



Ministerstvo životního prostředí

Projekt EHP40: Komplexní přístup k ochraně fauny
terestrických ekosystémů před fragmentací krajiny v ČR

Závěrečná zpráva k realizaci aktivity G.2

G.2: Monitoring vlivu elektrického vedení na úmrtnost a
migrace ptáků

Podpořeno grantem z Islandu, Lichtenštejnska a Norska.
Supported by grant from Iceland, Lichtenstein and Norway.

Tento dokument byl vytvořen za finanční podpory EHP fondů 2009-2014 a Ministerstva životního prostředí ČR. Za obsah tohoto dokumentu je výhradně odpovědná AOPK ČR a nelze jej v žádném případě považovat za názor donora nebo Ministerstva životního prostředí ČR.

MONITORING VLIVU ELEKTRICKÉHO VEDENÍ NA ÚMRTNOST A MIGRACE PTÁKŮ

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA



Vlasta Škorpíková, Zbyněk Janoška, Martin Strnad
listopad 2016

ÚVOD

Mortalita ptáků na elektrických vedeních vysokého napětí (VN) je dlouholetý a jen nedostatečně řešený problém. Z praktických zkušeností je známo, které druhy jsou tímto rizikem nejvíce postiženy, ve kterých oblastech a ve kterém období, na jakých konstrukcích ptáci nejčastěji hynou. Dosud však chyběla data z rozsáhlého a systematického sledování, který by tyto empirické poznatky potvrdil, doplnil a zpřesnil.

AOPK ČR proto využila možnosti EHP fondů a připravila projekt, jehož cílem bylo získat maximum údajů o mortalitě ptáků na linkách vysokého napětí. Projekt byl zpracován jako součást úkolu: „Komplexní přístup k ochraně fauny terestrických ekosystémů před fragmentací krajiny v ČR“ a jeho realizace proběhla v letech 2015 a 2016. Cílem bylo jednorázovou kontrolou elektrických linek vysokého napětí získat co nejvíce údajů o mortalitě ptáků, která s nimi souvisí. Šlo jak o úhyny letících ptáků po nárazu do vodiče, tak o úhyny ptáků na konzolách podpěrných bodů způsobené výbojem. Priority byly stanoveny takto: 1/ co nejpřesněji identifikovat rizikové prvky nebo řešení na podpěrných bodech, 2/ vyhodnotit účinnost uplatňovaných bezpečných řešení nebo ochranných prvků, 3/ zjistit druhové spektrum ptáků, kteří hynou v důsledku výboje na konzolách vedení VN, a vyhodnotit tento údaj i kvantitativně pro každý druh, 4/ zjistit druhové spektrum ptáků, kteří hynou v důsledku nárazu do vodiče, a vyhodnotit tento údaj i kvantitativně pro každý druh, 5/ odhadnout celkovou roční mortalitu ptáků na linkách VN v České republice.

METODIKA

VÝCHODISKA MAPOVÁNÍ A JEHO ORGANIZACE

Pro účely sledování mortality ptáků na linkách VN byla vytvořena metodika, která byla na několika úsecích testována v terénu především za účelem zjištění její náročnosti. To byl údaj zásadní pro propočty, kolik kilometrů linek je možné zkontrolovat při daném rozpočtu. Od toho se odvíjela úvaha, kolik spolupracovníků bude potřeba získat a jaké budou nároky na kvantitu jejich práce. Východiskem pro tyto úvahy byl nakonec empiricky získaný poznatek, že při daných požadavcích dle metodiky (viz dále) je možno za hodinu zkontrolovat 2-3 km vedení VN. Z důvodů složité administrace nebylo žádoucí, aby spolupracovníci (dále „mapovatelé“) kontrolovali méně než 200 km vedení. Opačnou hranicí bylo 500 km, neboť se jevílo nereálné, aby při časovém omezení terénních prací bylo možné zkontrolovat kvalitně více kilometrů.

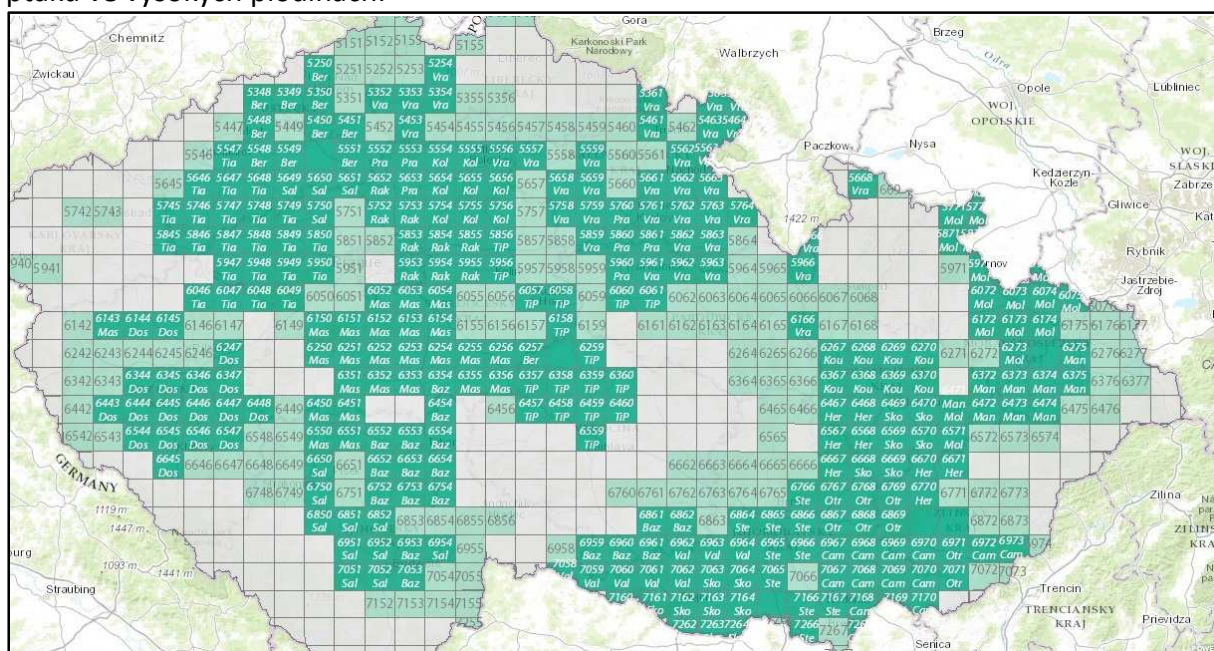
S ohledem na stanovené priority jsme se rozhodli zaměřit sledování do oblastí, kde jsme předpokládali nejvyšší mortalitu ptáků na linkách VN, tj. do oblastí s tradičně vysokými denzitami dravců v době pohnízdny a v zimě. Takovými je především otevřená zemědělská krajina v nižších polohách. Zásadním požadavkem sledování byla jednorázová kontrola linek, bylo tedy potřeba zajistit, aby jednotliví mapovatelé nekontrolovali stejné úseky. K tomu byla využita standardní síť pro mapování organismů v České republice, jejímž základním prvkem jsou kvadráty o velikosti cca 11,2 × 12 km. Z 678 kvadrátů, které se celé nebo z určité části nacházejí na území ČR, bylo vybráno 453, jež splňují daná kritéria, tj. min. 80 % jejich území tvoří otevřená krajina v nadmořských výškách nepřesahujících 500 m.

Následně jsme oslovili potenciální spolupracovníky po celé republice, seznámili je s metodikou a náročností práce a požádali je, aby si v případě zájmu stanovili, kolik kilometrů vedení VN zkontrolují a na základě toho si vyberou z vytipovaných kvadrátů ty, kde budou mapovat (při předpokladu, že v jednom celém kvadrátu je možné zkontrolovat cca 10-15 km vedení, protože zbytek se nachází např. v sídlech, na nepřístupných pozemcích, prochází

lesem apod.). Nebylo přitom požadavkem, aby v každém kvadrátu byla zkontrolována všechna vedení VN.

Do mapování se nakonec zapojilo 22 spolupracovníků, kteří si vybrali celkem 291 kvadrátů rozmístěných vcelku reprezentativně po celém území republiky (viz obr. 1). Mapovatelé, kteří o to projevili zájem, byli s metodikou podrobně seznámeni na semináři, který se uskutečnil dne 23. 6. 2015 na pracovišti AOPK ČR v Havlíčkově Brodě.

Začátek terénních prací byl závislý na postupu sklizně, protože v nesklizených plodinách byla pravděpodobnost nalezení kadáverů velmi nízká. Většina mapovatelů začala linky VN kontrolovat v srpnu, jen výjimečně začalo mapování v červenci. Konec mapování byl stanoven na 31. března 2016, opět především z důvodu špatné dohledatelnosti uhynulých ptáků ve vysokých plodinách.



Obr. 1. Kvadrátová mapa ČR s vyznačení kvadrátů vhodných pro mapování (světle zelená) a těch, které si vybrali mapovatelé (tmavě zelená)

Mapovatelé při práci v terénu postupovali podle dané metodiky (viz níže), přičemž všechny požadované údaje zaznamenávali buď přímo v terénu s využitím mobilního telefonu a aplikace Biolog, nebo částečně v terénu s následným zpracováním doma. Zaznamenávány byly údaje:

1. o podpěrných bodech - pozice uvedením souřadnic, postavení v lince, materiál sloupu, počet rovin vodičů, typ konzoly, údaje o počtu a orientaci izolátorů, o přítomnosti a stavu ochranných prvků. Bylo nutno každý podpěrný bod vyfotografovat tak, aby byla patrná konstrukce konzoly;
2. o nalezených ptácích uhynulých (zraněných) na kontrolované lince - pozice uvedením souřadnic, určení druhu, příp. i věku a pohlaví, příčiny úhynu (výboj vs náraz);
3. o ptácích v okolí linky - sledování byli dravci, brodiví a krkavci (jako indikátor atraktivity území pro ptáky cílových skupin).

Výsledky byly odevzdány ve formě tabulek vyplněných v souladu s metodikou. Označení podpěrných bodů a nalezených kadáverů v tabulkách korespondovalo s pojmenováním fotografií, které byly nezbytnou součástí výstupů jednotlivých mapovatelů.

Po odevzdání výsledků se ukázalo, že přestože metodika byla velmi podrobná, vyskytla se řada nejasných případů, které mapovatelé řešili různě. Bylo nutno tyto přístupy sjednotit. Odevzdané tabulky byly tedy následně všechny zkontrolovány, parametry, u kterých docházelo k nejasnostem, byly upraveny, zároveň byly doplněny údaje o dalších prvcích na konzolách, které nebyly povinně zaznamenávány, pro výsledné hodnocení se však jevily jako významné. Přitom byly využity odevzdané fotografie. Obdobně proběhla i kontrola všech kadáverů, jejich druhové určení a odhad stáří.

METODIKA MAPOVÁNÍ V TERÉNU

ZÁKLADNÍ TERMÍNY

Každé vedení se skládá z **podpěrných bodů** a **vodičů**. Podpěrný bod se skládá ze **sloupu** a **konzoly**, na které jsou přes **izolátory** zavěšeny vodiče. V tomto materiálu **úsek** = nepřerušovaná část elektrického vedení (linky).

NÁROKY NA VYBAVENÍ

GPS přístroj (formát souřadnic dd.ddddd), fotoaparát (postačuje nízké rozlišení snímků). Příp. mobilní telefon s aplikací Biolog.

ZAZNAMENÁVANÉ ÚDAJE

Údaje o vedení

Pro každý souvislý úsek se zaznamenává:

- délka úseku: lze odečíst z mapy, z GPS souřadnic
- datum, kdy byl úsek monitorován
- údaje o jednotlivých podpěrných bodech ve formě:
 1. číslo podpěrného bodu - v každém úseku se začíná od 1
 2. GPS souřadnice ve formátu dd.ddddd
 3. pozice podpěrného bodu ve vedení



P - v přímé linii



R - rohový sloup - linka mění směr



O - odbočka - od sloupu odbočuje 1 či více dalších linek
4. materiál, ze kterého je sloup zhotoven



K - koncový sloup



B - beton



D - dřevo



Z - železo



ZV - sloup „železný velký“ = příhradový sloup v dvojlince

5. počet vodorovných rovin, v nichž jsou umístěné vodiče (1, 2, 3...)



