

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE  
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ  
KATEDRA GEOENVIRONMENTÁLNÍCH VĚD**

**ZHODNOCENÍ ÚČINNOSTI OCHRANNÝCH PRVKŮ NA  
KONSTRUKCÍCH VYSOKÉHO NAPĚTÍ  
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Vedoucí práce: Ing. Hana Soudková**

**Bakalant: Jan Bernad**

**2012**



### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Hany Soudkové, a že jsem uvedl všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpal.

V Praze 30.4.2012

.....

### **Poděkování**

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucí bakalářské práce Ing. Haně Soudkové za pomoc a cenné rady, dále panu Karlu Makoňovi za ochotu a informace z jeho praxe.

V Praze 30.4.2012

.....

## **Abstrakt**

Bakalářská práce se zabývá problematikou týkající se úrazů ptáků na vysokém napětí. Pojednává o druzích, pro které je vysoké napětí nejvíce nebezpečné a o jejich rizikovém chování. Dále pak o nebezpečných sloupech, o zraněních způsobených jak popálením na těchto sloupech, tak i nárazem do všude přítomných vodičů elektrické energie. A o činnostech člověka, který se snaží různými zabezpečovacími zařízeními a úpravami v krajině tento problém řešit. V práci jsou shrnuty informace o problematice jak z českých zdrojů, tak i ze zahraničních, převážně pak z USA, kde mají větší zkušenosti. Přínosem této práce by mělo být nalezení nejlepšího řešení.

## **Abstract**

My bachelor thesis deals with problems of bird accidents on power lines. It speaks about sorts of birds for whom power line is the most dangerous and about birds risky behavior. Next it is about dangerous poles, about injuries caused by burns on this poles and also by hits to power lines. It describes human activities, which try to solve this situation by safety equipment. I have used resources from Czech and foreign materials mostly from USA where they have better experiences. The positive result of this thesis should be the best solution to this problem.

## **Klíčová slova**

Sloup smrti, náraz do vodiče, popálení na sloupu VN, ochranný kryt, bezpečná konzola

## **Keywords**

Poles of death, hits to power line, burns on the poles power line, protective cover, safety bracket

Obsah:

<b>1. Úvod</b> .....	<b>7</b>
<b>2. Cíle práce</b> .....	<b>7</b>
<b>3. Literární rešerše</b> .....	<b>8</b>
3.1 Princip usmrcování ptáků na elektrovodech .....	8
3.1.1 Usmrcování ptáků elektrickým výbojem .....	8
3.1.2 Usmrcování ptáků nárazem do elektrovodů.....	8
3.2 Typy úrazů ptáků.....	10
3.2.1 Popálení.....	10
3.2.2 Náraz do vodičů .....	11
3.3 Druhy postižené elektrickým proudem .....	12
3.4 Typy nebezpečných sloupů .....	17
3.5 Podmínky, které zvyšují četnost zranění.....	18
3.5.1 Ptačí migrace a denní pochody .....	18
3.5.2 Při popálení .....	19
3.5.3 Při nárazu do vodičů .....	20
3.6 Opatření.....	22
3.6.1 Konzoly .....	22
3.6.2 Ochrana před popálením .....	22
3.6.3 Ochrana před nárazem .....	24
3.6.4 Nepřímá ochranná opatření.....	25
3.6.4.1 Před popálením.....	25
3.6.4.2 Před nárazem do vodičů.....	25
3.7 Zkušenosti z ČR .....	26
3.7.1 Historie.....	26
3.7.2 Zonace území České republiky .....	27
3.7.2.1 Monitoring .....	27
3.7.2.2 Prioritní oblasti.....	28
3.8 Zkušenosti ze zahraničí.....	30
3.9 Nárazy do větrných elektráren .....	34
<b>4. Diskuse</b> .....	<b>35</b>
<b>5. Závěr</b> .....	<b>38</b>
<b>6. Přehled literatury a použitých zdrojů</b> .....	<b>39</b>
<b>7. Přílohy</b> .....	<b>44</b>

## **1. Úvod**

Na sloupech a vodičích elektrického vedení dochází ročně v naší republice ke zranění nebo úhynu stovek chráněných i ostatních ptáků (Otáhal a kol., 1997).

Vyřešit problém se sloupy smrti je úkol složitý, dlouhodobý, ale nikoli nemožný. Některé sloupy a trafostanice jsou pro ptáky velmi nebezpečné, jiné skoro vůbec. Je proto vhodné se zaměřit na zmapování sloupů, které jsou pro ptáky nebezpečné – nejlépe formou pravidelných pochůzek pod vedením. Následně je pak možné ve spolupráci s ochránci přírody a energetickými závody tyto nebezpečné linky zabezpečit. Ještě před zahájením mapovací akce je dobré vše prokonzultovat s odborníky (ČSOP Jaroměř, 2009).

Zákon 114/1992 Sb.

Každý, kdo buduje nebo rekonstruuje nadzemní vedení vysokého napětí, je povinen opatřit je ochrannými prostředky, které účinně zabrání usmrcování ptáků elektrickým proudem dle § 5a zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění.

## **2. Cíle práce**

Shrnutí informací zaměřených na úrazy ptactva popálením a nárazem do elektrického vedení. Popis a zhodnocení účinnosti ochranných prvků, které se využívají při omezování těchto úrazů.

### **3. Literární rešerše**

#### **3.1 Princip usmrcování ptáků na elektrovodech**

K úrazům dochází převážně dvojím způsobem.

##### **3.1.1 Usmrcování ptáků elektrickým výbojem**

Elektrický výboj vzniká, dostane-li se do přímého kontaktu nebo do nebezpečné blízkosti vodiče některá část ptačího těla při současném kontaktu s jinou neizolovanou částí elektrorozvodného zařízení nebo s dalším vodičem (Martiško, 1999). Nejčastější je dotyk křídla s vodičem, kdy jsou zároveň stojáky ve spojení s uzemněnou konzolou, nebo se pták dotkne křídly najednou dvou vodičů. Často bývají popálená obě křídla nebo obě nohy. Nebo na kříž křídlo – stoják (Křížek, 2003).

Při dešti a mlhavém počasí, kdy navlhlé peří, mokrá podklad a vlhký vzduch mají zvýšenou vodivost, se zvyšuje i nebezpečí zranění přisedajících i vzletajících ptáků (Martiško, 1999).

K výboji dochází nejčastěji při již zmíněném dosedání ptáků na sloupy nebo při vzletání z nich, případně i při jiné činnosti v těsném okolí nebezpečných částí zařízení (tok, kopulace, čištění zobáků aj.) (Martiško, 1999).

##### **3.1.2 Usmrcování ptáků nárazem do elektrovodů**

Za snížené viditelnosti se nestíhají letící ptáci vyhnout venkovnímu elektrickému vedení. Velcí ptáci pak vzhledem k omezeným manévrovacím schopnostem narážejí do vodičů bohužel i za vynikající viditelnosti (ČSOP Jaroměř, 2009).

Podle Pavla Křížka z Ochrany fauny ČR hrozí největší nebezpečí nárazů do vodičů u vodních ptáků, kteří přetahují v průběhu noci a během ranních mlh (Hermová, 2007).

Zranění způsobená nárazem do vodičů bývají často smrtelná. K nárazům dochází skoro na všech typech vedení. Do vedení o vyšším napětí narážejí častěji střední a velcí ptáci (kachny, káně, čápi, labutě), do vedení o nižším napětí menší a středně velcí ptáci (rorýsi, poštolky, kalousi, káně) (Otáhal a kol., 1997).



K nárazům dochází nejčastěji v místech, kde vodiče přetínají vodní toky, rybníční pánve a mokřadní biotopy (Hermová, 2007). Nejnebezpečnější bývají úseky, kde elektrická venkovní vedení kříží trasy častých přeletů nebo pravidelných tahů ptáků. Jsou to převážně údolí pomalu tekoucích řek, horská sedla, jimiž ptáci překonávají horské masivy, a prostory hlavních tahových cest ptactva přes území naší republiky (Otáhal a kol., 1997).

## 3.2 Typy úrazů ptáků

### 3.2.1 Popálení

(Příloha 6)

Při lehčím úrazu ptáků dochází pouze k šoku a sežehnutí okraje praporů per, po nichž sjel výboj (Martiško, 1999).

Pro těžší případy úrazů jsou typickými znaky poškození tkáně končetin, jedna nebo několik tmavých, hnědočervených skvrn na spodní části běháku a prstů. Peří je cítit spáleninou, prapory per jsou dosti hluboko seškvařené a obrysová pera nezřídka v krátké době vypadávají. Zasažená tkáň je nejprve oteklá, na křídlech mokvává. Během několika dnů dochází u většiny ptáků zasažených elektrickým výbojem k poškození hybnosti prstů, běháky získávají tmavě oranžové zbarvení a odumírají. Nekrotizace postihuje také křídla, nejčastěji od zápěstního kloubu. Zranění bývají velmi těžká (Martiško, 1999).

Doložené případy zranění a úhynu ptáků na elektrickém vedení budou vždy jen zlomkem skutečného počtu (Otáhal a kol., 1997). Většina ptáků po zásahu elektrickým výbojem nezahyne hned, ale je těžce zraněna. Někteří z nich umírají až po mnoha dnech. V průběhu této doby se dokáží zranění ptáci odplazit od vedení i na vzdálenost až jeden kilometr (Křížek, 2003).

Většinou se poranění ptáci stávají potravou pro predátory, hynou vysílením, na otravu krve a celkovou sepsi. Jsou známy případy, kdy se lišky naučily pravidelně „kontrolovat“ trasu vedení se zvýšenými úhyny ptáků a tak získávat potravu (Otáhal a kol., 1997).

Jestliže dojde k úrazům na jaře nebo v létě, bývá celý průběh podobný, ale celkovou situaci poškozeným ptáků komplikuje ještě další faktor. Nekrotizující tkáň vyhledávají mouchy, které na postižené rány kladou svá vajíčka. Z nich se záhy líhnou larvy živící se odumírající a později i živou tkání. Poškození živočichové jsou proto často larvami much doslova sežráni za živa (ČSOP Jaroměř, 2009).

Při velmi těžkém zasažení elektrickým výbojem dochází k okamžitému usmrcení ptáka, někdy i k utržení části končetin (Martiško, 1999).

Typická primární zranění a sekundární následky (poškození) ptáků po zásahu elektrickým výbojem:

- **převládající zlomeniny kostí:** zlomená páteř, zlomenina lebky, zlomeniny pánevní kosti, elektrinou roztříštěné stojáky
- **poškození peří:** popáleniny malého i velkého rozsahu. V případě velkého zkratu velké kusy opeření shoří.
- **poranění kůže – popáleniny:** hlavně malá místa vstupu a výstupu proudu z těla. Přežije-li pták, objeví se postupná velká nekrotizace končetin.
- **sekundární poškození končetin:** velké nekrotizované oblasti na končetinách po zásahu elektrickým proudem (z velké části či úplně odumřelé)

**všeobecná kondice poraněných ptáků:** zpočátku stav šoku, pak nevratné poškození končetin – odumírání (Křížek, 2003)

### 3.2.2 Náráz do vodičů

V případě nárazu většinou k zasažení elektrickým proudem nedojde. Prudký náraz ptákům způsobuje jiná závažná poranění, nejčastěji fraktury kostí či poranění vnitřních orgánů (ČSOP Jaroměř, 2009). Nejčastěji dochází k poškození dlouhých kostí a kloubů končetin, výjimkou nejsou též zranění hlavy včetně poškození očí, poranění krční páteře anebo trupu především v oblasti hrudníku (Otáhal a kol., 1997).

### 3.3 Druhy postižené elektrickým proudem

Dosud byl v ČR u 40 druhů ptáků doložen úhyn v důsledku nárazu do vodičů nebo usmrcení elektrickým obloukem. Byly to druhy od velikosti poštolky či hrdličky až po největší druhy, jako jsou orli a čápi. Většina z těchto druhů je zařazena do seznamu zvláště chráněných živočichů, z nich velká část patří do kategorie silně či kriticky ohrožených (ČEZ, 2009b).

