

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Přírodovědecká fakulta



Bakalářská práce

Mortalita ptáků na elektrickém vedení v ČR

Nela Hralová

Školitel: Mgr. Jan Riegert, Ph.D.

České Budějovice

2012

Hralová, N., 2012: Mortalita ptáků na elektrickém vedení v ČR. [Mortality of birds on power lines in the Czech republic. Bc. Thesis, in Czech.] – 42 p., Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Anotace:

Mortality of birds on power lines is a currently solved problem all over the world. This theses is focused on evaluation factors that influence probability of mortality, frequency of collisions and frequency of electrocution on power lines in the Czech republic.

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Přírodovědeckou fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 27.4.2012

.....

Nela Hralová

Poděkování: V první řadě bych chtěla poděkovat svému školiteli Honzovi Riegertovi za to, že kdysi kladně přijal nápad na zpracování tohoto tématu, za jeho skvělé vedení, za jeho urputnost při získání dat a za trpělivost nejen při jejich vyhodnocování. Dále bych chtěla poděkovat Pavlu Křížkovi. V první řadě za poskytnutí dat k této práci, ale také za to, že se nebojí upozornit na nepříjemný problém a dostat ho do povědomí veřejnosti. Určitě ale také za jeho odhodlanost dosáhnout vytčeného cíle. Díky samozřejmě také patří všem ostatním, kteří se kdy tímto problémem zabývali a zabývají a podílejí se tak spolu s energetiky na jeho řešení. Energetikům bych chtěla poděkovat za jejich spolupráci a za to, že jim osudy ptáků nejsou lhostejné. Moc bych chtěla poděkovat všem dobrovolníkům, kteří poctivě v terénu sbírali data a vyplňovali mapovací karty, protože bez nich by tato práce určitě nevznikla. Své mamince bych chtěla poděkovat úplně za všechno, hlavně ale asi za to, že to se mnou vydržela, dědečkovi za obětavé taxikaření, tetě Aleně za „copycentrum“ a těm, u kterých jsem si přála, aby se toho dočkali, ale museli jít: své babičce a Andymu. S poděkováním nesmím zapomenout ani na ty, které mi za poslední rok moc pomohly: kamarádce Páje Šalandové, Marii Nyčové, Míle Lukášové a Janě Hladovcové. A ještě bych chtěla poděkovat mé kamarádce Zuzce Pokorné za nápad vytvořit bakalářskou práci na toto téma.

Obsah

1. Úvod	1
1.1. Základní charakteristiky elektrického vedení	1
1.2. Elektrické vedení a rizika poranění ptáků	1
1.3. Současný stav monitoringu	5
2. Cíle práce	6
3. Materiál	6
4. Metodika	7
4.1. Údaje na mapovací kartě (návratce)	8
4.2. Datový soubor	9
4.2.1. Základní datová jednotka - trasa	9
4.2.2. Zpracování návratek	10
4.3. Standartizace dat	11
4.4. Statistické zpracování dat	15
5. Výsledky	16
5.1. Způsob postižení u nejčastěji nalezených ptačích řádů	16
5.2. Riziko úmrtí či zranění	16
5.2.1. Parametry konstrukce a frekvence nálezů	18
5.2.2. Parametry konstrukce a riziko úmrtí či zranění	20
5.3. Frekvence nálezů	21
5.3.1. Frekvence kolizí	23
5.3.2. Frekvence postižení elektrickým výbojem	24
6. Diskuze	26
6.1. Riziko úmrtí či poranění pro různé ptačí řády	26
6.2. Nebezpečné prvky konstrukcí	28
6.3. Vliv krajinných prvků na frekvenci kolizí a postižení elektrickým výbojem	29
7. Závěr	31
8. Použitá literatura	32
9. Přílohy	37

1. Úvod

1.1. Základní charakteristiky elektrického vedení

Elektrická energie od své výroby prochází několika kaskádami transformace na takové napětí, které vyžaduje spotřebitel. Pro přenos elektřiny o různých hladinách napětí slouží různé typy konstrukcí (viz. Metodika). Obecně ve všech zemích platí rozdělení elektrizační soustavy na distribuční soustavu a přenosovou soustavu (Kostka 2009).

Distribuční soustava má za úkol přenášet elektrickou energii mezi městy a vesnicemi, nejčastěji v podobě vysokého napětí. Po transformaci vysokého napětí na trafostanicích vzniká nízké napětí, kterým jsou přímo zásobovány domácnosti. Přenosová soustava slouží k přenosu elektřiny na velké vzdálenosti mezi jednotlivými rozvodnami nebo mezi rozvodnou a například velkým průmyslovým podnikem (Janss 2001). Distribuční soustava se dělí na nízké napětí (NN) a vysoké napětí (VN). Hladina nízkého napětí je 0,4, kV a hladina vysokého napětí se pohybuje v rozmezí 6 – 35 kV. Hodnoty u velmi vysokého napětí přenosové soustavy nabývají hodnot 110 – 400 kV (Kostka 2009).

Základem každé konstrukce pro distribuční síť je sloup, který může být ze tří různých materiálů: ze dřeva, betonu nebo oceli (Janss 2001). Konstrukce pro přenosovou soustavu jsou výhradně ocelové. Na každý stožár je instalována konzole, na které jsou upevněny izolátory. Ty nesou vodiče a izolují je od vodivé konstrukce. U vedení NN izolátory směřují nahoru (~ podpěrné izolátory), a jsou umístěny blízko u sebe (do 1m). Pro konzole VN jsou typické podpěrné izolátory (obr. 6, 7 a 9). Běžné jsou ale také závěsné izolátory (obr. 3). Pro konstrukce VVN jsou naopak typické závěsné izolátory. Charakteristickým prvkem stožárů přenosové soustavy (VVN) jsou jedno či dvě zemnicí lana umístěná nad vodiči s funkcí bleskosvodu (Janss 2001).

1.2. Elektrické vedení a rizika poranění ptáků

Elektrické vedení neodmyslitelně patří do krajiny všech vyspělých zemí. Negativní dopady elektrického vedení lze shrnout do několika základních bodů. 1) Prvním je změna rázu krajiny. Linky elektrického vedení jsou viditelné na velké vzdálenosti. Lidé je velmi negativně vnímají, především v blízkosti svých obydlí. 2) Další problém je, že napětí vytváří silné elektromagnetické pole a také hluk. 3) Z hlediska ochrany přírody je nejcitelnějším

dopadem fakt, že na elektrickém vedení nachází smrt mnoho volně žijících živočichů (Ferrer & Janss et al. 1999). Tato bakalářská práce se zabývá posledním bodem, konkrétně problémem úhynů ptáků na elektrickém vedení.

Ptáci se s konstrukcemi elektrického vedení setkávají při svém každodenním režimu. Buď je vyhledávají úmyslně jako místa k vyhlížení kořisti, odpočinku nebo pro stavbu hnízd (APLIC 2006), anebo se s nimi setkávají nechtěně. Úmrtí ptáků lze rozdělit do dvou hlavních kategorií – kolize s vodičem a elektrický výboj.

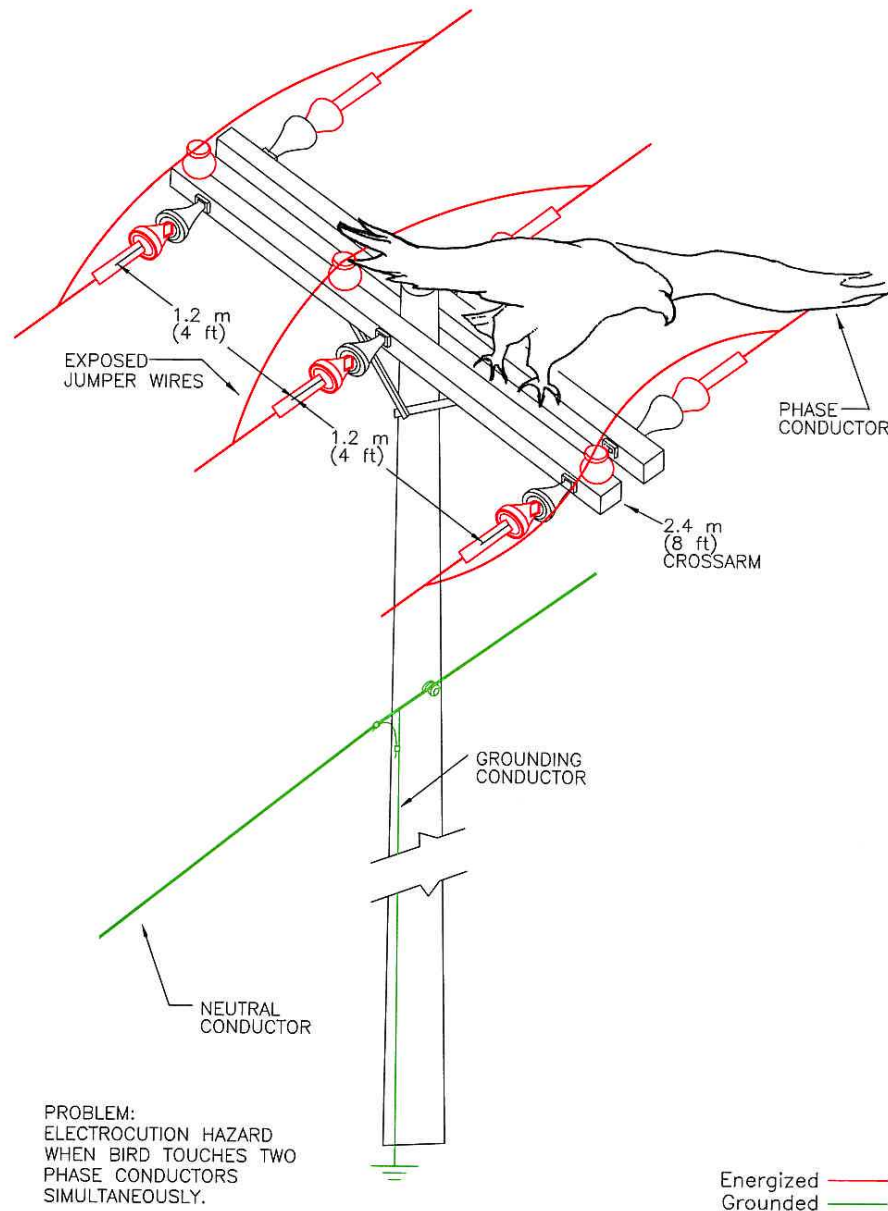
Kolize s vodičem:

Jedná se o přímý náraz do vodiče, v případě konstrukcí VVN se nemusí jednat vždy jen o vodič, ale i o srážku se zemním lanem. Ke zraněním způsobeným srážkou s vedením patří nejčastěji fraktury končetin (křídel i nohou) nebo jejich vykloubení, odřeniny čela či zobáku, tržné rány svalstva a šlach, vnitřní zranění. Tato zranění jsou doprovázena také šokem (Křížek 2003, příloha II).