6. typ konzoly



VO - vodorovná

PA - pařát

DE - delta



DV - delta variant

UO - úsekový odpínač

TR - trafostanice

VOU - vodorovná úzká

Pokud je na podpěrném bodu úsekový odpínač nebo trafostanice, vyplňuje se tento typ konzoly přednostně a dále se počet a orientace izolátorů již nevyplňuje.

7. počet izolátorů na jeden vodič: 1, 2, 3... - u UO či TR se vyplňuje 0



1 izolátor/vodič

2 izolátory/vodič

3 izolátory/vdič

4 izolátory/vodič

Je možné počet izolátorů na vodič uvádět i jako kombinaci, např. 1/2, 1/3, 2/3 apod.

8. orientace izolátorů - u UO či TR se vyplňuje 0



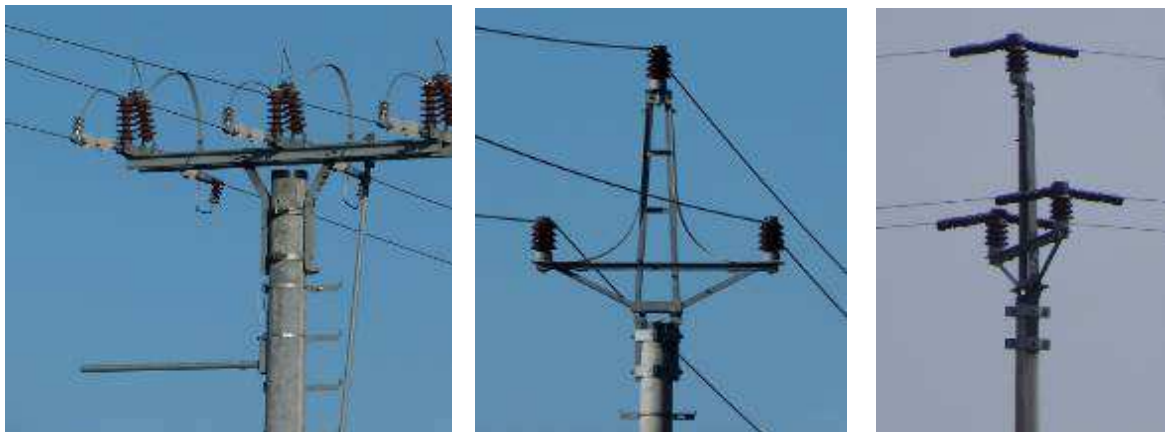
H – horní (podpěrný)

D - dolní (závěsný)

V – vodorovná (tahový)

Je možné orientaci izolátorů uvádět i jako kombinaci, např. H/V, D/V apod.

9. prvky pro ochranu ptáků



BI - bidlo

LI - límec – u konzol delta

KR - kryty



LA - lavičky



HR - hřebeny



ZA - zábrany proti dosedání ptáků



DO/BI - dosedací prvek a bidlo



IZ - izolované vodiče



0 - podpěrný bod je bez ochranných prvků

10. stav prvků pro ochranu ptáků



ok - bez závad



x - poškozené nebo nefunkční

Každý podpěrný bod je nutno vyfotografovat tak, aby na snímku byly zachyceny všechny důležité prvky, tj. typ a materiál sloupu, tvar konzol/y, počet a úrovně vodičů, počet a orientace izolátorů, další technické objekty jako odpínače, trafostanice, odbočující linky apod. Každá fotografie musí být pojmenovaná kódem podpěrného bodu, který tvoří kód mapovatele-číslo úseku-číslo sloupu. Je-li k jednomu podpěrnému bodu pořízeno více fotografií (např. je-li nutno zdokumentovat složitou konstrukci), přidává se ke každé malé písmeno (a, b, c...).

Na základě fotografií a tabulek mortality byly ke všem podpěrným bodům doplněny další údaje:

11. další významné prvky na konzole



JI - jiskřič (ochrana proti přepětí)



SD - spojka dolní



SH - spojka horní



SM - smyčka
(tato kategorie později sloučena s PR)



PR - propojení vodičů v různých rovinách



SUO - spodní úsekový odpínač
(tato kategorie později sloučena s PR)



V - samostatně vedený další vodič
(tato kategorie nebyla dále hodnocena)

12. informace o úhynu na sloupu

0, 1, 2... - číslo označuje počet nalezených ptáků, kteří na sloupu uhynuli v důsledku výboje

Pozn. - pojmenování sledovaných prvků nerespektuje vždy názvosloví užívané distributory elektrické energie, ale bylo zvoleno tak, aby bylo logické a pro mapovatele snadno zapamatovatelné.

Údaje o nalezených mrtvých / zraněných ptácích

Každý nález je nutno vyfotografovat, a to minimálně dvakrát - jeho polohu ve vztahu ke sledovanému úseku a jeho detail. Fotografie se pojmenovávají kódem, který je tvořen kódem mapovatele, číslem nálezu a malým písmenem a, b, c...

Všechny údaje o nalezených mrtvých / zraněných ptácích se zaznamenávají do tabulky. U každého se uvádí:

1. číslo: nálezy se číslují chronologicky;
2. číslo úseku;
3. datum nálezu;
4. čas nálezu;
5. GPS souřadnice nálezu ve formátu dd.ddddd;
6. poloha nálezu vzhledem ke sloupu či vedení: uvede se vzdálenost od sloupu nebo nejbližšího vodiče v metrech a příslušná světová strana;
7. druh: český název druhu;
8. pohlaví: M (samec), F (samice), ? (nelze poznat);
9. věk: juv. (tohoroční mládě), imm. (nedospělý jedinec), ad. (dospělý jedinec), ? (nelze poznat);
10. stav nálezu: popisem - přibližné stáří nálezu, jeho celistvost;
11. příčina smrti: výboj, náraz, jiná - uvede se v poznámce;

Další okolnosti a podrobnosti lze zaznamenat do poznámky.

Kadávery byly následně na základě fotografií a popisu zařazeny do kategorií dle času, který odhadem uplynul od úhynu ptáka: 1 - do 1 týdne; 2 - od 1 týdne do 1 měsíce; 3 - od 1 do 2 měsíců; 4 - od 2 do 6 měsíců; 5 - starší než 6 měsíců.

Do tabulek byl následně doplněn pravděpodobný měsíc úhynu: odhad stanovený podle data nálezu, kategorie (viz výše) a dokladové fotografie. Pokud bylo evidentní, že kadáver byl poškozen při zemědělských pracích (špinavé, zmuchlané peří; kadáver částečně zakrytý hlinou apod.), bylo to uvedeno v poznámce a zohledněno při odhadu měsíce úhynu. U kategorie 5 se měsíc úhynu neuváděl, nepřesnost je zde příliš velká.

Vybrané druhy ptáků na úseku a v jeho okolí

Mapovatel při procházení pod úsekem vedení zaznamenává všechny dravce, čápy, volavky a krkavce pozorované pouhým okem (záměrně je dalekohledem nevyhledává, dalekohled však může použít na jejich určení či zjištění podrobností). Ptáci v okolí mapovaného úseku se jen registrují zapsáním počtu pozorovaných jedinců. Ptáci mající vztah k mapovanému úseku se zařadí do některé z kategorií:

- A sedí na vodiči;
- B sedí na konzole;
- C sedí na izolátoru;
- D sedí na vrcholu sloupu;
- E sedí na bidle / lavičce / dosedacím prvku,

příčemž velké písmeno označující typ chování se přidá za počet ptáků pozorovaných při tomto chování.

Nepovinné, ale vítané je zaznamenávání dalších ptáků, hlavně neobvyklých druhů nebo neobvyklých počtů. Tito se uvádějí do poznámky.

Výsledky se zapisují do listu 3 tabulky. Obsahuje základní údaje o lince (číslo a délka) a pochůzce (datum a čas). Pro každý zjištěný druh dravce, čápa, volavky nebo pro krkavce se „Druh“ v záhlaví tabulky nahradí názvem konkrétního druhu. Sloupce lze podle potřeby doplňovat. Do příslušné buňky tabulky se pod název druhu uvádí počet jedinců pozorovaných v okolí mapovaného úseku, příp. počet jedinců s daným chováním (číslo + příslušné písmeno). Zápis v buňce může mít např. tvar: 5, 2A, 1E. Pokud pták z okolí přiletěl k mapovanému vedení a sedl na nějakou jeho část, zařadí se mezi „ptáky mající vztah

k mapovanému úseku“. Pokud přeletoval z jednoho prvku vedení na druhý, zařadí se jen k tomu prvnímu, další se popisuje do poznámky.

Všechny nestandardní konstrukce, situace, nálezy se zaznamenávají do příslušných kolonek jako N, popisují do poznámek a fotografují.

VÝSLEDKY

SBĚR DAT V TERÉNU

Do sběru dat v terénu se zapojilo 22 mapovatelů, kteří v období od 1. 7. 2015 do 11. 4. 2016 zkontrolovali celkem 6429 km linek vedení vysokého napětí. Jejich výsledky přibližuje tab. 1.

Tab. 1. Seznam mapovatelů a jejich základní výsledky

Mapovatel	Km	Sloupů	Mortalita	Km na 1 úhyn
Bažant Miroslav	462,15	5848	92	5,02
Beran Václav	251,65	2999	88	2,86
Čamlík Gašpar	213,25	2704	40	5,33
Dostál Mojmir	501,78	5931	73	6,87
Heralt Přemysl	96,04	1202	12	8,00
Janoška Zbyněk	128,23	1594	29	4,42
Kolka Petr	251,82	2884	29	8,68
Koutný Tomáš	152,47	1530	48	3,18
Mandák Martin	320,65	3307	57	5,61
Mašek Petr	442,14	4884	84	5,26
Molitor Patrik	337,00	3579	45	7,49
Otrubová Tereza	255,89	3257	52	4,92
Prágr Aleš	151,51	1863	43	3,52
Praus Libor	50,00	468	5	10,00
Rak Dušan	155,89	1599	18	8,66
Šálek Martin	293,20	3174	59	4,97
Škorpíková Vlasta	437,06	5178	191	2,29
Štěpánek Pavel	200,00	2513	38	5,26
Tichai Milan	550,31	6844	84	6,55
Tichý Petr	324,25	4315	104	3,12
Valášek Martin	101,07	1374	16	6,32
Vrána Josef	752,46	9383	119	6,32
Celkem	6428,82	76430	1326	4,85

HODNOCENÍ MORTALITY

Při jednorázové kontrole 6429 km linek vedení VN bylo nalezeno 1326 mrtvých ptáků. 1170 (88,24 %) uhynulo v důsledku výboje, 156 (11,76 %) následkem nárazu do vodiče. 19 z nich nebylo možné zařadit ani do řádu (nalezeny byly jen značně poškozené fragmenty kostry), zůstávají tedy neurčeni. Z nich 18 uhynulo následkem výboje a 1 v důsledku kolize s vodičem. Z 1307 nalezených ptáků, které se podařilo určit do druhu či alespoň zařadit do vyšší systematické jednotky (čeledi nebo řádu), jich 1152 (88,15 %) uhynulo v důsledku výboje a 155 (11,85 %) po nárazu do vodiče. Přehledně přibližuje výsledky tab. 2.