Martiško (1999) uvádí druhy, které jsou nejčastěji postiženy elektrickým výbojem:

Krkavec velký (*Corvus corax*), straka obecná (*Pica pica*), havran polní (*Corvus frugilegus*), vrána obecná (*Corvus corone*), čáp bílý (*Ciconia ciconia*), čáp černý (*Ciconia nigra*), volavka popelavá (*Ardea cinerea*).

Dravci: orel mořský (*Haliaeetus albicilla*), orlovec říční (*Pandion haliaetus*), káně lesní (*Buteo buteo*), poštolka obecná (*Falco tinnunculus*), jestřáb lesní (*Accipiter gentilis*), krahujec obecný (*Accipiter ninus*), raroch velký (*Falco cherrug*), sokol stěhovavý (*Falco peregrinus*), luňák červený (*Milvus milvus*), luňák hnědý (*Milvus migrans*), moták pochop (*Circus aeruginosus*), moták pilich (*Circus cianeus*).

Sovy: výr velký (*Bubo bubo*), puštík obecný (*Strix aluco*), sova pálená (*Tyto alba*)

Krkavec velký (*Corvus corax*) patří mezi největší z havranovitých. Je asi 64 cm dlouhý a jeho rozpětí je okolo 120 cm. U nás se vyskytuje na Šumavě. Oslňuje svými svatebními lety při nichž padají ptáci šroubovitě z velkých výšek. Svůj revír nikdy neopouští. Jsou to převážně masožravci. Svoji potravu shání při pomalém prolétávání nad svým okrskem nebo klidně a vytrvale kráčí po zemi a ukořistí, co právě roční období nabízí (Sauer, 1995).

Straka obecná (*Pica pica*) dlouhá 45 cm a rozpětí 60 cm. U nás se vyskytuje na celém území, převážně v kulturní krajině s křovinami a stromy, v parcích, sídlištích a na okrajích měst. Straka obecná zůstává po celý rok na svém hnízdišti. Svá hnízda staví libovolně, někdy vysoko v koruně stromů, jindy jen metr vysoko v křoví. Potravu, kterou je především hmyz, myši a přejetá zvířata, hledají ptáci na zemi i při propátrávání křovin (Sauer, 1995).

Havran polní (*Corvus frugilegus*) je dlouhý asi 46 cm a rozpětí má 90 cm. Oblast výskytu otevřená polní krajina s lesíky. Havran polní je částečně tažný pták.

Tažní jedinci jsou převážně z východní Evropy, přelétají za dne. Jejich zimoviště je střední a západní Evropa, kde se zdržují v okolí měst a v nezasněžených oblastech. Hnízdní kolonie, často až o sto párech, jsou vždy v blízkosti vody. Od května hrají tyto kolonie velké přírodní divadelní představení. Z velké dálky jsou vidět vzduchem se míhající havrani a slyšet je jejich krákání. Potravu si shánějí při běhání po zemi. Loví hlavně hmyz, dále myši a jiné drobné živočichy, nepohrdnou ani rostlinnou potravou (Sauer, 1995).

Vrána obecná (*Corvus corone*) má rozpětí 95 cm. Vyskytuje se v polních lesících, světlých lesích a parcích, v zimě se stahuje na smetiště. V naší oblasti není tažná. Vrány jsou všežravci a svoji potravu hledají při usilovném pochodování po zemi (Sauer, 1995).

Čáp bílý (*Ciconia ciconie*) je 100 cm dlouhý a rozpětí má 220 cm. Vyskytuje se ve společnosti člověka, vyhledává vlhké zamokřené louky se skupinami stromů, vyhýbá se rákosí a vysokým lesům. Jeho let je specifický startem a přistáním, kdy dlouho krouží. Odlétá koncem srpna. Táhnoucí hejna letí za dne, vysoko bez jakéhokoliv uspořádání (Sauer, 1996).

Čáp černý (*Ciconia nigra*) je dlouhý asi 97 cm a rozpětí má 190 cm. Tento druh stojí s oblibou na stožárech a vysokých stromech. Čáp černý je stěhovavý druh, táhne za dne ve skupinkách, nepřipojuje se k táhnoucím čápům bílým, ale spíše k dravcům, kteří mají stejné tahové cesty. Vzlétá po krátkém rozběhu a s oblibou krouží ve vzestupných vzdušných proudech do obrovských výšek (Sauer, 1996).

Volavka popelavá (*Ardea cinerea*) je dlouhá 90 cm a rozpětí má až 170 cm. Tento druh je aktivní ve dne i v noci až do svítání. Volavka popelavá je částečně tažný pták. Za svojí potravou létá až 30 km. Při lovu křáčí pomalu terénem, při spatření kořisti vyrazí bleskurychle zobákem přesně na cíl (Sauer, 1996).

Orel mořský (*Haliaeetus albicilla*) je dlouhý 60 – 80 cm a rozpětí má až 240 cm. V době toku krouží oba orli v těsných spirálách nad hnízdištěm, předvádějí hravé střemhlavé lety a dotýkají se drápy. Orel mořský loví na vodě i na souši (Sauer, 1996).

Orlovec říční (*Pandion haliaetus*) je dlouhý asi 55 cm a rozpětí má až 165 cm. Lov provádí nad vodou z výšky 50 m, za pomalého letu střídá mávání křídel s plachtěním. Při spatření kořisti, přerušuje let, zůstává stát v třepotavém letu a pak

následuje korigovaný pád. Loví na řekách, jezerech, mořích a na mořských březích. Tento druh přezimuje v tropech, evropští orlovci táhnou zvláště do západní Afriky. Orlovec říční při toku předvádí nad hnízdištěm střemhlavé lety a letecké akrobacie. Když samička sedí na vejcích, samec ji krmí. Předávání potravy často probíhá v letu a vypadá to jako letecký zápas (Sauer, 1996).

Káně lesní (*Buteo buteo*) má rozpětí 130 cm. Patří mezi nejhojnější dravce střední Evropy. Oblibou je sezení na vysokých stožárech. Po necelých dvou měsících od vylétnutí z hnízda se mladí ptáci rozletí či odtáhnou na jih. Staří ptáci na mnoha místech střední Evropy zůstávají na svých hnízdištích. Při návratu provozuje káně nad hnízdištěm svatební lety, při kterých krouží v nesmírné výši a střemhlav padá k zemi (Sauer, 1995).

Poštołka obecná (*Falco tinnunculus*) má rozpětí asi 75 cm. Pátrá po kořisti v třepotavém letu na místě, občas se posune plachtivým polokruhovým nebo třičtvrtěkruhovým letem dál. Při spatření kořisti postupně klesá stále níž a v posledních metrech se vrhá se složenými křídly k zemi. Často číhá na svou kořist na kůlu v plotě nebo jen na krtině. Za toku sameček provozuje virtuózní lety, při nichž se vrhá z výše na boku nebo s křídly téměř složenými. Poštołka obecná upřednostňuje louky a vyhýbá se velkým komplexům lesů (Sauer, 1995).

Jestřáb lesní (*Accipiter gentilis*) má rozpětí 120 cm. Tento druh patří mezi lesní dravce, ale může se vyskytovat i v parkové krajině s lesními porosty. Párek jestřábů je svému stanovišti věrný, nepatří mezi tažné druhy. V předjaří provozují svatební lety nad lesem, kde mají hnízdo. Při těchto letech vylétají do obrovské výšky. Sameček léta vlnitě (girlandový let). Neobyčejně mohutné svalstvo a poměrně krátká křídla umožňují jestřábovi bleskurychlý start. Dlouhý ocas mu umožňuje rychlé obraty. Tyto schopnosti ho předurčují k lovu ze zálohy (Sauer, 1995).

Krahujec obecný (*Accipiter ninus*). Sameček je dlouhý 28 cm a samička 38 cm. Rozpětí má 75 cm. Nepatří mezi tažné druhy. Krahujec má rád lesy střídané křovinami a pasekami. Při letu nad volným terénem střídá rychlé údery křídel s úseky v nichž plachtí. Při toku krouží párek krahujců nad hnízdem, přitom vylétávají do velkých výšek. Sameček poté padá k zemi jako kámen a posléze klouže vlnivým letem nad korunami stromů. Krahujec loví ze zálohy a pak pronásleduje svoji kořist v letu nízko nad zemí (Sauer, 1995).

Raroh velký (*Falco cherrug*) má rozpětí 115 cm. V českých zemích je velmi vzácný. Pár z ústává na hnízdišti až do doby tahu na zimoviště. Raroh velký je všestranný lovec. Loví jak ve vzduchu, tak i na zemi, někdy střemhlavým letem, jindy při štvanicí nebo při přepadení (Sauer, 1995).

Sokol stěhovavý (*Falco peregrinus*) má rozpětí 100 cm. Patří mezi částečně tažné druhy. Vyskytuje se na územích s hojností ptactva, vyhýbá se rozlehlým lesům a jednotvárným nížinám. Sokol stěhovavý je specializovaný na lov ve vzduchu. Nejprve krouží v závratné výšce, vznese-li se pod ním pták vhodné velikosti, vrhá se s mohutnými údery křídel dolů, přičemž dosahuje rychlosti až 280 km/hod. Tento druh patří mezi nejrychlejší dravce (Sauer, 1995).

Luňák červený (*Milvus milvus*) má rozpětí 160 cm. Na podzim se luňáci červení soustřeďují do hejn a odlétají přezimovat do jižní Evropy. K jeho poznání může sloužit houpavý, plachtivý let. Luňáci nad svým hnízdištěm provozují obdivuhodné svatební lety, při nichž se střemhlavě vrhají k zemi (Sauer, 1995).

Luňák hnědý (*Milvus migrans*) má rozpětí okolo 150 cm. Patří mezi tažné druhy, přezimuje v Africe. V době toku koná luňák hnědý letecké akrobacie, při nichž vysoko krouží nad svým loveckým obvodem. Je typickým dravcem nížin převážně žijícím u vody (Sauer, 1995).

Moták pochop (*Circus aeruginosus*) Je o něco menší než káně. Tento druh patří mezi tažné druhy. Táhne na zimoviště ve středomoří a tropické Africe (Šimek, 2001). Rozpoznat ho v přírodě můžeme podle letu a životního prostředí, kterým jsou rozlehlé rákosiny, nad nimiž létá nízko „plavně“ a vždy poněkud váhavě. Moták pochop je schopný lovit i ve tmě. V období toku létá sameček do velkých výšek a poté se s hlasitým voláním vrhá o několik set metrů níž (Sauer, 1995).

Moták pilich (*Circus cianeus*) má rozpětí asi 105 cm. Vyskytuje se na přírodních loukách, bažinatých rašeliništích a v lužních lesích. Nad svým loveckým revírem párek pilichů krouží ve stále stejných neviditelných vzdušných trasách a neúnavně pátrají po potravě. V době toku krouží pár v harmonicky propletených křivkách, poté samec stoupá kolmo k obloze a střemhlav se vrací k samici (Sauer, 1995).

Výr velký (*Bubo bubo*) s rozpětím křídel 170 cm patří mezi největší sovy. Žije všude tam, kde není krajina překřížena telegrafními a elektrickými dráty, je tam

dostatek potravy a skal k hnízdění. Setrvává na svém hnízdišti. Výr loví za soumraku, často už před západem slunce (Sauer, 1995).

Puštík obecný (*Strix aluco*). Samička má rozpětí asi 1 m, sameček je o něco menší. Je úspěšný při osídlení kulturní krajiny. Má rád parky, často proniká až do samého srdce měst, ale nevyhýbá se ani souvislým lesům. Je to noční lovec. Puštík přetrvává v naší krajině po celý rok. Jeho specialitou je téměř nehluchý let, při němž nevydává krátkovlnné šumy až po ultrazvuk, což by mohlo jeho oběti předem varovat (Sauer, 1995).

Sova pálená (*Tyto alba*) má rozpětí až 95 cm. Je to noční pták. Hnízdí převážně v blízkosti lidských sídel, na kostelních věžích, polních stodolách a jiných málo frekventovaných budovách. Sova pálená zůstává po celý život na jednom místě. Patří mezi ohrožené ptáky (Sauer, 1995).



### 3.4 Typy nebezpečných sloupů

Obecně lze říci, že je nebezpečný každý sloup, k němuž se mohou ptáci přiblížit křídlem, ocasem, hlavou, nohou nebo jinou částí těla do nebezpečné blízkosti vodiče (Martiško, 1999).