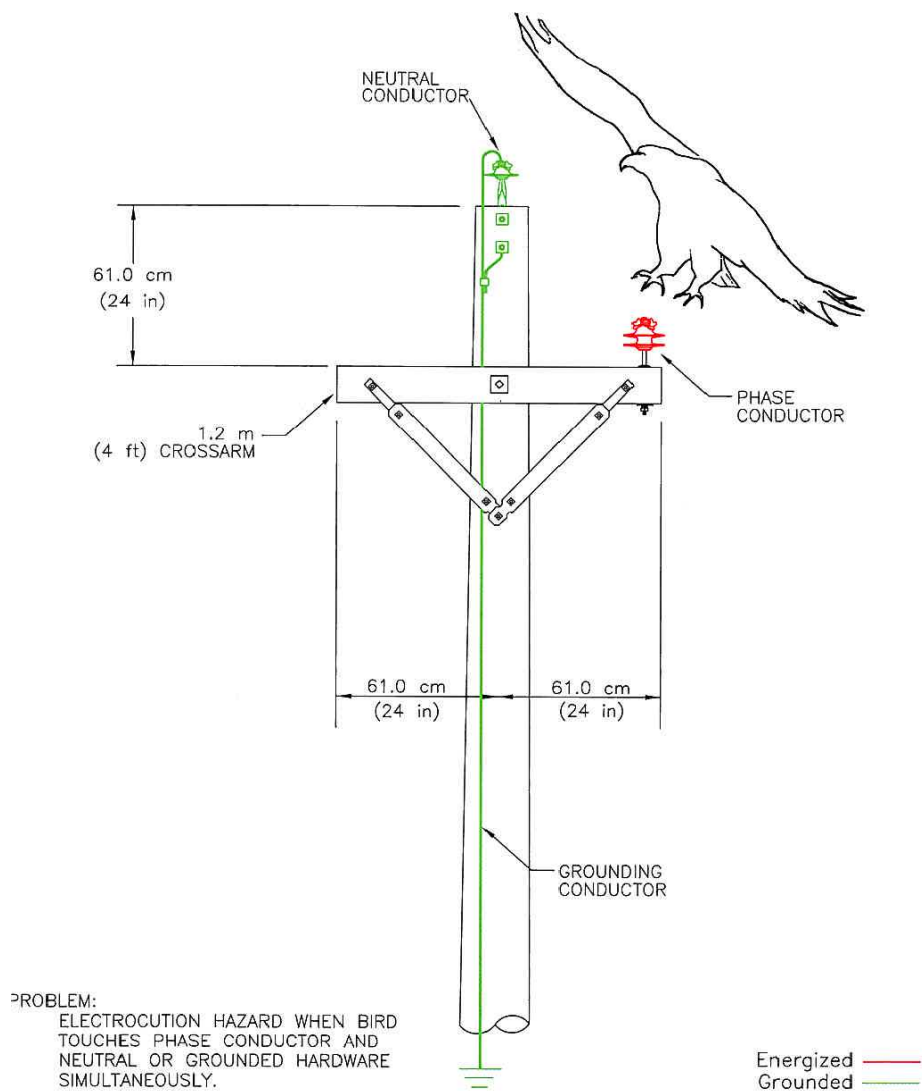
Elektrický výboj:

Jedná se o popálení elektrickým proudem, ke kterému dochází, pokud se pták stane součástí elektrického obvodu. Zasažení elektrickým výbojem má za následek celou řadu různých poranění, která nejčastěji zahrnují zlomeniny kostí lebky, páteře, pánve a roztržštěné nebo upálené stojáky (Křížek 2003). Dále bývá poškozeno opeření a kůže. V některých případech mohou uhořet i velké kusy opeření. Na kůži jsou zřetelná místa, kde proud do těla vstoupil a kde vystoupil (Křížek 2003). Pokud pták neuhyne na následky poranění okamžitě, začne zbarvení kůže na poraněných místech přecházet ze žluté do okrové barvy. Společně se ztrátou hybnosti pak dochází k odumření tkání a končetin. Jedná se o nevratný proces, a pokud se zvíře dostane do lidské péče, pak je podle závažnosti poranění nutné buď tkáň či končetinu amputovat nebo uvést živočicha do eutanazie. V letních měsících navíc klade hmyz svá vajíčka do otevřených ran a ty se pak postupně vyvíjejí - přitom je pták mnohdy ještě na živu. Pokud zvíře výboj přežije a nedostane se do lidských rukou, pak v šoku dožívá poblíž místa nehody (Křížek 2003, příloha III). K zasažení elektrickým výbojem obvykle dochází ve třech situacích:

- 1) Při spojení dvou sousedních vodičů (především druhy s větším rozpětí křídel, obr. 1).
- 2) Při současném dotyku vodiče a uzemněné části konstrukce (nejčastěji při dosedání či odletu z konstrukce, obr. 2).
- 3) Spojením vodiče s ptákem prostřednictvím trusu. Tato situace obvykle nastává u závěsných izolátorů, kdy pták usedne na konstrukci a vodiče tedy vedou pod ním (obr. 3).



Obr. 1: Umrtí ptáka při propojení vodičů (zdroj: APLIC 2006).



Obr. 2: Umrť ptáka při propojení uzemněné části konstrukce s vodičem (zdroj: APLIC 2006).



Obr. 3: Dravec usmrcený přenosem výboje přes trus (zdroj: Haas 2008, foto: G. Fiedler).

1.3. Současný stav monitoringu

Mortalita ptáků na elektrickém vedení je stále aktuální ve většině vyspělých zemí celého světa (Ferrer & Jans 1999a). Většina zahraničních studií se zabývala studiem mortality pro jednotlivé typy konstrukcí (Anderson & Kruger 1995, Roig-Solés & Navazo-López 1997, Harness et al. 2008, Demerdzhiev et al. 2009, Gerdzhikov & Demerdzhiev 2009, Ferrer & Jans 1999, Chancellor & Meyburg 2004, Lash 2010). Část studií se zabývala efektivitou nápravných opatření (Morkill & Anderson 1991, Alonso et al. 1994, Bevanger 1994, Brown & Drewien 1995, Jans & Ferrer 1999b, Frost 2008, López-López et al. 2011). Minimum studií se věnovalo charakteru okolní krajiny, která může ovlivňovat pravděpodobnost nebo frekvenci úmrtí (Bevanger 1990, Bevanger & Brøseth 2004).

Databáze z České republiky, která byla využita k této práci, nebyla dosud statisticky zhodnocena. V současné době se uvažuje o provedení kontrolního monitoringu na trasách, kde byly původní konzole vyměněny bezpečnějším typem „pařát“ dle novely zákona č. 158/2009 Sb. (obr. 4). Efektivita těchto opatření tedy není součástí mé bakalářské práce.



Obr. 4: Bezpečný typ konstrukce „pařát“ (zdroj: ČEZ)

2. Cíle práce

- 1) Vyhodnotit vliv faktorů na riziko usmrcení/zranění
- 2) Vyhodnotit vliv parametrů konstrukcí na riziko a frekvenci usmrcení/zranění
- 3) Vyhodnotit vliv faktorů na frekvenci nálezů

3. Materiál

Data k této bakalářské práci nepochází z vlastního terénního výzkumu. Soubor dat byl sestaven s nashromážděných mapovacích karet projektu „Ochrana ptáků před elektrickým vedením – mapování současného stavu v ČR“. Projekt vznikl v roce 1996 a 1997, garantem a autorem projektu byl Pavel Křížek a koordinátorem Český svaz ochránců přírody ve Vlašimi. Realizátoři projektu vyzvali všechny zájemce o ochranu přírody a příznivce ptací fauny, aby pomohli s řešením problému popálení ptáků elektrickým proudem. Cílem projektu bylo na základě žádosti energetiků zmapovat celé území České republiky, doložit ztráty na linkách elektrického vedení a určit nejrizikovější místa (Křížek et al. 1996, Křížek et al. 1997).

Další vlna monitoringu a tedy i dat přišla s projektem „Ekologizace venkovního elektrického vedení“, který byl zahájen v roce 2002 a koordinaci zajišťovala organizace Ochrana fauny České republiky se sídlem ve Voticích (<http://www.ochranafauny.cz/>). Cílem projektu bylo získat podklady pro dosažení legislativního opatření, zhodnotit stávající technologie konstrukcí elektrického vedení a navrhnout alternativní řešení bezpečnější pro ptáky (Křížek 2002, 2003).


K souboru nashromážděných dat z návratků byly připojeny záznamy z kontrol Ivy Krumlové, které jsem převzala z její diplomové práce zabývající se tématem negativního vlivu venkovního vedení elektrického proudu na avifaunu (Krumlová 2010). Soubor byl doplněn o jeden záznam, který jsem získala prostřednictvím osobního sdělení a dále o několik vlastních kontrol.

Datový soubor pochází z let 1970 – 2011. Ze souboru dat byla sestavena tabulka, která obsahovala použitelné údaje o 265 kontrolovaných trasách vedení. Některé návratky nemohly být do datového souboru zařazeny, protože neobsahovaly dostatek potřebných informací.

4. Metodika

Analyzovaný datový soubor sestává z údajů zaznamenaných dobrovolnými mapovateli na mapovacích kartách, které byly pro jednotlivé monitorings k dispozici (obr. 5).

MAPOVACÍ KARTA



KONTROLOVANÁ LOKALITA

Okres: CHEB Nejbližší obec: SKALNÁ, NOVÝ DRAHDV

Počet kontrolovaných sloupů na trase: 94.....

Počet provedených kontrol: 5... za období od 13.1.... do 15.6.96

Počet nalezených ptáků (uhynulých i zraněných): 13.....

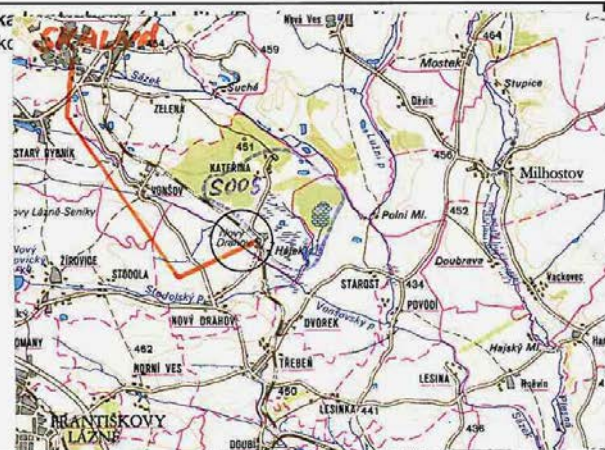
Nálezy ptáků byly pod (zaškrtněte):
 elektrickým sloupem transformátorem
 elektrickým vedením

2. Schematický náčrtek sloupu

typ A

Popis nálezu (datum, druh, počet kusů, zda byl exemplář usmrcený či zraněný):
13.1. - 1x HOLUB ě, 1x ČESKA ě, 1x VRÁNA ě,
1x JESTŘÁB ě, 3x KÁNĚ ě.
10.2. - 1x KÁNĚ ě.
9.3. - 1x VRÁNA ě, 3x KÁNĚ ě.
13.4. - 1x KÁNĚ ě.
15.6. - 1x

1. Schematická mapka
a nejbližší obce, lesy, k...



Obr. 5: Vyplněná mapovací karta zasláná Stanicí pro záchranu živočichů při správě NPR SOOS.

4.1. Údaje na mapovací kartě (návratce)

Kontrolovaná lokalita

Na mapovací kartu (~ návratku) bylo potřeba zaznamenat několik údajů ke kontrolované lokalitě: okres, nejbližší obec, počet kontrolovaných sloupů na trase, počet provedených kontrol dané trasy, kontrolované období, počet nalezených ptáků (mrtvých nebo poraněných).

Údaje k nálezům

Další údaje popisovaly podrobnosti nálezů. V návratce bylo možné vybrat a zaškrtnout, kde byl pták nalezen. Na výběr byly tři možnosti: pod sloupem, pod vedením, pod transformátorem. Dále bylo možné k nálezům zaznamenat další podrobnosti jako: datum kontroly, při které byl pták nalezen, druh, počet jedinců toho kterého druhu, zda byl nalezený exemplář mrtvý nebo ještě živý se zraněními, popřípadě popis zranění.

Mapa kontrolované lokality

Na návratku bylo možné zakreslit mapku kontrolované trasy s žádostí o vyznačení trasy elektrovodu a nejbližší obce, lesa, komunikace, potoka atd., popřípadě zakreslit místa nálezů.

Nákres konstrukce

Také bylo možné do vyznačeného místa nakreslit typ konstrukce na trase, aby se zjistilo, které konstrukce jsou pro ptáky nebezpečnější než jiné. Někteří mapovatelé toto vyřešili tak, že do příslušného okénka označili písmenem typ konstrukce, podle toho jak byly označeny v textu metodiky, jejíž součástí byly mapovací karty.

Výběr trasy a další záznamy

Mapovatelé si zvolili počet sloupů, které budou kontrolovat libovolně, stejně jako typ napětí a typ konstrukce. Počet kontrol a prostředí byl rovněž zvolen individuálně. Některé záznamy pochází z náhodných kontrol bez jejich opakování.

Chybějící informace

Na některých návratkách nebyly zaznamenány všechny informace, ze kterých bylo nutné sestavit výpočty potřebné pro statistickou analýzu. Chybějící počet sloupů bylo možné dopočítat za předpokladu, že byl uveden náčrt konstrukce a v mapce byla zakreslena délka kontrolované trasy. Podle vyznačené délky úseku jsem pak za pomoci map ze serveru mapy.cz (www.mapy.cz) určila skutečnou délku úseku v km. Podle typu konstrukce bylo možné určit typ napětí a podle typu napětí bylo možné určit vzdálenost mezi dvěma sloupy. Pro jednotlivá napětí jsem používala následující vzdálenosti: pro nízké napětí (NN) přibližně 40 m (osobní měření), pro železniční sloupy 40 m (Jánský), sloupy pro vysoké napětí (VN) přibližně 70 m (osobní měření), pro všechny typy velmi vysokého napětí (VVN) jsem používala maximální vzdálenost 600m (Kostka).

Podle vzdálenosti sloupů od sebe jsem dopočítala počet sloupů na 1 km. Podle tohoto převodu a podle délky kontrolovaného úseku jsem pak spočítala počet kontrolovaných sloupů na celý kontrolovaný úsek.

4.2. Datový soubor

4.2.1. Základní datová jednotka - trasa

Jeden řádek v datové tabulce znamenal jednu kontrolovanou trasu. Za trasu (řádek) byl považován úsek elektrického vedení běžící v jedné linii o stejném typu napětí a stejném typu konstrukcí.