Tab. 2. Počet nalezených ptáků uhynulých v důsledku výboje nebo kolize s vodičem na kontrolovaných linkách VN dle druhů či vyšších taxonomických jednotek (zeleně zvýrazněné jsou druhy zvláště chráněné)

Přehled podle druhů							
Druh - české jméno	Druh - vědecké jméno	Výboj	%	Náraz	%	Celkem	%
Bažant obecný	<i>Phasianus colchicus</i>	3	0,26	4	2,58	7	0,54
Bramborníček hnědý	<i>Saxicola rubetra</i>	0	0,00	1	0,65	1	0,08
Budníček menší	<i>Phylloscopus collybita</i>	0	0,00	1	0,65	1	0,08
Budníček větší	<i>Phylloscopus trochilus</i>	0	0,00	1	0,65	1	0,08
Čáp bílý	<i>Ciconia ciconia</i>	7	0,61	4	2,58	11	0,84
Červenka obecná	<i>Erithacus rubecula</i>	0	0,00	4	2,58	4	0,31
Drozd brávník	<i>Turdus viscivorus</i>	2	0,17	0	0,00	2	0,15
Drozd kvíčala	<i>Turdus pilaris</i>	0	0,00	6	3,87	6	0,46
Drozd zpěvný	<i>Turdus philomelos</i>	0	0,00	6	3,87	6	0,46
Drozd/kos	<i>Turdus sp.</i>	7	0,61	6	3,87	13	0,99
Havran polní	<i>Corvus frugilegus</i>	5	0,43	0	0,00	5	0,38
Havran/vrána	<i>Corvus sp.</i>	32	2,78	1	0,65	33	2,52
Holub doupňák	<i>Columba oenas</i>	5	0,43	2	1,29	7	0,54
Holub hřivnáč	<i>Columba palumbus</i>	21	1,82	2	1,29	23	1,76
Holub skalní domácí	<i>Columba livia f. dom.</i>	11	0,95	4	2,58	15	1,15
Holub sp.	<i>Columba sp.</i>	26	2,26	11	7,10	37	2,83
Hrdlička divoká	<i>Streptopelia turtur</i>	1	0,09	0	0,00	1	0,08
Hrdlička zahradní	<i>Streptopelia decaocto</i>	4	0,35	2	1,29	6	0,46
Husa sp.	<i>Anser sp.</i>	0	0,00	1	0,65	1	0,08
Husa velká	<i>Anser anser</i>	0	0,00	2	1,29	2	0,15
Chřástal kropenatý	<i>Porzana porzana</i>	0	0,00	2	1,29	2	0,15
Chřástal polní	<i>Crex crex</i>	0	0,00	2	1,29	2	0,15
Chřástal vodní	<i>Rallus aquaticus</i>	0	0,00	1	0,65	1	0,08
Jestřáb lesní	<i>Accipiter gentilis</i>	5	0,43	0	0,00	5	0,38
Jiříčka obecná	<i>Delichon urbicum</i>	0	0,00	1	0,65	1	0,08
Kachna divoká	<i>Anas platyrhynchos</i>	0	0,00	16	10,32	16	1,22
Kalous ušatý	<i>Asio otus</i>	5	0,43	1	0,65	6	0,46
Káně lesní	<i>Buteo buteo</i>	454	39,41	4	2,58	458	35,04
Kavka obecná	<i>Corvus monedula</i>	1	0,09	1	0,65	2	0,15
Konipas bílý	<i>Motacilla alba</i>	1	0,09	0	0,00	1	0,08
Konopka obecná	<i>Carduelis cannabina</i>	0	0,00	1	0,65	1	0,08
Koroptev polní	<i>Perdix perdix</i>	0	0,00	5	3,23	5	0,38
Kos černý	<i>Turdus merula</i>	9	0,78	15	9,68	24	1,84
Krahujec obecný	<i>Accipiter nisus</i>	2	0,17	0	0,00	2	0,15
Králíček ohnivý	<i>Regulus ignicapillus</i>	0	0,00	2	1,29	2	0,15
Krkavec velký	<i>Corvus corax</i>	24	2,08	1	0,65	25	1,91
Křepelka polní	<i>Coturnix coturnix</i>	0	0,00	1	0,65	1	0,08
Labuť velká	<i>Cygnus olor</i>	0	0,00	2	1,29	2	0,15
Lejsěk černohlavý	<i>Ficedula hypoleuca</i>	0	0,00	1	0,65	1	0,08
Luňák hnědý	<i>Milvus milvus</i>	1	0,09	0	0,00	1	0,08
Luňák sp.	<i>Milvus sp.</i>	1	0,09	0	0,00	1	0,08
Moták pochop	<i>Circus aeruginosus</i>	0	0,00	1	0,65	1	0,08
Pěnice černohlavá	<i>Sylvia atricapilla</i>	0	0,00	2	1,29	2	0,15
Pěnice pokřovní	<i>Sylvia curruca</i>	0	0,00	1	0,65	1	0,08
Pěnkava obecná	<i>Fringilla coelebs</i>	0	0,00	2	1,29	2	0,15
Pěvec-středně velký	<i>Passeriformes</i>	2	0,17	0	0,00	2	0,15
Poštolka obecná	<i>Falco tinnunculus</i>	159	13,80	1	0,65	160	12,24
Puštík obecný	<i>Strix aluco</i>	6	0,52	0	0,00	6	0,46
Puštík /kalous	<i>Strix aluco/Asio otus</i>	1	0,09	0	0,00	1	0,08

Racek chechtavý	<i>Larus ridibundus</i>	0	0,00	2	1,29	2	0,15
Rákosník velký	<i>Acroceph.arundinaceus</i>	0	0,00	1	0,65	1	0,08
Rákosník zpěvný	<i>Acrocephalus palustris</i>	0	0,00	1	0,65	1	0,08
Skřivan polní	<i>Alauda arvensis</i>	0	0,00	7	4,52	7	0,54
Sluka lesní	<i>Scolopax rusticola</i>	0	0,00	2	1,29	2	0,15
Sojka obecná	<i>Garrulus glandarius</i>	2	0,17	0	0,00	2	0,15
Stehlík obecný	<i>Carduelis carduelis</i>	0	0,00	1	0,65	1	0,08
Straka obecná	<i>Pica pica</i>	202	17,53	1	0,65	203	15,53
Strakapoud velký	<i>Dendrocopos major</i>	0	0,00	1	0,65	1	0,08
Strnad obecný	<i>Emberiza citrinella</i>	1	0,09	7	4,52	8	0,61
Špaček obecný	<i>Sturnus vulgaris</i>	20	1,74	5	3,23	25	1,91
Vlaštovka obecná	<i>Hirundo rustica</i>	0	0,00	1	0,65	1	0,08
Volavka bílá	<i>Egretta alba</i>	1	0,09	0	0,00	1	0,08
Volavka popelavá	<i>Ardea cinerea</i>	1	0,09	4	2,58	5	0,38
Vrabec polní	<i>Passer montanus</i>	1	0,09	0	0,00	1	0,08
Vrána obecná	<i>Corvus corone</i>	121	10,50	0	0,00	121	9,26
Výr velký	<i>Bubo bubo</i>	7	0,61	0	0,00	7	0,54
Zvonohlík zahradní	<i>Serinus serinus</i>	0	0,00	1	0,65	1	0,08
Žluna zelená	<i>Picus viridis</i>	1	0,09	0	0,00	1	0,08
Celkem		1152	100,01	155	100,11	1307	100,05
Přehled podle řádů							
Taxonomická skupina		Výboj	%	Náraz	%	Celkem	%
Bahňáci		0	0,00	2	1,29	2	0,15
Brodiví		9	0,78	8	5,16	17	1,30
Dlouhokřídlí		0	0,00	2	1,29	2	0,15
Dravci		622	53,99	6	3,87	628	48,05
Hrabaví		3	0,26	10	6,45	13	1,00
Krátkokřídlí		0	0,00	5	3,23	5	0,38
Měkkozobí		68	5,90	21	13,55	89	6,81
Pěvci krkavcovití		387	33,59	4	2,58	391	29,92
Pěvci ostatní		43	3,73	74	47,74	117	8,95
Sovy		19	1,65	1	0,65	20	1,53
Šplhavci		1	0,09	1	0,65	2	0,15
Vrubozobí		0	0,00	21	13,55	21	1,61
Celkem		1152	99,99	155	100,01	1307	100

Mortalitou na linkách vedení VN bylo postiženo minimálně 61 druhů ptáků, z toho v důsledku výboje uhynulo minimálně 30 druhů, v důsledku nárazu do vodiče minimálně 47 druhů - některé uhynulé ptáky se podařilo zařadit jen do vyšší taxonomické jednotky, počet postižených druhů mohl být ve skutečnosti vyšší.

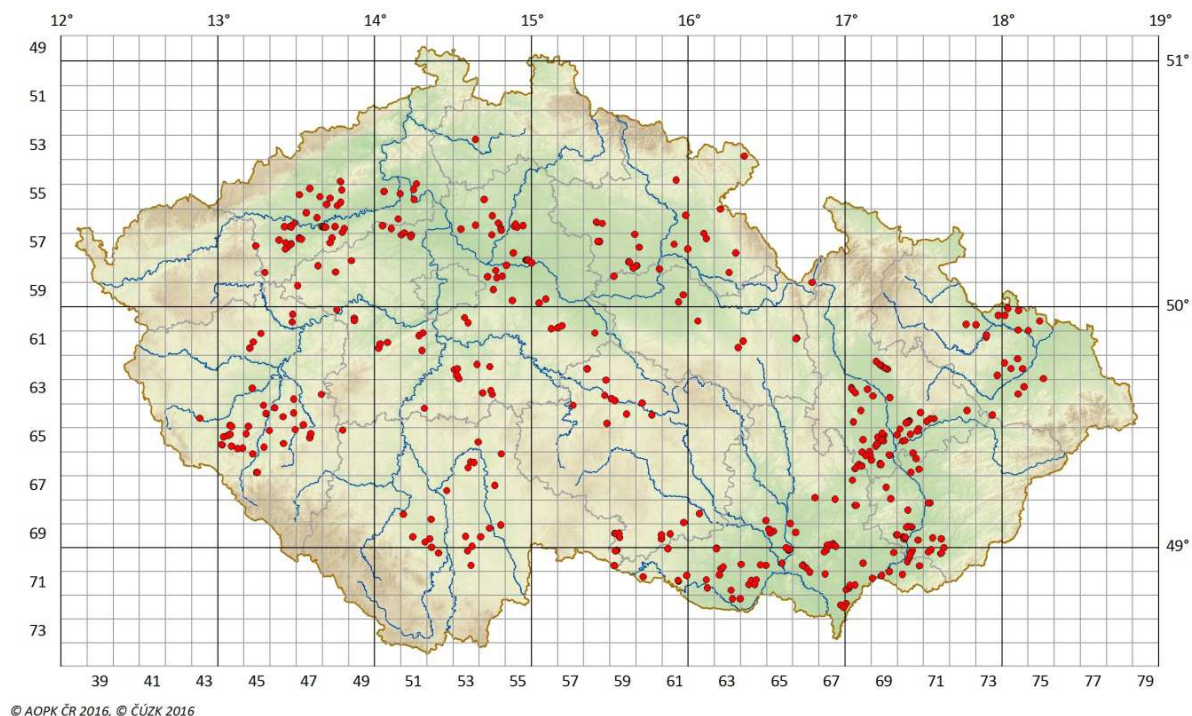
Z tab. 2 je patrné, že nejčastější obětí výboje na sloupech VN byla káně lesní - nalezeno bylo 454 uhynulých jedinců, tj. 39,41 % všech úhynů v důsledku výboje, následovala straka obecná - 202 ex. (17,53 %), poštolka obecná - 159 ex. (13,80 %) a vrána obecná - 121 ex. (10,50 %). Co se týče úhynů po kolizi s vodičem vedení VN, byla nejčastější obětí kachna divoká - 16 ex. (10,32 %), následována kosem černým - 15 ex. (9,68 %) a holubem - 11 ex. (7,10 %). Výbojem byli zdaleka nejvíce postiženi dravci - 622 ex., tj. 53,99 % úhynů v důsledku výboje, a krkavcovití ptáci - 387 ex., tj. 33,59 %, nárazy oproti tomu pěvci (vyjma krkavcovitých) - 74 ex. (47,74 %), a shodně měkkozobí a vrubozobí - 21 ex. (13,55 %).

Distribuci mortality způsobené výbojem u čtyř nejpostiženějších druhů (káně lesní, straka obecná, poštolka obecná a vrána obecná) v ČR přibližují obr. 2 až 5.