Nejnebezpečnější jsou ty sloupy, které mají na vodorovné železné konzole (tvaru T) svisle nahoru namontovány podpěrné izolátory, v nichž jsou umístěny vodiče (Martiško, 1999)(Příloha 1; 1). Především jde o linky vysokého napětí 22 a 35 kV, úhyny ptáků jsou však doloženy i na vodorovných izolátorech vedení 110 kV (Příloha 1; 5) (ČEZ, 2009b). Mezi velmi nebezpečné patří také sloupy příhradové s horní propojkou (Příloha 1; 4) (Křen a kol., 2008).

Nebezpečné jsou i sloupy, které obsahují smyčky vedené nad nebo po stranách vodorovné konzoly, svislé proudové svody, odbočky a odpojovače (Martiško, 1999) (Příloha 1; 2).

Sloupové transformátory jsou pro ptáky také nebezpečné (Martiško, 1999) (Příloha 1; 3). Trafostanice je z hlediska nebezpečí zranění ptáků velmi komplikované zařízení, kde díky množství rozvodů je mnohem větší možnost úrazů než u sloupů. Toto zařízení bývá umístěno většinou na vyvýšeném místě, kde dochází k rozvodu jednotlivých tras, nebo bývají v obcích. Dochází zde nejčastěji k usmrcení čápů, poštolek a sov (Otáhal a kol., 1997).

Další nebezpečí hrozí ptákům na sloupech nízkého napětí. Toto vedení nelze zabezpečit používanými typy ochrany (Křen a kol., 2008).

Málo nebezpečné jsou sloupy s rovinně i trojúhelníkově uspořádanými vodiči na závěsných izolátorech. Na těchto sloupech hrozí teoretické nebezpečí pouze větším ptákům přisedajícím pod střední vodič (Otáhal a kol., 1997).

Minimální nebezpečí úrazů lze předpokládat na stožárech s trojúhelníkově uspořádanými vodiči se sešikmenými konzolami anebo se středovými podpěrnými a bočními závěsnými izolátory. Riziko vzniká, jako u předchozího typu stožáru, pouze velkým ptákům za výjimečných okolností (Otáhal a kol., 1997).

Prakticky nulový je úhyn ptáků na venkovních vedeních napěťové úrovně 220 a 400 kV díky vyšším izolačním vzdálenostem (ČEZ, 2009b).

### 3.5 Podmínky, které zvyšují četnost zranění

#### 3.5.1 Ptačí migrace a denní pochody

U většiny ptáků se během dne střídá několik fází aktivity s několika fázemi klidu. Při podrobnějším pohledu však zjistíme, že nejvyšší aktivita u denních ptáků je po probuzení, kdy se snaží dohnat sběrem potravy energetické ztráty z noci a k dalšímu vrcholu činnosti dochází před uložením ke spánku, kdy se snaží vytvořit energetickou rezervu pro dobu klidu. Během rozmnožování se tento rozvrh radikálně mění.

Při tahu se aktivita především u menších druhů ptáků přesouvá do noční doby. Většina pěvců táhne v noci. K posunu aktivity dochází i za nedostatku potravy. Příkladem může být poštolka obecná (*Falco tinnunculus*), která k lovu potravy využívá dobu od 10 do 13 hodin s nejpříznivějšími světelnými podmínkami, část úlovku si však schovává a za zhoršených světelných podmínek, od 16 do 18 hodiny, ji teprve vyhledá a konzumuje.

Ptáci jsou schopni se orientovat podle směru polarizovaného světla. Polarizační vzor oblohy vzniká rozptylem slunečního záření v atmosféře. Polarizované světlo na rozdíl od normálního kmitá jen v jedné rovině, napříč ke směru zdánlivého postavení slunce na obloze. Proto ptáci mohou zjistit polohu slunce i když je zakryté mraky, nebo krátce po jeho západu. Typické je to u těch druhů, které v této době začínají startovat k nočnímu tahu.

Ptáci se řídí magnetickou inklinací, což je úhel, který svírají linie magnetického pole v daném místě na povrchu Země s příslušnou vodorovnou rovinou. Sever je pro ptáky tam, kde je tento úhel vzhledem k zemské přitažlivosti nejostřejší. Sluneční a hvězdný kompas představují jakousi nadstavbu, která navigaci zpřesňuje a dotváří ze všech těchto forem dokonalý orientační systém, v kterém se mohou jednotlivé formy doplňovat či zastupovat.

Ptáci vnímají velmi hluboké infrazvuky, které vydává například vítr na hřebenech hor či mořský příboj.

Většina tažných ptáků se stěhuje současně z určitého rozsáhlého území, takže mluvíme o tzv. široké frontě, v některých místech se však táhnoucí ptáci soustřeďují. Dochází k tomu před přeletem moře, při překonávání vysokých horských pásem jen nejvhodnějšími průsmyky i před sledováním údolí říčních toků. Za vůdčí či řídicí

linie jsou označovány směry tekoucích řek, horských pásem a řada dalších topografických znaků usměrňující táhnoucí ptáky.

Ze severní polokoule táhne většina ptáků v noci, 30 – 60 minut po západu slunce, tah dosahuje největší intenzity kolem půlnoci a klesá opět za rozednění. Typickými zástupci nočního tahu jsou hmyzožraví ptáci, až na ty, kteří loví potravu v letu, jako jsou rorýsi a vlaštovky.

Stěhování je složitým chováním ptáků. Lze konstatovat, že i přes četné ztráty během tahu se stěhováním zvyšuje šance jednotlivce na přežití a díky výhodným podmínkám pro hnízdění i sama reprodukce tažných druhů. Při kritickém zhoršení klimatických podmínek, jakým severská zima jistě je, má pták v podstatě jen tři možnosti: přizpůsobit se, což řada druhů uskutečnila, uhynout, nebo se odstěhovat. Protože jsou ptáci mobilní, právě poslední možnost se jeví jako nejvhodnější. Vnitrodruhová i mezidruhová konkurence je ve vyšších zeměpisných šířkách podstatně menší (Veselovský, 2001).

### **3.5.2 Při popálení**

Úrazy jsou ovlivněné charakterem krajiny, jíž elektrické vedení prochází. V lesnatém území jsou úrazy ptáků méně časté než v bezlesé krajině. Méně úrazů způsobené elektřinou je v oblastech s množstvím rozptýlené zeleně než v plochách na zeleň chudých. Podle reliéfu krajiny je nejnebezpečnější trasa, která prochází rovinným terénem, široce otevřenými údolními nivami a dále chlupy a pahorkatinami s malými výškovými rozdíly a mírnými, táhlými svahy. V pahorkatinách s pestrým terénním reliéfem a značnými výškovými rozdíly je nebezpečné elektrické vedení sledující směr údolí a na náhorních rovinách. Úrazy způsobované elektrickým proudem jsou méně časté v horských oblastech (Otáhal a kol., 1997).

Také jednotlivé sloupy mohou být velmi nebezpečné. Bývají to sloupy v okolí hnízda nebo se zvlášť dobrým výhledem (Otáhal a kol., 1997). Dále sloupy lákají svou malou výškou dravce a sovy z hlediska ideální příležitosti k číhání na kořist a usedají na ně velmi často a ve velkém počtu (Martiško, 1999). Ale také existují i stožáry, u nichž se dosud nepodařilo zjistit, proč mezi desítkami podobných právě ony působí pro ptáky jako neodolatelné lákadlo (Otáhal a kol., 1997).

Zemědělské kultury lokálně ovlivňují zranění ptáků. Nízké porosty plodin (vojtěška, jetel, kmín apod.), které jsou atraktivní pro drobné zemní savce lákají predátory k lovu z vyvýšených míst, kterými jsou často jen sloupy. Zvlášť akutní nebezpečí je v kulturách i na loukách s procházejícími trasami elektrických vedení při gradacích hrabošů (Otáhal a kol., 1997).

Také roční období má vliv na četnost úrazů. V měsících červen až srpen dochází k největšímu úhynu ptáků na nebezpečných sloupech elektrického vedení. V tomto období má na zvýšení úhynu vliv vyšší hustota ptáků v krajině po vylétnutí mlád'at. Mladí ptáci jsou neobratní a na sloupech balancují s roztaženými křídly, což zvyšuje riziko dotyku (Otáhal a kol., 1997).

Dalším faktorem ovlivňujícím úrazy na sloupech je směr převládajících větrů. Častější jsou poranění na trase elektrického vedení sledujícího směr převládajících větrů (ramena sloupů, konzoly jsou kolmé na tento směr) než u vedení tento směr křížící. Trasy křížící údolí jsou méně nebezpečné, než ty, které směr údolí sledují (Otáhal a kol., 1997).

### **3.5.3 Při nárazu do vodičů**

Umístění elektrického vedení má velký vliv na četnost úrazů, které jsou způsobené nárazy do něj. Největší nebezpečí vzniká pro migrující ptáky, kteří se převážně orientují podle velkých toků tekoucích přibližně poledníkovým směrem a kteří přetahují v noci (Otáhal a kol., 1997). Velké problémy těmto ptákům dělají elektrická venkovní vedení, která přetínají vodní toky v místech, kde se ptáci musejí vyhybat ještě jiné překážce (most, jez, vodácké tyčky). Tito ptáci nejprve spatří překážku, pro její překonání naberou určitou výšku a poté se již nestihnou vyhnout elektrickému vedení. Na těchto místech umírají desítky ptáků ročně, například Dolanský most (Příloha 1; 6) (Makoň, 2012).

Zvýšené nebezpečí nárazu do vodičů je především u rychlých ptáků (sokoli, rarozi) a to v době toku, vyvádění mlád'at i v okolí hnízdišť. Pro synantropní druhy (vlaštovky, rorýsi, poštolky) je toto nebezpečí aktuální i v obci s ohledem na větší hustotu elektrického vedení (Otáhal a kol., 1997).

Při mlhavém počasí v údolích řek, ale i v jiných exponovaných prostorech silně vzrůstá možnost střetu ptáků s vodiči. Časté dlouho trvající mlhy a vysoká

frekvence přeletů ptáků jsou charakteristické hlavně pro vodní a mokřadní biotopy (Otáhal a kol., 1997).

## **3.6 Opatření**

### **3.6.1 Konzoly**

Delta (Příloha 2; 3a, b) – konzola s trojúhelníkovým uspořádáním vodičů, později doplněna plastovými pásy (ČEZ, 2009a). U tohoto plastového krytu musí být atest na životnost, neboť bez tohoto doplňku je typ „Delta“ pro ptáky velice nebezpečný (Otáhal a kol., 1997).

Triangle (Příloha 2; 4a)- typ, u kterého je horní vodič s izolátorem umístěn přímo na čepu sloupu, spodní vodiče jsou na konzole v potřebné svislé vzdálenosti na dřívku sloupu.

Triangle spike (Příloha 2; 4b) – typ, u kterého je horní vodič s izolátorem umístěn na prodlouženém vrchlíku, spodní vodiče jsou na konzole připevněné na čepu sloupu. Boční vodiče jsou na stejném typu konzoly jako u Trianglu. Toto řešení se hodí pro rekonstrukce stávajících betonových sloupů, kdy se provede pouze výměna konzol (EGÚ Brno, 2003).

Pařát (Příloha 2; 2) – tato konzola může být použita bez jakýchkoliv dalších doplňků (Otáhal a kol., 1997). Z nových technologií se jednoznačně doporučuje použít z důvodu vysoké účinnosti zabezpečení před úrazy ptáků (Křížek, 2003).

Umístění izolátorů (Příloha 2; 1) – další možné řešení je zavěšení izolátorů směrem dolů (Křížek, 2001).

### **3.6.2 Ochrana před popálením**

Lavička (Příloha 3; 1) – tato přídatná konstrukce tvaru T byla umístěna mezi podpěrné izolátory. Měla umožňovat bezpečné usednutí nad vodiče. Uvedený typ ochrany není zcela účinný, proto je u nás i v zahraničí již překonaný (Otáhal a kol., 1997).

Ptákoplaše – svým tvarem měly ptactvu zabránit popř. je odpuzovat od přisednutí, například šikmo navařené tyčky mezi vodiči (Příloha 3; 2) (ČEZ, 2009a). Dále pak plašící praporky nebo skleněné koule (Otáhal a kol., 1997).