4.2.2. Zpracování návratek

Zaznamenávala jsem následující údaje:

- Jméno a příjmení mapovatele, nejbližší obec, GPS souřadnice, nadmořská výška, kraj, okres.
- Napětí elektrického vedení (0,4 kV, 0,6 kV, 22 kV, 35 kV, 110 kV, 220 kV, 400 kV).
- K jakému typu napětí patřila kontrolovaná trasa (NN – nízké napětí, VN – vysoké napětí, VVN – velmi vysoké napětí).
- Datum počátku kontrol, datum ukončení kontrol, počet kontrol, počet kontrolovaných sloupů na trase. Hodnoty těchto kategorií byly použity ke standartizaci dat (tab. 2).
- Počet nalezených ptáků. Hodnoty této kategorie byly použity pro standartizaci dat (tab. 2).
- Typ konstrukce (popř. typ konzole). Do analýzy vstupoval tento faktor o pěti hladinách: rovinná konzole, konzole delta, konstrukce NN, konstrukce VVN (tab. 3, obr. 6, 7, 8a-b a 9) a kategorie ostatní. Do kategorie ostatní patřily konstrukce, které měly menší zastoupení v souboru ($n < 10$). Jednalo se o tyto konstrukce: trafostanice, odpínač, tahový sloup, nosný sloup, šestivodič, čtyřvodič, sloupy pro trolejové a železniční vedení, konzole se závěsnými izolátory, nelze určit a mix. Kategorie mix byla vytvořena pro případ, že na návratce byla zakreslena k typu sloupů na trase ještě konstrukce, která není v trase jako většinový typ konstrukce ale bývá přítomna pouze v určitém úseku trasy jako její nezbytná součást (např. odpínač, trafostanice, odbočný sloup) a nebylo možné určit, pod kterou z těchto konstrukcí byl pták nalezen.
- Počet kolizí. Za kolizi byl považován případ, kdy byla zaškrtnuta kolonka nález pod vedením a u popisu nálezu nebyla zmínka o popáleninách.
- Počet výbojů. Za výboj byl považován případ, kdy byla zaškrtnuta kolonka nález pod sloupem nebo pod trafostanicí s údajem o popáleninách
- Typ úmrtí. Tento údaj určoval, zda na trase došlo k výbojům nebo kolizím. Další kategorie byly: bez nálezu a mix. Mix znamenal, že na jedné návratce bylo několik nálezů o jiném způsobu úmrtí.
- Převládající řád. Do této kategorie byl zaznamenáván ptačí řád, který převládá mezi nálezy na trase. V návratkách byly zastoupeny následující řády: dravci, sovy, brodiví, vrubozobí, měkkozobí, krkavcovití pěvci, ostatní pěvci a ostatní ptáci. Do kategorie

ostatní patřili krátkokřídlí, rackovití, ostatní pěvci (když nebylo možné určit druh), mix (pokud byl poměr ptačích řádů, ke kterým příslušely nálezy v poměru 1 : 1), bez nálezu.

- Údaje o typu krajiny a prvcích, které se v okolí trasy vyskytují (tab. 1).

Tab. 1: Faktory použité při analýze dat jako vysvětlující proměnné.

krajinné prvky	význam faktoru
chráněné území	kontrolovaná trasa procházela chráněným územím
les	kontrolovaná trasa procházela lesním celkem
kóta (vyšší než 300 m n.m) bez lesa	trasa přetínala vrstevnici o nadmořské výšce vyšší než 300 m bez lesního celku
město	kontrolovaná trasa procházela městskou zástavbou
silnice	kontrolovanou trasu protínala silnice 1. třídy
dálnice	kontrolovanou trasu protínala dálnice
řeka	kontrolovaná trasa přetínala řeku
vodní nádrž	kontrolovaná trasa přetínala vodní nádrž
hnízdni sezóna	kontroly zahrnovaly období mezi 1.4. - 30.7.
nadmořská výška	nadmořská výška, ve které se nacházela kontrolovaná trasa
napětí	typ napětí kontrolované trasy (NN, VN, VVN)
konstrukce	typ konstrukce na kontrolované trase

4.3. Standartizace dat

Aby bylo možné porovnat výsledky z různých období, pro různé počty kontrolovaných sloupů a různý počet kontrol, bylo nutné použít standartizaci údajů. Z primárních dat jsem získala několik přepočtů (tab. 2), které byly použity buď jako vysvětlované proměnné nebo jako faktory s náhodným efektem.

Tab. 2: Postup při standartizaci dat.

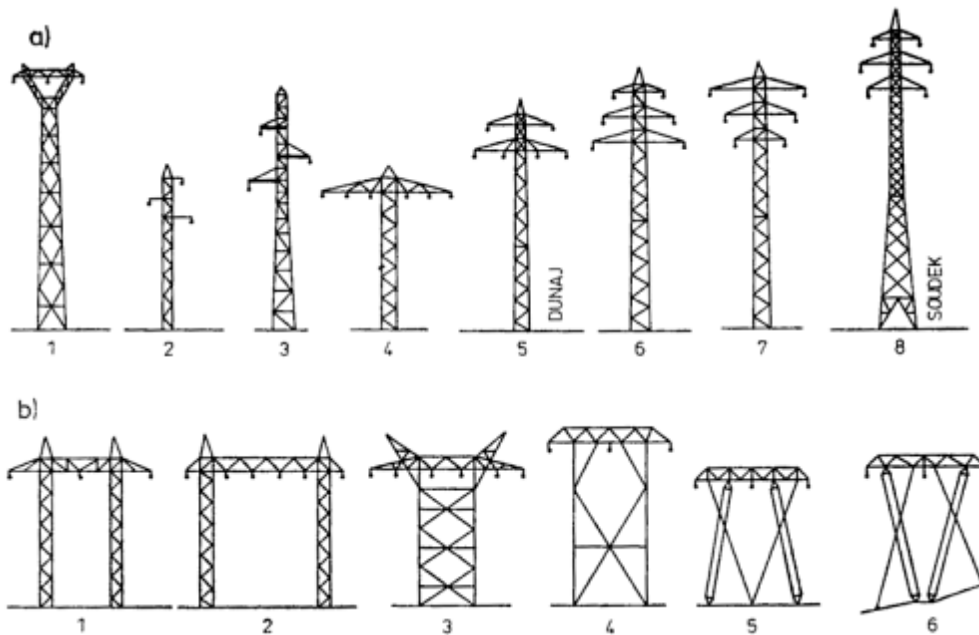
proměnná	postup pro výpočet
rok	počet kontrolovaných dní odečtených z dat počátku a konce kontrol / 365
sloup / kontrola / rok	počet zkontrolovaných sloupů na trase / počet kontrol provedených na trase / rok
nález / sloup / kontrola/ rok	počet nalezených ptáků / sloup / kontrola / rok
kolize / sloup / kontrola / rok	počet nalezených ptáků usmrcených či zraněných po kolizi s vodiči / sloup / kontrola / rok
výboj / sloup / kontrola / rok	počet nalezených ptáků usmrcených či zraněných výbojem / sloup / kontrola / rok



Obr. 6: Rovinná konzole (zdroj: vlastní foto).

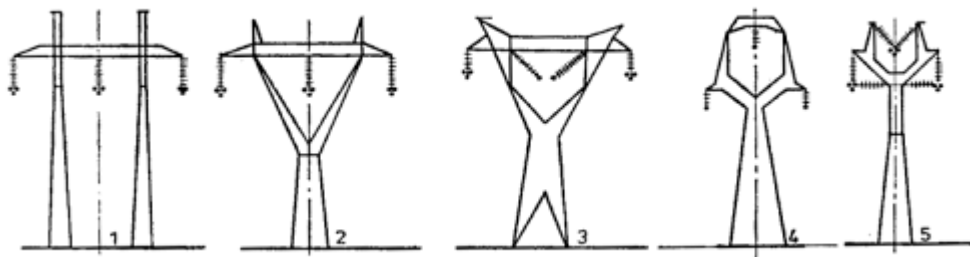


Obr. 7: Konzole delta (zdroj: vlastní foto).

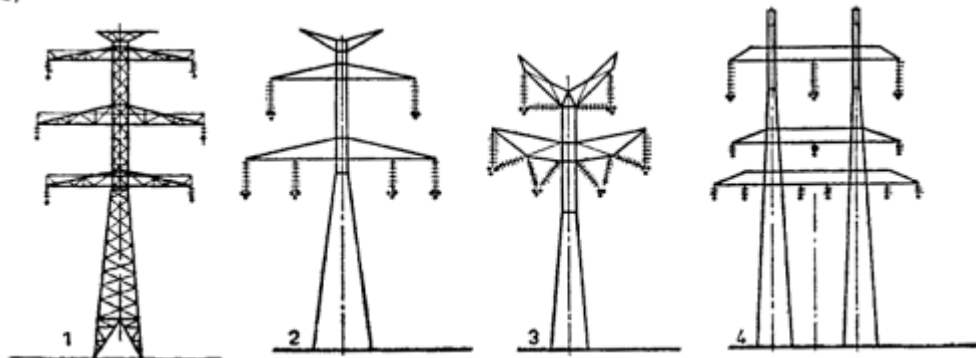


Obr. 8a: Konstrukce velmi vysokého napětí (110 a 220 kV) (zdroj: Stožáry VVN (I)).

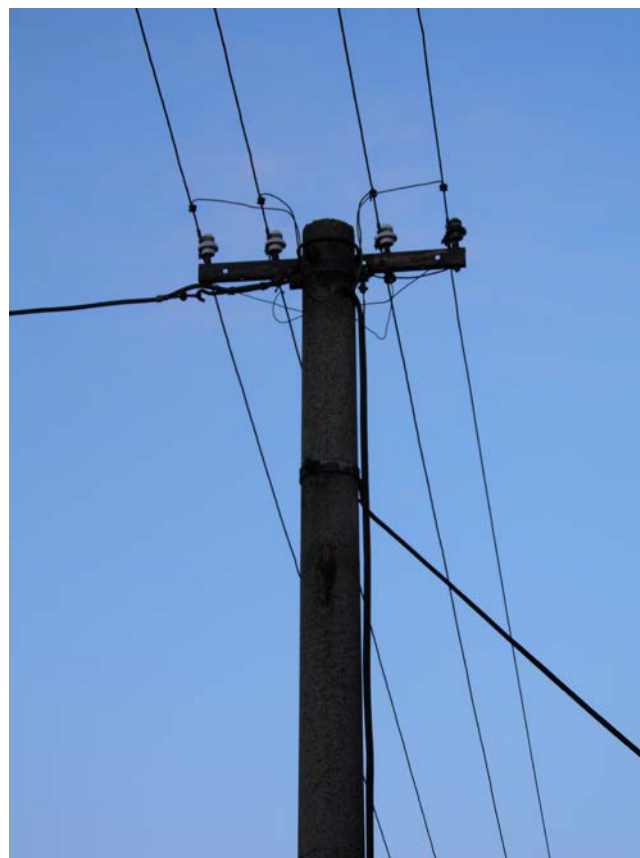
a)



b)



Obr. 8b: Konstrukce velmi vysokého napětí (400 kV) (zdroj: Stožáry VVN (I)).



Obr. 9: Stožár pro vedení nízkého napětí. (zdroj: vlastní foto).

Tab. 3: Vlastnosti konstrukcí pro nízké, vysoké a velmi vysoké napětí. (zdroje: Stožáry VVN (I), Mechanika vedení, Dribo, spol. s r.o. - Kompozitivní izolátoty VVN).

elementy konstrukce	rovinná	delta	VVN	NN
výška konstrukce (výška zemního lana) (m)	< 10m	< 10m	>10m	< 10m
minimální vzdálenost vodičů od země (m)	> 5m	> 5m	> 5m	< 5m
ocelový stožár	ano	ne	ano	ne
postavení izolátorů	nahoru	nahoru	vodorovně / dolů	nahoru
vodiče jen v jedné rovině	ano	ne	ne	ano
konzole rozdělená sloupem na ramena	ne	ano	ano	ano
vzdálenost vodiče od sloupu	kontakt	< 1m	> 1m	< 1m

4.4. Statistické zpracování dat

Soubor dat byl analyzován pomocí zobecněných smíšených lineárních modelů (GLMM) s Gamma distribucí za použití forward selection dle AIC kritéria (po porovnání s nulovým modelem) v programu R (tab. 4).