Mortalita na vedeních VN byla prokázána u celkem 19 zvláště chráněných druhů ptáků (celkem 79 ex.), bylo nalezeno např. 24 krkavců velkých, 7 čápů bílých a výrů velkých, 5

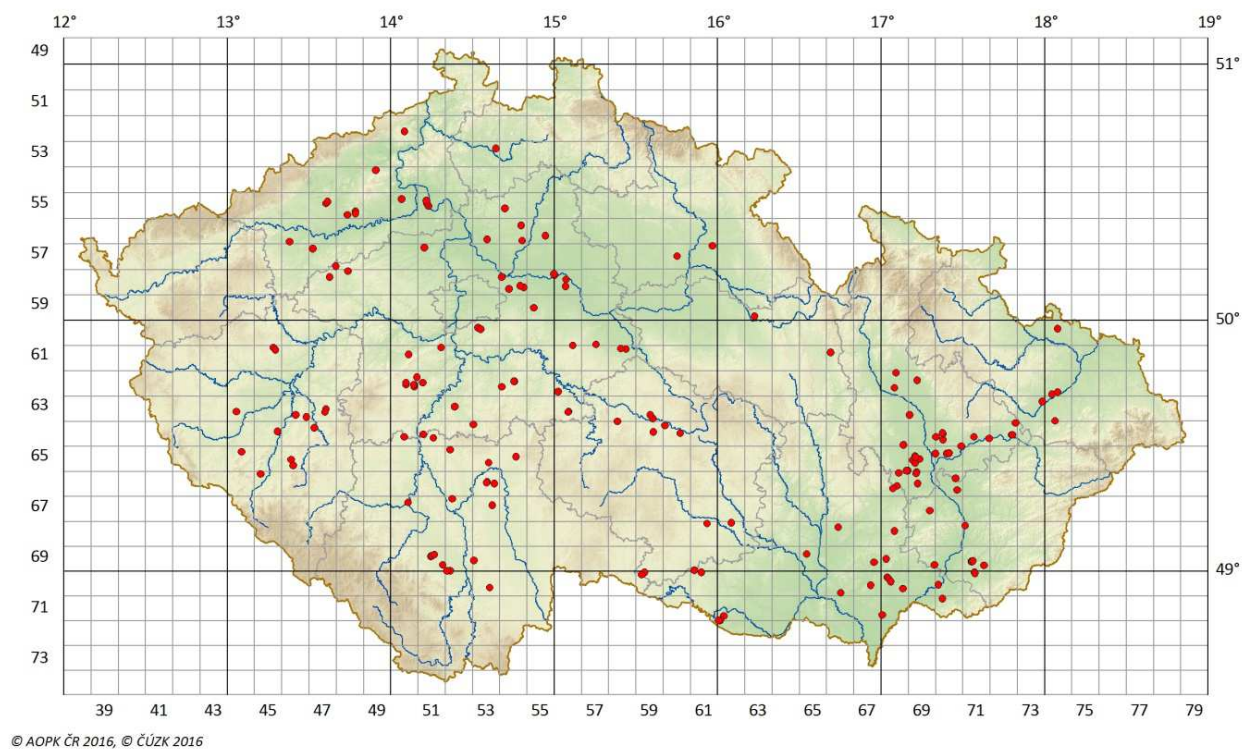
jestřábů lesních a koroptví polních, ale také kriticky ohrožený luňák hnědý či silně ohrožení holub doupuňák (7 ex.), chřástal kropenatý (2 ex.), chřástal polní (2 ex.) a chřástal vodní (1 ex.), krahujec obecný (2 ex.), volavka bílá (1 ex.) a rákosník velký (1 ex.).

MORTALITA KÁŇE LESNÍ



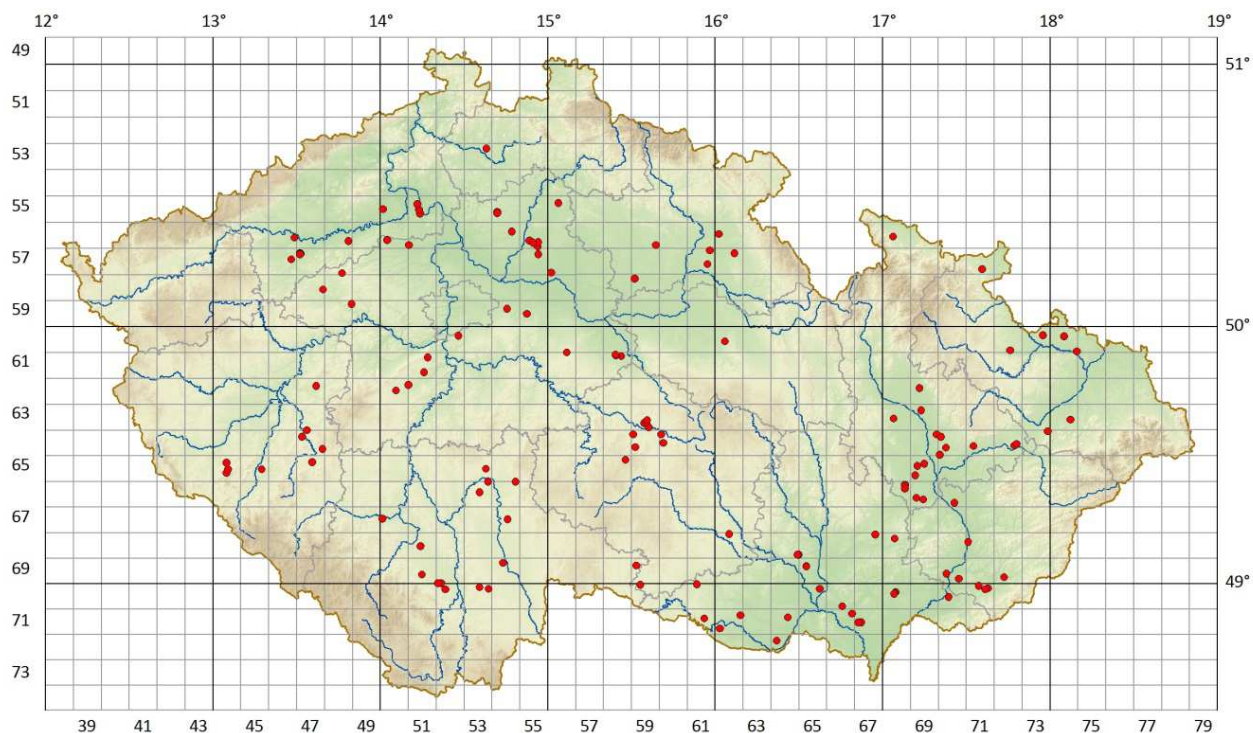
Obr. 2. Prostorová distribuce mortality káňe lesní

MORTALITA STRAKA OBECNÁ



Obr. 3. Prostorová distribuce mortality straky obecné

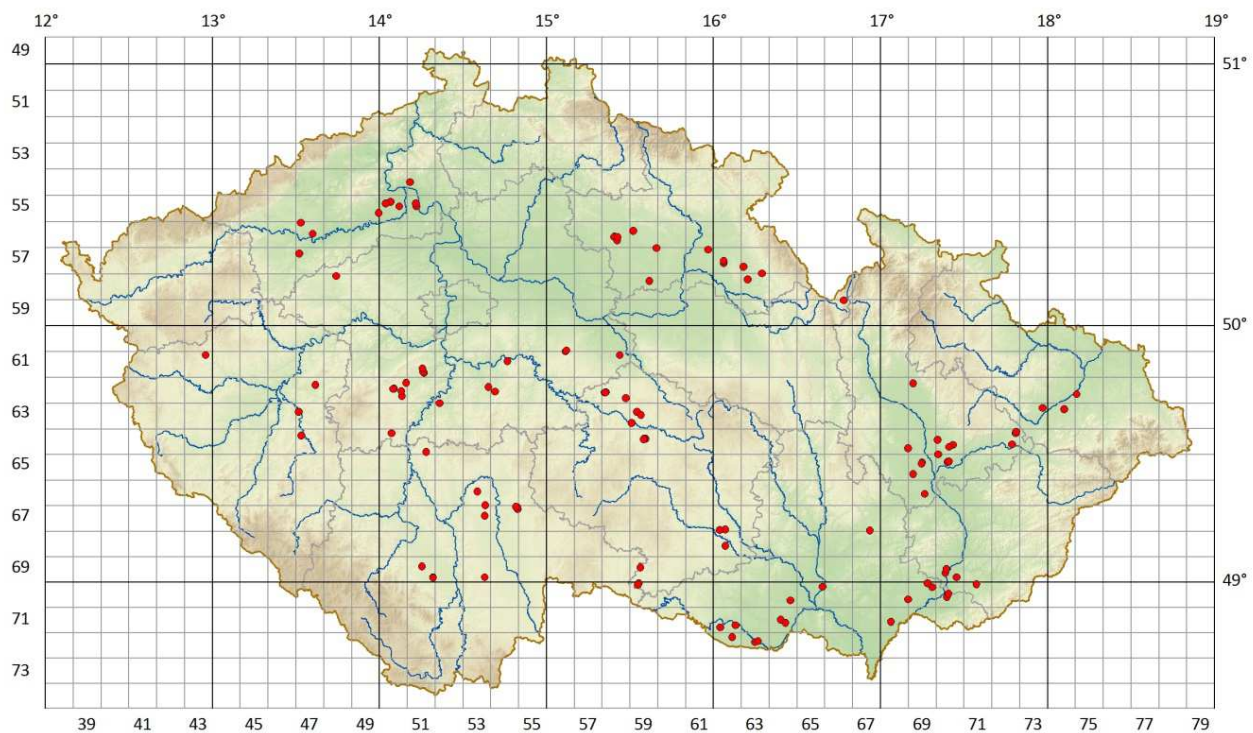
MORTALITA POŠTOLKA OBEČNÁ



© AOPK ČR 2016, © ČÚZK 2016

Obr. 4. Prostorová distribuce mortality poštolky obecné

MORTALITA VRÁNA OBEČNÁ



© AOPK ČR 2016, © ČÚZK 2016

Obr. 5. Prostorová distribuce mortality vrány obecné

ODHAD CELKOVÉ ROČNÍ MORTALITY PTÁKŮ NA VEDENÍCH VN V ČR

Odhad celkové roční mortality vychází ze základního předpokladu, že v průběhu monitoringu se podařilo najít jen část skutečně uhynulých ptáků. Je tedy nutno počet nalezených uhynulých ptáků korigovat detektabilitou, která má tři složky - časovou, prostorovou a individuální. Stanovení přesné detektability není možné, protože k tomu není dostatek dostupných údajů. Proto je detektabilita odhadována na základě různých zdrojů a udávána jako rozmezí.

Používané veličiny a zkratky, postup výpočtu:

Dílčí mortalita (DM) = počet ptáků uhynulých na linkách VN nalezených během monitoringu.

Celková mortalita (CM) = počet ptáků uhynulých na linkách VN v ČR v průběhu jednoho roku.

Detektabilita časová (dč) = udává, jaký podíl ptáků uhynulých na kontrolovaných linkách VN v průběhu jednoho roku byl při jednorázové kontrole nalezen. Expertním odhadem bylo stanoveno, že $d_{c_{min}} = 0,1$ a $d_{c_{max}} = 0,2$.

Detektabilita prostorová (dp) = udává, jaký podíl ptáků uhynulých na linkách VN v celé ČR byl nalezen ve sledovaném území. Je kombinací několika dalších faktorů:

– procento pokrytí ČR: celková délka vedení VN v ČR činí 75 250 km¹, zkontrolováno bylo 6 429 km vedení VN, tj. 8,54 % (konstanta = 0,085);

– reprezentativnost linek: vyjadřuje, nakolik jsou kontrolovaná vedení reprezentativní z hlediska všech vedení. Vychází se z úvahy, že pro mapování byly vybrány jen některé kvadráty, u nichž se předpokládalo, že mortalita v nich bude vysoká. U kvadrátů, které nebyly vybrány, je oproti nim předpokládána mortalita poloviční. Na základě rozlohy kvadrátů v obou skupinách byla stanovena reprezentativnost linek následovně: rozloha vybraných kvadrátů * 2 + rozloha nevybraných kvadrátů/rozloha všech kvadrátů = 1,73;

– procento okamžité mortality: část ptáků neuhynie po zásahu elektrickým proudem nebo v důsledku kolize okamžitě, ale rozsah zranění jim umožní odletět dále od vedení. Zde později ovšem také uhynou, nejsou však nalezeni. Expertním odhadem bylo stanoveno, že takových případů je 55-65 %, nalezeno bylo tedy 35-45 % postižených ptáků, konstanta = 0,35-0,45. Pak $dp_{min} = 0,085 \times 1,73 \times 0,35 = 0,0515$, $dp_{max} = 0,085 \times 1,73 \times 0,45 = 0,0662$.

Detektabilita individuální (di) = udává, jaké procento přítomných uhynulých ptáků mapovatel skutečně našel. Expertním odhadem bylo stanoveno, že $d_{i_{min}} = 0,75$ a $d_{i_{max}} = 0,85$.