Hřebeny (Příloha 3; 3a, b) – tyto plastové prvky jsou umístěny mezi izolátory a znemožňují přisednutí ptáků (Otáhal a kol., 1997). Patří mezi nejjednodušší

a nejlevnější variantu. Na jejich životnost má vliv zimní počasí, plast popraská a odpadne (Křížek, 2001).

OKI (Příloha 3; 4a, b) – u stávajících zařízení je z technických doporučení pro zabezpečení sloupů nejvíce doporučován tento plastový ochranný kryt (Křížek, 2003). Patří mezi nejjednodušší a nejlevnější variantu (Křížek, 2001).

Ensto (Příloha 4) – finská společnost zaměřená na vývoj a výrobu elektrického zařízení. Speciálně pro ochranu živočichů před zásahem elektrickým proudem vyvinula výrobky řady „Green Line“ (Maderová P., Kopáček M., 2007), například:

SP 45.3 (Příloha 4; 1a, b; 2) – používá se na izolovaných vedeních VN jako ochrana holých částí a jako ochrana ptáků při dosedání na „živé“ části podpěrných bodů holých vedení. (ENSTO, 2007).

SP 46.3 (Příloha 4; 3) – používá se na izolovaných vedeních VN jako ochrana ptáků při dosedání na „živé“ části vedení, hlavně v místech přechodu venkovní sítě do kabelu (ENSTO, 2007).

SP 31.3 (Příloha 4; 4) – používá se v kombinacích s ochrannými kryty SP 36.3, SP 45.3 a SP 46.3 jako ochrana ptáků při přisedání na „živé“ části vedení a také k ochraně holých svodných vodičů u transformátorů (ENSTO, 2007).

SP 36.3 (Příloha 4; 5) – používá se na izolovaných VN jako ochrana ptáků při dosedání na „živé“ části vedení zejména pro omezovače přepětí a průchodkových izolátorů transformátoru (ENSTO, 2007).

Všechny ochranné kryty od firmy ENSTO jsou vyrobeny z plastu odolnému vůči UV záření a kryty SP 46.3, SP 45.3 by měly být navíc odolné klimatickým vlivům (ENSTO, 2007).

Kryty OKI a Ensto se používají také na zabezpečení příhradových sloupů s horní propojkou. Pro tento typ jsou kryty zatím nedostatečnou ochranou, protože část vodiče (cca 40%) zůstává nezakryta. Problém by se mohl vyřešit přidáním dalšího krycího dílu Ensto nebo použitím izolovaného vodiče (Křen a kol., 2008).

Alternativní materiály – další ochranou je použití méně vodivých nebo nevodivých materiálů na exponované a nosné části stožárů. Využívá se dřevo, sklolamináty na nosnou konzolu, příp. těleso sloupu (Otáhal a kol., 1997).

Izolované vodiče – další možností ochrany před popálením mohou být izolované kabely vysokého napětí (ČSOP Vlašim, rok neuveden). Jedná se hlavně o venkovní vedení s izolovanými vodiči (PAS systém) a slané závěsné kabely VN (SAXKA, DISTRI, AXEKVCEz) (Jelínek, 2009).

Jednoduché izolované vodiče VN (PAS) – (Příloha 5; 3) – jsou to komprimovaná lana, opatřená jednoduchou izolací. Protože tato izolace je pouze základní, jsou tyto vodiče považovány z hlediska ochrany před nebezpečným dotykem živých částí za vedení bez ochrany. Konstruování venkovního vedení s izolovanými vodiči je proto obdobné jako vedení s vodiči holými, pouze mezifázová vzdálenost vodičů je menší a ochranné pásmo vedení je stanoveno na 2 m od krajního vodiče (ČEZ Distribuce, 2006).

Slané závěsné kabely VN (Příloha 5; 4) - jsou to svazkované třížilové závěsné kabely s plnou izolací a stíněním, zavěšené pomocí nosného ocelového pozinkovaného lana. Nevyžadují další izolaci (ČEZ Distribuce, 2006).

Použitím izolovaných vodičů se snižuje nebezpečí pro přisedající ptactvo a také náklady na vytvoření a údržbu lesních průseků nebo koridorů (ENSTO, 2007).

### **3.6.3 Ochrana před nárazem**

Výstražné koule SP 43 a SP 48 (Příloha 5; 1a, b; 2) – používají se k vizuálnímu zvýraznění venkovních vedení, zejména v místech křížení s pozemními komunikacemi a vodními toky, kde se předpokládají migrační trasy ptactva. Plastová část je vyrobena z plastu odolného vůči UV záření a klimatickým vlivům. Lze použít pro holé i izolované vedení vysokého napětí. Vyrábí se ve dvou velikostech (ENSTO, 2007).



### **3.6.4 Nepřímá ochranná opatření**

Ochrana ptáků před poraněním a popálením elektrickým proudem se nemusí vždy týkat jen ochranných prvků na sloupech vysokého napětí. Další ochranou jsou nepřímé prvky. Jejich princip je založen na usnadnění života ptáků v zemědělské krajině tím, že jim poskytují jiná lovecká stanoviště než sloupy vysokého napětí.

Decentralizace výrobních zdrojů elektrické energie má také svůj význam, instalací solárních kolektorů i dalších alternativních možností výroby elektrické energie se dá postupně zmenšovat závislost domácností na venkovním elektrickém vedení (ČSOP Jaroměř, 2009).

#### **3.6.4.1 Před popálením**

Prvním z nich je instalace loveckých (posedových) stanovišť (berliček) pro dravce a sovy. Tato stanoviště usnadňují dravcům a sovám lov hlodavců. Berličky jsou dřevěné tyče o výšce 100 – 250 cm ve tvaru písmene T. Čím vyšší berličky jsou, tím mají dravci a sovy lepší rozhled. Rozmísťují se rovnoměrně po pozemku, maximálně 10 na hektar (ČSOP Vlašim, rok neuveden).

Ochránci přírody poukazují na velký problém, kterým je nedostatek remízků a roztroušených stromů v krajině, právě proto jsou ptáci nuceni usedat na sloupy vysokého napětí (ČT24, 2008). Tudíž mezi další nepřímé ochranné prvky lze zařadit i rozptýlenou zeleň v zemědělské krajině. Jsou to například remízky, solitérní stromy nebo rozčlenění velkých polí alejemi stromů či větrolamy (ČSOP Vlašim, rok neuveden).

#### **3.6.4.2 Před nárazem do vodičů**

Tím, že zviditelníme vodiče proti pozadí, omezíme četnost nárazů letících ptáků do vodičů. Možná je i výsadba vysoké zeleně podél nebezpečných úseků elektrických venkovních vedení procházejících po pevné zemi. Stromy přinutí letící ptáky ke změně letové hladiny, ke zpomalení letu a zaostření zraku na krátkou vzdálenost (Otáhal a kol., 1997).

## 3.7 Zkušenosti z ČR

### 3.7.1 Historie

Po druhé světové válce dochází k velkému rozkvětu energetiky. Tehdy používané dřevěné sloupy byly méně vodivé, ale především jejich konstrukční zpracování bylo takové, které ve valné většině nepředstavovalo pro přisedající ptáky nebezpečí úrazu (Křížek, 2001). Toto nebezpečí vzrůstalo při vlhkém počasí (Otáhal a kol., 1997).

Problémy nastaly, když se začaly používat pro výrobu stožárů materiály jako beton, kovová roura nebo příhradová kovová konstrukce. Tyto materiály výrazně zvyšují nebezpečí zranění elektrickým proudem (Otáhal a kol., 1997).

J. Kumbera popisem usmrcení sokolnického jestřába v prosinci roku 1976 poprvé upozornil u nás na možnost ohrožení ptáků elektrickým výbojem (Martiško, 1999).

Konkrétní opatření proti úrazům ptáků elektrickým proudem se začala realizovat od 80. let minulého století (ČEZ, 2009b). Byly použity přisedací konstrukce tzv. bidlo, později lavičky (ČEZ, 2009a). Jako první je aplikovaly severomoravská a severočeská energetika, tehdy jako REAS (regionální energetické akciové společnosti) (ČEZ, 2009b).

Od roku 1993 se začaly vyvíjet nové typy konzol a hlavně zdokonalovat doplňkové ochrany ptactva před úrazem elektrickým proudem. Firma REFLEX vyvinula a poprvé použila Deltu (ČEZ, 2009a).

V roce 1995 firma ENSTO vyvinula „Bird protection SP 45.3“, které dostaly příznačný název „klobouky“ (ČEZ, 2009a). Ten samý rok byla použita konzola se šikmými rameny, tzv. „pařát“ (ČEZ, 2009a).

Od roku 1996 v malé míře byly osazovány konstrukce „ptákoplaše“ (ČEZ, 2009a).

Od roku 1997 se začaly používat v některých energetikách (např. VČE, SME) zábrany tzv. „hřebeny“ (ČEZ, 2009a).

2002 firma Děčínský elektrozávod nabídla ochranný kryt OKI (ČEZ, 2009a).

V roce 2007 firma Ensto uvedla na trh kryt SP 45.3 upravený dle náročných požadavků (ČEZ, 2009a).

Největší krok k řešení tohoto problému začal v roce 1996, kdy byl odstartován projekt Ochrana ptáků před elektrickým vedením v rámci Českého svazu ochránců přírody. Dále na něj navazuje od roku 1998 projekt Ochrany fauny ČR (Křížek, 2001).

Následně tuto problematiku velmi ovlivnila ochranná péče o sokola stěhovavého v ČR. Poradní sbor se zabýval hodnocením různých typů sloupů VN a plastových doplňků z hlediska jejich bezpečnosti pro ptáky, zejména pro sokolovité dravce. Vytipovával také linky elektrického vedení nebezpečné pro dosedající ptáky po celé ČR. V letech 1998 – 2001 bylo z hlediska bezpečnosti upraveno 6 592 sloupů. Tyto úpravy byly finančně podporovány MŽP (z Programu péče o krajinu). Za toto období bylo evidováno pouze pět případů úrazu sokola na sloupech VN, přesto je zřejmé, že úprava sloupů je pro zajištění ochrany sokola stěhovavého v České republice velmi významným opatřením. Od roku 2002 bylo zabezpečování rizikových sloupů zákonnou povinností provozovatelů linek elektrického vedení vysokého napětí. Řadu důležitých zkušeností, které byly později využity pro řešení problému úrazů ptáků na sloupech elektrického vedení, přinesla ochrana sokola stěhovavého (Hlaváč, Beran, 2011).

Společnosti severomoravská a severočeská energetika se v roce 2003 staly součástí Skupiny ČEZ, a předtím spolupracovaly více než 15 let s Agenturou ochrany přírody a krajiny, ornitologií a Ministerstvem životního prostředí ČR. Zaměřily se především na vytipování oblastí s největším výskytem dravců a spolupracovaly při vývoji konstrukcí ochranných prvků. V roce 2006 byla zahájena užší spolupráce Skupiny ČEZ s Českou společností ornitologickou a Ochranou fauny ČR a vypracovaly studii s řadou doporučení pro zabezpečení elektrického vedení. (ČEZ, 2009b).

### **3.7.2 Zonace území České republiky**

#### **3.7.2.1 Monitoring**

Nebezpečné typy sloupů se nacházejí prakticky po celém území naší republiky. Ne vždy a všude jsou tyto sloupy stejně nebezpečné. Dlouhodobá místní znalost výskytu ptáků, kteří na venkovních elektrických vedeních nejčastěji hynou, je při vlastním posuzování míry nebezpečnosti jednotlivých sloupů nebo konkrétních tras

elektrických vedení velkou výhodou. Při vlastním posuzování určitého vedení v terénu je nutno brát v úvahu vliv ročního období, umístění vedení v krajině, vliv počtu kontrol a převládajících větrů (Otáhal a kol., 1997).

### 3.7.2.2 Prioritní oblasti

Na území, které zabezpečuje rozvodem elektrické energie společnost ČEZ Distribuce, se nachází 26 z 38 vyhlášených ptačích oblastí soustavy Natura 2000. Těmito chráněnými ptačími oblastmi prochází 3298,5 km vedení vysokého napětí.

