita výskytu *L. fulva*, a to odkaliště Pilňok. Důvodem je nepřístupný a nebezpečný terén a zákaz vstupu z důvodu průmyslových aktivit v areálu.

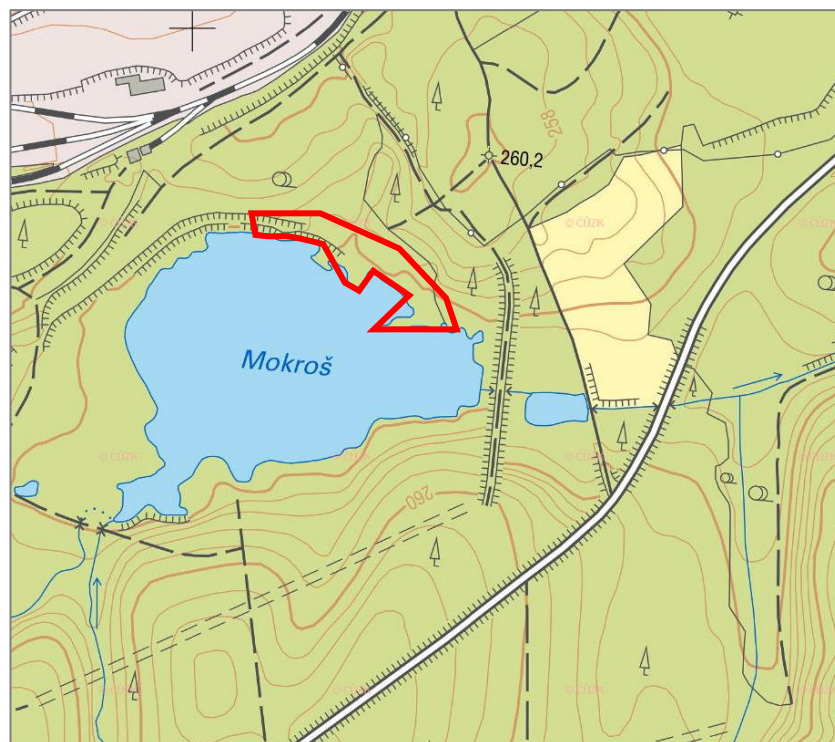
3.3 Charakteristika lokalit

3.3.2 Lokalita Mokroš

Lokalita se nachází v těsné blízkosti bývalého dolu Barbora (49.8217914N, 18.4904754E) s ukončeným provozem v areálu v roce 2002. Jedná se o odkaliště zřízené za účelem ukládání uhelných kalů. Nádrž je hrazena hrází z hlušiny, voda je z Mokroše odváděna přes stavidla umělým korytem Soleckého potoka do odkaliště Pilňok. Pod hrází vznikl lesem obklopený nepřístupný mokřad.

Břehy odkaliště jsou tvořeny nepřekrytou hlušinou v počínající sukcesi s pionýrskými druhy jako je např. bříza bělokorá (*Betula pendula*) a trnovník akát (*Robinia acacia*) a olše lepkavá (*Alnus glutinosa*). Pro lokalitu jsou typické rozsáhlé porosty rákosu (*Phragmites australis*) s orobincem (*Typha latifolia*) a to především v jeho JZ části. Na březích jsou časté porosty sítiny (*Juncus sp.*) a třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*), submerzní vegetace je zastoupena růžkatcem (*Ceratophyllum*). Na lokalitě byly v průběhu monitorovaného období pozorovány druhy jako například kuňka žlutobřichá (*Bombina variegata*) a skokan zelený (*Rana esculenta*), z vodního ptactva lyska černá (*Fulica atra*), labuť velká (*Cygnus olor*) a rákosník velký (*Acrocephalus arundinaceus*). V nádrži se v příbřežních mělkých vodách pohyboval ve velkém množství kapr obecný (*Cyprinus carpio*). V blízkosti hráze byly patrné pobytové znaky bobra evropského (*Castor fiber*) v podobě okusů. Lokalita je v posledních několika letech aktivně využívána pro rekreační rybolov. Z tohoto důvodu byl terén kolem břehu Mokroše upraven pro lepší přístup rybářů.

Lokalitu můžeme vidět na obr. č. 4 a 5. Červeně vyznačena je oblast výskytu největšího množství imág *L. fulva*. V této předem určené oblasti, vybrané na základě předběžného pozorování, probíhal výzkum zpětným odchylem.



Obr. č. 4: Topografická mapa lokality Mokroš (© Geoportál ČÚZK, 2018), označení odchytové oblasti

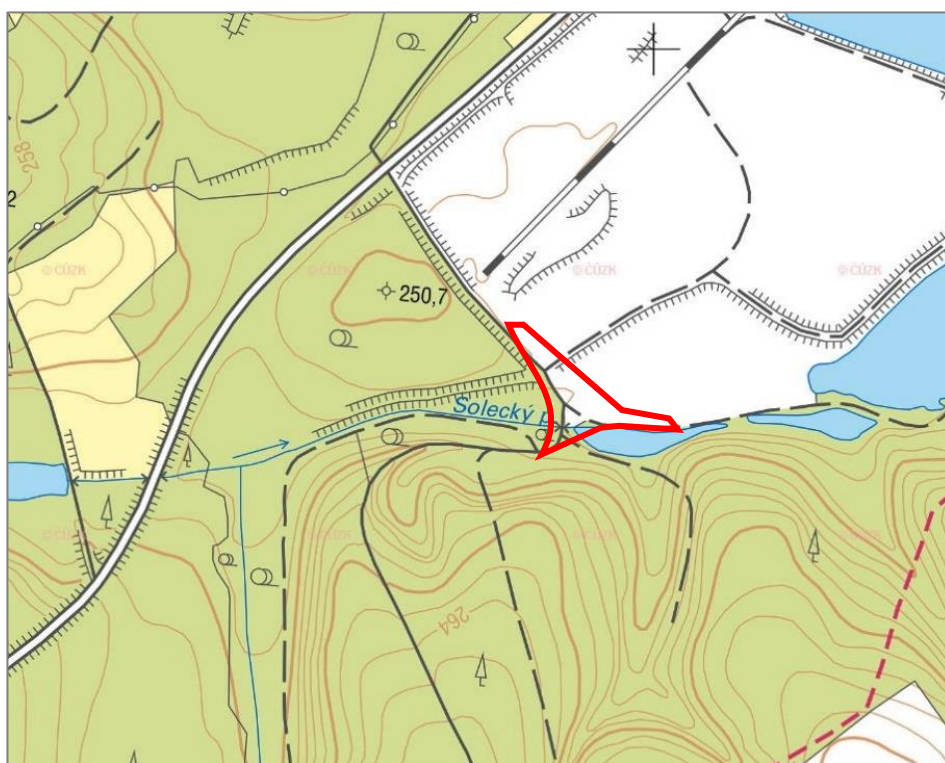


Obr. č. 5: Satelitní snímek Mokroše a okolí (© Google satelitní snímky, 2018), označení odchytové oblasti

3.3.3 Lokalita Solecký potok

Lokalita se nachází 700 m východně od odkaliště Mokroš (49.8222665N, 18.5010970E). Jde o vyústění Soleckého potoku do mělkého poklesu o přibližné velikosti 60×20 m a průměrné hloubce 0,5 m. Lokalita je okrajovou zónou původní soustavy odkališť patřící k Pilňoku, u kterých došlo v posledních letech k vysušení a částečnému odtěžení materiálu. Z jižní strany je lokalita obklopena lesem, ze severní strany terestrickou rákosinou.