Tab. 4: Přehled použitých modelů GLMM.

vysvětlovaná proměnná	náhodný faktor	N	vysvětlující proměnné	kapitola
nález (0/1)	sloup / kontrola / rok	265	tab. 1	5.2.
frekvence kolizí	doba provádění kontrol (roky)	51	tab. 3	5.2.1.-1)
frekvence výbojů	doba provádění kontrol (roky)	98	tab. 3	5.2.1.-2)
kolize (0/1)	sloup / kontrola / rok	182	tab. 3	5.2.2.-1)
výboj (0/1)	sloup / kontrola / rok	182	tab. 3	5.2.2.-2)
frekvence nálezů	doba provádění kontrol (roky)	206	tab. 1	5.3.

frekvence kolizí	doba provádění kontrol (roky)	74	tab. 1	5.3.1.
frekvence výbojů	doba provádění kontrol (roky)	153	tab. 1	5.3.2.

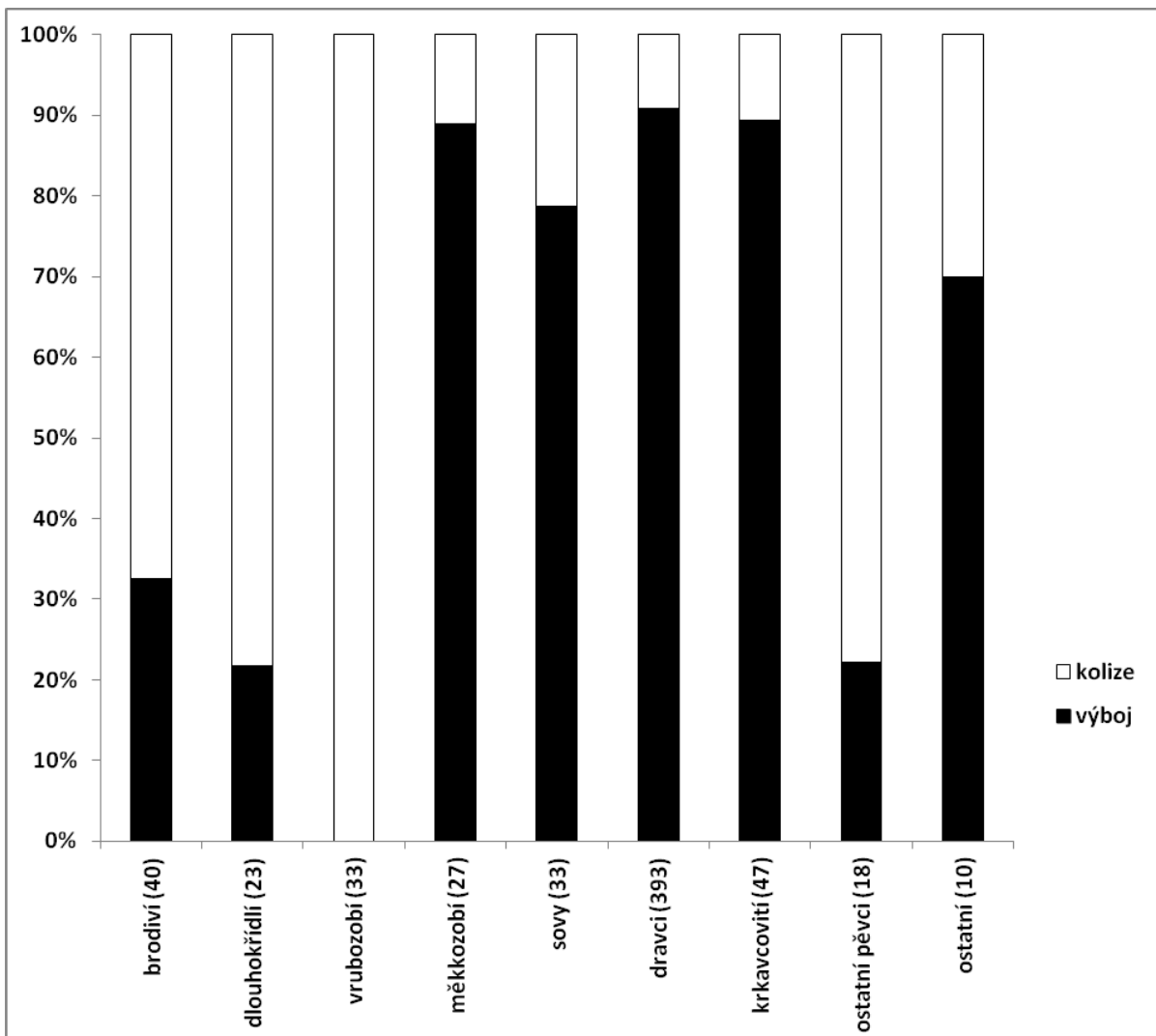
5. Výsledky

5.1. Způsob postižení u nejčastěji nalezených ptačích řádů

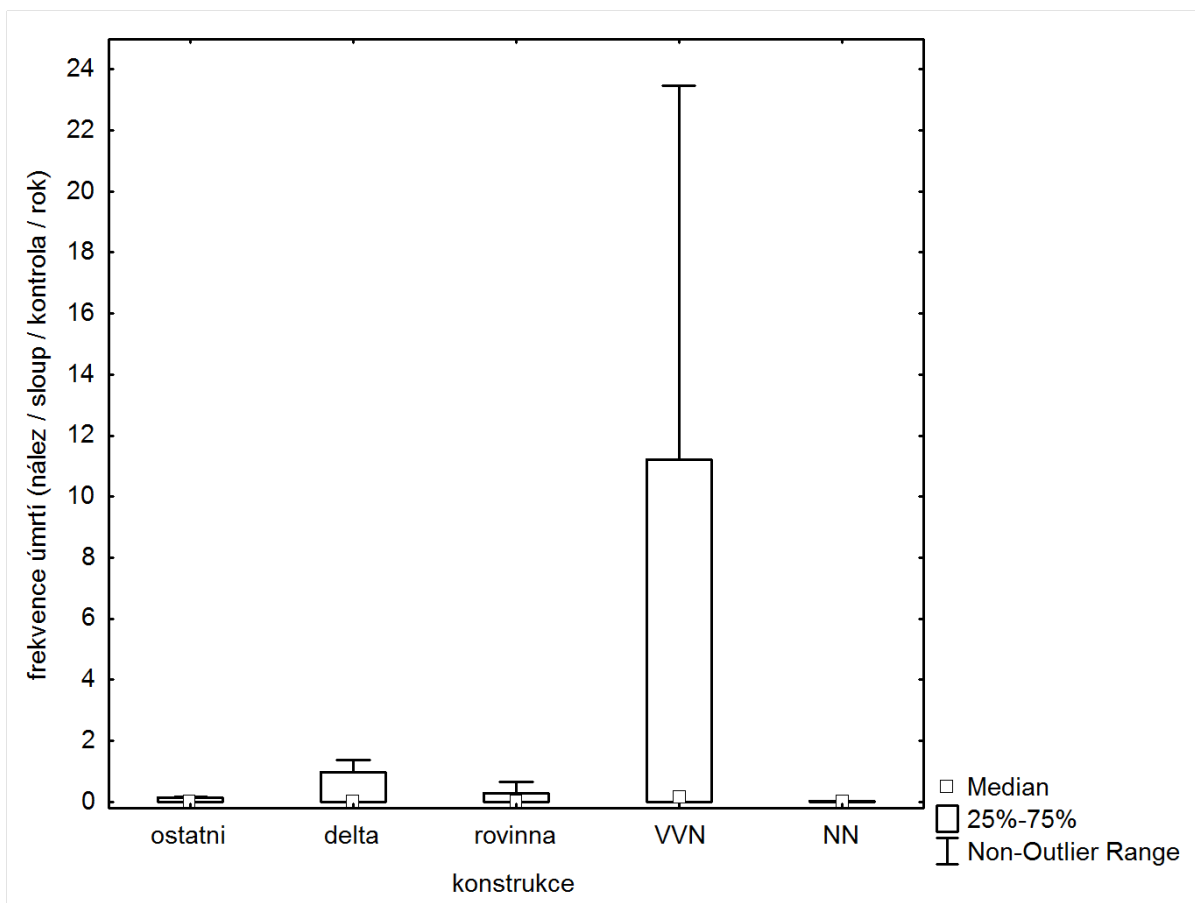
Z celkového počtu 627 nálezů určených do druhu (3 nálezy nebyly determinované) byli nejčastěji zaznamenáni káně lesní (*Buteo buteo*), poštolka obecná (*Falco tinnunculus*), labuť velká (*Cygnus olor*), čáp bílý (*Ciconia ciconia*), vrána obecná (*Corvus corone*) (příloha I). Všechny nálezy byly rozděleny do dvou kategorií. První kategorii tvořili ptáci popálení elektrickým proudem (~ usmrcení či zranění výbojem) a druhou kategorii tvořili ptáci po nárazu do vodiče (~ usmrcení či zranění při kolizi). Kolize byly častější u ptáků vázaných na vodní biotopy - brodiví, dlouhokřídlí, vrubozobí a pěvci kromě krkavcovitých (obr. 10). Usmrcení elektrickým výbojem převažovalo u měkkozobých, dravců, sov a krkavcovitých pěvců (obr. 10).

5.2. Riziko úmrtí či zranění

Pro hodnocení vlivu faktorů na riziko úmrtí či zranění byl použit celý datový soubor, tedy všech 265 kontrolovaných tras. Jediným průkazným faktorem byl typ konstrukce, na kterou pták usedá (GLMM, d.f. = 7, vysvětlená variabilita = 4,6 %, P = 0,0368). Po zohlednění kovariátu byla nejvyšší frekvence nálezů zaznamenána na konstrukcích velmi vysokého napětí, kategorie se liší především variabilitou dat (VVN) (obr. 11).



Obr. 10: Podíl jedinců po nárazu do vodiče a zasažených elektrickým výbojem pro jednotlivé ptačí řady. V závorce jsou uvedeny celkové počty úmrtí.



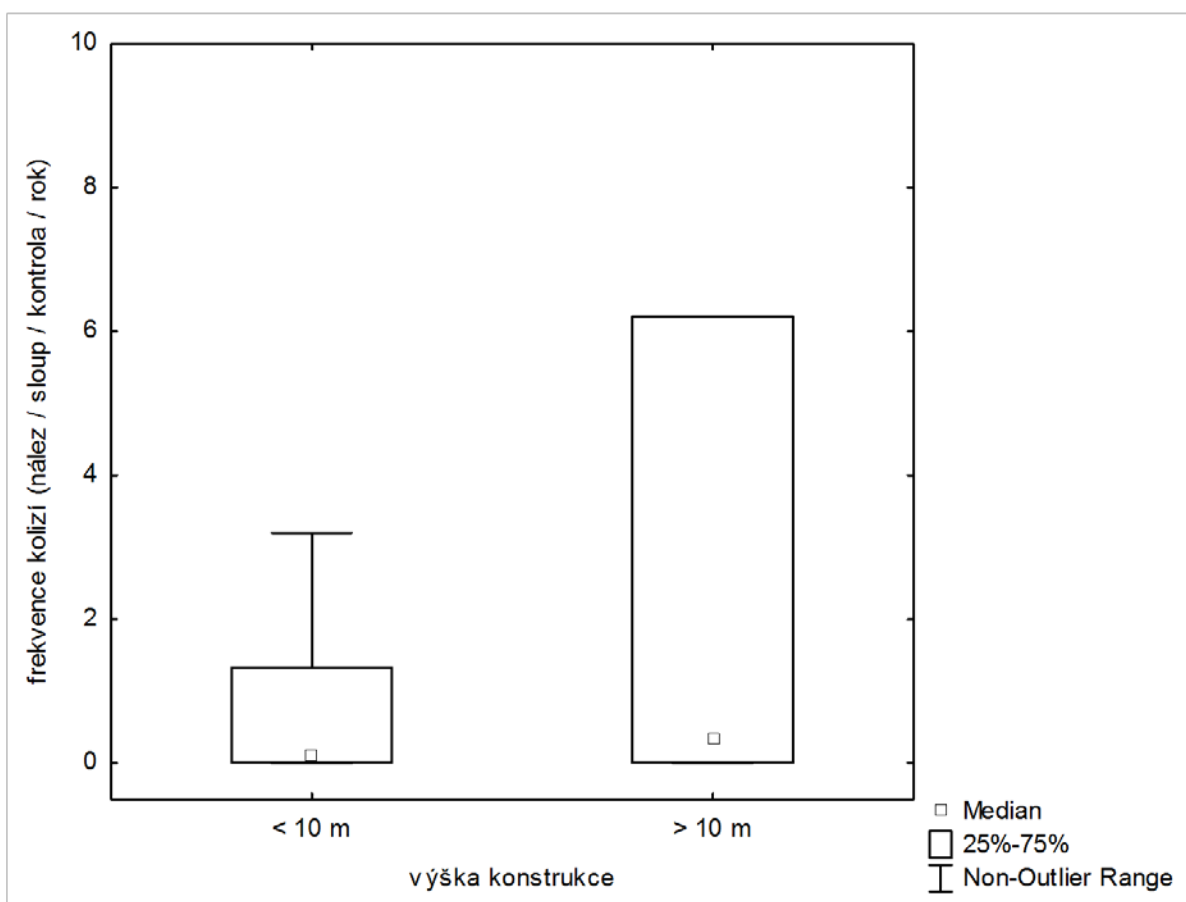
Obr. 11: Frekvence nálezů pro jednotlivé typy konstrukcí (N = 265).