Detektabilita celková (dc) je součinem všech dílčích složek. Takže $dc_{min} = 0,1 \times 0,0515 \times 0,75 = 0,0038625$ a $dc_{max} = 0,2 \times 0,0662 \times 0,85 = 0,011254$.

$$CM_{min} = DM / dc_{max}, \text{ tj. } 1326 \text{ ex.} / 0,011254 = \mathbf{117\ 825 \text{ ex.}}$$

$$CM_{max} = DM / dc_{min}, \text{ tj. } 1326 \text{ ex.} / 0,0038625 = \mathbf{343\ 301 \text{ ex.}}$$

Na základě výsledků realizovaného monitoringu a s použitím výše uvedeného výpočtu lze konstatovat, že **odhad celkové roční mortality ptáků na linkách VN v ČR činí minimálně 117 825 ex. a maximálně 343 301 ex.**

Pokud budeme uvažovat jen ptáky, jejichž mortalitu lze úpravou parametrů konzol či instalací ochranných prvků ovlivnit, tedy brodivé, dravce, sovy a krkavcovité pěvce kromě straky a sojky, činí parametr dílčí mortality 833 ex. a celková mortalita je následující:

$$CM_{min} = DM / dc_{max}, \text{ tj. } 833 \text{ ex.} / 0,011254 = 74\ 018 \text{ ex.}$$

$$CM_{max} = DM / dc_{min}, \text{ tj. } 833 \text{ ex.} / 0,0038625 = 215\ 663 \text{ ex.}$$

¹ https://cs.wikipedia.org/wiki/Distribuce_ptaku_na_vedenich_vn_v_cr

PROSTOROVÁ DISTRIBUCE MORTALITY

Mapovatelé pracovali v 308 kvadrátech, jejich výčet, délku zmapovaných linek a mortalitu v každém z nich uvádí tab. 3. Délka zkontrolovaných linek v jednom kvadrátu se pohybovala od 0,2 do 69,59 km, bylo v nich nalezeno od 0 do 44 mrtvých ptáků, což představuje relativní mortalitu 0 - 1,2 ex./km.

Tab. 3. Délka zkontrolovaných linek VN v jednotlivých kvadrátech a zjištěná mortalita

Kvadrát	Zmapovaných linek (km)	Mortalita (počet ex.)	Relativní mortalita (ex./km)	Kvadrát	Zmapovaných linek (km)	Mortalita (počet ex.)	Relativní mortalita (ex./km)
6254	38,18	9	0,24	6255	13,99	0	0,00
5250	30,60	8	0,26	6256	5,90	1	0,17
5253	9,02	0	0,00	6257	19,50	1	0,05
5254	5,45	0	0,00	6258	42,54	10	0,24
5348	5,40	0	0,00	6259	5,19	0	0,00
5350	1,50	0	0,00	6266	0,83	0	0,00
5352	1,93	0	0,00	6268	17,86	5	0,28
5353	18,18	0	0,00	6269	13,48	10	0,74
5354	5,89	0	0,00	6273	28,63	4	0,14
5361	2,50	0	0,00	6274	69,59	16	0,23
5362	9,10	0	0,00	6275	26,36	3	0,11
5363	13,21	1	0,08	6344	20,91	2	0,10
5364	8,56	2	0,23	6345	20,01	1	0,05
5448	12,10	3	0,25	6346	21,81	3	0,14
5449	10,30	1	0,10	6347	29,26	5	0,17
5450	5,50	1	0,18	6350	5,84	0	0,00
5451	11,10	2	0,18	6351	33,20	0	0,00
5453	10,34	0	0,00	6352	17,78	3	0,17
5461	5,79	1	0,17	6353	10,06	1	0,10
5462	4,21	0	0,00	6354	15,18	3	0,20
5463	35,96	1	0,03	6355	23,62	0	0,00
5464	14,68	4	0,27	6356	16,87	4	0,24
5547	31,58	9	0,29	6357	4,95	0	0,00
5548	43,40	11	0,25	6358	27,77	2	0,07
5549	1,40	0	0,00	6359	41,16	18	0,44
5550	33,60	19	0,57	6360	21,74	2	0,09
5551	44,80	25	0,56	6368	12,95	7	0,54
5552	4,97	0	0,00	6369	20,27	14	0,69
5554	17,28	4	0,23	6372	3,87	0	0,00
5556	10,39	2	0,19	6373	32,63	4	0,12

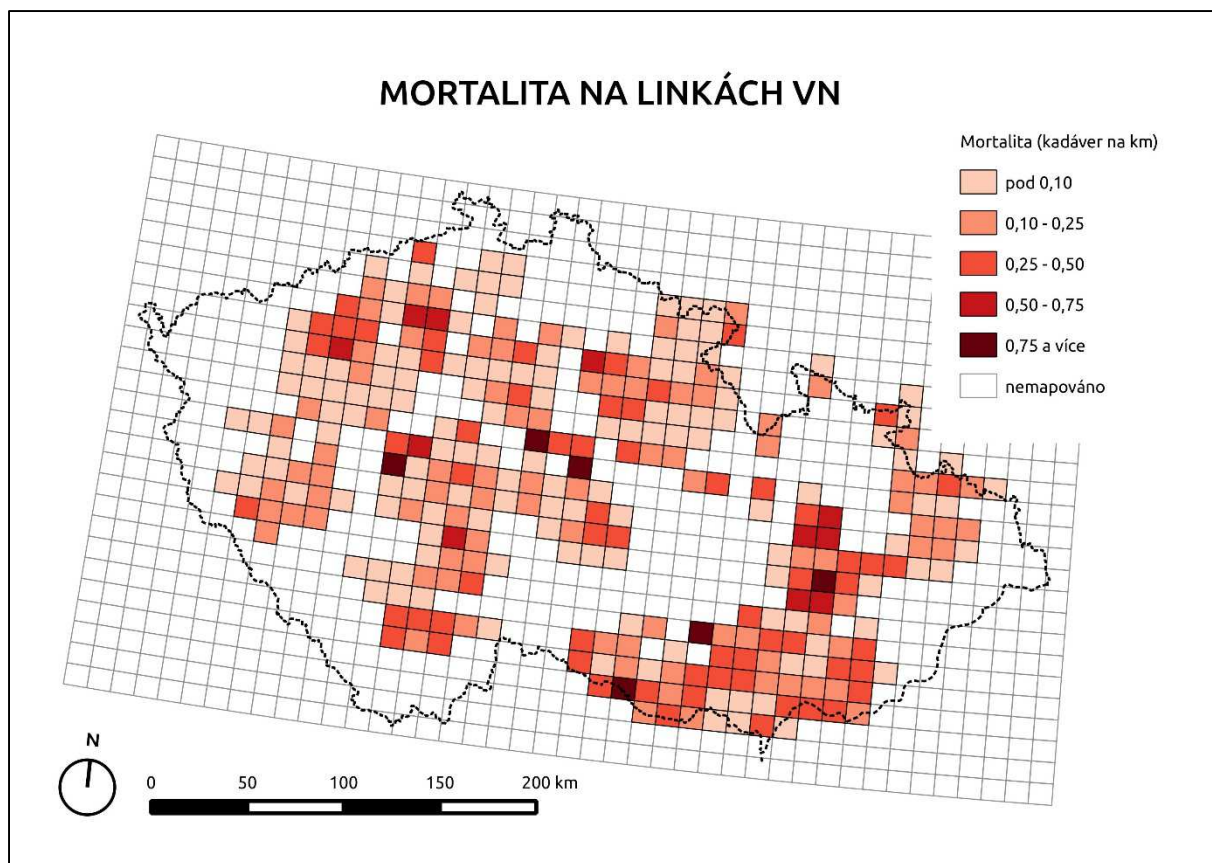
5557	10,80	1	0,09	6374	49,66	8	0,16
5559	4,87	0	0,00	6375	11,55	0	0,00
5561	8,85	0	0,00	6443	26,10	1	0,04
5562	25,02	1	0,04	6444	16,74	1	0,06
5563	11,95	0	0,00	6445	29,33	5	0,17
5568	4,13	0	0,00	6446	31,58	3	0,10
5645	2,99	0	0,00	6447	33,99	7	0,21
5646	20,50	8	0,39	6448	25,46	0	0,00
5647	32,53	9	0,28	6450	20,07	2	0,10
5648	22,19	9	0,41	6451	29,90	4	0,13
5650	29,03	7	0,24	6452	15,27	0	0,00
5651	11,11	4	0,36	6453	5,38	1	0,19
5653	19,67	3	0,15	6454	10,50	0	0,00
5654	65,28	9	0,14	6457	9,55	1	0,10
5655	45,55	12	0,26	6458	18,67	3	0,16
5656	12,78	0	0,00	6459	31,51	9	0,29
5658	21,10	12	0,57	6460	19,13	9	0,47
5659	23,42	9	0,38	6467	8,47	0	0,00
5660	16,99	2	0,12	6468	32,62	5	0,15
5661	23,60	1	0,04	6469	23,44	3	0,13
5662	24,85	2	0,08	6470	61,03	19	0,31
5663	27,39	3	0,11	6471	32,22	9	0,28
5664	1,67	0	0,00	6472	37,46	13	0,35
5668	23,01	5	0,22	6473	40,75	3	0,07
5672	0,64	0	0,00	6474	6,98	0	0,00
5745	22,48	1	0,04	6544	28,73	13	0,45
5746	37,24	10	0,27	6545	41,49	5	0,12
5747	25,87	17	0,66	6546	36,23	9	0,25
5748	29,75	6	0,20	6547	30,32	4	0,13
5749	23,10	0	0,00	6552	11,69	1	0,09
5750	15,61	1	0,06	6553	35,34	18	0,51
5751	13,18	4	0,30	6554	17,69	2	0,11
5752	22,22	0	0,00	6558	2,73	0	0,00
5753	4,36	0	0,00	6559	16,34	1	0,06
5754	61,09	2	0,03	6560	1,37	0	0,00
5755	53,07	2	0,04	6567	14,80	0	0,00
5756	1,30	0	0,00	6568	23,92	8	0,33

5758	10,41	2	0,19	6569	55,86	44	0,79
5759	32,32	4	0,12	6570	46,66	15	0,32
5760	27,61	6	0,22	6571	19,71	1	0,05
5761	31,40	10	0,32	6645	27,80	4	0,14
5762	49,13	8	0,16	6652	8,71	0	0,00
5763	26,90	4	0,15	6653	55,04	8	0,15
5764	10,06	0	0,00	6654	19,47	3	0,15
5771	14,27	4	0,28	6655	2,90	0	0,00
5772	23,92	0	0,00	6668	26,15	16	0,61
5845	23,34	1	0,04	6669	33,18	17	0,51
5846	21,35	0	0,00	6670	31,01	7	0,23
5847	31,99	3	0,09	6749	9,73	0	0,00
5848	34,96	4	0,11	6750	31,13	3	0,09
5849	24,58	2	0,08	6751	1,92	0	0,00
5850	17,65	0	0,00	6752	18,49	2	0,11
5853	7,89	0	0,00	6753	23,17	3	0,13
5854	49,75	9	0,18	6754	15,75	6	0,38
5855	16,07	8	0,50	6766	2,90	1	0,34
5856	29,44	2	0,07	6767	25,95	1	0,04
5859	25,87	11	0,43	6768	28,83	1	0,03
5860	13,11	4	0,31	6769	37,19	5	0,13
5861	4,23	0	0,00	6771	1,80	0	0,00
5862	11,94	0	0,00	6850	11,79	0	0,00
5863	23,47	2	0,09	6851	34,37	3	0,09
5864	2,55	0	0,00	6852	20,31	1	0,05
5866	6,08	1	0,16	6861	38,36	3	0,08
5871	15,61	0	0,00	6862	25,23	6	0,24
5872	4,15	1	0,24	6864	3,80	3	0,79
5945	1,32	0	0,00	6865	36,46	7	0,19
5946	4,46	0	0,00	6866	25,13	3	0,12
5947	24,73	2	0,08	6867	23,59	7	0,30
5948	31,68	1	0,03	6868	31,05	7	0,26
5949	13,15	0	0,00	6869	14,44	0	0,00
5950	3,14	0	0,00	6870	22,66	3	0,13
5954	20,03	2	0,10	6871	41,14	13	0,32
5955	42,80	6	0,14	6951	36,44	15	0,41
5956	12,04	3	0,25	6952	22,31	9	0,40