Celá vodní plocha poklesu je roztroušeně zarostlá rákosem (*Phragmites australis*) a okřehkem menším (*Lemna minor*). Břehy jsou porostlé sítinou (*Juncus* sp.), kopřivou dvoudomou (*Urtica dioica*) a olší lepkavou (*Alnus glutinosa*). Na přístupové cestě, tvořené obnaženou hlušinou, se vyskytují ruderalní rostliny jako turan roční (*Erigeron annuus*) a merlík (*Chenopodium*). Na lokalitě byl pozorován skokan zelený (*Rana esculenta*), z ptačích zástupců volavka popelavá (*Ardea cinerea*) a rákosník velký (*Acrocephalus arundinaceus*). Přítomné byly pobytové znaky prasete divokého v podobě stop. Lokalitu můžeme vidět na obr. č. 6 a 7.



Obr. č. 6: Topografická mapa lokality Solecký potok (© Geoportál ČÚZK, 2018), označení odchytné oblasti



Obr. č. 7: Satelitní snímek Soleckého potoku a okolí (© Google satelitní snímky, 2018), označení odchytové oblasti

3.3 Metody zpětných odchytů

Metody zpětných odchytů značených jedinců (angl. capture-recapture methods) jsou jedním z méně invazivních postupů využívaných k odhadu velikosti populace (Krebs 1999). Metodu lze považovat vhodnou zvláště pro ohrožené druhy (Lettink & Armstrong 2003). Základním předpokladem této metody je opakované odchycení, označení a vypuštění části populace. Důraz je kladen na volbu vhodného označení jedince, který nesmí být po vypuštění nijak znevýhodněn (Chao & Huggins 2005).

V rámci výzkumu byly populace *L. fulva* pokládány za uzavřené. Obecným předpokladem uzavřených populací je jejich konstantní velikost, neovlivněná imigrací a emigrací, označení u jedinců je trvalé a jedinci se chovají nezávisle (Chao & Huggins 2005). Při analýze dat bylo počítáno s minimálním zatížením odhadu migrací, natalitou a mortalitou. Důvodem je malá pozorovaná migrace imág *L. fulva*, synchronizované líhnutí imág a celkově krátké období série odchytů. Výskyt *L. fulva* navíc nebyl v okolních biotopech při výzkumu potvrzen. Při odhadu velikosti populace bylo počítáno pouze s

generací imág a do celkové abundance nebyla zahrnuta larvální stádia *L. fulva* líhnoucí se až v dalším roce.

Vzhledem k velkému nepoměru mezi množstvím odchycených samců a samic byl ve výpočtech odhadů velikosti populace použit koeficient poměru pohlaví druhu *L. fulva*, jehož odhady jsou $\approx 1:1$ (Macagno et al. 2008). Důvodem nepoměru při odchycích jsou zásadní behaviorální rozdíly mezi jedinci obou pohlaví. Samci, hlídkující na vyvýšených místech vegetace blízko vody, jsou odchyceni s daleko větší pravděpodobností než krypticky žijící samice, pohybující se ve velkých vzdálenostech od vodních biotopů (Dolný et al 2016).

Získaná data byla zpracována metodami pro určení velikosti uzavřené populace, a to metodou Peterson-Lincoln upravenou dle Chapmana (1951) a metodou Schnabelové (1938). Metoda Peterson-Lincoln počítá velikost populace ze dvou odchytových událostí, metoda Chapmana (1951) pak lépe odhaduje velikost populace i při nulových zpětných odchycích a je méně ovlivněna malým vzorkem (Chao & Huggins 2005). Metoda Chapmana byla využita pro zjištění průběžné velikosti populace. Metoda Schnabelové (Krebs 1998) je závislá na více sériích odchytových událostí a byla použita k odhadu celkové velikosti populace.

K získání výsledků byly použity programy R 3.5.2 (R Core team 2018). Využity byly balíčky 'Fishmethods' (Nelson 2018) a 'Rcapture' (Rivest & Baillargeon 2014), oba nabízející širokou škálu metod pro hodnocení populací.

3.4 Monitoring odonatozenóz

Součástí výzkumu byl monitoring druhového složení cenóz vážek na lokalitách. Zaznamenávána byla přítomnost druhů na lokalitě, k determinaci imág v terénu byl použit atlas Vážky České republiky (Dolný et al. 2016). Sledovány byly pouze druhy, vyskytující se na lokalitách v době předpokládaného a skutečného výskytu dospělců druhu *L. fulva*, a to od 20. 5. 2018 do 15. 7. 2018.

Kvalita biotopů byla hodnocena na základě spektra druhů vyskytujících se odonatocenóz. S využitím tzv. dragonfly biotic indexu (Samways & Simaika 2016) byla srovnána zachovalost biotopů na obou sledovaných lokalitách. Dragonfly biotic index (DBI) je ukazatelem stavu vodních biotopů, založeném na přítomnosti imág vážek. Hodnota DBI jednotlivých druhů se stanovuje na základě dílčích parametrů, a to distribuce, ohrožení a citlivosti jednotlivých druhů na změny prostředí (Suricata 2016).

Dle zpracování indikačních hodnot biotického indexu druhů vážek pro Českou republiku (Harabiš & Dolný 2010) byly jednotlivým druhům přiřazeny hodnoty DBI. Celkové DBI je dáno sumou hodnot DBI všech přítomných druhů.

3.5 Průběh terénní práce

Před začátkem odchyťových akcí byl proveden výzkum lokalit s cílem určit oblast s největším výskytem imág. V těchto předem vybraných odchyťových oblastech (viz obr. č. 4, 5, 6 a 7) byla následně praktikována metoda zpětných odchyťů.

Od 20. 5. 2018 do 15. 7. 2018 byly lokality navštěvovány za účelem odchyty s celkovým počtem šestnácti odchyťových akcí. Ty byly prováděny mezi 10–14 hodinou, a to po dobu jedné hodiny na každé z obou lokalit. Terénní práce probíhaly pouze za vhodného počasí, a to za slunečného, popřípadě polojasného počasí, s teplotami pohybujícími se mezi 20–30 °C a s rychlostí větru do 5 m/s. K odchyty byla použita entomologická síťka na lov létavého hmyzu s průměrem sítě 50 cm a délce hole 210 cm. Odchyt imág *L. fulva* byl prováděn v přístupné části břehů vodních ploch a blízké vegetace. Každý odchycený jedinec byl následně označen voděodolným rychleschnoucím popisovačem na olejové bázi (Alteco Paint Marker) na spodní straně obou zadních křídel (Příloha 1) a následně vypuštěn.

Součástí terénního výzkumu byl také sběr exuvií z pobřežní vegetace, zaznamenávání ovipozice (kladení vajec) u samic *L. fulva* a sčítání kopulujících párů, tj. tandemů, a to s cílem potvrdit reprodukční cyklus na lokalitě.

4 Výsledky

4.1 Výsledky terénního výzkumu *Libellula fulva*

Na šestnácti odchytových akcích bylo mezi 20. 5. 2018 a 15. 7. 2018 odchyceno a označeno celkem 146 jedinců, další rozdělení v tabulce č. 1.

Tabulka č. 1: Počet odchycených imág *L. fulva* na lokalitách

Lokalita	Počet označených ♂	Počet zpětně chycených ♂	Počet označených ♀	Počet zpětně chycených ♀
Mokroš	31	3	2	0
Solecký potok	101	11	11	0

Odhadované množství samců dle metody Schnabelové bylo na lokalitě Mokroš 161 jedinců s dolní mezí konfidenčního intervalu 69 samců a na lokalitě Solecký potok 489 jedinců s konfidenčním intervalem 299 až 1077 samců (Tabulka č. 2). Při užití koeficientu poměru pohlaví druhu *L. fulva*, jehož odhady jsou $\approx 1:1$ (Macagno et al. 2008), můžeme předpokládat hrubý odhad velikosti populací na lokalitách 322 (minimálně 138) a 978 jedinců (minimálně 598, maximálně 2154).