Na základě dohody vypracovali ochránci přírody soupis ploch, která nemusí být součástí území soustavy Natura 2000. Někdy jde i o širší území chráněných ploch, která bývají z hlediska rizik poranění elektrickým proudem významnější než vlastní chráněné území (ČEZ, 2009b).

Zvýšené riziko představují ptačí oblasti s velkou populací a velkým procentem tažných ptáků, především v době tahu, nížiny jako tahové zastávky a zimoviště. Venkovní elektrické vedení téměř vždy zhoršuje kvalitu tahové zastávky či zimoviště. Velké riziko představují sloupy elektrického vedení též v oblastech, kde je blízko hnízdišť a celé populace na danou lokalitu létají pro potravu nebo nížinné oblasti bez možnosti jiných odsedávek (Křížek, 2003).

V roce 2003 byla v rámci výzkumného úkolu pro MŽP ČR navržena zonace území České republiky podle priorit zabezpečení venkovního elektrického vedení (Příloha 8; 1) (Křížek, 2003). Kritéria byla stanovena následovně:

I. zóna:

- jsou to ty části ČR, které jsou významné z hlediska koncentrace ptáků, významné tahové cesty, významná zimoviště ptáků nebo oblasti s výskytem vzácných druhů, které ohrožuje venkovní elektrické vedení. Jedná se převážně o nížinné oblasti. Tato zóna je označena červenou barvou

II. zóna:

- jsou to ty části území ČR převážně středních poloh a nebo členité podhorské oblasti. Nacházejí se zde zimoviště jen regionálního významu, koncentrace ptáků zde nejsou tak velké a typ krajiny umožňuje jiné možnosti odsedávky. Tyto oblasti jsou označeny modrou barvou.

### III. zóna:

- jsou převážně zalesněné horské oblasti v příhraničí. Není zde taková koncentrace ptáků, elektrorozvodná síť je zde vedena velmi řídce vzhledem k osídlení a krajina nabízí mnoho jiných možností na odsedávky (Křížek, 2003).

Na základě podkladů Návrhu ptačích oblastí prováděné v rámci NATURY 2000 Českou společností ornitologickou byla posuzována tato území z hlediska negativního působení venkovního elektrického vedení. Většina z těchto navrhovaných ptačích oblastí spadá do I. zóny, tedy prioritní. Ekologizace venkovního vedení začala právě v navrhovaných ptačích oblastech, které byly jako rizikové vybrány. Z celkového počtu 41 navrhovaných ptačích oblastí bylo vyselektováno 23 prioritních oblastí. V následujícím seznamu jsou uvedeny pod pořadovými čísly z Návrhu Ptačích oblastí (Příloha 8; 2):

3. vodní nádrž Nechanice, 6. Labské pískovce, 10. Rožďalovické rybníky, 11. Žehuňský rybník-Žehuňská obora, 12. Bohdanečský rybník, 13. Komárov, 14. Broumovsko, 18. Litovelské Pomoraví, 20. Poodří, 21. Heřmanský stav-Odra-Poolzí, 25. Bzenecká Doubrava-Strážnické Pomoraví, 26. Hovoransko-Čejkovicko, 27. Soutok-Tvrdonicko, 28. Lednické rybníky, 29. Pálava, 30. Střední nádrž vodního díla Nové Mlýny, 31. Jaroslavické rybníky, 32. Podyjí, 33. Třeboňsko, 34. Údolí Otavy a Vltavy, 35. Řežabinec, 37. Českobudějovické rybníky, 38. Dehtář (Křížek, 2003).

### 3.8 Zkušenosti ze zahraničí

Negativní působení elektrického proudu na ptačí populace je problémem většiny zemí světa, nikoliv jen České republiky (Otáhal a kol., 1997). V rámci společného projektu Ochrany fauny České republiky a Ochrany fauny Slovenska a za podpory nadace Partnerství Brno byla navštívena území Polska a Maďarska. Všechny země bývalého hospodářského bloku RVHP používají stejné nebo velmi podobné sloupy. Převažující rozsáhlé roviny v Polsku i Maďarsku mají výrazně větší dopady na ptačí populace, než členitá území České a Slovenské republiky. Ve spoustě dalších státech např. Španělsku, Indii nebo Turecku existují stejné problémy. Tam čeští ornitologové v roce 2000 našli čtrnáct čápů bílých pod jedinou linkou venkovního elektrického vedení (Křížek, 2001).

Pojem „sloupy smrti“ vznikl někdy v 60. letech ve Spojených státech amerických. Od té doby se ve světě udělalo hodně pro to, aby na nevyhovujících sloupech nenacházeli smrt další živí tvorové. V některých státech byly dokonce zřízeny samostatné instituce zabývající se tímto závažným ekologickým problémem, např. v Německu. Jak se však zdá, jediným definitivním řešením je kabelizace, jiné nebylo nalezeno (Otáhal a kol., 1997).

Podle zahraničních zkušeností je možno rozdělit postup odstraňování nebezpečí hrozícího ptákům na elektrickém vedení do dvou kategorií. Do první spadá zabezpečování stávajících tras venkovního elektrického vedení, kde se používá několik metod. Dochází k zakrývání nebezpečných částí vedení nebo k instalaci přídatných konstrukcí zabraňujících nebezpečnému dosednutí ptáků k vodičům. Mezi nejúčinnější metody patří zřejmě instalace plastových krytů na izolátory a části vodičů nebo izolace fólií. Do druhé kategorie spadá používání bezpečnějších typů sloupů. U nových a rekonstruovaných tras elektrického vedení se dbá na výrobu vrcholové sestavy stožáru, při níž je maximálně omezena možnost zranění či usmrcení ptáků. Tyto sloupy postupně vytlačují nebezpečné typy (Otáhal a kol., 1997).

V zahraničí se na rizikových úsecích více nebo méně úspěšně používají optické nebo opticko-akustické signalizační zařízení spočívající v barvení vodičů, připevňování plastových koulí, praporků, destiček, siluet dravců (metoda optická),

mlýnků, vrtulek nebo destiček s vloženými větrnými píštalami (metody opticko-akustické) (Martiško, 1999).

V západních zemích se negativní vliv elektrického vedení na ptactvo řešil od šedesátých let dvacátého století (Hermová, 2007).

### Situace v USA

Většina sloupů elektrického venkovního vedení (do 60 kV) ve Spojených státech amerických je vyrobena ze dřeva, nevodivého materiálu. Izolační hodnota dřevěných sloupů a vrcholové sestavy je variabilní v závislosti na věku, stavu, znečištění a vlhkosti (Janss, Ferrer, 1999). Dřevěné sloupy jsou nyní nahrazovány ve výstavbě distribučních sítí elektrické energie železobetonovými sloupy. Důvody jsou různé, např. byly v některých oblastech Spojených států ve velkém ničeny populací datla (Abbey a kol., 1997). V protikladu jsou ocelobetonové sloupy běžně používány v distribučních sítích elektrické energie v Evropě, kde je jich použito více než 90% (Janss, Ferrer, 1999). Na těchto sloupech může dojít ke zranění malých i velkých ptáků elektrickým proudem při propojení vodiče a sloupu nebo vodiče a železné konzoly (Bayle, 1999, Negro, 1999, Janss, Ferrer, 1999). V souladu s tímto rizikem jsou evropské metody ke zmírnění odlišné od metod Spojených států, protože účinná opatření na dřevěných sloupech nevyřešila problémy zranění elektrickým proudem na ocelobetonových sloupech (Janss, Ferrer, 1999). Krytí vodiče nevodivým materiálem je obvykle účinnější v prevenci zranění elektrickým proudem než použití prvků, které znemožňují přisednutí ptáků bez ohledu na to, jestli je sloup dřevěný nebo ocelobetonový (Negro, 1999). Tyto prvky jsou účinné při snižování některých typů zranění, ale neřeší je všechny (Harness, Garrett, 1999). Krytí vodiče je preferovanou metodou v Evropě (Janss, Ferrer, 1999).

U jednofázového vedení kromě krytů vodiče se používají sloupové čepice, které mají kluzký povrch a odrazují ptáky od hřadování (Harness, 1998). U třífázového vedení uspořádaného do kříže na železobetonovém sloupu se používá pro postranní dvě fáze dřevěný nebo laminátový vodorovný nosník, který je oproti železnému nevodivý. Tento železobetonový sloup je doplněn termoplastickou fólií v rozmezí od dřevěného nosníku až k třetí fázi (Příloha 9; 1) (Harness, Garrett, 1999).

Jako hlavní opatření ve Spojených státech amerických je chápáno dodržování bezpečné vzdálenosti mezi dvěma vodiči. Tato vzdálenost je odvozena od velikosti orla a je 150 cm. Vzdálenost je závislá na napětí. Pokud se napětí zvýší o 0,2 V, vzdálenost se musí zvýšit o 0,5 cm, aby nedošlo k přeskocení elektrického proudu (APLIC, 2006).

V průběhu let bylo vyzkoušeno mnoho technik, aby se zabránilo kontaktům ptáků na rozvodnách. Tyto techniky zahrnují akustické, vizuální, čichové, pyrotechnické a fyzické bariéry pro zvířata. Mnoho z těchto praktik mělo omezený úspěch, cenovou nepřijatelnost nebo nepraktičnost. Nejúčinnější metodou jak zabránit kontaktu ptáků na rozvodnách je izolace, rámování a krytí (APLIC, 2006)

Transformátorové sloupy patří mezi nejnebezpečnější. Ukázalo to sledování mezi lety 1986 a 1996 v západních Spojených státech amerických, kdy více jak polovina zranění byla spojena s transformátory (Harness, Wilson, 2001) (Příloha 9; 2). Stejně jako u rozvodny je i u těchto sloupů nejúčinnější metodou izolace (APLIC, 2006).

Konstrukce elektrického vedení poskytuje místo, kde mohou některé ptačí druhy hřadovat a hnízdit. To platí zejména pro dravé ptáky, kteří obývají otevřené oblasti, kde jsou omezena přírodní hnízdiště. Sloupy jim také poskytují rozsáhlý výhled na okolní terén a umožňují jim šetřit energii tím, že minimalizují letové aktivity. Hnízdění na sloupech vysokého napětí může způsobovat poškození zařízení (hnízdním materiálem, ptačím trusem) nebo výpadky elektrického proudu, a pro ptáky riziko úrazů. K minimalizaci těchto problémů slouží plošiny instalované na vrcholech sloupů a nebo v jejich blízkosti, které jsou určeny pro hnízda ptáků (Příloha 7; 3) (APLIC, 2006). Tyto plošiny se mohou lišit svou konstrukcí podle typu elektrického stožáru (Brubaker a kol., 2003). Využití našly nejen v USA, ale i v Kanadě a Evropě (van Daele a kol., 1980, Ewins, 1994). Dravci, kteří hnízdí na plošinách se potýkají se zvýšeným rizikem úrazů na elektrickém vedení a nárazů do něj (Henny, Kaiser, 1996). Nárazy se stávají hlavně při špatném počasí a při pronásledování kořisti (Manosa, Real, 2001). Dravci se dále potýkají se škodami na hnízdě způsobenými povětrnostními vlivy a jsou rušeni pravidelnou údržbou vedení (Henny, Kaiser, 1996). Pokud ptáci zahnízdí na sloupu elektrického vedení, je hnízdo odstraněno a jsou nainstalovány odrazující prvky. Používají



se plastové trubky umístěny nad konzolou, trojúhelníky, plastové sovy a malé bodce. Nicméně tato zařízení jsou často neúspěšná. Například ptáci hnízdí v otevřených prostorech sousedících s trojúhelníky (Příloha 7; 5), zpočátku mohou na plastové sovy reagovat, ale časem si na ně mohou zvyknout (Příloha 7; 6) a plastové špičky jim mohou pomoci při hromadění hnízdního materiálu (Příloha 7; 4) (APLIC, 2006).