5.2.1. Parametry konstrukce a frekvence nálezů

Protože vliv typu konstrukce byl statisticky průkazný, byly provedeny doplňkové analýzy. Jejich cílem bylo zjistit, které parametry konstrukce jsou pro ptáky nebezpečné. Byly vybrány pouze parametry, které spolu nekorelují díky typizaci elektrických vedení (tab. 3). Pro analýzu frekvence výbojů jsem místo parametru výška konstrukce použila parametr napětí. Oba parametry spolu částečně korelují, ale liší se počtem kategorií. Analýzy byly prováděny jen pro čtyři typy konstrukcí (konstrukce NN, VVN, rovinná konzole a konzole delta), pro které bylo dostatečné množství dat ($n \geq 10$ kontrolovaných tras). Vysvětlovaná proměnná měla spojitý charakter (frekvence úmrtí).

1) Frekvence nálezů po kolizi a parametry konstrukce:

K analýze byl použit soubor dat o velikosti 51 kontrolovaných tras. Soubor zahrnoval jen ty trasy, na kterých došlo ke kolizi ptáka s vodičem. Výška konstrukce měla signifikantní vliv na frekvenci kolizí (GLMM, d.f. = 7, vysvětlená variabilita = 0,7 %, $P = 0,0969$). U vyšších typů konstrukcí byly zaznamenány vyšší frekvence kolizí, kategorie se liší především variabilitou dat (obr. 12).



Obr. 12: Frekvence kolizí pro dvě kategorie výšky konstrukce (N = 51).

2) Frekvence postižení elektrickým výbojem a parametry konstrukce:

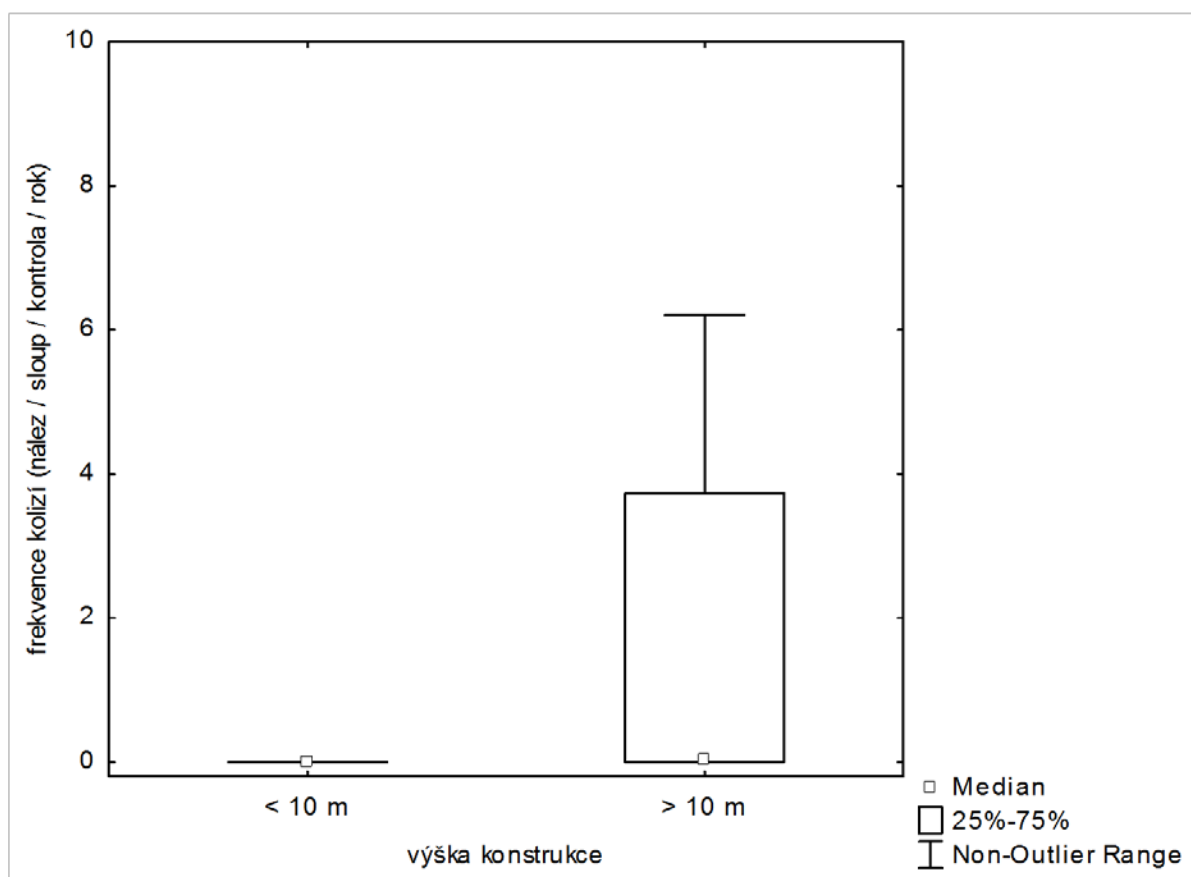
Použila jsem soubor dat o velikosti 98 kontrolovaných tras. Soubor zahrnoval jen trasy, na kterých došlo k usmrcení elektrickým výbojem. Žádný parametr konstrukce se průkazně nepodílel na frekvenci nálezů.

5.2.2. Parametry konstrukce a riziko úmrtí či zranění

Datový soubor se skládal ze všech tras čtyř sledovaných typů konstrukcí bez ohledu na to, zda na trase k úmrtí došlo (N = 182). Vysvětlovaná proměnná měla binomickou distribuci (0/1).

1) Riziko kolizí a parametry konstrukce:

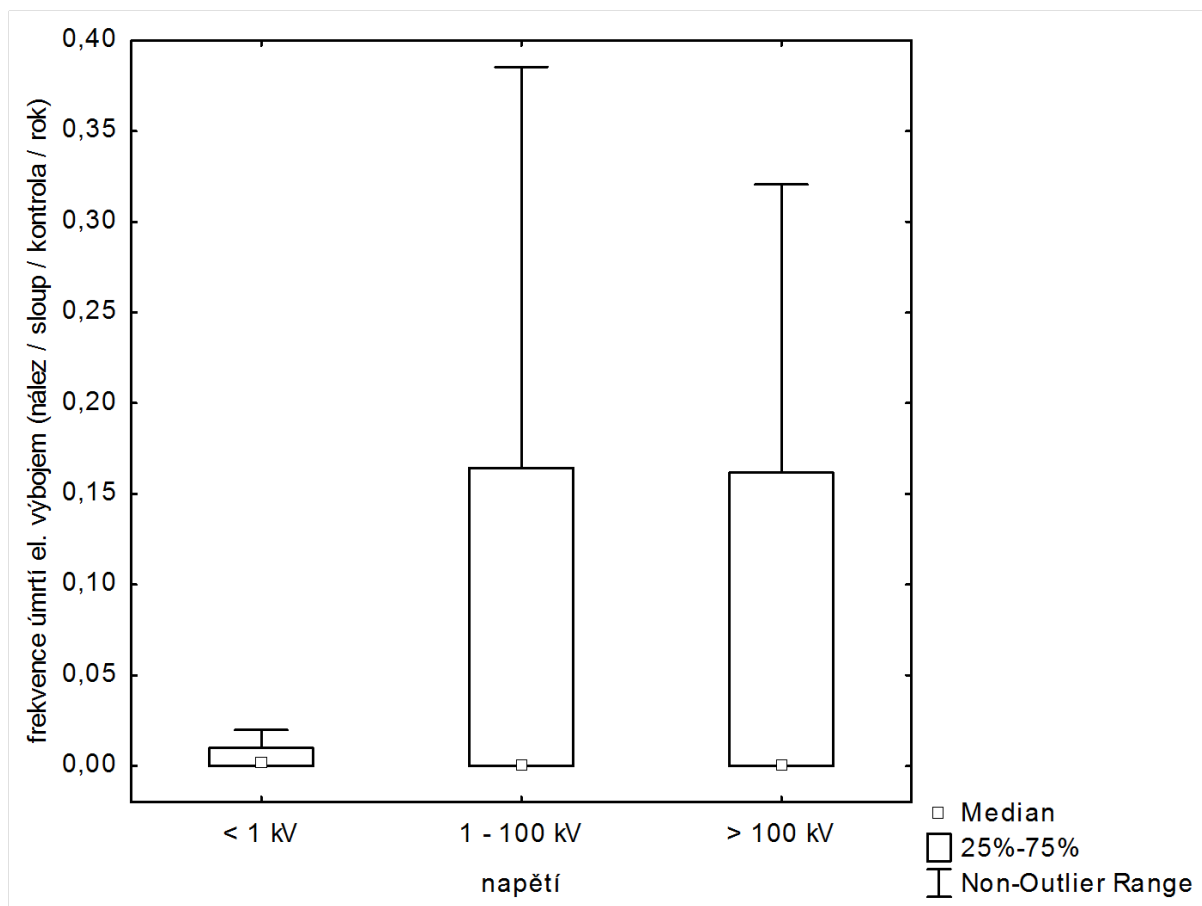
Výška konstrukce měla signifikantní vliv na riziko nárazu ptáka do vodiče (GLMM, d.f. = 3, vysvětlená variabilita = 14,9 %, P < 0,0001). U vyšších konstrukcí byla po zohlednění kovariátu zaznamenána vyšší frekvence kolizí, kategorie se liší především variabilitou dat (obr. 13).



Obr. 13: Vliv výšky konstrukce na frekvenci kolizí (N = 182).

2) Riziko postižení elektrickým výbojem a parametry konstrukce:

Typ napětí byl jediným průkazným faktorem ovlivňujícím riziko postižení elektrickým výbojem (GLMM, d.f. = 4, vysvětlená variabilita = 2,2, P = 0,0632). Riziko postižení elektrickým výbojem bylo vyšší u vedení s napětím vyšším než 1 kV, kategorie se liší především variabilitou dat (Obr. 14).



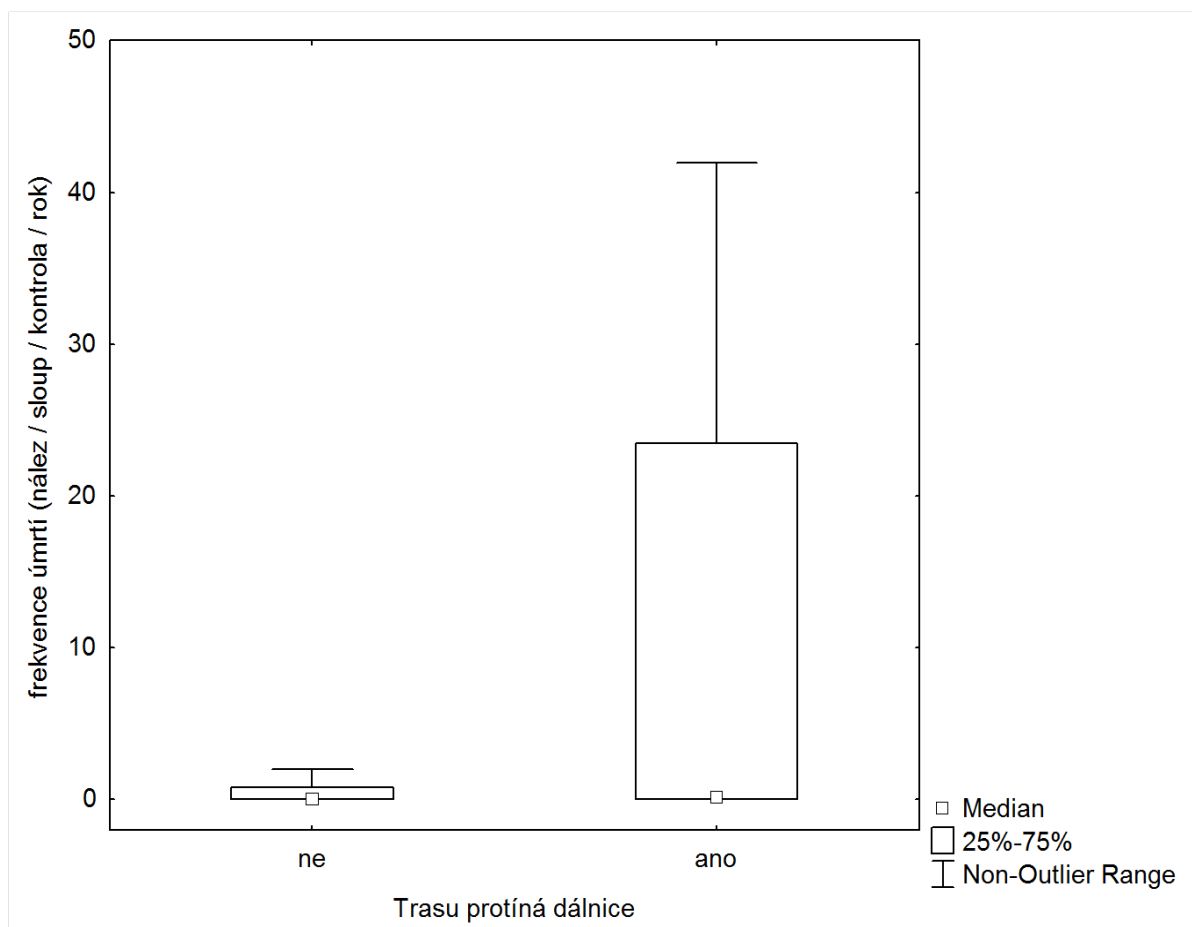
Obr. 14: Vliv napětí na frekvenci postižení elektrickým výbojem (N = 182).