Tabulka č. 2: Výsledky odhadu velikosti populace podle metody Schnabelové, počítané na samcích, interval spolehlivosti $\alpha = 0,05$

Lokalita	N ♂ ¹⁾	SE ²⁾	LCI ³⁾	UCI ⁴⁾	Distribution ⁵⁾	N ⁶⁾
Mokroš	161	0,0035	69	-	Poisson	322
Solecký potok	489	0,0006	299	1077	Poisson	978

- Poznámka:
- ¹⁾ Odhad populace samců
 - ²⁾ Střední chyba průměru
 - ³⁾ Dolní mez intervalu spolehlivosti
 - ⁴⁾ Horní mez intervalu spolehlivosti
 - ⁵⁾ Rozdělení pravděpodobnosti
 - ⁶⁾ Odhad velikosti celkové populace

Srovnání výsledků dalších modelů je možno vidět v Tabulce č. 3. Větší abundance byla rovněž sledována na lokalitě Solecký potok. Zastoupení pohlaví v odchyceném vzorku bylo 10,3 : 1 (Mokroš) a 9,2 : 1 (Solecký potok) ve prospěch samců.

Tabulka č. 3: Srovnání odhadů velikosti populace různými metodami

Schnabel	Schumacher-Eschmeyer	M0 ¹⁾
322	316	314
978	968	946

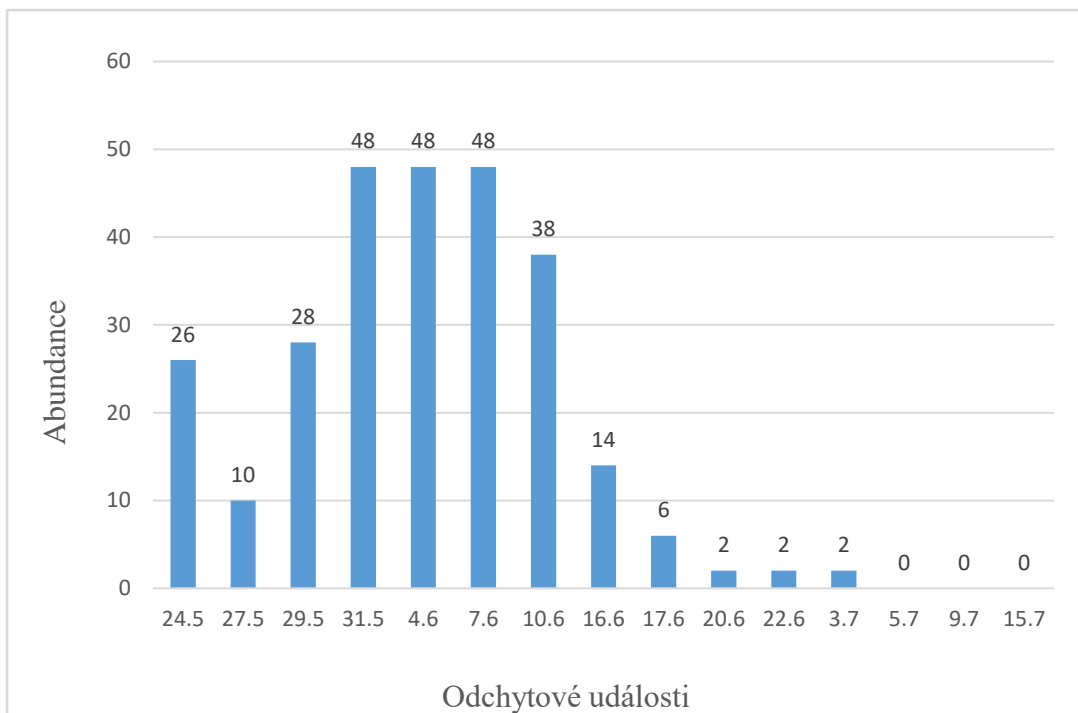
Poznámka: ¹⁾ Equal Catchability Model (null model)

Na lokalitě Mokroš byl poslední jedinec odchycen 22. 6. 2018, na lokalitě Solecký potok 5. 7. 2018. Největší abundance druhu byla na lokalitách pozorována začátkem června (Graf č. 1, Graf č. 2). Na lokalitě Mokroš došlo ke snížení počtu jedinců v druhé polovině června, na druhé lokalitě ke konci téhož měsíce. V období 23. 6. 2018 až 2. 7. 2018 neprobíhal terénní výzkum z důvodu deště a nízkých teplot (Příloha 2), tedy počasí nevhodného k aktivitě dospělců. Po tomto nepříznivém období došlo k rapidnímu úbytku *L. fulva* na obou lokalitách, jak je patrné z grafu č. 1 a grafu č. 2.

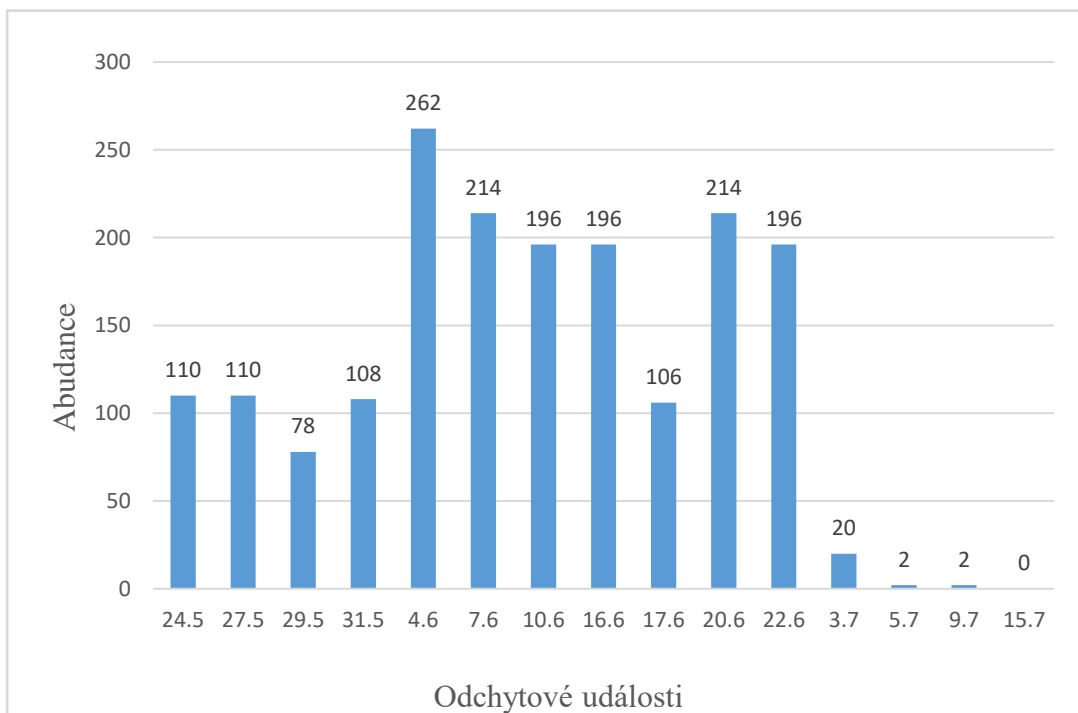
Mezi sledovanými lokalitami nebyly zaznamenány žádné přelety označených jedinců. Na základě terénního pozorování můžeme předpokládat, že se na lokalitě Solecký potok imága *L. fulva* pohybovala na vzdálenost až 150 metrů od vodní plochy, pohyb samců na lokalitě Mokroš nepřesahoval vzdálenost 100 m od vodní plochy. Nejdéle žijícím zpětně odchyceným jedincem byl samec z lokality Solecký potok, s rozsahem 23 dní mezi označením a zpětným odchycením, na lokalitě Mokroš pak samec s rozsahem 20 dní (Příloha 3).

U obou populací byla pozorována kopulace, na lokalitě Mokroš 4 páry kopulující v tandemu a na lokalitě Solecký potok 34 párů. Ovipozice byla sledována na obou lokalitách dvakrát. Ze třiceti nasbíraných vzorků exuvií byl pouze jeden určen jako exuvie *L. fulva*, a to z lokality Mokroš. Sběr exuvií na lokalitě Solecký potok byl málo úspěšný z důvodu velkého množství nepřístupné vysoké vegetace porůstající celou vodní plochu, na které byl sběr exuvií prakticky nemožný.