### 3.9 Nárazy do větrných elektráren

Zajímavé může být srovnání mezi nárazem do vodiče a do větrné elektrárny. Náraz ptáků do větrné elektrárny je možný, ale pokud jsou větrné elektrárny dobře naplánovány a postaveny, nepředstavují pro ptáky vážné nebezpečí na rozdíl od vysokého vedení. Organizace, které jsou zaměřené na ochranu přírody, například britská Královská společnost pro ochranu ptáků (Royal Society for Protection of Birds) nebo Světový fond pro ochranu přírody (WWF), větrnou energetiku podporují, protože pro ptactvo neznámá závažné ohrožení. Někdy jsou ale větrné elektrárny označovány jako velcí zabijáci ptáků. V České republice není zatím tolik zkušeností, protože zde stojí jen několik větrných elektráren. Zahraniční studie však nepotvrdila, že větrné elektrárny jsou velkými zabijáky ptáků. Otáčející se lopatky pro letící ptáky riziko představují, avšak ne velké. Větrná elektrárna je pro ně viditelnou překážkou, kterou oblétají. Nebezpečí však vzrůstá v noci nebo za mlhy, stejně jako dráty vysokého napětí, ale ani tehdy u elektráren nebyly zaznamenány fatální důsledky. Ani střet s otáčející se turbínou nemusí být pro ptáky tragický, i když je její obvodová rychlost na koncích až 200 kilometrů v hodině. Okolo lopatek je vzduchový polštář, který dokáže ptákem smeknout, aniž by ho zranil či usmrtil.

Měření, která proběhla ve Walesu ukázala, že na každých deset tisíc ptáků, kteří letí skrz větrnou farmu, dojde pouze k jedné smrtelné kolizi. Po přepočtení na jednu větrnou elektrárnu vychází maximálně jeden až dva střety za rok. Studie uskutečněné v USA (2,19 smrtelné kolize na turbínu a rok), Finsku (0,2), Španělsku (0,13) a v dalších zemích dospěly k podobným výsledkům.

Jsou ale známy některé případy, kdy došlo k zabítí většího počtu ptáků větrnými elektrárnami: například kalifornský Altamont Pass nebo La Tarifa ve Španělsku. Příčinou bylo nesprávné umístění. Aby se neopakovalo něco podobného, je potřeba zajistit vyloučení výstavby v přírodních rezervacích, v místech velkého soustředění ptáků nebo napříč jejich tahovým cestám, případně u velkých kolonií netopýrů, toto samé se týká i vysokého elektrického napětí (Sequens, Holub, 2006).

#### 4. Diskuse

Na celém území České republiky se nachází několik druhů nebezpečných sloupů vysokého napětí z hlediska ptačího poranění nebo usmrcení. Za nebezpečné jsou považovány sloupy s konzolou ve tvaru T (Příloha 1; 1). Je to pro jejich nevyhovující konstrukci a také proto, že jich je v krajině nejvíce. Následují sloupy příhradové (Příloha 1; 4), sloupy odbočné (Příloha 1; 2) a transformátorové (Příloha 1; 3). Tyto jsou z hlediska jejich konstrukce nebezpečnější než předešlý typ, ale v krajině je jich o poznání méně.

ČSOP Jaroměř (2009) uvádí, že existuje hodně opatření více či méně účinných, jak vyřešit tento problém. Nejlepším řešením je postupné rušení nadzemního elektrického vedení a umístění pod zem.

Dalším opatřením je výměna nebo rekonstrukce starých nevyhovujících sloupů vysokého vedení. Tato opatření musí svou konstrukcí vyhovovat nejpřísnějším požadavkům na ptačí bezpečí. Ne vždy se však podaří vybrat nejlepší varianty. Příkladem je konzola Delta, která měla být použitelná bez ochranných prvků jak uvádí ČEZ (2009a) (Příloha 2; 3b). Naopak Otáhal a kol.(1997) uvádějí, že je tento typ bez plastového krytu konzoly pro ptáky velice nebezpečný. Pravděpodobně je problémem vodorovná vzpěra, která je ze železa a drží boční ramena konzoly. Pro ptáka je to ideální místo k přistání. Avšak většinou při přistávacím manévru zavadí o nechráněný vodič a dojde k poranění.

Novějšími konzolami je Pařát (Příloha 2; 2), Triangle (Příloha 2; 4a) a Triangle spike (Příloha 2; 4b). Tyto dva typy jsou polohou vodičů na stožárové konstrukci pro ptáky bezpečnější. Avšak Makoň (2012, in verb) uvádí, že konzola Pařát není bezpečná úplně pro všechny ptáky. Pro druhy s velkým rozpětím křídel nestačí vzdálenost 160 cm bočních ramen konzoly a dojde k poranění. Řešením by bylo, jak uvádí APLIC (2006) ze zkušeností z USA, místo betonového sloupu používat sloupy dřevěné, jak je tomu u určitých typů konzoly Triangle. A nebo obalit vrcholovou část konzoly nevodivým materiálem.

Křížek (2001) uvádí další typ, konzoly se zavěšenými izolátory (Příloha 2; 1). Makoň (2012, in verb) naproti tomu uvádí, že toto řešení je odmítáno rozvodnými společnostmi z důvodu snížené nosnosti izolátoru.

Pro zabezpečení stávajících nebezpečných konzol se používá doplňková ochrana. Prvním a nejstarším způsobem je Lavička (Příloha 3; 1). Otáhal a kol. (1997) uvádí, že měla umožňovat bezpečné usednutí nad vodiče, ale stejně jako v zahraničí je i u nás již překonaná. Makoň (2012, in verb.) k uvedené ochraně uvádí, že je pro ptáky jako káně a poštolka účinným ochranným prvek, neboť chtějí mít v krajině rozhled a sedají si na vyvýšená místa. Naopak ptáci jako je krahujec a jestřáb nechtějí být v krajině viděni, proto si sedají pod ochranný prvek a tlačí se ke sloupu, tím je pro ně lavička nefunkční.

Druhou doplňkovou ochranou je hřeben (Příloha 3; 3a). Otáhal a kol. (1997) uvádí, že se umísťuje mezi vodiče a má znemožňovat přisednutí ptáků na konzolu. Makoň (2012, in verb.) a Křížek (2001) naproti tomu uvádí, že se hřebeny ničí vlivem větru a mrazu. Na sloupech zabezpečených tímto prvkem se našli uhynulí ptáci.

ČEZ (2009b) uvádí, že u stožárů s podpěrnými izolátory na rovinných konzolách budou ve většině případů použity ochranné plastové prvky OKI (Příloha 3; 4a,b) a Ensto (Příloha 4). Jedná se o typ ochrany, který umožní ptákům dosednutí na stožár, ale zamezí jim ve styku s vodičem. Křížek (2001) uvádí malou životnost, plast po jedné až dvou zimách popraská a odpadne. ENSTO (2007) přichází s vylepšenou variantou svých doplňkových ochranných prvků. Jsou vyrobeny z plastu odolného vůči UV záření a klimatickým vlivům.

Poslední známou ochranou, kterou uvádí firma Ensto (2007) jsou izolované vodiče (Příloha 5; 3, 4). S tímto typem ochrany mají mnohaleté zkušenosti ve Finsku a posléze ve zbytku Evropy. Makoň (2012, in verb.) uvádí, že je tato ochrana jedna z neúčinnějších, ale z důvodů velkých nákladů a malé životnosti se používá převážně jen v lesních průsecích a rezervacích.

Kromě zmíněných ochranných prvků existují také takzvané nepřímé ochranné prvky. ČSOP Vlašim uvádí jako jednu z nich tzv. posedovou loveckou berličku. Má usnadnit dravcům a sovám lov v krajině. Makoň (2012, in verb.) naproti tomu uvádí, že například káně dá přednost berličce při lovu hraboše, ale při rozhledu po krajině zvolí stejně sloup elektrického vedení.

Proti nárazům ptáků do vysokého vedení se používají takzvané výstražné koule (Příloha 5; 1, 2). Ensto (2007) uvádí jejich použití k vizuálnímu zvýraznění

venkovního vedení pro ptactvo. Makoň (2012,in verb.) naproti tomu uvádí, že tyto výstražné prvky jsou spíše určené pro nízko letící letadla a vrtulníky. Pro ptactvo jsou koule v příliš velkých rozstupech na to, aby mohly být účinné. Pták letící velkou rychlostí nemá šanci spatřit koule v takovéto vzdálenosti.

Martiško (1999) uvádí druhy postižené elektrickým proudem (viz. kapitola 3.3). U těchto druhů jsou většinou podobné životní návyky a velikost těla. Například jejich námluvní lety, obstarávání potravy nebo tažnost některých druhů. U rozměrů těla je to hlavně rozpětí křídel pohybující se okolo 100cm, ale ty největší druhy jako čáp bílý (*Ciconia ciconie*) nebo orel mořský (*Haliaeetus albicilla*) mají rozpětí 220 až 240cm. Toto mohou být příčiny, proč právě tyto druhy jsou nejvíce postihovány úrazy na elektrickém vedení.

Ptáci si sloupy vysokého napětí vybírají také pro stavbu svých hnízd (Příloha 7; 1). Tím se nebezpečí úrazu elektrickým proudem zvyšuje. APLIC (2006) uvádí, že k minimalizaci tohoto rizika se na sloupy a nebo v jejich blízkosti mohou instalovat plošiny, které jsou určeny pro hnízda ptáků (Příloha 7; 3). Toto samé můžeme vidět i v České republice příloha (Příloha 7; 2).

## 5. Závěr

Pohledem do minulosti zjistíme, že v roce 2010 přijaly záchranné stanice pro handicapované živočichy sdružené v Národní síti záchranných stanic do své péče 418 ptáků, kteří se popálili či jinak zranili na nezabezpečených vedeních vysokého napětí distribučních společností ČEZ, E.ON a PRE (Stýblo, 2011). Toto číslo je jen zlomkem ze skutečně postiženého množství ptáků. Většina jich je odstraněna dříve než je může kdokoli najít.

Práce vytvořila souhrnný přehled o zabezpečovacím zařízení pro sloupy vysokého napětí a také pro nárazy do vodičů, které by měly předcházet zraněním ptáků. Z tohoto přehledu vyplývá účinnost různých typů a také to, že žádný až na jeden, není stoprocentně funkční ochranou pro obě varianty úrazu ptáků. Tou jedinou možností je umístit veškeré nadzemní vedení pod zem. Jedná se o ekonomicky náročné řešení, které však má posléze řadu výhod. Odpadají problémy s větrnými kalamitami a námrazou, které způsobují výpadky proudu, hlavně však vedení nebude hyzdit krajinu a působit utrpení obrovskému množství ptáků. Stálo by za zvážení, zda v konečném součtu nepřevažují pozitiva nad negativy.

## 6. Přehled literatury a použitých zdrojů

ABBEEY M., STEWART A., MORRELL J., 1997: *Existing strategies for control/remediation of woodpecker damage*. Proc. Workshop on the Mitigation of Woodpecker Damage to Utility Lines. Electric Power Research Institute IN: 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, CA.

ANONYM, 2010: Červené koule na dalších sloupech elektrického vedení chrání ptáky před úrazem. online: <http://www.i-region.eu/cz/veda/cervene-koule-na-dalsich-sloupech-elektrickeho-vedeni-chrani-ptaky-pred-urazem>, staženo: 12.12.2011.

ARCHIV OFČR, rok neuveden: Světlo pro Prahu. online: <http://www.svetloproprahu.cz/galerie.php>, staženo: 12.11.2011.

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, CA.

BAYLE P., 1999: *Preventing birds of prey problems at transmission lines in western Europe*. J. Raptor Res. 33:43-48 IN: 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, CA.

BRUBAKER D.L., BRUBAKER L.K., THOMPSON B.C., 2003: *Raptor and Chihuahuan raven nesting on decommissioned telephone line poles in the northern Chihuahuan desert*. J. Raptor Research 37:135-146 IN: 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, CA.

ČEZ, 2008: *Skupina ČEZ investuje do ochrany ptactva v regionu středních Čech*. online: <http://www.cez.cz/cs/pro-media/tiskove-zpravy/2232.html>, staženo: 12.11.2011.