5959	3,77	0	0,00	6953	17,55	8	0,46
5960	3,21	0	0,00	6954	25,52	3	0,12
5961	17,93	1	0,06	6955	1,48	0	0,00
5962	7,26	0	0,00	6959	28,51	12	0,42
5963	26,89	2	0,07	6960	67,81	5	0,18
5966	7,14	1	0,14	6961	27,60	3	0,11
5972	10,84	0	0,00	6963	17,81	0	0,00
5974	5,50	0	0,00	6965	29,46	9	0,31
6046	15,94	4	0,25	6966	4,00	2	0,50
6047	25,75	0	0,00	6967	25,67	6	0,23
6048	24,09	1	0,04	6968	62,10	1	0,02
6049	18,86	3	0,16	6969	23,44	2	0,09
6052	12,93	1	0,08	6970	47,88	21	0,44
6053	10,83	4	0,37	6971	29,66	11	0,37
6056	5,85	7	1,20	6972	22,62	1	0,04
6057	14,18	4	0,28	7051	3,73	1	0,27
6058	19,23	5	0,26	7052	26,17	4	0,15
6060	3,04	1	0,33	7053	46,60	14	0,30
6061	5,01	1	0,20	7059	29,00	12	0,41
6062	17,44	3	0,17	7060	28,69	0	0,00
6072	36,16	7	0,19	7061	29,42	4	0,14
6073	39,72	6	0,15	7062	7,38	0	0,00
6074	45,68	14	0,31	7063	30,22	7	0,23
6075	15,74	2	0,13	7064	17,00	7	0,41
6076	5,48	0	0,00	7065	23,71	10	0,42
6143	17,43	0	0,00	7066	27,63	12	0,43
6144	27,16	0	0,00	7067	27,74	5	0,18
6145	38,28	6	0,16	7068	60,84	13	0,21
6147	1,60	0	0,00	7069	20,13	4	0,20
6150	16,20	5	0,31	7070	55,03	14	0,25
6151	17,47	13	0,74	7071	31,74	12	0,38
6152	4,64	0	0,00	7160	19,53	1	0,50
6153	6,62	0	0,00	7161	16,26	13	0,80
6154	14,36	1	0,07	7162	33,25	12	0,36
6156	0,20	0	0,00	7163	47,97	9	0,19
6158	26,23	22	0,84	7164	38,19	10	0,26
6163	9,09	1	0,11	7165	3,95	0	0,00

6164	3,49	1	0,29	7166	21,27	1	0,05
6166	18,17	8	0,44	7167	37,27	3	0,08
6168	3,27	0	0,00	7168	50,55	14	0,28
6172	6,93	1	0,14	7169	26,96	8	0,30
6173	42,19	2	0,05	7170	11,13	5	0,45
6174	6,76	0	0,00	7171	6,13	1	0,16
6245	2,17	0	0,00	7262	15,22	2	0,13
6247	13,74	3	0,22	7263	21,25	7	0,33
6250	18,94	18	1,06	7264	12,69	2	0,16
6251	20,01	1	0,05	7265	0,72	0	0,00
6252	15,07	2	0,13	7266	4,16	0	0,00
6253	32,00	9	0,28	7267	14,10	4	0,28
6254	38,18	9	0,24	7268	6,20	0	0,00

Otázku, zda se různé oblasti České republiky liší mírou mortality ptáků na linkách VN, lze zodpovědět na základě mapy, která vyjadřuje relativní mortalitu zjištěnou v kvadrátech, v nichž probíhalo mapování (obr. 6). Je z ní patrné, že i když ptáci hynou na linkách VN po celém území státu, je míra jejich mortality různá. Soustředění kvadrátů s vysokou mortalitou lze nalézt především na střední Moravě (oblasti severně od Olomouce a východně až jihovýchodně od Prostějova), jižní Moravě (okolí Znojma, oblast mezi Pohořelicemi a Brnem, okolí Hodonína a Uherského Hradiště) a v severozápadních Čechách (oblast mezi Litoměřicemi a Roudnicí n. L. nebo oblast Žatec - Louny). Ohniska vysoké mortality jsou patrná také ve středních Čechách jihozápadně od Prahy nebo v okolí Kutné Hory, v jižních Čechách u Českých Budějovic nebo ve východních Čechách západně od Hradce Králové. Naopak nízká mortalita byla zjištěna v západních Čechách a na severní Moravě. Obdobně jsou tyto výsledky patrné z map distribuce mortality pro jednotlivé nejpostiženější druhy - obr. 2-5.



Obr. 6. Relativní mortalita ptáků na linkách VN v jednotlivých kvadrátech ČR

ČASOVÁ DISTRIBUCE MORTALITY

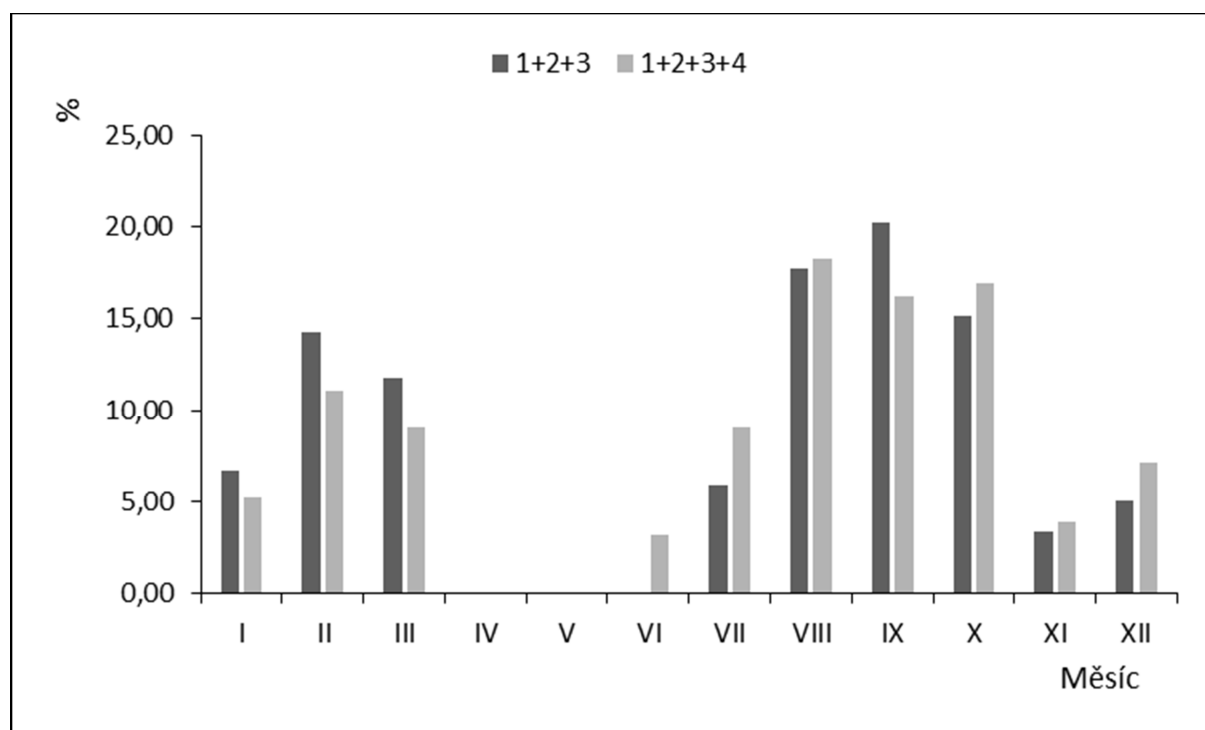
Nalezené kadávery byly podle stupně zachovalosti a okolností nálezů rozříděny do pěti kategorií stáří (1 - do 1 týdne; 2 - od 1 týdne do 1 měsíce; 3 - od 1 do 2 měsíců; 4 - od 2 do 6 měsíců; 5 - starší než 6 měsíců). Pro každý kadáver z kategorie 1-4 bylo pak možné na základě data nálezů určit měsíc, ve kterém pták uhynul, přičemž u kategorií 1-3 lze předpokládat míru správnosti vysokou, protože šlo o čerstvé úhyny, u kategorie 4 mohla být už chyba poměrně vysoká (\pm 1-2 měsíce). Kadávery kategorie 5 byly z tohoto hodnocení vyloučeny zcela.

Tab. 4. Počet ptáků uhynulých po nárazu do vodiče v jednotlivých měsících

Měsíc	Počet kadáverů							Součet	%
	Kat. 1	Kat. 2	Kat. 3	Součet	%	Kat. 4			
I	4	4	0	8	6,72		8	5,19	
II	6	7	4	17	14,29		17	11,04	
III	10	4	0	14	11,76		14	9,09	
IV									
V									
VI						5	5	3,25	
VII	1	3	3	7	5,88	7	14	9,09	
VIII	6	10	5	21	17,65	7	28	18,18	
IX	9	11	4	24	20,17	1	25	16,23	
X	9	8	1	18	15,13	8	26	16,88	
XI	1	3	0	4	3,36	2	6	3,90	
XII	1	2	3	6	5,04	5	11	7,14	

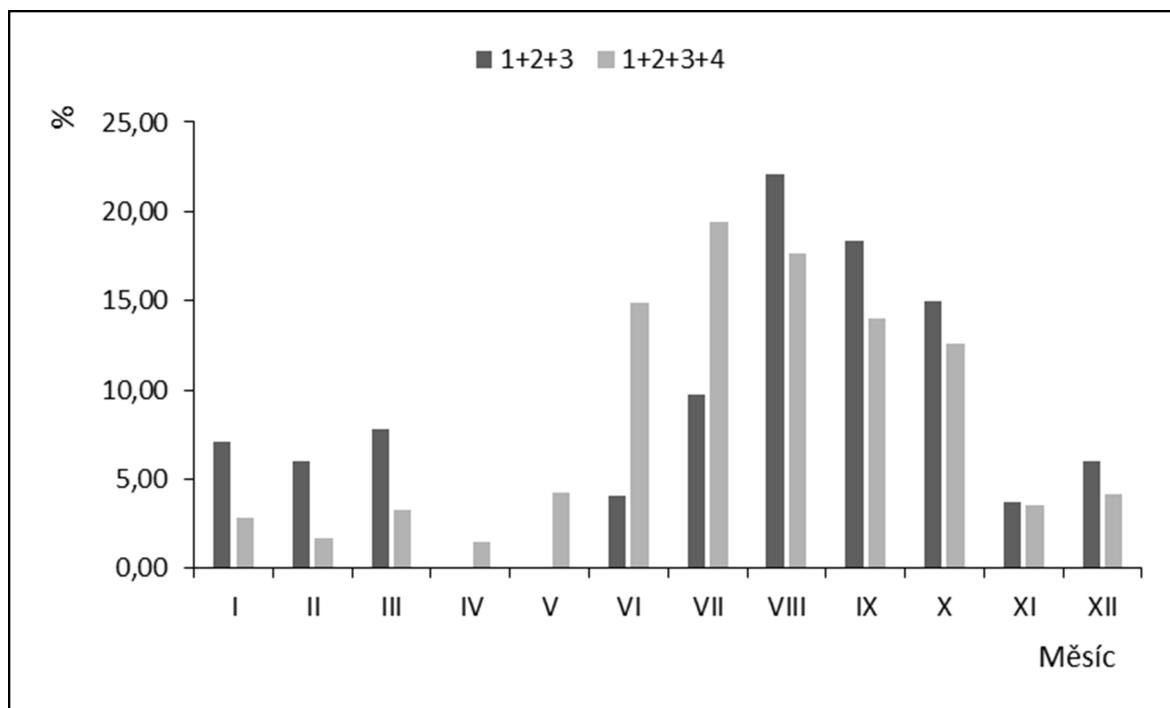
Tab. 5. Počet ptáků uhynulých v důsledku výboje v jednotlivých měsících

Měsíc	Počet kadáverů							
	Kat. 1	Kat. 2	Kat. 3	Součet	%	Kat. 4	Součet	%
I	2	8	9	19	7,12	9	28	2,85
II	3	9	4	16	5,99	1	17	1,73
III	9	12	0	21	7,87	11	32	3,26
IV						14	14	1,43
V						42	42	4,28
VI			11	11	4,12	135	146	14,87
VII	1	8	17	26	9,74	165	191	19,45
VIII	4	13	42	59	22,10	115	174	17,72
IX	8	23	18	49	18,35	89	138	14,02
X	15	20	5	40	14,98	84	124	12,63
XI	1	6	3	10	3,75	25	35	3,56
XII	0	6	10	16	5,99	25	41	4,18



Obr. 7. Mortalita ptáků na vedení VN způsobená nárazem do vodiče v jednotlivých měsících roku (hodnoty 1-4 vycházejí z odhadu stáří kadáverů - viz metodika, přičemž při hodnotě 4 již jeho přesnost silně klesá)

Z výsledků je patrné, že mortalita v důsledku nárazu do vodiče má v průběhu roku dva vrcholy (viz obr. 7), přičemž ten výraznější, zaznamenaný v měsících srpen - říjen, postihuje období pozdně letní až podzimní migrace, ten méně výrazný období jarní migrace. Jarní tah však při daných podmínkách mapování nemohl být postižen v takové míře, protože hlavní část terénních prací začínala v srpnu a končila v březnu. Mortalita zapříčiněná výbojem má v průběhu roku jeden výrazný vrchol v červenci - srpnu (viz obr. 8), což je období rozptylu mladých, tohoročních ptáků, kteří se v důsledku své nezkušenosti stávají častou obětí výboje na sloupech VN.