Graf č. 1: Odhad množství imág *L. fulva* na lokalitě Mokroš v roce 2018 podle metody Chapmana



Graf č. 2: Odhad množství imág *L. fulva* na lokalitě Solecký potok v roce 2018 podle metody Chapmana



4.2 Výsledky monitoringu odonatocenóz

Při výzkumu v období 20. 5. 2018 až 15. 7. 2018 bylo na lokalitě Mokroš zaznamenáno 22 druhů řádu Odonata (Tabulka č. 4), z toho dva druhy ohrožené (*Libellula fulva*, *Orthetrum brunneum*) a čtyři druhy s vyšší hodnotou DBI. Na lokalitě Solecký potok bylo pozorováno celkem 12 druhů řádu Odonata (Tabulka č. 5), z toho dva druhy významné z hlediska ochrany (*Libellula fulva*, *Orthetrum coerulescens*) a vysokým DBI. Celková suma DBI pro lokalitu Mokroš je rovna 37, pro lokalitu Solecký potok 19.

Tabulka č. 4: Seznam pozorovaných druhů vážek, lokalita Mokroš

Druh	Stav ohrožení 2005 2017		DBI
Zygoptera			
<i>Calopteryx virgo</i>	málo dotčený	málo dotčený	1
<i>Calopteryx splendens</i>	málo dotčený	málo dotčený	0
<i>Coenagrion puella</i>	málo dotčený	málo dotčený	0
<i>Enallagma cyathigerum</i>	málo dotčený	málo dotčený	0
<i>Erythromma najas</i>	málo dotčený	málo dotčený	1
<i>Ischnura elegans</i>	málo dotčený	málo dotčený	0
<i>Ischnura pumilio</i>	málo dotčený	málo dotčený	1
<i>Platycnemis pennipes</i>	málo dotčený	málo dotčený	0
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	málo dotčený	málo dotčený	0
Anisoptera			
<i>Aeshna grandis</i>	málo dotčený	málo dotčený	1
<i>Anaciaeshna isosceles</i>	málo dotčený	málo dotčený	6
<i>Anax imperator</i>	málo dotčený	málo dotčený	0
<i>Anax parthenope</i>	málo dotčený	málo dotčený	3
<i>Crocothemis erythraea</i>	málo dotčený	málo dotčený	1
<i>Leucorrhinia pectoralis</i>	málo dotčený	málo dotčený	6
<i>Libellula depressa</i>	málo dotčený	málo dotčený	0
<i>Libellula fulva</i>	kriticky ohrožený	téměř ohrožený	8
<i>Libellula quadrimaculata</i>	málo dotčený	málo dotčený	0
<i>Orthetrum albistylum</i>	málo dotčený	málo dotčený	2
<i>Orthetrum brunneum</i>	ohrožený	téměř ohrožený	7
<i>Orthetrum cancellatum</i>	málo dotčený	málo dotčený	0
<i>Somatochlora metallica</i>	málo dotčený	málo dotčený	0

Tabulka č. 5: Seznam pozorovaných druhů vážek, lokalita Solecký potok

Druh	Stav ohrožení 2005 2017		DBI
Zygoptera			
<i>Calopteryx splendens</i>	málo dotčený	málo dotčený	0
<i>Coenagrion puella</i>	málo dotčený	málo dotčený	0
<i>Calopteryx virgo</i>	málo dotčený	málo dotčený	1
<i>Erythromma najas</i>	málo dotčený	málo dotčený	1
<i>Ischnura pumilio</i>	málo dotčený	málo dotčený	1
<i>Platycnemis pennipes</i>	málo dotčený	málo dotčený	0
Anisoptera			
<i>Libellula fulva</i>	kriticky ohrožený	téměř ohrožený	8
<i>Libellula depressa</i>	málo dotčený	málo dotčený	0
<i>Libellula quadrimaculata</i>	málo dotčený	málo dotčený	0
<i>Cordulia aenea</i>	málo dotčený	málo dotčený	0
<i>Orthetrum coerulescens</i>	ohrožený	téměř ohrožený	8
<i>Sympetrum vulgatum</i>	málo dotčený	málo dotčený	0

5 Diskuze

5.1 Hodnocení výsledků terénního výzkumu

Výsledky velikostí populací z roku 2018 prokázaly, že velikost populace na Mokroši byla v roce 2018 značně menší než na lokalitě Solecký potok. Tento rozdíl ve velikosti populace mohl být způsobený řadou faktorů, kterými se od sebe lokality lišily. Za nejdůležitější můžeme považovat negativní vlivy přítomnosti člověka, přítomnost rybí osádky, množství vodní vegetace, ale také množství stromů a keřů v blízkosti břehu a sílu vodního proudu. V posledních letech byly na lokalitě Mokroš v rámci soukromé údržby upraveny břehy šterkem, objevily se zde rybářské přístřešky a díky rybářské činnosti se pohyb osob na lokalitě navýšil. Vysoký pohyb osob na stanovišti sebou přináší i možné vodní znečištění. Chov kaprů, který je na lokalitách s chráněnými a ohroženými druhy vážek považován za nevhodný (Dolný et al. 2007), mohl rovněž negativně ovlivnit populace *L. fulva* na Mokroši. Litorální porosty, které jsou uváděny jako podmínky výskytu *L. fulva* (Dolný et al. 2007, Merritt et al. 1996), byly více vyvinuty na lokalitě Solecký potok. Tato lokalita byla rovněž více zastíněna okolními porosty. Pokud je však vodní hladina plně zastíněna stromy, jako je tomu u části Soleckého potoka protékajícího lesem, *L. fulva* se v místě nevyskytuje. Proto přílišné zastínění vodní hladiny můžeme považovat za negativní faktor. Vysvětlením může být citlivost druhu na světlo, jak popisuje i Dolný & Matějka (2007), kteří při vysoké oblačnosti pozorovali sníženou aktivitu jedinců.

Na obou populacích byla pozorována kopulace i ovipozice. Množství párů kopulujících v tandemu bylo na lokalitě Solecký potok mnohonásobně vyšší, což také koreluje s celkovým odhadem početnosti populace. Nález exuvií je potvrzen pouze z lokality Mokroš, na lokalitě Solecký potok i přes vysokou abundanci nebyly nalezeny žádné exuvie *L. fulva*. I přesto můžeme předpokládat, že se populace na lokalitách vyskytují stabilně a probíhá zde celý jejich životní cyklus.

Zastoupení pohlaví v odchyceném vzorku bylo 10,3 : 1 (Mokroš) a 9,2 : 1 (Solecký potok) ve prospěch samců. Podobný nepoměr mezi pohlavím se vyskytovala i ve výzkumu Dolného & Matějky (2007), kdy byl poměr pohlaví 25,3 : 1 v roce 2002 a 57:1 v roce 2003. Rozdíl v pohybu jedinců dle pohlaví souhlasí i s výsledky práce Macagno et al. (2008), kdy byl nalezen prokazatelný rozdíl mezi množstvím samců a samic v oblasti do 30 m od vody, kdy přítomnost samců v této příbřežní oblasti byla

dvakrát i vícekrát častější. Můžeme předpokládat, že důvodem jsou behaviorální rozdíly druhu spojené s rozmnožováním, jak již bylo zmíněno.

Tyto dvě populace můžeme považovat za součást metapopulace, ačkoliv tento předpoklad nebyl doložen sledovatelným přeletem označených jedinců. Vzdálenost lokalit je vzdušnou čarou 700 m. Při výzkumu samci *L. fulva* (Solecký potok) nepřekračovali vzdálenost 150 m od vodní plochy a na lokalitě Mokroš se samci obvykle zdržovali v blízkosti 50 metrů od břehu. Tento rozdíl v pohybu na delší vzdálenosti mohl být způsoben rozdílnou denzitou samců na lokalitách. S narůstající velikostí populace častěji dochází k vnitrodruhové agresi, která podporuje přesun jedinců, jak bylo také uvedeno v práci Macagno et al. (2008), za podstatný faktor byl také považován i typ biotopu. V této práci byl rovněž zaznamenán přesun jedince na vzdálenosti 900 m, proto je překonání vzdálenosti mezi sledovanými lokalitami možné. Solecký potok, který ústí z Mokroše, mohl rovněž fungovat jako migrační koridor, v době, kdy jeho okolí nebylo zalesněno.