- ČEZ, 2009a: *Ochrana ptactva před úrazem elektrickým proudem na vedení VN*. Liberec, online: [http://www.cez.cz/edee/content/file/promedia/prezentace\\_op\\_liberec\\_261109.pdf](http://www.cez.cz/edee/content/file/promedia/prezentace_op_liberec_261109.pdf), staženo: 4.2.2012.
- ČEZ, 2009b: *Spolupráce Skupiny ČEZ s ochránci přírody při ochraně ptactva před úrazem elektrickým proudem*. Liberec, online: [http://www.cez.cz/edee/content/file/promedia/presskit\\_ochrana\\_ptactva\\_tk\\_liberec\\_26.11.2009.pdf](http://www.cez.cz/edee/content/file/promedia/presskit_ochrana_ptactva_tk_liberec_26.11.2009.pdf), staženo: 30.9.2011.
- ČEZ Distribuce, 2006: *Technická politika – rozvoj distribučních sítí a technologických prvků v DSO. Příloha č. 5 – koncepce venkovních sítí VN*. ČEZ Distribuce, a.s., 12s.
- ČSOP JAROMĚŘ, 2009: *Příčiny problémů*. ČSOP JARO Jaroměř, online: [http://jarojaromer.cz/archiv/?page\\_id=101](http://jarojaromer.cz/archiv/?page_id=101), staženo: 20.10.2010.
- ČSOP Vlašim, rok neuveden : *Jak zabránit zraňování volně žijících ptáků na nebezpečných místech?* online: <http://www.csopvlasim.cz/stanice/rady/ptaci.php>, staženo: 5.4.2011.
- ČT 24, 2008: *Ptáky na Rokycansku zabíjí sloupy vysokého napětí*. online: <http://www.ceskatelevize.cz/ct24/regiony/15381-ptaky-na-rokycansku-zabiji-sloupy-vysokeho-napeti/>, staženo: 15.9.2011.
- EGÚ BRNO, a.s., 2003: *Katalog ocelových součástí venkovních vedení 22 kV a 35 kV v trojúhelníkovém uspořádání, Holé vodiče typu „triangle“ a „triangle spike“*. Online: <http://www.egubrno.cz/pdf/002/katalog%20ocelovych%20soucasti.pdf>, staženo: 9.4.2012.
- ENSTO, 2007: *Příslušenství izolovaných a holých vedení VN*. online: [http://www.ensto.com/download/18972\\_ENSTO\\_Prislusenstvi\\_izolovanych\\_a\\_holych\\_vedeni\\_VN\\_izolov.pdf](http://www.ensto.com/download/18972_ENSTO_Prislusenstvi_izolovanych_a_holych_vedeni_VN_izolov.pdf), staženo: 1.4.2012.
- EWINS P.J., 1994: *Artificial nest structures for ospreys: A construction manual*. Environment Canada. Canadian Wildlife Service, Downsview, Ontario, Canada
- IN: 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, CA.



- FIGURA, 2010: *Červené koule na dalších sloupech elektrického vedení chrání ptáky před úrazem*. online: <http://www.i-region.eu/cz/veda/cervene-koule-na-dalsich-sloupech-elektrickeho-vedeni-chrani-ptaky-pred-urazem>, staženo: 12.11.2011.
- HARNESS R.E., 1998: *Steel distribution poles - environmental implications*. Pages DI-I through D1-5 in Proc. Rural Electric Power Conference. Institute of Electrical and Electronics Engineers. New York, NY IN: 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, CA.
- HARNESS R.E., GARRETT M., 1999: *Effectiveness of perch guards to prevent raptor electrocutions*. J. Colorado Field Ornithol. 33:215-220 IN: 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, CA.
- HARNESS R.E., WILSON K.R., 2001: *Electric-utility structures associated with raptor electrocutions in rural areas*. Wildl. Soc. Bull. 29:612-623 IN: 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, CA.
- HENNY C.J., KAISER J.L., 1996: *Osprey population increase along the Willamette River Oregon, and the role of utility structures, 1976-1993*. Pages 97-108 IN: 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, CA.
- HERMOVÁ H., 2007: *Sdrátovaná krajina*. Ekolist 2007/07, online: <http://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/sdratovana-krajina>, staženo: 20.4.2011.
- HLAVÁČ V., BERAN V., 2011: *Návrat sokola stěhovavého*. Ochrana přírody 2011/1: 8-11.
- JANSS G.F.E., FERRER M., 1999: *Mitigation of raptor electrocution on steel power poles*. Wildlife Soc. Bull. 96:263-273 IN: 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, CA.

JELÍNEK M., 2009: *Metodika tvorby výukových opor pro vzdělávání dospělých v oboru elektrotechnika - izolované venkovní vedení*. Brno, online: [http://is.muni.cz/th/208740/pedf\\_b/BP\\_Jelinek.pdf](http://is.muni.cz/th/208740/pedf_b/BP_Jelinek.pdf), staženo: 7.4.2012.

KŘEN S., MAKOŇ K., KOVÁŘ V., 2008: *Ochrana ptactva 2009, zápis z jednání mezi západočeskými ornitology a ČEZ Distribuce, a.s.*

KŘÍŽEK P., 2001: *Historie sloupů smrti*. Světlo pro Prahu, online: <http://www.svetloproprahu.cz/kampan-vystavni-noviny-1.php>, staženo: 15.1.2012.

KŘÍŽEK P., 2003: *Ochrana ornitofauny před úrazy na venkovním elektrickém vedení v České republice, VaV/610/7/02*. Ochrana fauny ČR, Votice.

MADEROVÁ P., KOPÁČEK M., 2007: *Ochrana ptactva a malých zvířat v zařízeních NN a VN izolovanými prvky Ensto*. Elektrotechnický magazín ETM 3–4/ 2007, online: [http://www.ensto.com/download/18330\\_2007\\_03\\_Ochrana\\_ptactva\\_a\\_mal\\_ch\\_z\\_v\\_rat\\_v\\_zar\\_zen\\_ch\\_VN\\_a\\_NN\\_izolovan\\_mi\\_prvky\\_ENSTO.pdf](http://www.ensto.com/download/18330_2007_03_Ochrana_ptactva_a_mal_ch_z_v_rat_v_zar_zen_ch_VN_a_NN_izolovan_mi_prvky_ENSTO.pdf), staženo: 3.3.2012.

MAKOŇ K., 2012, ČSOP Plzeň. in verb.: 28.1.2012.

MANOSA S., REAL J., 2001: *Potential negative effects of collisions with transmission lines on a Bonelli's eagle population*. J. Raptor Research 35:247-252 IN: 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, CA.

MARTIŠKO J., 1999: *Ochrana dravců a sov v zemědělsky využívané krajině*. EkoCentrum Brno, Brno: 226s.

NEGRO J.J., 1999: *Past and future research on wildlife interaction with power lines*. Pages 21-28 IN: 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, CA.

- OTÁHAL I., ČMELÍK P., KŘÍŽEK P., PLESNÍK J., STÝBLO P., 1997: *Ochrana ptáků před zraněním na venkovních elektrických vedení*. Ministerstvo životního prostředí ČR, Základní stanice 70/2 ČSOP Nový Jičín: 43s.
- SAUER F., 1995: *Průvodce přírodou. Ptáci lesů, luk a polí*. Ikar, Praha: 287s.
- SAUER F., 1996: *Průvodce přírodou. Vodní ptáci*. Ikar, Praha: 287s.
- SEQUENS E., HOLUB P., 2006: *Větrné elektrárny: mýty a fakta*. Sdružení Calla a Hnutí DUHA, Česko Budějovice, online: [http://hnutiduha.cz/uploads/media/vitr\\_2006.pdf](http://hnutiduha.cz/uploads/media/vitr_2006.pdf), staženo: 10.11.2011.
- STÝBLO P., 2011: 418 *popálených ptáků! Kdo zaplatí péči o ně?* ČSOP, online: <http://www.zvirevnouzi.cz/wp-content/uploads/2010/09/TZ-energetici1.pdf>, staženo: 12.11.2011.
- ŠIMEK J., 2001: *Moták pochop*. Český rozhlas, online: [http://www.rozhlas.cz/hlas/dravci/\\_zprava/18035](http://www.rozhlas.cz/hlas/dravci/_zprava/18035), staženo: 21.4.2012.
- TOMEŠEK M., 2010: *Ostříž lesní*. ČSOP Zvíře v nouzi, online: <http://www.zvirevnouzi.cz/rozvodne-site/pribehy-ptaku-zranenych-elektrickym-vedenim/>, staženo: 12.11.2011.
- VAN DAELE L.J., VAN DAELE H.A., JOHNSON D.R., 1980: *Status and management of ospreys nesting in Long Valley, Idaho*. U.S. Water and Power Res. Serv., Boise, ID and Univ. of Idaho, Moscow. 49pp IN: 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, CA.
- VESELOVSKÝ Z., 2001: *Obecná ornitologie*. Academia, Praha: 357s.
- Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění.

## 7. Přílohy

1



2



3



4



5



6



Příloha 1: Nebezpečné sloupy a vedení VN: (1) sloup smrti tvaru T, (2) odbočovač, (3) transformátor, (4) příhradový sloup (Makoň, 2012), (5) sloup s vodorovnými izolátory 110 kV (Makoň, 2012), (6) Dolanský most (Makoň, 2012).

1



2



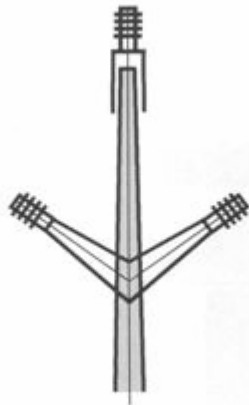
3a



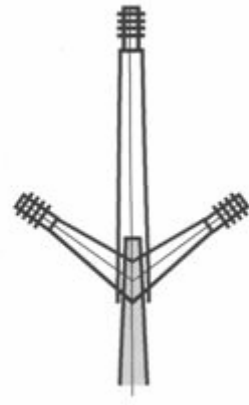
3b



4a



4b



Příloha 2: (1) rovinná konzola se závěsnými izolátory (archiv OFČR), (2) pařát (ČEZ, 2008), (3a) delta s ochranným krytem (ČEZ, 2009a), (3b) delta (Makoň, 2012), (4a) typ „Triangle“ (EGÚ Brno, 2003), (4b) typ „Triangle spike“ (EGÚ Brno, 2003).

1



2



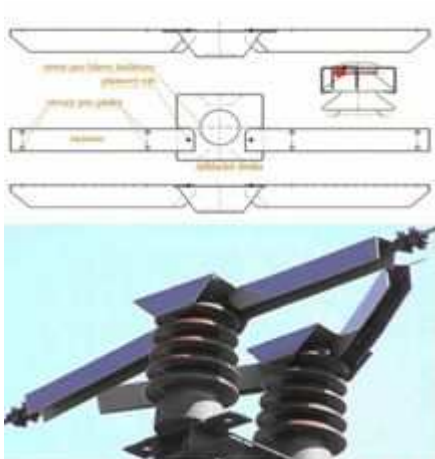
3a



3b



4a

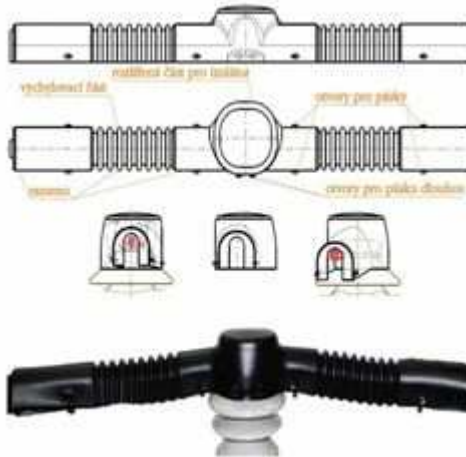


4b



Příloha 3: Doplnující ochranné prvky: (1) lavička (ČEZ, 2009a), (2) ptákoplaše (ČEZ, 2009a), (3a) hřeben (ČEZ, 2009a), (3b) hřeben na Deltě (Makoň, 2012), (4a, b) OKI (ČEZ, 2009a).

1a



1b



2



3



4



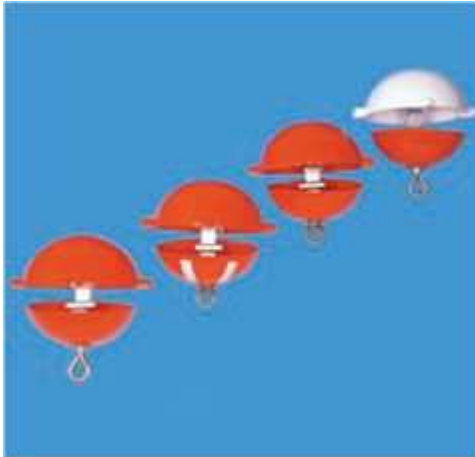
5



Příloha 4: Doplnující ochranné prvky: (1a, b) Ensto SP 45.3 (ČEZ, 2009a), (2) montáž Ensto SP 45.3 pod napětím (ČEZ, 2009b), (3) Ensto SP 46.3 (ENSTO, 2007), (4) Ensto 31.3 (ENSTO, 2007), (5) Ensto 36.3 (ENSTO, 2007).