Obr. 8. Mortalita ptáků na vedení VN způsobená výbojem v jednotlivých měsících roku (hodnoty 1-4 vycházejí z odhadu stáří kadáverů - viz metodika, přičemž při hodnotě 4 již jeho přesnost silně klesá)

HODNOCENÍ PARAMETRŮ LINEK A SLOUPŮ

Zkontrolováno a popsáno bylo 76 432 sloupů. Celkem na kontrolovaných linkách uhynulo 1326 ptáků, z toho 1170 ptáků v důsledku výboje a 156 v důsledku kolize s vodičem. Mortalita byla zaznamenána na 946 sloupech. 19 nalezených ptačích zbytků se nepodařilo určit ani do vyšší taxonomické skupiny, s nimi se tedy dále nepracuje.

Pro hodnocení vlivu jednotlivých parametrů sloupů na mortalitu byly většinou zohledněny jen úhyny vybraných taxonů, a to dravců, sov a krkavcovitých pěvců bez straky a sojky (celkem 824 ex. uhynulých na 721 sloupech), u nichž je mechanismus úhynu velmi podobný, narozdíl od vyloučených skupin ptáků, kterými jsou brodiví, bažant obecný, měkkozobí, žluna zelená a pěvci kromě krkavce velkého, vrány obecné, havrana polního a kavky obecné (celkem 328 ex.). Pokud byly do hodnocení zahrnuty všechny úhyny, je to výslovně uvedeno. Použité statistické testy jsou založeny na porovnávání frekvence jevu u skupin dat. Zjištěné rozdíly nemusí znamenat kauzální závislost, ale mohou být výsledkem hlubších vztahů mezi daty, které nejsou na první pohled patrné. Typicky například typ konzoly a materiál sloupu nejsou na sobě nezávislé proměnné (určité konzoly se montují jen na sloupy z určitých materiálů).

POČET ROVIN VODIČŮ

Východika: 156 ptáků uhynulých po kolizi s vodičem, 156 hodnocených úseků (tj. části vedení mezi dvěma podpěrnými body). Počet rovin vodičů se pohyboval od 1 do 10 s tím, že téměř 2/3 sloupů měly jednu rovinu, 1/4 sloupů dvě roviny a zbylých cca 9 % více rovin. Pro účely statistického testování byl počet rovin zjednodušen do dvou kategorií (1 rovina; 2 a více rovin), protože jednotlivé kategorie počtu rovin byly zastoupeny v tak malých počtech, že statistické testování nedávalo smysl (např. 9 rovin se vyskytovalo 1x, 10 rovin 2x).

	Počet úseků bez úhynu	Počet úseků s úhynem	Relativní mortalita
1 rovina	48 569	104	0,21
2 a více rovin	27 706	52	0,19

Mezi hodnotami neexistuje statisticky významný rozdíl (Chí-kvadrát test, $p = 0,4876$) a **počet rovin vodičů nemá vliv na mortalitu v důsledku nárazu do vedení na linkách VN.**

MATERIÁL SLOUPU

Východiska: hodnoceny byly úhyny vybraných taxonů (tj. 824 úhynů na 721 sloupech). Všechny železné sloupy (příhradové s jednolinkou i dvoulinkou a tubusové) byly sloučeny do jedné kategorie.

Existuje statisticky významný rozdíl mezi mortalitou na sloupech betonových, dřevěných a železných (Chí-kvadrát test, $p < 2.2 \cdot 10^{-16}$). Nejvyšší mortalita byla zaznamenána na sloupech železných, naopak nejmenší na sloupech dřevěných (pouze jediný úhyn). Mortalita na železných sloupech byla dvojnásobná oproti mortalitě na betonových sloupech.

Materiál	Počet sloupů	Počet sloupů s úhynem	Relativní mortalita
Beton	65 850	574	0,87
Dřevo	1 896	1	0,05
Netvpcíkový	60	0	netestováno
Železo	8 626	146	1,69
Celkem	76 432	721	0,94

SLOUPY BETONOVÉ A DŘEVĚNÉ S KONZOLOU TYPU DELTA A KONZOLOU VODOROVNOU

Materiál	Počet sloupů s konzolou DE a VO	Počet sloupů s úhynem	Relativní mortalita
Beton	42 465	452	1,06
Dřevo	298	0	0,00

Mezi hodnotami neexistuje statisticky významný rozdíl.

SLOUPY PŘÍHRADOVÉ S JEDNOLINKOU A DVOULINKOU

Typ sloupu	Počet příhradových sloupů	Počet sloupů s úhynem	Relativní mortalita
Jednolinka	6 279	130	2,07
Dvoulinka	2 140	14	0,65
Celkem	8 419	144	1,71

Existuje statisticky významný rozdíl mezi mortalitou na sloupech příhradových s jednolinkou a dvoulinkou (Chí-kvadrát test, $p = 1.5 \cdot 10^{-5}$). Mortalita na příhradových sloupech s jednolinkou je přibližně trojnásobná oproti mortalitě na příhradových sloupech s dvoulinkou.

POZICE SLOUPU

Pozice	Počet sloupů	Počet sloupů s úhynem	Relativní mortalita
Koncový	1 223	3	0,25
Odbočka	7 534	136	1,81
Průběžný	62 864	506	0,80
Rohový	4 811	76	1,58
Celkem	76 432	721	0,94

Existuje statisticky významný rozdíl mezi mortalitou na sloupech podle jejich pozice (Chí-kvadrát test, $p < 2.2 \cdot 10^{-16}$). Na sloupech rohových a odbočkách byla zaznamenána řádově vyšší mortalita než na sloupech průběžných a koncových. V absolutních číslech je však největší mortalita na sloupech průběžných, které jsou zdaleka nejčastější.

ROHOVÉ SLOUPY DLE MATERIÁLU

Srovnávány byly sloupy rohové betonové nebo železné (vyjma sloupů s dvoulinkou a tubusových), bez jakéhokoli zabezpečení.

Materiál	Počet rohových sloupů	Počet sloupů s úhynem	Relativní mortalita
Beton	2 467	38	1,54
Železo	1 396	32	2,29
Celkem	3 863	70	1,81

Neexistuje statisticky významný rozdíl mezi mortalitou na rohových nezabezpečených sloupech v závislosti na materiálu, z něhož je sloup vyroben (Chí-kvadrát test, $p = 0.112$). Zaznamenané rozdíly v mortalitě jsou příliš malé, aby je bylo možné označit za statisticky významné.

ROHOVÉ SLOUPY V ZÁVISLOSTI NA ÚHLU LOMU LINKY

Pro všechny rohové sloupy, kde to bylo možné (tzn., že byly k dispozici souřadnice sloupu předchozího a následujícího), byl vypočten úhel, pod nímž dochází k lomu linky. Byla otestována střední hodnota úhlu lomu na sloupech s mortalitou a bez mortality (Mann-Whitney U test, $p=0.502$). Výsledkem testu je zjištění, že neexistuje rozdíl ve středních hodnotách úhlů lomu (148°) a tedy **úhel lomu linky nemá vliv na mortalitu**.

PŘÍTOMNOST OCHRANNÝCH PRVKŮ

Byly testovány sloupy zabezpečené oproti sloupům nezabezpečeným, bez ohledu na stav ochrany a přítomnost dalších prvků.

	Počet sloupů	Počet sloupů s úhynem	Relativní mortalita
Ochranné prvky ano	15 453	87	0,56
Ochranné prvky ne	60 978	634	1,04
Celkem	76 432	721	0,94

Existuje statisticky významný rozdíl mezi mortalitou na sloupech s ochranou a bez ní (Chí-kvadrát test, $p = 4.1 \cdot 10^{-8}$). Mortalita na sloupech bez ochrany byla dvojnásobná oproti sloupům s ochranou.

STAV OCHRANNÝCH PRVKŮ

V tomto případě byl testován vliv stavu ochrany (v pořádku versus poškozené nebo špatně instalované ochranné prvky), bez ohledu na typ ochrany a přítomnost dalších prvků.

	Počet sloupů	Počet sloupů s úhvnem	Relativní mortalita
Ochranné prvky ne	60 978	634	1,04
Ochranné prvky v pořádku	12 652	62	0,49
Ochranné prvky poškozené	2 801	25	0,89
Celkem	76 432	721	0,94

Existuje statisticky významný rozdíl mezi mortalitou na sloupech zabezpečených správně a zabezpečených špatně (Chí-kvadrát test, $p = 3.24 \cdot 10^{-8}$). Mortalita na sloupech s poškozenou ochranou je prakticky totožná jako mortalita na sloupech bez ochrany.

KONZOLY DELTA VARIANT A PAŘÁT V PŘÍMÝCH LINKÁCH, BEZ ZABEZPEČENÍ

Byly porovnávány sloupy na přímých linkách s typem konzoly Delta Variant nebo Pařát, bez zabezpečení. Bylo počítáno se všemi kadávery (ne pouze vybrané druhy).

	Počet sloupů	Počet sloupů s úhvnem	Relativní mortalita
Delta Variant	641	3	0,47
Pařát	4 494	7	0,16

Počet údajů je příliš nízký, aby bylo možné hodnověrně zhodnotit možný rozdíl mezi těmito dvěma skupinami. Neexistuje tedy statistický rozdíl.

KONZOLY PAŘÁT S BIDLEM A PAŘÁT BEZ OCHRANY, BEZ DALŠÍCH PRVKŮ

Byly testována účinnost bidla jako ochranného prvku na konzolách typu Pařát. Vyřazeny byly sloupy s dalšími prvky či s ochranou jiného typu než bidlo.

	Počet sloupů	Počet sloupů s úhvnem	Relativní mortalita
Pařát bez ochrany	5 404	5	0,09
Pařát s bidlem	751	0	0,00

Počet údajů je příliš nízký, aby bylo možné hodnověrně zhodnotit možný rozdíl mezi těmito dvěma skupinami. Neexistuje tedy statistický rozdíl.

KONZOLY DELTA VARIANT S BIDLEM SPRÁVNĚ UMÍSTĚNÝM A BEZ OCHRANY, BEZ DALŠÍCH PRVKŮ

Byla testována účinnost bidla jako ochranného prvku na konzolách typu Delta Variant. Vyřazeny byly sloupy s dalšími prvky, špatně instalovaným bidlem (příliš vysoko) či ochranu jiného typu než bidlo.

	Počet sloupů	Počet sloupů s úhvnem	Relativní mortalita
Delta Variant bez ochrany	651	3	0,46
Delta Variant s bidlem	552	7	1,27

Počet údajů je příliš nízký, aby bylo možné hodnověrně zhodnotit možný rozdíl mezi těmito dvěma skupinami. Neexistuje tedy statistický rozdíl.

KONZOLY DELTA VARIANT PODLE STAVU BIDLA

Byla testována účinnost bidla jako ochranného prvku na konzolách typu Delta Variant v závislosti na jeho umístění. Bidlo umístěné příliš vysoko, tj. hned u paty konzoly, bylo hodnoceno jako špatně instalované, s omezeným ochranným vlivem.

	Počet sloupů	Počet sloupů s úhynem	Relativní mortalita
Delta Variant s bidlem - správně	552	7	1,27
Delta Variant s bidlem - špatně	442	6	1,36

Neexistuje statisticky významný rozdíl v mortalitě mezi oběma sledovanými skupinami (Chí-kvadrát test, $p = 1$). **Mortalita je prakticky totožná u bidel vyhovujících a nevyhovujících.**

DALŠÍ PRVKY

Testovány jsou čtyři další prvky - jiskřiče, spojky dolní, spojky horní a propojky (do kterých byly zahrnuty také konzoly s přepětovou ochranou pracovně nazvanou smyčka a spodním úsekovým odpínačem). Řada z těchto prvků se vyskytuje pohromadě a existuje tak velký počet kombinací, které jsou v datech zastoupeny jen v několika málo případech (jednotky nebo desítky). Proto bylo přistoupeno k samostatnému testování všech prvků s tím, že byla testována mortalita na sloupech s konzolou obsahující daný prvek (i v kombinaci s dalšími prvky) oproti všem sloupům bez jakýchkoli dalších prvků.