Rozptyl imág *L. fulva* na další vodní plochy v okolí byla pozorována pouze v jednom případě (koncem měsíce června), tato vodní plocha však úzce navazovala na Solecký potok. Na dalších blízkých vodních plochách nebyl druh nalezen (Příloha 4). Absence druhu na vzdálenějších vodních plochách je s největší pravděpodobností dána nevhodným habitatem. *L. fulva* vyžaduje neznečištěné vody a preferuje přítomnost vyšší emerzní vegetace (Dolný et al. 2007, Merritt et al. 1996), tyto podmínky na okolních vodních plochách nebyly vždy splněny. Do výzkumu nebyla zahrnuta další potencionální lokalita výskytu *L. fulva*, a to odkaliště Pilňok, jehož vodní plocha v minulosti sahala k lokalitě Solecký potok. Jižní část bývalého Pilňoku byla v posledních letech odvodněna a materiál odtěžen. Z důvodu nepřístupného terénu na lokalitě Pilňok nebyl výzkum proveden.

5.2 Hodnocení monitoringu odonatocenóz

Při výzkumu v období 20. 5. 2018 až 15. 7. 2018 bylo na lokalitě Mokroš zaznamenáno 22 druhů vážek řádu Odonata, z toho dva druhy ohrožené (*Libellula fulva*, *Orthetrum brunneum*) a čtyři druhy s vyšší hodnotou DBI (*Anaciaeshna isosceles*, *Leucorrhinia pectoralis*, *Libellula fulva*, *Orthetrum brunneum*). Monitorované druhové zastoupení vážek odpovídá celkové hodnotě DBI 37. Na lokalitě Solecký potok bylo pozorováno celkem 12 druhů řádu, z toho dva druhy významné z hlediska ochrany a vysokým DBI

(*Libellula fulva*, *Orthetrum coerulescens*). Celkový součet hodnot DBI pro lokalitu Solecký potok je 19. Obě lokality můžeme považovat za zachovalé, ve srovnání s DBI rybníka s extenzivním chovem (DBI mezi 0 až 5), jak uvádí Harabiš a Dolný (2010). Za jeden z důvodů vyšší druhové variability u lokality Mokroš můžeme považovat velikost stanoviště a různorodost prostředí (břehy s vegetací i bez, rákosiny, zátoky srovnatelné se slepými rameny, výška vodního sloupce).

5.3 Srovnání výsledků výzkumu

Při srovnání výsledků výzkumu Matějky & Dolného (2007), provedeného před 15 lety, nemůžeme potvrdit narůstající, či klesající trend velikosti populace. Jedním z důvodů je malé množství dat, a to pouze ze dvou časových období. Hrubý odhad velikosti populace (dle metody Schnabelové) na Mokroši byl 205 jedinců v roce 2002, 380 jedinců v roce 2003 a 322 jedinců v roce 2018. Tento pokles v početnosti nemůžeme pokládat za náznak klesajícího trendu populace. Pro stanovení trendu abundance populace *L. fulva* by bylo nutné provést navazující výzkum. Tato fluktuace v abundanci populace mohla být způsobena faktory, jako jsou např. teplota nebo množství srážek v období výskytu imág *L. fulva*. Zároveň je nutno zmínit, že se podmínky na Mokroši v rámci posledních let změnilly. Vzhledem k řadě negativních faktorů může být biotop pro *L. fulva* méně příznivý, což mohlo mít za následek kolonizaci lokality Solecký potok

Tabulka č. 6: Počet odchycených jedinců na lokalitě Mokroš dle výzkumu Pavla Matějky a Aleše Dolného (Dolný & Matějka 2007) v roce 2002 a 2003, výsledky výzkumu z roku 2018

Lokalita Mokroš	Počet označených ♂	Počet označených ♀	Počet zpětně chycených	Populační odhad
2002	76	3	31	205
2003	114	2	50	380
2018	31	3	2	322

Ve výzkumu z roku 2002 a 2003 bylo na lokalitě Mokroš pozorováno 33 druhů vážek a to 12 druhů Zygoptera a 21 druhů Anisoptera, v roce 2018 to bylo 21 druhů vážek. Tento rozdíl může být způsoben rozdílnou dobou monitoringu. Ve výzkumu v roce 2018 byl monitoring vážek ukončen začátkem července, z tohoto důvodu nebyly na lokalitě pozorovány druhy vážek objevující se až v druhé polovině července a dalších měsících. Mezi pozdní druhy můžeme zařadit *Lestes viridis*, *Lestes sponsa*, *Sympecma fusca*, *Sympetrum meridionale*, *Sympetrum striolatum*, *Somatochlora flavomaculata*, *Sympetrum sanguineum* a *Sympetrum danae*. U většiny těchto druhů, vzhledem k jejich rozšíření v ČR (Waldhauser 2019a, 2019b, 2019c), můžeme předpokládat, že se na lokalitě rozmnožují.

Na lokalitě byly zaznamenány dva v předešlém monitoringu neuvedené druhy, a to *Crocothemis erythraea* a *Orthetrum brunneum*. Prvně jmenovaný *Crocothemis erythraea* (Brullé, 1832) je běžným druhem vyskytujícím se v Africe a Eurasii, aktuálně je populační trend druhu narůstající a dochází k jeho šíření do severních oblastí Evropy (Clausnitzer 2016). Tato expanze druhu je v rámci Evropy spojována s klimatickými změnami posledních 30 let (Ott 2010). *Crocothemis erythraea* upřednostňuje eutrofní stojaté vody, v roce 2007 byl stálý výskyt druhu stále omezen pouze na jižní oblast ČR (Holuša 2007). *Orthetrum brunneum* (Fonscolombe, 1837) je běžným středomořským druhem, jeho výskyt sahá až po Mongolsko, v Evropě se od devadesátých let šíří severně (Dow 2009). V ČR je výskyt druhu ostrůvkovitý (Waldhauser 2019), druh je zařazen do kategorie téměř ohrožený (Dolný et al. 2017).

Tabulka č. 7: Přehled druhů zjištěných v letech 2002, 2003 a 2018

Druh	2002 a 2003	2018
Zygoptera		
<i>Calopteryx virgo</i>	×	×
<i>Calopteryx splendens</i>	×	×
<i>Coenagrion puella</i>	×	×
<i>Enallagma cyathigerum</i>	×	×
<i>Erythromma najas</i>	×	×
<i>Ischnura elegans</i>	×	×
<i>Ischnura pumilio</i>	×	×
<i>Lestes viridis</i>	×	
<i>Lestes sponsa</i>	×	
<i>Platycnemis pennipes</i>	×	×
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	×	×
<i>Sympetma fusca</i>	×	
Anisoptera		
<i>Aeshna grandis</i>	×	×
<i>Aeshna mixta</i>	×	
<i>Anaciaeshna isosceles</i>	×	×
<i>Anax cyanea</i>	×	
<i>Anax imperator</i>	×	×
<i>Anax parthenope</i>	×	×
<i>Crocothemis erythraea</i>		×
<i>Gomphus vulgatissimus</i>	×	
<i>Leucorrhinia pectoralis</i>	×	×
<i>Libellula depressa</i>	×	×
<i>Libellula fulva</i>	×	×
<i>Libellula quadrimaculata</i>	×	×
<i>Orthetrum albistylum</i>	×	×
<i>Orthetrum brunneum</i>		×
<i>Orthetrum cancellatum</i>	×	×
<i>Orthetrum coerulescens</i>	×	
<i>Somatochlora metallica</i>	×	×
<i>Somatochlora flavomaculata</i>	×	
<i>Sympetrum vulgatum</i>	×	
<i>Sympetrum sanguineum</i>	×	
<i>Sympetrum striolatum</i>	×	
<i>Sympetrum meridionale</i>	×	
<i>Sympetrum danae</i>	×	

5.4 Ochrana a management lokalit

Monitoring odonatocenóz prokázal výskyt několika druhů významných z ochránářského hlediska. Zároveň se na lokalitách vyskytovaly druhy vážek, které můžeme označit za ekologické specialisty, u kterých lze předpokládat vysokou citlivost na změny prostředí. Výskyt unikátních živočišných druhů, mezi které patří i vážky, se na postindustriálních stanovištích začal blíže sledovat v 70. letech 20. století. Jedním ze zjištění bylo, že tyto člověkem pozmeněné biotopy tvoří pro řadu druhů s extrémně vyhraněnými nároky vhodné stanoviště, a to i pro dlouhodobé přežití (Tropek & Řehounek 2011).