5.3. Frekvence nálezů

Při zjišťování vlivu faktorů na celkovou frekvenci nálezů byl použit soubor dat o velikosti 206 kontrolovaných tras. Soubor zahrnoval všechny trasy elektrického vedení, na kterých došlo k usmrcení či zranění ptáka bez ohledu na to, zda šlo o kolizi nebo výboj.

Jediným faktorem, který signifikantně ovlivnil frekvenci nálezů bylo, zda trasu elektrického vedení protíná dálnice (GLMM, d.f. = 5, vysvětlená variabilita = 0,6 %, P =

0,0029). Pokud trasu protínala dálnice, byla frekvence nálezů vyšší, kategorie se liší především variabilitou dat (Obr. 15).



Obr. 15: Frekvence nálezů na základě toho, zda trasu protíná dálnice (N = 206).

Protože na jedné trase elektrického vedení mohlo dojít zároveň k nálezům ptáků zasažených elektrickým výbojem i po kolizi (11 % z celkového počtu kontrolovaných tras), byly provedeny ještě dvě analýzy datového souboru, které hodnotily vliv faktorů na frekvenci kolizí a elektrických výbojů samostatně (kapitoly 5.3.1. a 5.3.2.).

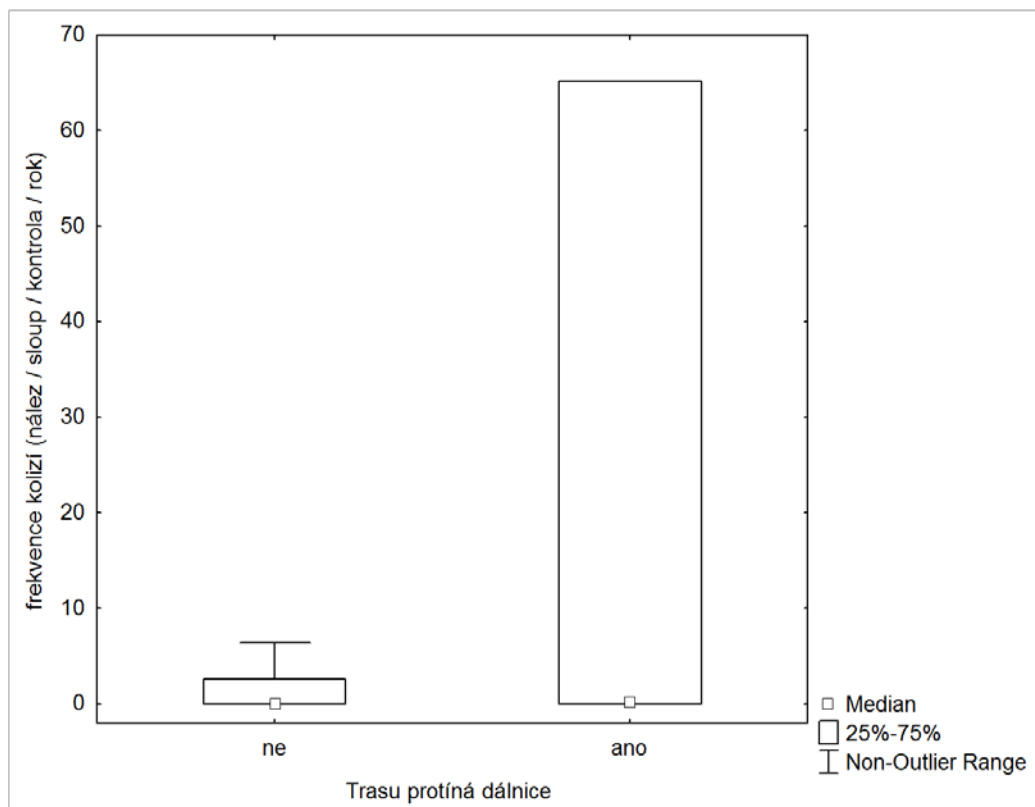
5.3.1. Frekvence kolizí

Při zjišťování vlivu faktorů na frekvenci kolizí byl použit soubor dat o velikosti 74 kontrolovaných tras. Soubor zahrnoval pouze trasy elektrického vedení, na kterých byl nalezen alespoň jeden pták po kolizi s vodičem.

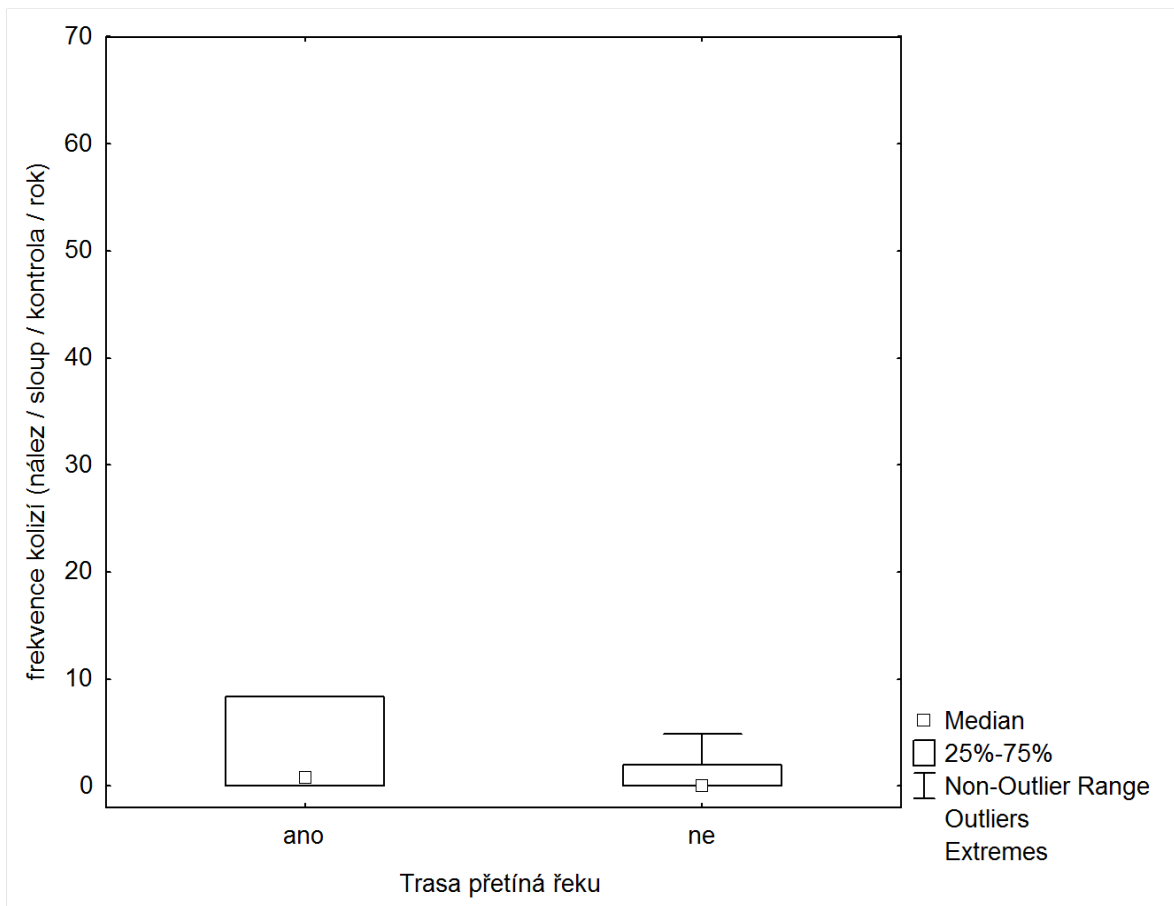
Na frekvenci kolizí měly signifikantní/indikativní vliv dva faktory. Prvním z nich bylo, zda trasu elektrického vedení protínala dálnice a druhým, zda trasa přetínala řeku (tab. 5). Pokud dálnice protínala trasu, byla frekvence úmrtí ptáků vyšší (obr. 16) a pokud trasa přetínala řeku, byla frekvence kolizí také vyšší (obr. 17). Vliv přítomnosti řeky byl indikativní, v obou případech se kategorie lišily především ve variabilitě dat.

Tab. 5: Výsledky hodnocení vlivu faktorů na frekvenci kolizí.

model	d.f.	% vysvětlené variability	P
nulový model	3		
trasu protíná dálnice	4	2,4	0,0001
trasa přetíná řeku	5	0,6	0,0561



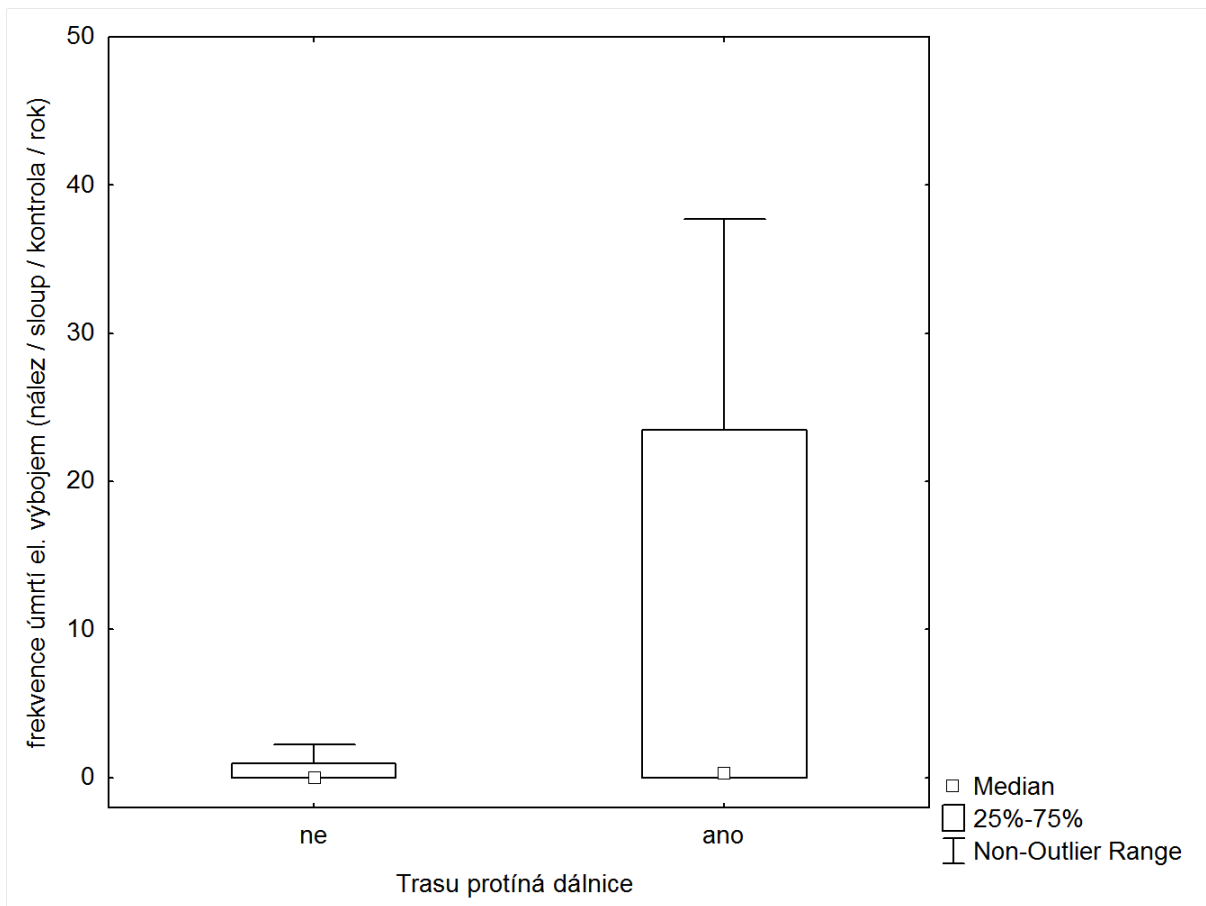
Obr. 16: Frekvence kolizí na základě toho, zda trasu protíná dálnice (N = 74).