Prvek	Přítomnost	Počet sloupů	Počet sloupů s úhynem	Relativní mortalita	Výsledek
Jiskřič	Ne	61 582	459	0,75	Existuje rozdíl
	Ano	783	13	1,66	
Propojka	Ne	61 582	459	0,75	Existuje rozdíl
	Ano	8508	147	1,73	
Spojka dolní	Ne	61 582	459	0,75	Neexistuje rozdíl
	Ano	1899	8	0,42	
Spojka horní	Ne	61 582	459	0,75	Existuje rozdíl
	Ano	635	15	2,36	

Sloupy s jiskřiči, propojkami a horními spojkami mají výrazně vyšší mortalitu než sloupy bez těchto prvků. Jako nejrizikovější se zdá být přítomnost horní spojky - pokud je přítomna na sloupu, zvyšuje se pravděpodobnost mortality na 2,36 % (oproti 0,75 % v případě, že chybí). Spojky dolní nemají na mortalitu statistický vliv.

MATERIÁL SLOUPU U VODOROVNÉ KONZOLY S PODPĚRNÝMI IZOLÁTORY

Byl testován vliv materiálu u sloupů v přímé linii s vodorovnou konzolou s podpěrnými izolátory. Kvůli nízké četnosti a nulové mortality nebyly testovány dřevěné a netypické sloupy.

Materiál	Počet sloupů	Počet sloupů s	Relativní mortalita
Beton	38 924	360	0,93
Železo	569	20	3,52
Dřevo	119	0	0,00

Existuje statistický rozdíl s tím, že **mortalita na železných sloupech je čtyřnásobně vyšší než na sloupech betonových** (Chí-kvadrát test, $p = 5.4 \cdot 10^{-10}$).

STAV OCHRANY U VODOROVNÉ KONZOLY S PODPĚRNÝMI IZOLÁTORY

Bylo testováno, jaký vliv na mortalitu na sloupech v přímé linii nesoucích vodorovnou konzolu s podpěrnými izolátory (sloup smrti) má stav ochranných prvků.

Stav ochrany	Počet sloupů	Počet sloupů s úhvnem	Relativní mortalita
Vyhovující	5 428	29	0,53
Nevyhovující	1 714	14	0,82

Neexistuje statistický rozdíl mezi sloupy s vyhovujícím a nevhovujícím zabezpečením (Chí-kvadrát test, $p = 0.251$).

TYP OCHRANY U VODOROVNÉ KONZOLY S PODPĚRNÝMI IZOLÁTORY

Byla porovnána mortalita na sloupech s vodorovnou konzolou s podpěrnými izolátory (sloupy smrti) bez ochrany a sloupech s nějakým typem zabezpečení. Sloupy obsahující více druhů zabezpečení byly z analýzy vyřazeny.

Prvek	Přítomnost	Počet sloupů	Počet sloupů s	Relativní mortalita	Výsledek
Bidlo	Ne	32 468	337	1,04	Příliš málo dat
	Ano	2	0	0,00	
Dosedací prvky	Ne	32 468	337	1,04	Příliš málo dat
	Ano	1	0	0,00	
Hřebeny	Ne	32 468	337	1,04	Neexistuje rozdíl
	Ano	2 805	24	0,86	
Izolace vodičů	Ne	32 468	337	1,04	Příliš málo dat
	Ano	5	0	0,00	
Kryty	Ne	32 468	337	1,04	Existuje rozdíl
	Ano	3 082	12	0,39	
Límce	Ne	32 468	337	1,04	Nemá smysl
	Ano	0	0	0,00	

Lavičky	Ne	32 468	337	1,04	Neexistuje rozdíl
	Ano	883	5	0,57	
Zábrany	Ne	32 468	337	1,04	Příliš málo dat
	Ano	338	2	0,59	

Pouze hřebeny a kryty se na sloupech smrti vyskytují v takovém množství, aby mělo statistické testování smysl. U hřebenů rozdíl v mortalitě vychází jako statisticky nevýznamný a hřebeny tudíž nejsou efektivním zabezpečovacím prvkem, kryty naopak snižují mortalitu více než dvojnásobně.

POČET IZOLÁTORŮ U VODOROVNÉ KONZOLY S PODPĚRNÝMI IZOLÁTORY

Byla porovnána mortalita na sloupech v přímé linii s vodorovnou konzolou s podpěrnými izolátory (sloupy smrti) bez zabezpečení. Počet izolátorů byl zjednodušen do kategorií 1 a více než 1.

Počet izolátorů	Počet sloupů	Počet sloupů s úhvnem	Relativní mortalita
Více než jeden	7 566	80	1,06
Jeden	24 894	257	1,03

Neexistuje statistický rozdíl mezi sloupy s jedním a více izolátory (Chí-kvadrát test, $p = 0.901$).

OCHRANNÉ PRVKY

Existuje celkem osm sledovaných ochranných prvků - bidla, dosedací prvky, hřebeny, izolované vodiče, kryty, lavičky, límce a zábrany. Řada z těchto prvků se vyskytuje pohromadě a existuje tak velký počet kombinací, které jsou v datech zastoupeny jen v několika málo případech (jednotky nebo desítky). Proto bylo přistoupeno k samostatnému testování všech prvků s tím, že byla testována mortalita na sloupech bez jakéhokoli zabezpečení oproti mortalitě na sloupu pouze s vybraným zabezpečením. Všechny sloupy, na kterých se vyskytovaly kombinace různých typů ochrany, byly vyřazeny. Nebylo rozlišováno mezi prvky v dobrém a nevyhovujícím stavu.

Prvek	Přítomnost	Počet sloupů	Počet sloupů s úhvnem	Relat. mortalita	Výsledek
Bidlo	Ne	60 962	634	1,04	Neexistuje rozdíl
	Ano	1 882	20	1,06	
Dosedací prvky	Ne	60 962	634	1,04	Příliš málo dat
	Ano	100	1	1,00	
Hřebeny	Ne	60 962	634	1,04	Neexistuje rozdíl
	Ano	3 276	25	0,76	
Izolace vodičů	Ne	60 962	634	1,04	Příliš málo dat
	Ano	342	0	0,00	

Kryty	Ne	60 962	634	1,04	Existuje rozdíl
	Ano	4 332	21	0,49	
Límce	Ne	60 962	634	1,04	Existuje rozdíl
	Ano	3 681	9	0,24	
Lavičky	Ne	60 962	634	1,04	Neexistuje rozdíl
	Ano	983	5	0,51	
Zábrany	Ne	60 962	634	1,04	Neexistuje rozdíl
	Ano	487	3	0,62	

Jediné dva typy zabezpečení, kde se podařilo prokázat vliv na mortalitu, byly kryty a límce.

Na sloupech s límcí je pouze pětina mortality oproti sloupům bez límců, ale tento rozdíl může být manifestací jiného vztahu v datech (např. límce se nedávají zároveň s jiskřiči, které jsou samy o sobě nebezpečným prvkem apod.). Nulová mortality byla na sloupech s izolovanými vodiči, nicméně kvůli celkově malému počtu sloupů s tímto prvkem zabezpečení není výsledek testu signifikantní a může se jednat o náhodu.

STAV OCHRANY VYBRANÝCH OCHRANNÝCH PRVKŮ

U tří typů zabezpečení - bidla, hřebeny, kryty - byla zaznamenána taková mortality, že má smysl dále testovat, zda existují rozdíly způsobené stavem ochrany. U ostatních zabezpečovacích prvků byla mortality příliš nízká a statistické testování by nebylo průkazné.

Ani u jednoho ze tří testovaných typů ochrany nebyl odhalen vztah mezi mortalitou a stavem ochrany, i když u hřebenů existuje značný rozdíl v mortalitě, který nicméně není statisticky významný.

Prvek	Stav	Počet sloupů	Počet sloupů s	Relat. mortality	Výsledek
Bidlo	Vyhovující	1430	14	0,98	Neexistuje rozdíl
	Nevyhovující	462	6	1,30	
Hřebeny	Vyhovující	2097	12	0,57	Neexistuje rozdíl
	Nevyhovující	1 179	13	1,10	
Kryty	Vyhovující	3 683	17	0,46	Neexistuje rozdíl
	Nevyhovující	640	4	0,63	

DALŠÍ PRVKY PŘÍTOMNÉ U ZABEZPEČENÝCH SLOUPŮ

U tří typů zabezpečení - bidla, hřebeny, kryty - byla zaznamenána taková mortality, že má smysl dále testovat, zda nejsou rozdíly způsobené přítomností dalších prvků. U ostatních zabezpečovacích prvků byla mortality příliš nízká a statistické testování by nebylo průkazné.

Prvek	Další prvek	Počet sloupů	Počet sl. s	Relat. mortalita	Výsledek
Bidlo	Ne	1 744	13	0,75	Existuje rozdíl, ale malý počet údajů
	Ano	138	7	5,07	
Kryty	Ne	3 452	12	0,35	Existuje rozdíl, ale malý počet údajů
	Ano	880	9	1,02	
Hřeben-y	Ne	2 913	23	0,79	Neexistuje rozdíl, malý počet údajů
	Ano	364	2	0,55	

U bidel a krytů bylo potvrzeno, že přítomnost dalších prvků zvyšuje pravděpodobnost mortality - v případě krytů trojnásobně, v případě bidel dokonce čtyřnásobně. U hřebenů nebyl rozdíl prokázán. Ve všech případech se analýza potýkala s poměrně malým počtem údajů, nicméně věrohodnost výsledků by měla být dostačující (předpokládaná chyba statistických testů je nižší než 1 %).

ORIENTACE IZOLÁTORŮ

Orientace izolátorů může být horní, dolní nebo vodorovná včetně kombinací těchto kategorií. Každá kategorie byla testována zvlášť. Sloupy, na kterých se vyskytovala kombinace orientací, byly z analýzy vyřazeny.

Orientace	Přítomnost	Počet sloupů	Počet sloupů s úhvnem	Relat. mortalita	Výsledek
Dolní	Ne	64 391	495	0,77	Existuje rozdíl
	Ano	2 007	6	0,30	
Horní	Ne	11 366	61	0,54	Existuje rozdíl
	Ano	55 032	440	0,80	
Vodo-rovná	Ne	62 686	476	0,76	Neexistuje rozdíl
	Ano	3 712	25	0,67	

Na konzolách s izolátory s dolní orientací byla mortalita nižší než u ostatních sloupů, s horní orientací naopak vyšší. U konzol s vodorovnou orientací izolátorů rozdíl v mortalitě neexistuje.

NADMOŘSKÁ VÝŠKA

Byla odečtena nadmořská výška pro každý sloup a porovnána střední hodnota pro sloupy s mortalitou a bez mortality. Existuje statisticky významný rozdíl s tím, že **nadmořská výška u sloupů s mortalitou je nižší než u sloupů bez mortality** (310 m n. m. proti 338 m n. m., Mann-Whitney U test, $p=2.22e-10$). Výrazný rozdíl je i v mediánu (270 m n. m. s mortalitou, 315 m n. m. bez mortality).

ZÁVĚREČNÉ UPOZORNĚNÍ

Statistické hodnocení vychází z celkových počtů uhynulých ptáků bez rozlišení druhové příslušnosti. Pokud je např. některý typ konstrukce nebezpečný pouze pro velké ptáky (např. orli, orlovci, čápi), může se taková konstrukce při porovnání údajů o celkové mortalitě jevit jako bezpečná. Současně platí, že statisticky průkazná souvislost mortality s daným prvkem

nemusí vždy znamenat souvislost kauzální. Shrnuté výsledky statistického hodnocení mají tedy za cíl poukázat na možné problémy a souvislosti, definitivní závěry o bezpečnosti daného prvku je však možné činit vždy až po prověření konkrétních případů úhynů a s ohledem na další biologické souvislosti. **Mechanická interpretace předložených výsledků může vést ke zcela nesprávným závěrům.**