Aktuálně se na výzkumných lokalitách Mokroš a Solecký potok objevuje více negativních faktorů, které mohou z dlouhodobého hlediska představovat pro zdejší odonatocenózu řadu problémů. Zazemňování výtoku Soleckého potoka, který byl v rámci práce sledován, může mít za následek vymizení populací *L. fulva*, ale i dalšího vzácného druhu *Orthetrum coerulescens*, který se na lokalitě vyskytoval hojně. Volba vhodného managementu, který by šetrným způsobem zamezil další expanzi rákosu a jiných submerzních rostlin, by zajistila přežití populace z dlouhodobého hlediska. Odkaliště Mokroš je v posledních několika letech ovlivněno především činností člověka. Mokroš je používán pro rekreační rybaření, je zde také podporován chov kapra. Predační tlak způsobený přítomností ryb (obzvláště kaprem obecným) má za následek pokles diverzity vážek (Dolný et al. 2007). Dlouhodobý pobyt osob často způsobuje znečištění prostředí, na které je řada vzácných druhů vážek citlivá. Na této lokalitě by bylo vhodné zavést ochránářské opatření proti extenzivnímu chovu ryb, nešetrnému užívání lokality za cílem rekreace a znečištění prostředí člověkem.

6 Závěr

- Na obou lokalitách byla potvrzena přítomnost *Libellula fulva*. Populace na obou lokalitách můžeme zhodnotit jako stabilní s prokázaným vývojovým cyklem.
- Populace *L. fulva* na lokalitě Solecký potok vykazovala větší početnost, a to dle odhadů velikosti populace více než třikrát.
- Populace *L. fulva* na Mokroši ve srovnání s výzkumem z roku 2003 vykazuje pokles početnosti, tento úbytek však nelze pokládat za důkaz klesajícího populačního trendu. Pro přesnější stanovení by bylo nutné provést navazující výzkum.
- Na lokalitě Mokroš se v posledních letech objevila řada faktorů, které mohou na populaci *L. fulva* působit negativně (zarůstání břehů, chov ryb, znečištění spojené s činností člověka).
- U lokality Solecký potok můžeme v příštích letech očekávat další expanzi emerzní flóry a možné zazemňování vodního biotopu, což by mělo na populaci *L. fulva* zásadní vliv.
- Obě populace, vzhledem k jejich vzdálenosti a schopnosti rozptylu *L. fulva*, můžeme považovat za součásti jedné metapopulace, ačkoliv přelety nebyly zaznamenány.
- Ve druhovém složení odonatocenóz na obou lokalitách byly nalezeny druhy citlivé na znečištění či biotopoví specialisté, což vypovídá o ekologicky příznivém stavu obou stanovišť.
- Karvinská důlní odkaliště, ponechaná samovolné sukcesi bez zásahu člověka, představují pro *L. fulvu* ale i další vzácné druhy vážek vhodné habitaty pro dlouhodobé přežití.

7 Seznam použité literatury

- Artiss T., Schultz T. R., Polhemus D. A., & Simon C. (2001): Molecular phylogenetic analysis of the dragonfly genera *Libellula*, *Ladona*, and *Plathemis* (Odonata: Libellulidae) based on mitochondrial cytochrome oxidase I and 16S rRNA sequence data. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **18**: 348–361.
- Boano G. & Rolando A. (2003): Aggressive interactions and demographic parameters in *Libellula fulva* (Odonata, Libellulidae), *Italian Journal of Zoology*, **70:2**, 159-166. DOI: 10.1080/11250000309356510.
- Chao A. & Huggins R. M. (2005): Classical Closed-Population Capture–Recapture Models. Handbook of Capture-Recapture Analysis, edited by Steven C. Amstrup et al., Princeton University Press, Princeton, Oxford, 22–35.
- Clausnitzer V. (2016): *Crocothemis erythraea*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016:e.T59859A83846274. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T59859A83846274.en>. Downloaded on 10 April 2019.
- Corbet P. S. (1993): Are Odonata useful as bioindicators? *Libellula* **12 (3/4)**: 91–102.
- Corbet P. S. (1999): Dragonflies: Behaviour and Ecology of Odonata. Harley Books, Colchester, UK, pp 882.
- Culek M., Grulich V., Laštůvka Z., Divišek J. (2013): Biogeografické regiony České republiky. Brno: Masarykova univerzita.
- Dolný A. (2001): Nález vážky plavé (*Libellula fulva*, Odonata: Libellulidae) v Poodří. In: Hanel L. (ed.): Vážky 2001. Sborník referátů IV. celostátního semináře odonatologů na Šumavě, který se konal v Národním parku Šumava, 2.–5. 8. 2001. *ZO ČSOP Vlašim*: 146–151.
- Dolný A. (2002): *Libellula fulva* (Odonata) na důlním kališti v Karviné. *Časopis Slezského zemského muzea. Opava (A)* **51**: 165–171.
- Dolný A., Blaškovič T., Šíbl J., Bulánková E. & Matějka P. (2003): On the occurrence of *Libellula fulva* Müller in the Czech republic and in Slovakia (Odonata: Libellulidae). *Opuscula zoologica Fluminensia* **212**: 1–14.

- Dolný A., Bárta D. (2007): *Vážky České republiky: ekologie, ochrana a rozšíření = Dragonflies of the Czech Republic : ecology, conservation and distribution*. Vlašim: Český svaz ochránců přírody.
- Dolný A., Matějka P. (2007): A contribution to population biology of *Libellula fulva* (Odonata: Libellulidae) on coal sludge sedimentation pond (Karviná – Czech Republic). *Ekológia (Bratislava)*, **Vol. 26, No. 4**: 341–351.
- Dolný A., Harabiš F. & Bárta D. (2016): *Vážky (Insecta: Odonata) České republiky*. Praha: Academia.
- Dolný A., Harabiš F., Holuša O., Hanel L. & Waldhauser M. (2017): Odonata (vážky) – in: Hejda R. Farkač J. & Chobot K. (eds.) *Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. Příroda, Praha, 36*: 48–57.
- Dow R. A. (2009): *Orthetrum brunneum*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2009*: e.T158698A5263039. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009-2.RLTS.T158698A5263039.en>. Downloaded on 10 April 2019.
- Galliani C., Scherini R., Piglia A. (2017): Dragonflies and Damselflies of Europe. WBA Handbooks 7, Verona, 264–265.
- Hanel L., Dolný A. & Zelený J. (2005): Odonata (Vážky). In: Farkač J., Král D. & Škorpík M. [eds.]: *Červený seznam ohrožených druhů České republiky, Bezobratlí. AOPK ČR*.
- Harabiš F. & Dolný A. (2010): Využití vážek jako environmentálních indikátorů. In: Dolný A. & Harabiš F. (eds.) 2010. *Vážky 2010. Sborník referátů XIII. Celostátního semináře odonatologů v Podýjí*. ZO ČSOP Vlašim, 128–135.
- Havrlant J. (2016): Hornická činnost a rekultivace devastované krajiny na Karvinsku. *Geografické rozhledy*, **25, 5**: 28–29.
- Hesoun P. & Dolný A. (2012): Vážky. In Tropek R., Řehounek J. (eds.): *Bezobratlí postindustriálních stanovišť: význam, ochrana a management*. ENTÚ BC AV ČR & Calla, České Budějovice, 84–97.