1a



1b



2



3



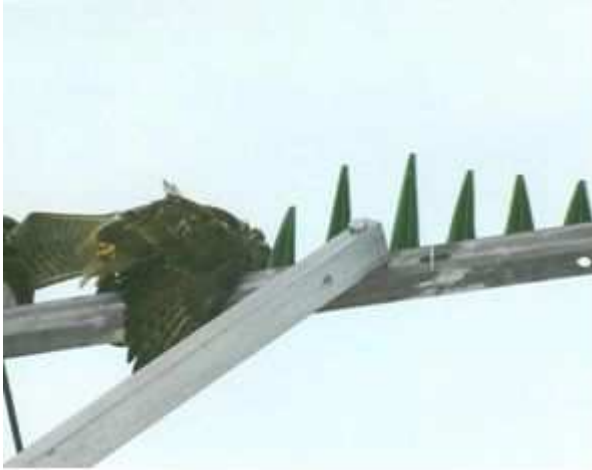
4



Příloha 5: Doplnující ochranné prvky: (1a) výstražné koule SP 43 (ENSTO, 2007), (1b) Výstražné koule SP 48 (ENSTO, 2007), (2) výstražné koule na elektrickém vedení (Figura, 2010), (3) izolovaný vodič (PAS), (4) slané závěsné kabely VN (Jelínek, 2009).



1



2



3



4



5



6



Příloha 6: Popálení elektrickým proudem:(1) usmrcený pták na zabezpečeném sloupu (Makoň, 2012), (2) usmrcený pták na nezabezpečeném sloupu (Makoň, 2012), (3) usmrcená poštolka s potravou (Makoň, 2012), (4) poštolka s popálenými křídli a ocasem (Makoň, 2012), (5) čáp bílý (Makoň, 2012), (6) ostříž lesní s popáleným pravým křídlem (Tomešek, 2010).

1



2



3



4



5

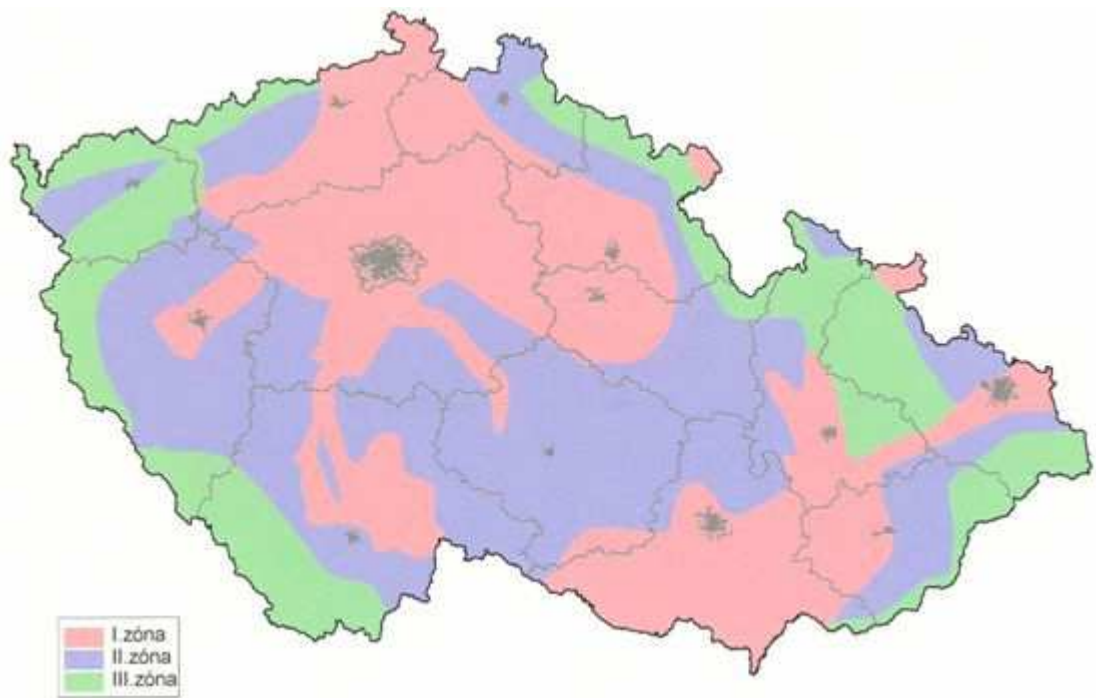


6

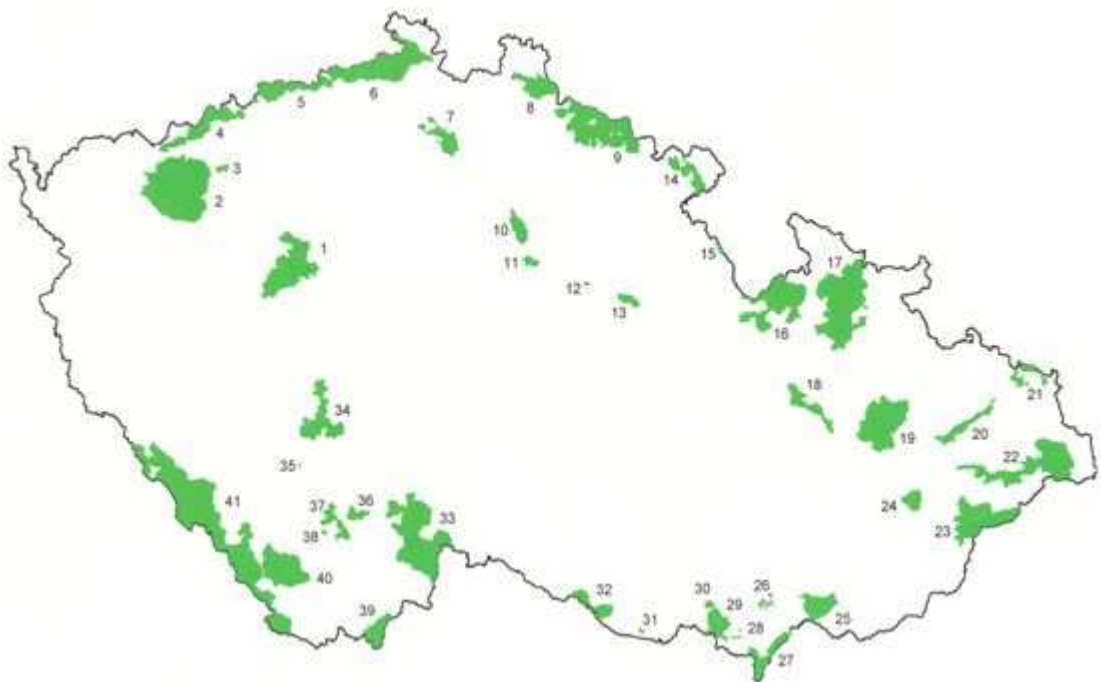


Příloha 7: Hnízdo na sloupu vysokého napětí: (1) nezabezpečené hnízdo (Makoň, 2012), (2) zabezpečené hnízdo plošinou (Makoň, 2012), (3) zabezpečené hnízdo plošinou (APLIC, 2006), (4) hnízdo na plastových špičkách (APLIC, 2006), (5) hnízdo vedle odrazujících trojúhelníků (APLIC, 2006), (6) hnízdo vedle odrazující sovy (APLIC, 2006).

1

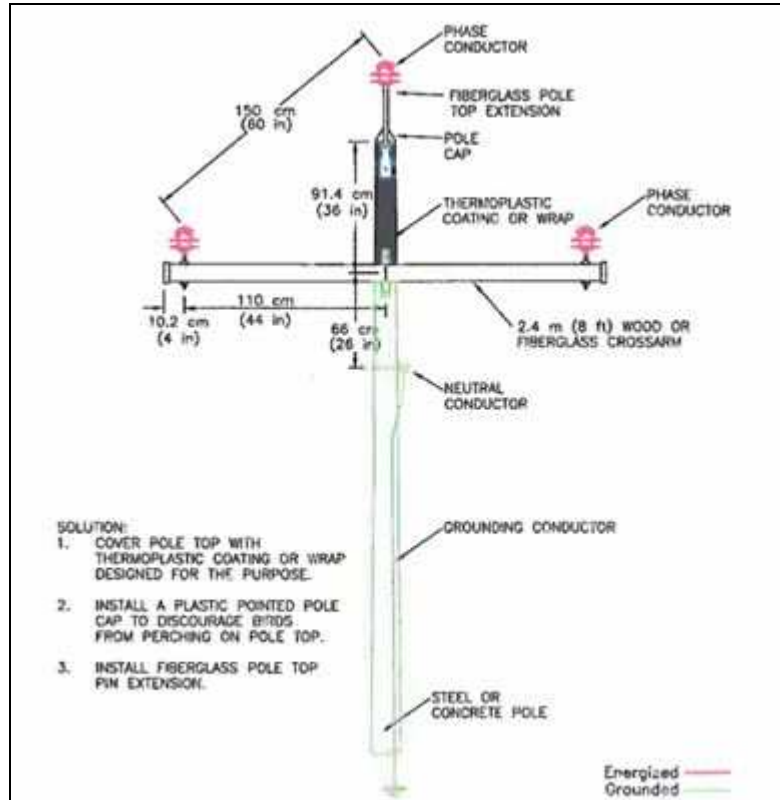


2

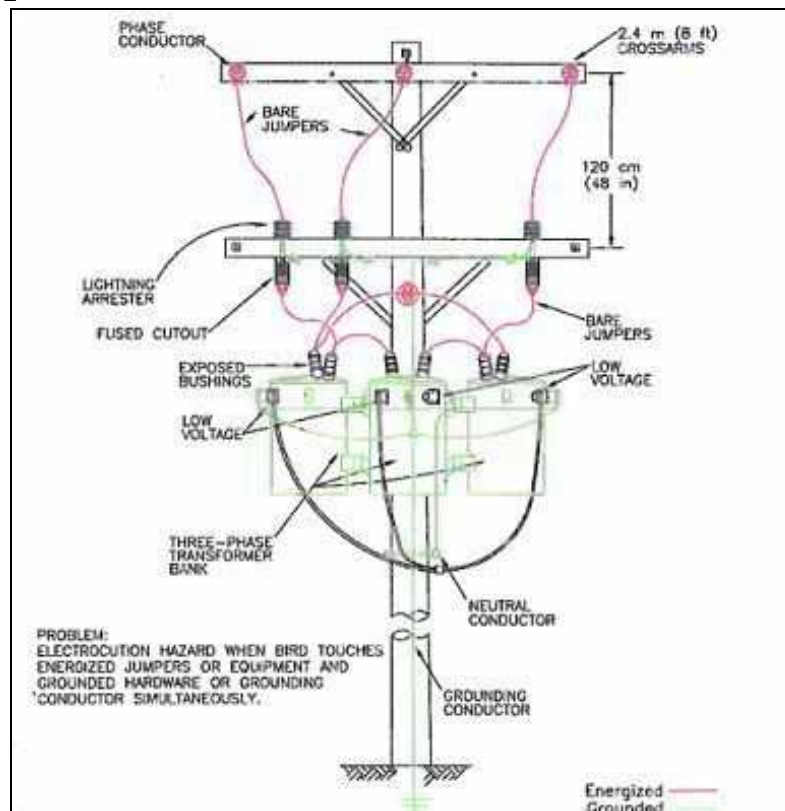


Příloha 8: (1) zonace ČR z hlediska priorit ekologizace venkovního elektrického vedení (Křížek, 2003), (2) návrh Ptačích oblastí v ČR (Křížek, 2003).

1



2



Příloha 9: (1) sloup s termoplastickou fólií (APLIC, 2006), (2) transformátorový sloup (APLIC, 2006).