Obr. 17: Frekvence kolizí v závislosti na tom, zda trasa přetíná řeku (N = 74).

5.3.2. Frekvence postižení elektrickým výbojem

Při zjišťování vlivu faktorů na frekvenci zasažení elektrickým výbojem byl použit soubor dat o velikosti 153 kontrolovaných tras. Soubor zahrnoval pouze trasy elektrického vedení, na kterých došlo k nálezů alespoň jednoho ptáka zasaženého výbojem elektrického proudu. Frekvenci usmrcení elektrickým výbojem signifikantně ovlivnilo zda trasu protíná dálnice (GLMM, d.f. = 5, vysvětlená variabilita = 0,9 %, P = 0,0007). Frekvence postižení elektrickým výbojem byla vyšší, pokud trasu protínala dálnice (obr. 18).



Obr. 18: Frekvence postižení elektrickým výbojem a vliv toho, zda trasu protíná dálnice (N = 153).

6. Diskuze

6.1. Riziko úmrtí či poranění pro různé ptačí řády

V České republice patří k nejčastějším obětem kolizí s vodiči ptáci z řádů vrubozobých, dlouhokřídlých a brodivých. K podobným výsledkům na území Evropy dospěli také jiní autoři (tab. 6 a 7).

V jižních státech Evropy je zřetelný nárůst zastoupení krátkokřídlých a měkkozobých (Španělsko), brodivých a dlouhokřídlých (Itálie). Vyšší zastoupení brodivých a dlouhokřídlých může být způsoben částečně tím, že se Itálie nachází na migračních trasách zástupců těchto řádů. Vyšší zastoupení krátkokřídlých ve Španělsku, především dropa velkého *Otis tarda* (Janss 2000) je dán jeho absencí v našich podmínkách. V České republice byl dále zjištěn vysoký podíl kolizí dravců, srovnatelný s Bulharskem (tab. 6). Možným vysvětlením může být rozdílný průběh klimatických změn v průběhu roku, především častější tvorba mlh v podzimním období v kontinentální části Evropy. Dravci (především krahujcovití) patří ke druhům s nižší rychlostí letu, u kterých je pravděpodobnost kolize nižší než u rychle létajících druhů (Ferrer & Janss 1999a). Při horší viditelnosti (mlhy, deštivé počasí) však dravci mohou spíše přehlédnout překážku v letové dráze.

Obětí elektrického výboje se v České republice stávají nejčastěji dravci, měkkozobí, pěvci (zejména krkavcovití), sovy a také brodiví. Dravci představují dominantní podíl, zejména káně lesní (*Buteo buteo*) a poštolka obecná (*Falco tinnunculus*). Tento výsledek je v souladu se všemi dostupnými studiiemi v rámci Evropy (tab. 7, shrnuto též v práci Bevanger 1998). Další významnou skupinou byli v mé studii krkavcovití (Corvidae), pravděpodobně díky tělesným rozměrům srovnatelným s dravci. Ke stejným výsledkům opět dospěli i jiní autoři, pokud byl stanoven podíl této čeledi (tab. 7). V mé studii byl dále zjištěn vysoký podíl měkkozobých, kteří byli zastoupeni hlavně holubem „věžákem“ (*Columba livia f. domestica*). V rámci Evropy je tento výsledek ojedinělý a interpretace rozdílů je obtížná. Na rozdíl od ostatních studií byl zaznamenán nízký podíl brodivých. Nejvyšší podíl v rámci Evropy udává studie z Bulharska (Gerdzhikov & Demerdziev 2009). Výsledek však může být ovlivněn omezeným počtem nalezených ptáků v této studii (n = 29, tab. 7). Ve všech studiích byl z brodivých nejčastěji zaznamenán čáp bílý (*Ciconia ciconia*), což může

souviset s častým zahnížděním tohoto druhu přímo na elektrickém vedení (Haas & Schürenberg 2008).

Tab.6: Zastoupení ptačích řádů nalezených ptáků po kolizi (%) v rámci Evropy. Zahrnuty byly pouze práce, které probíhaly déle než jeden rok. ¹ tato práce ² Gerdzhikov & Demerdziev (2009), ³ Alonso (1999) in Ferrer & Janss (1999a), ⁴ Janss (2000), ⁵ Rubolini et al. (2005).

ptačí řád	Česká republika¹	Bulharsko²	Španělsko³	Španělsko⁴	Itálie⁵
brodiví (Ciconiiformes)	18,5	20,0	5,4	9,6	40,0
dlouhokřídlí (Charadriiformes)	12,3	0,0	10,0	1,9	14,0
vrubozobí (Anseriformes)	22,6	0,0	0,8	5,8	6,0
krátkokřídlí (Gruiformes)	0,0	7,0	10,8	67,3	4,0
hrabaví (Galliformes)	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0
měkkozobí (Columbiformes)	2,1	0,0	29,3	13,5	0,0
sovy (Strigiformes)	4,8	7,0	0,4	0,0	0,0
dravci (Accipitriformes)	24,7	13,0	4,6	1,9	0,0
krkavcovití pěvci (Corvidae)	3,4	20,0	18,5	0,0	0,0
ostatní pěvci (Passeriformes)	9,6	26,0	10,4	0,0	36,0
ostatní	2,1	7,0	8,9	0,0	0,0
celkový počet nálezů	146	15	230	52	688

Tab. 7: Zastoupení ptačích řádů nalezených ptáků postižených elektrickým výbojem (%) v rámci Evropy. Zahrnuty byly pouze práce, které probíhaly déle než jeden rok. ¹ tato práce, ² Janss & Ferrer (1999) in Ferrer & Janss (1999a), ³ Gerdzhikov & Demerdzhev (2009), ⁴ Adamec (2004) in Chancellor & Meyburg (2004), ⁵ Rubolini et al. (2005), ⁶ Janss (2000).

ptačí řád	Česká republika¹	Španělsko²	Bulharsko³	Slovensko⁴	Itálie⁵	Španělsko⁶
brodiví (Ciconiiformes)	2,7	9,3	21,0	18,2	3,0	7,7
dlouhokřídlí (Charadriiformes)	1,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
vrubozobí (Anseriformes)	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0
krátkokřídlí (Gruiformes)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
hrabaví (Galliformes)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
měkkozobí (Columbiformes)	5,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
sovy (Strigiformes)	5,4	5,9	0,0	2,3	0,0	0,0
dravci (Accipitriformes)	74,7	51,2	24,0	79,5	46,0	68,1
krkavcovití pěvci (Corvidae)	8,8	25,6	31,0	0,0	0,0	24,2
ostatní pěvci (Passeriformes)	0,8	3,4	10,0	0,0	50,0	0,0
ostatní	1,5	4,1	14,0	*	*	0,0
celkový počet nálezu	478	760	29	44	140	471

* podíl nebyl stanoven

6.2. Nebezpečné prvky konstrukcí

Výsledky prokázaly signifikantní vliv typu konstrukce na riziko zranění či poranění ptáků. Typ konstrukce je považován za významný i ve studiích ostatních autorů (Roig-Solés & Navazo-López 1997, Mañosa 2001, Demerdzhev et al. 2009). Oproti původnímu očekávání jsem nepotvrdila zvýšené riziko u rovinných konzol, které bylo dosud předpokládáno (Křížek 2003). Zvýšené riziko bylo naopak zaznamenáno především u konstrukcí VVN, u kterých byla zjištěna nejvyšší frekvence nálezů. Konstrukce VVN v našich podmínkách

spojuje následující kombinace parametrů: výška vyšší než 10 m, vysoké hodnoty napětí (110-400 kV), ocelový stožár, izolátory jsou situovány vodorovně nebo směřují dolů, vodiče nejsou v jedné rovině (mohou být však znásobeny), velká vzdálenost mezi vodičem a stožárem. Z uvedených prvků byl jako nejvíce nebezpečný pro frekvenci i riziko poranění parametr výšky sloupu, která koreluje s napětím (čím vyšší je napětí, tím je vyšší i konstrukce). Roig-Solés & Navazo-López (1997) uvádí, že mezi nejvíce nebezpečné prvky patří především podpěrné izolátory a propojky vodičů kolem izolátorů. Druhý zmíněný prvek se nachází na stožárech VVN, které jsem studovala. Demerdzhiev et al. (2009) navíc uvádí vyšší úmrtnost u ocelových konstrukcí. Také tuto podmínku splňují stožáry VVN. Domnívám se tedy, že akumulace nebezpečných prvků na stožárech VVN vedla ke zvýšené mortalitě i v naší studii. Na těchto stožárech je nízké riziko současného kontaktu s vodičem a uzemněnou částí konstrukce, ale může na nich docházet k zasažení elektrickým výbojem dalšími dvěma způsoby: 1) U zdvojených vodičů (vedoucích blízko u sebe) je vysoké riziko propojení elektrického obvodu přes tělo ptáka. 2) Díky propojkám vedoucím pod izolátory může dojít také k výboji prostřednictvím trusu (viz. Úvod). Instalací konzolí typu „pařát“ tedy pravděpodobně dojde k eliminaci úmrtí ptáků na stožárech VN. Stožáry přenosové soustavy VVN ale stále zůstávají největší hrozbou pro naši avifaunu.

6.3. Vliv krajinných prvků na frekvenci kolizí a postižení elektrickým výbojem

Frekvenci kolizí v České republice ovlivňují především dva faktory: 1) Jednak zda trasu protíná dálnice a 2) zda trasa přetíná řeku. Výsledky tedy naznačují, že přítomnost velkých komunikací a vodních ploch mohou vést k akumulaci jedinců rizikových skupin ptáků v okolí elektrických vedení. Zvýšená denzita dravců v okolí komunikací je v našich podmínkách běžným jevem, především v mimohnízdním období (např. Plesník 1992). Přítomnost řeky pak zvyšuje pravděpodobnost střetu s vodičem. U vodních ptáků bylo navíc zjištěno, že podíl kolizí převažuje nad podílem ptáků postižených elektrickým výbojem (viz. výše).

Bevanger (1990) uvádí z Norska vyšší úmrtnost hrabavých ptáků v lesním prostředí. V mé práci jsem zaznamenala pouze dva nálezy hrabavých (bažant obecný *Phasianus colchicus*) a proto není možné výsledky porovnat. Gerdzhikov & Demerdzhiev (2009) uvádějí vyšší frekvenci kolizí v otevřených biotopech. K podobným závěrům dospěli také

Roig-Solés & Navazo-López (1997). V mé studii nebyl vliv přítomnosti lesa (uzavřený habitat) signifikantní, proto naše výsledky těmto závěrům neodporují. Zvýšená frekvence kolizí byla ve Španělsku zaznamenána ve vyšších nadmořských výškách (Ferrer & Janss 1999a). Faktor nadmořská výška však neměl v mé práci signifikantní vliv.

Frekvence usmrcení či zranění elektrickým výbojem byla vyšší, pokud trasu protínala dálnice. Tento výsledek je opět možné interpretovat vyšší akumulací dravců u komunikací. U dravců navíc poranění elektrickým výbojem představují převážnou část získaných dat. To je v rozporu s výsledky Ferrer et al. (1991). Který udává v okolí komunikací celkově nižší frekvenci postižení elektrickým výbojem v porovnání s lesním biotopem a zemědělskou krajinou. Z výsledků autora zároveň vyplývá, že nízké hodnoty se týkají pouze určitých typů konstrukcí. Pro konstrukci, která v našich podmínkách odpovídá uspořádání vodičů typu konzole delta, jsou naopak frekvence v okolí komunikací mnohonásobně vyšší než u ostatních biotopů. Kombinace typu konstrukce a biotopu v okolí elektrického vedení tedy zřejmě hraje také výraznou roli.

7. Závěr

1) Kolize s vodiči se nejčastěji vyskytují u ptáků z řádů vrubozobých (22,6 %), dlouhokřídých (12,3 %) a brodivých (18,5 %).