- Holuša O. (2007): Výsledky faunistického průzkumu vážek (Odonata) na území národního parku Podyjí a na několika lokalitách v okolí. *Thayensia (Znojmo) 2007*. **7**: 239–247.
- IUCN. (2014): The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.1. Available at: www.iucnredlist.org. (Accessed: 12 June 2014).
- Jeziorski P. & Holuša O. (2012): An updated checklist of the dragonflies (Odonata) of the Czech Republic. *Acta Musei Beskidensis*. **4**. 143–149.
- Kalkman, V. J. (2014): *Libellula fulva*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014: e.T165496A19168031. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-1.RLTS.T165496A19168031.en>. Downloaded on 06 December 2018.
- Krebs C. J. (1999): *Ecological Methodology*. 2nd Edition, Benjamin Cummings, Menlo Park, 620 p.
- Lettink M., Armstrong D. P. (2003): An introduction to using mark–recapture analysis for monitoring threatened species. *Department of Conservation Technical Series 28A*: 5–32.
- Macagno A., Boano G., Claudia P., Stassi M., Rolando A. (2008): Movement and Demographics of *Libellula fulva* (Odonata, Libellulidae). *Environmental entomology*. 37pp.
- Merritt R., Moore N. W., Eversham B. C. (1996): *Atlas of the dragonflies of Britain and Ireland*. London, HMSO, 149pp. (ITE research publication no. 9).
- Misoff B., Liu S., Meusemann K., Peters R. S., Donath A., Mayer C., Frandsen P.B., Ware J., Flour T., Beutel R.G., et al. (2014): Phylogenomics resolves the timing and pattern of insect evolution. *Science*, **346**: 763–767.
- Nelson G. A. (2018): *Fishmethods: Fishery Science Methods and Models*. R package version 1.11-0. <https://CRAN.R-project.org/package=fishmethods>
- Ott J. (2010): Dragonflies and climatic changes - recent trends in Germany and Europe. In: Ott J (Ed) (2010) *Monitoring Climatic Change With Dragonflies*. *BioRisk* **5**: 253–286. doi: 10.3897/biorisk.5.857

- Popelková R. & Mulková M. (2018): The mining landscape of the Ostrava-Karviná coalfield: Processes of landscape change from the 1830s to the beginning of the 21st century. *Applied Geography* 2018, **90**: 28-43.
- Quitt E. (1971): Klimatické oblasti Československa = Climatic regions of Czechoslovakia. Brno: Geografický ústav ČSAV. *Studia Geographica*.
- R Core Team (2018) R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.
- Rivest L. P. & Baillargeon S. (2014): Rcapture: Loglinear Models for Capture-Recapture Experiments. R package version 1.4-2. <https://CRAN.R-project.org/package=Rcapture>
- Samways M. J. & Simaika J. P. (2016): Manual of Freshwater Assessment for South Africa: Dragonfly Biotic Index. Suricata 2. South African National Biodiversity Institute, Pretoria.
- Thomas J., Trueman W. H. J., Rambaut A. & Welch J. J. (2012): Relaxed Phylogenetics and the Palaeoptera Problem: Resolving Deep Ancestral Splits in the Insect Phylogeny. *Systematic biology*. **62**. 10.1093/sysbio/sys093.
- Thorp J. H. & Rogers D. C. (2015): Thorp and Covich's. Freshwater Invertebrates Volume I: Ecology and General Biology. Edition: Forth, Chapter: 35. Academic Press. 893–922.
- Tropek R. & Řehounek J. (eds.) (2012): Bezobratlí postindustriálních stanovišť: význam, ochrana a management. ENTÚ BC AV ČR & Calla, České Budějovice, 152 pp.
- Waldhauser M. (2019a): Mapa rozšíření *Chalcolestes viridis* v České republice. In: Zicha O. (ed.) Biological Library – BioLib. Citováno 19.04.2019. Dostupné na: <<https://www.biolib.cz/cz/taxonmap/id300/>>
- Waldhauser M. (2019b): Mapa rozšíření *Orthetrum brunneum* v České republice. In: Zicha O. (ed.) Biological Library – BioLib. Citováno 18.04.2019. Dostupné na: <https://www.biolib.cz/cz/taxonmap/id313/>

Waldhauser M. (2019c): Mapa rozšíření *Sympetrum striolatum* v České republice. In: Zicha O. (ed.) Biological Library – BioLib. Citováno 19.04.2019. Dostupné na: <<https://www.biolib.cz/cz/taxonmap/id332/>>

Waldhauser M. & Černý M. (2014): Vážky České republiky: příručka pro určování našich druhů a jejich larev. Vlašim: Český svaz ochránců přírody Vlašim. 184 s. Praha.

7.1 Zdroje mapových materiálů

AOPK ČR 2018. Nálezová databáze ochrany přírody. [on-line databáze, portal.nature.cz]. [cit. 2018-11-15]

IUCN. (2014): The IUCN Red List of Threatened Species: : *Libellula fulva*. Version 2014.1. Available at: www.iucnredlist.org. (Accessed: 12 June 2014).

Geoprohlížeč ČÚZK 2018. Prohlížečí služba WMTS - Základní mapy ČR [<http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec>]. [cit. 2018-29-11].

10 Přílohy

10.1 Příloha 1

Odchycení jedinci byli označeni zeleným nebo červeným voděodolným rychleschnoucím popisovačem na olejové bázi (Alteco Paint Marker) na spodní straně obou zadních křídel.



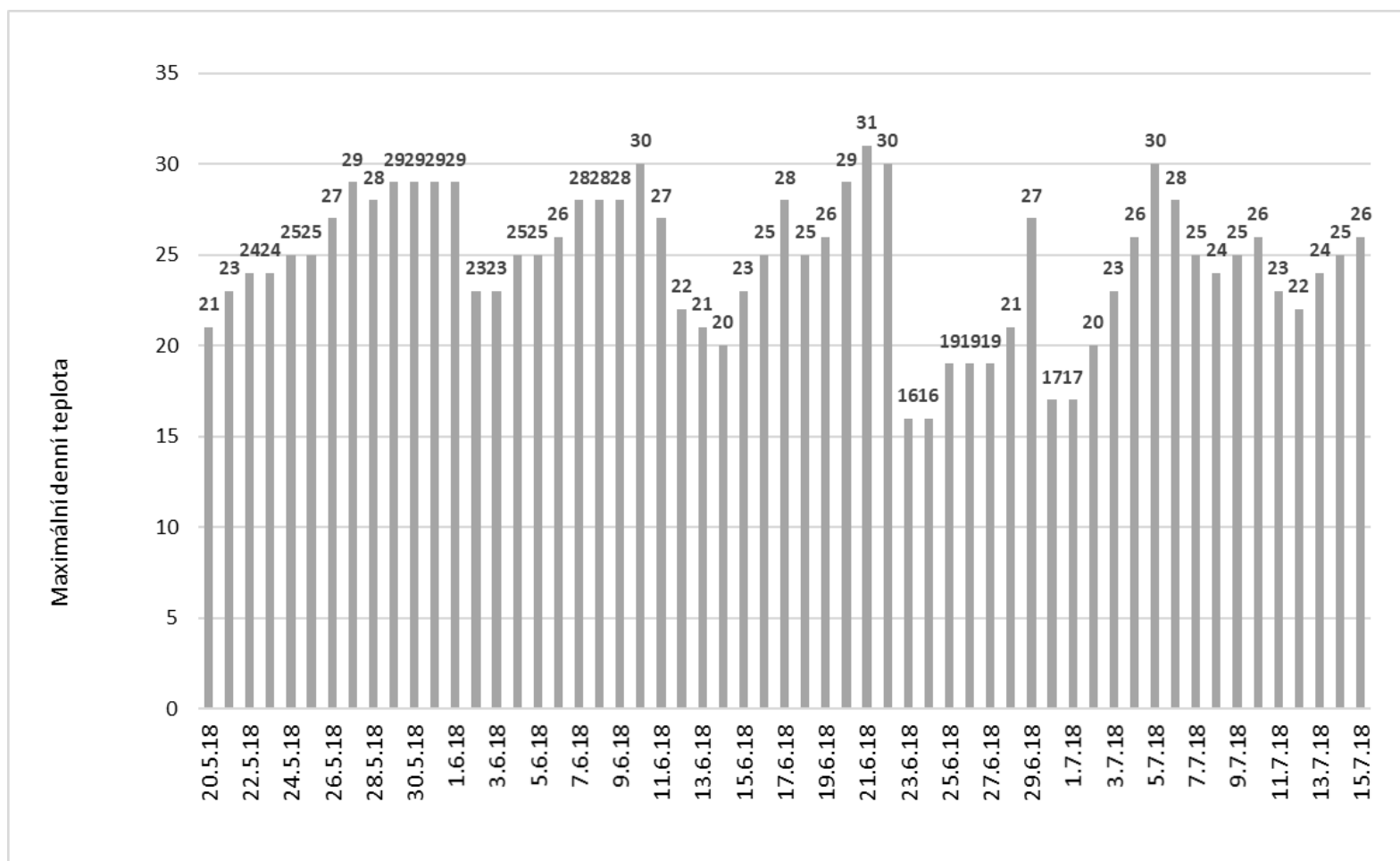
Obr. č. 8: Označený samec *L. fulva* zeleným popisovačem (©autorka práce)