2) Usmrcení či poranění elektrickým výbojem bylo nejčastěji zaznamenáno u dravců (74,7 %), měkkozobých (5 %), pěvců (zejména krkavcovitých) (9,6 %), sov (5,4 %) a brodivých (2,7 %). Dravci představují dominantní podíl, zejména káně lesní (*Buteo buteo*) a poštolka obecná (*Falco tinnunculus*).

3) Typ konstrukce má signifikantní vliv na riziko úmrtí či poranění. Nejvyšší frekvence úmrtí byla zaznamenána pro přenosovou soustavu velmi vysokého napětí (VVN).

4) Nebezpečným prvkem konstrukcí v případě kolizí i poranění elektrickým výbojem je výška sloupu/napětí. U konstrukcí vyšších než 10 m s velmi vysokým napětím (110-400 kV) je frekvence nálezů vyšší v porovnání s nízkými konstrukcemi, které vedou nižší napětí.

5) Vyšší frekvence kolizí byla zaznamenána u tras, které protínala dálnice a u tras, které přetínaly řeku.

6) Vyšší frekvence postižení elektrickým výbojem byla zaznamenána u tras, které protínala dálnice.

8. Použitá literatura

Alonso JC, Alonso JA, Muñoz - Pulido R. 1994. Mitigating of bird collisions with transmission lines through groundwire marking. *Biological conservation* 67: 129 - 134 pp.

Anderson MD, Kruger R. 1995. Powerline electrocution of eighteen African Whitebacked Vultures. *Vulture News* 32: 16 - 18 pp.

Avian power line interaction committee (APLIC). 2006. Suggested practices for avian protection on power lines: the state of the art in 2006. Edison Electric Institute, APLIC, and the California Energy Commission, Washington, D.C and Sacramento, 207 pp.

Bevanger K. 1990. Topografic aspects of transmission wire collision hazards to game birds in the Central Norwegian coniferous forest. *Fauna norvegica* 13: 11 - 18 pp.

Bevanger K. 1994. Bird interactions with utility structures: collision and electrocution, causes and mitigating measures. *Ibis* 136: 412 - 425 pp.

Bevanger K. 1998. Biological and conservation aspects of bird mortality caused by electricity power lines: a review. *Biological conservation* 86: 67 - 76 pp.

Bevanger K, Brøseth H. 2004. Impact of power lines on bird mortality in subalpine area. *Animal biodiversity and conservation* 27(2): 67 - 77 pp.

Brown WM, Drewien RC. 1995. Evaluation of two power line markers to reduce crane and waterfowl collision mortality. *Wildlife society bulletin* 23(2): 217 - 227 pp.

Demerdzhiev DA, Stoychev SA, Petrov TH, Angelov ID. 2009. Impact of power lines on bird mortality in Southern Bulgaria. *Acta zoologica bulgarica* 61 (2): 175 -183 pp.

Ferrer M, de la Riva M, Castroviejo J. 1991. Electrocution of raptors on power lines in Southern Spain. *Journal of field ornithology* 62(2): 181 - 190 pp.

Ferrer M., Janss F.E.G. et al. 1999. Birds and power lines. Collision, electrocution and breeding. Quercus, 240 pp.

Frost D. 2008. The use of “flight diverters“ reduces mute swan *Cygnus olor* collision with power lines at Abberton Reservoir, Essex, England. *Conservation evidence* 5: 83 - 91 pp.

Garrido JR, Fernández – Cruz M. 2003. Effects of power lines on a white stork *Ciconia ciconia* population in Central Europe. *Ardeola* 50(2): 191 – 200 pp.

Gerdzhikov GP, Demerdzhiev DA. 2009. Data on Bird mortality in “Sakar” IBA (BG021) caused by hazardous lines. *Ecologica balcanica* 1: 67 - 77 pp.

Hass D, Schürenger B. 2008. Stromtod von Vögeln. Grundlagen und Standards zum Vogelschutz an Freileitungen, 304 pp.

Chancellor RD, Meyburg B-U et al. 2004. Raptors worldwide: proceedings of the VI world conference on birds of prey and owls, Budapest, Hungaria. World working group on birds of prey and owls & MME/Birdlife 2004. Adamec M. 2004. Birds and power lines - status in the Slovak republic, 417 - 421 pp.

Janss GFE. 2000. Avian mortality from power lines: morphologic approach of species - specific mortality. *Biological conservation* 95: 353 - 359 pp.

Janss GFE. 2001. Birds and power lines: a field of tension. Disertační práce, 175 pp.

Krumlová I. 2010. Elektrická vedení vysokého napětí jako ekologická zátěž ve vztahu k ochraně velkých ptáků. Diplomová práce. ČZU Praha, Fakulta životního prostředí, Katedra enviromentálního inženýrství a ochrany prostředí, 74 pp.

Křížek P. 2002. Venkovní elektrické vedení a jeho negativní vliv na ptačí populace. Metodický materiál. Ochrana fauny ČR, Votice.

Křížek P. 2003. Ochrana ornitofauny před úrazy na venkovním elektrickém vedení v České republice. VaV/610/7/02. Zpráva 2003.

Křížek P., Stýblo P., Voříšek P. 1996. Ochrana ptáků před elektrickým vedením – mapování současného stavu v ČR. Metodický materiál. ČSOP Vlašim.

Křížek P., Stýblo P., Voříšek P. 1997. Ochrana ptáků před elektrickým vedením – Ekologický projekt roku '96. Metodický materiál. ČSOP Vlašim.

Lash U, Lebre S, Lenk M. 2010. Electrocution of raptors at powerlines in Central Kazakhstan. Raptor conservation 18: 35 - 45 pp.

López - López P, Ferrer M, Madero A, Casado E, McGrady M. 2011. Solving man-induced large-scale conservation problems: the Spanish imperial eagle and power lines. Plos One 6(3): 1 - 6 pp.

Mañosa S. 2001. Strategies to identify dangerous electricity pylons for birds. Biodiversity and conservation 10: 1997 - 2012 pp.

Morkill AE, Anderson SH 1991. Effectiveness of marking powerlines to reduce sandhill crane collisions. Wildlife society bulletin 19(4): 442 - 449 pp.

Plesník J. 1992. Početnost, hnízdní úspěšnost a potrava poštolky obecné *Falco tinnunculus* v městských a přirozených stanovištích. Kandidátská dizertační práce. PřF UK Praha [In Czech], 381 pp.

Rubolini D, Gustin M, Bogliani, Garavaglia R. 2005. Birds and power lines in Italy: an assessment. Bird conservation international 15: 131 - 145 pp.

Rural Electric Power Conference IEEE, New York, USA. 2008. Mongolian distribution power lines and raptor electrocution, 08 C1 - C6 pp

Williams JR, Goodrich - Mahoney JW, Wisniewski J. The sixth International Symposium on Environmental Concerns in Rights - of Way Management: 24 - 26 February 1997, New Orleans. Elsevier Science, Oxford, New York & Tokyo. 1997. Roig - Solés J, Navazo - López V. 1997. A five - year Spanish research project on bird electrocution and collision with electric lines, 317 - 325 pp.

Internetové zdroje literatury

Dribo, spol. s r.o. Kompozitivní izolátory VVN – jmenovité napětí 110 kV, závěsné izolátory, podpěrné izolátory.

Online: www.dribo.cz/pdf/CZ_Kompozitni_izolatory_VVN.pdf;

Citováno 22.4.2012

Jánský V. Stručný manuál pro stavbu elektrifikace v Trainz.

Online: <http://trainzpedro.cz/tutorials/elektrifikace/troleje.pdf>;

Citováno 15.4.2012

Kostka T. Mechanika venkovních vedení. Střední odborné učiliště technické – Havířov, Sýkorova 1.

Online: http://www2.outech-havirov.cz/skola/files/knihovna_eltech/eti/mech_v_v.pdf;

Citováno 15.4.2012

Kostka T. 2009. Elektrotechnika I. Přenos elektrické energie, verze 5/2009. Střední škola, Havířov - Šumbark, Sýkorova 1/613, příspěvková organizace.

Online: http://www2.outech-havirov.cz/skola/files/knihovna_eltech/eti/mech_v_v.pdf;

Citováno 24.4.2012

Mechanika vedení.

Online: www.pslib.cz/pe/skola/studijni_materialy/.../mechanika_vedeni.pps;

Citováno 22.4.2012

SKUPINA ČEZ. 2009: Spolupráce Skupiny ČEZ s ochránci přírody při ochraně ptactva před úrazy elektrickým proudem.

Online: http://www.cez.cz/edee/content/file/pro-media/prezentace_op_liberec_261109.pdf;

Citováno 26.4.2012

Stožáry VVN (I). Funkční požadavky na stožáry.

Online: www.pslib.cz/pe/skola/studijni_materialy/technologie.../stozary.doc;

Citováno 22.4.2012

Internetové adresy

www.mapy.cz

http://www.zachranazivocichu.cz/aktualita_99.html

Citováno: 25.4.2012

9. Přílohy

Příloha I

Počty a podíly usmrcení elektrickým výbojem a kolizí u nejčastěji nalezených ptačích řádů

řád	latinský název	výboj	kolize	počet nálezů	% nálezů
Falconiformes	<i>Bubo bubo</i>	11	4	15	2,4
	<i>Asio otus</i>	4	0	4	0,6
	<i>Strix aluco</i>	4	2	6	1,0
	<i>Tyto alba</i>	4	1	5	0,8
	<i>Buteo buteo</i>	214	20	234	37,7
	<i>Buteo lagopus</i>	4	0	4	0,6
	<i>Pernis apivorus</i>	2	0	2	0,3
	<i>Falco tinunculus</i>	98	8	106	17,1
	<i>Falco peregrinus</i>	2	1	3	0,5
	<i>Falco cherrug</i>	3	0	3	0,5
	<i>Accipiter nisus</i>	4	3	7	1,1
	<i>Circus aeruginosus</i>	11	3	14	2,3
	<i>Cyrcus pygargus</i>	0	1	1	0,2
	<i>Circus cyaneus</i>	1	0	1	0,2
	<i>Milvus milvus</i>	9	0	9	1,4
	<i>Milvus migrans</i>	1	0	1	0,2
Ciconiiformes	<i>Ciconia ciconia</i>	11	14	25	4,0
	<i>Ciconia nigra</i>	0	2	2	0,3
	<i>Ardea cinerea</i>	2	9	11	1,8
	<i>Botaurus stellaris</i>	0	2	2	0,3
Anseriformes	<i>Cygnus olor</i>	0	33	33	5,3
Columbiformes	<i>Columbia livia</i>	15	0	15	2,4
	<i>Columba palumbus</i>	6	1	7	1,1
	<i>Columba oenas</i>	1	0	1	0,2
	<i>Streptopelia decaocto</i>	2	2	4	0,6
Piciformes	<i>Dryocopus martius</i>	1	0	1	0,2
	<i>Dendrocopos major</i>	0	2	2	0,3
	<i>Picus viridis</i>	1	0	1	0,2
Galliformes	<i>Phasianus colchicus</i>	2	0	2	0,3
Gruiformes	<i>Gallinula chloropus</i>	0	1	1	0,2
Charadriiformes	<i>Vanellus vanellus</i>	1	0	1	0,2
	<i>Larus canus</i>	0	17	17	2,7
	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	4	1	5	0,8
Passeriformes	<i>Sylvia nisoria</i>	0	1	1	0,2
	<i>Erithacus rubecula</i>	1	1	2	0,3
	<i>Fringilla coelebs</i>	0	2	2	0,3
	<i>Turdus merula</i>	1	1	2	0,3

	<i>Motacilla alba</i>	1	0	1	0,2
	<i>Turdus philomelos</i>	0	3	3	0,5
	<i>Sturnus vulgaris</i>	1	4	5	0,8
	<i>Carduelis chloris</i>	0	1	1	0,2
	<i>Anthus pratensis</i>	0	1	1	0,2
	<i>Pica pica</i>	12	1	13	2,1
	<i>Corvus corax</i>	6	2	8	1,3
	<i>Corvus frugilegus</i>	6	0	6	1,0
	<i>Corvus corone</i>	15	2	17	2,7
	<i>Corvus monedula</i>	2	0	2	0,3
	<i>Garrulus glandarius</i>	1	0	1	0,2
unidet.		3	0	3	0,5

Příloha II

Zranění způsobená kolizí s elektrickým vedením.



Kombinované zranění labutě velké způsobené kolizí společně s postižením výbojem (zdroj: Křížek 2003).



Zlomená noha čápa bílého (zdroj: příloha k mapovací kartě, foto: Dita Michaličková, KÚVR ČSOP).

Příloha III

Zranění způsobená popálením elektrickým proudem.



Poštołka obecná s upáleným stojáčkem a poraněným křídlem (zdroj: Křížek 2003).



Zasažení hlavy káně lesní elektrickým výbojem
(zdroj: http://www.zachranazivocichu.cz/aktualita_99.html).