Obr. č. 9: Označený samec *L. fulva* červeným popisovačem (©autorka práce)

10.2 Příloha 2

Graf č. 3: Maximální denní teploty Moravskoslezského kraje v období výzkumu (© Inmeteo, archiv in-pocasi.cz)



10.3 Příloha 3

Tabulka č. 5: Časové rozložení zpětných odchytů na lokalitě Mokroš do posledního odchytu 22. 6. 2018

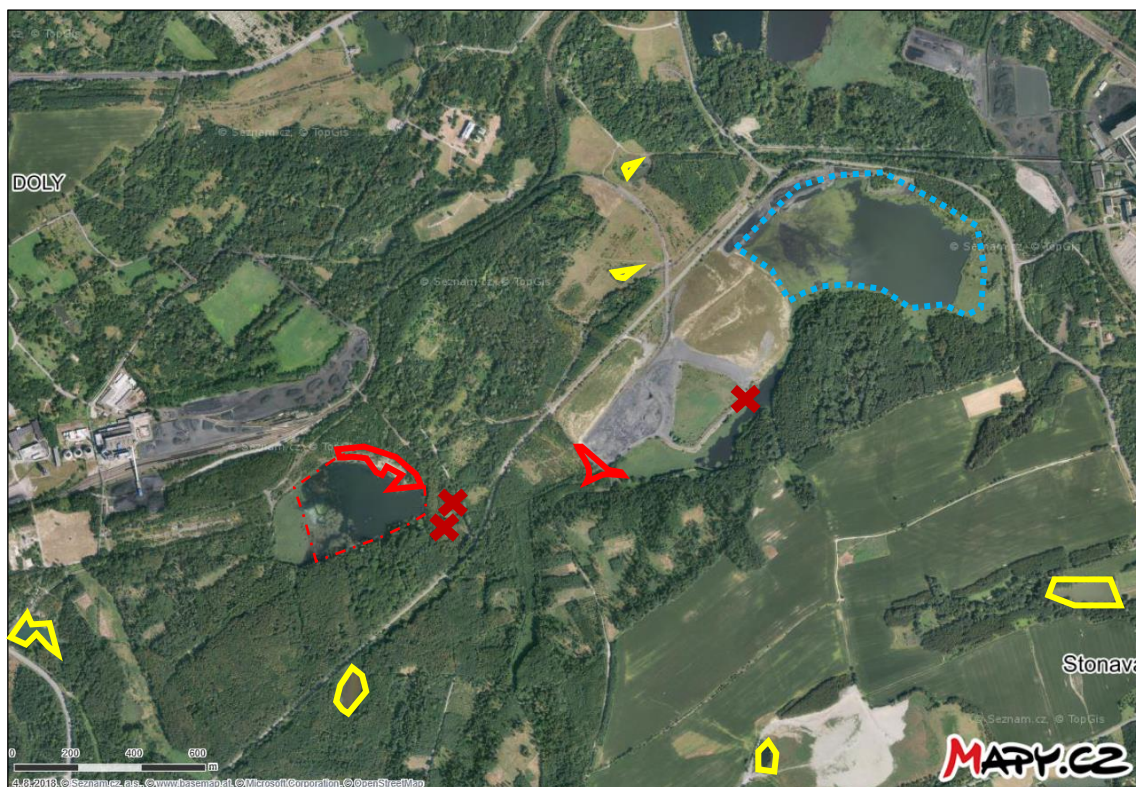
		Odchyťová událost / Označení jedinci ♂ <i>L. fulva</i>											
		20.5.18	24.5.18	27.5.18	29.5.18	31.5.18	4.6.18	7.6.18	10.6.18	16.6.18	17.6.18	20.6.18	22.6.18
Odchyťová událost / Zpětně odchytcení jedinci ♂ <i>L. fulva</i>	20.5.18	1-6											
	24.5.18		7										
	27.5.18			8-9									
	29.5.18				10-13								
	31.5.18					14-17							
	4.6.18	2			11		18-21						
	7.6.18							22-25					
	10.6.18								26-28				
	16.6.18			8						29			
	17.6.18										30		
	20.6.18											0	
	22.6.18												31

Tabulka č. 6: Časové rozložení zpětných odchytů na lokalitě Solecký potok do posledního odchytu 5. 7. 2018

		Odchyťová událost / Označení jedinci ♂ <i>L. fulva</i>													
		20.5.18	24.5.18	27.5.18	29.5.18	31.5.18	4.6.18	7.6.18	10.6.18	16.6.18	17.6.18	20.6.18	22.6.18	3.7.2018	5.7.2018
Odchyťová událost / Zpětně odchytení jedinci ♂ <i>L. fulva</i>	20.5.18	1-7													
	24.5.18		8-13												
	27.5.18		13	14-20											
	29.5.18				21-24										
	31.5.18			19		25-34									
	4.6.18						35-45								
	7.6.18							46-53							
	10.6.18						44		54-63						
	16.6.18								62	64-71					
	17.6.18			20			43				72-82				
	20.6.18							51		67		83-90			
	22.6.18					25				65	78		91-100		
	3.7.18													0	
	5.7.18														101

10.4 Příloha 4

Na obr. č. 8 můžeme vidět lokality, na kterých probíhal výzkum (označení červeně), dále vyznačené jednotlivé nálezy mimo lokality (červené křížky) a vyznačení lokality Pilňok, potenciální, ale nepřístupné lokality (označená modře). Na lokalitách v nejbližším okolí nebyla *L. fulva* zaznamenána (označené žlutě).



Obr. č. 10: Zaznamenaný výskyt *L. fulva* (Mapy.cz: © Seznam.cz, a.s., © TopGis, s.r.o. 2018)

10.5 Příloha 5



Obr. č. 11: Fotografie lokality Solecký potok ze začátku července 2018, ústí Soleckého potoku (© autorka práce)



Obr. č. 12: Fotografie lokality Solecký potok ze začátku července 2018, vyústění do mělkého poklesu (© autorka práce)



Obr. č. 13: Fotografie lokality Mokroš ze začátku července 2018 (© autorka práce)