

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

KATEDRA ELEKTROENERGETIKY A EKOLOGIE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Analýza možností snížení počtu úrazů ptáků na
venkovním elektrickém vedení**

Abstrakt

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na způsoby zabezpečování venkovního elektrického vedení proti úrazu ptactva. V práci je popsáno jak riziko úrazu elektrickým výbojem, tak i riziko úrazu mechanickým nárazem. Dále jsou zde rozebrány jednotlivé typy ochran pro venkovní elektrické vedení vysokého napětí.

Klíčová slova

Úraz elektrickým proudem, úraz mechanickým nárazem, bidla, lavičky, konzola Delta, ptákoطلاše, ochranné hřebenové zábrany, ochranné kryty, izolované vedení VN, konzola Pařát, konzolová chránička, Antibird, Bird Friendly, Bird ring konzole, ochranné praporky, výstražná koule

Abstract

The thesis is focused on possibilities of securing overhead power lines against birds injuries. It describes the risk of electric shock and risk of injury caused by mechanical impact. It is also focused on different types of overhead high-voltage power lines protection.

Key words

Electric shock, Injury caused by mechanical impact, poles, benches, console Delta, “ptákoplaše”, protective ridge barriers, guards, insulated high-voltage lines, console Pařát, Console protector, Antibird, Bird Friendly, Bird ring console, protective flags, warning balls

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této bakalářské práce, je legální.

.....

podpis

V Plzni dne 5.6.2013

Aneta Hlásková

Obsah

OBSAH	5
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	6
ÚVOD	7
1 RIZIKA, KTERÁ VEDENÍ PRO PTÁKY PŘEDSTAVUJE	8
1.1 ÚRAZ ELEKTRICKÝM PROUDEM	8
1.2 ÚRAZ MECHANICKÝM NÁRAZEM	10
2 TYPY OCHRAN	11
2.1 BIDLA A LAVIČKY	12
2.2 KONZOLY DELTA	13
2.3 PTÁKOPLAŠE	14
2.4 OCHRANNÉ HŘEBENOVÉ ZÁBRANY	14
2.5 OCHRANNÉ KRYTY	15
2.5.1 <i>Plastový kryt typ OKI</i>	16
2.5.2 <i>Ochranné kryty firmy ENSTO</i>	17
2.6 IZOLOVANÉ VEDENÍ VN	18
2.7 KONZOLY PAŘÁT	19
2.7.1 <i>Konzola Pařát III</i>	20
2.7.2 <i>Úsekový odpínač</i>	22
2.7.3 <i>Bezpečnost na dalších typech konstrukcí</i>	23
2.8 OCHRANY POUŽÍVANÉ NA SLOVENSKU	25
2.8.1 <i>Konzolová chránička</i>	25
2.8.2 <i>Antibird</i>	26
2.8.3 <i>Bird Friendly</i>	27
2.8.4 <i>Bird ring console</i>	27
2.9 OCHRANY ZVIDITELŇUJÍCÍ VODIČE	28
2.9.1 <i>Ochranné praporky</i>	28
2.9.2 <i>Výstražné koule</i>	28
3 LEGISLATIVA	28
4 SHRUTÍ	29
ZÁVĚR	33
SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	1

Seznam symbolů a zkratek

AOPK – Agentura ochrany přírody a krajiny ČR

VN – vysoké napětí

NN – nízké napětí

kV – kilovolt

ZSE – Západoslovenská Energetika

DESOP – Dobrovolný ekologický spolek – ochrana ptactva

Úvod

Využívání elektrické energie s sebou přináší zásahy do životního prostředí a ovlivnění života všech živočichů a to nejen z pohledu získávání surovin pro výrobu energie. Například při těžbě uhlí dochází k odstraňování svrchních vrstev půdy, kdy dochází k likvidaci celého ekosystému na daném území. Rozvod elektrické energie má též negativní vliv. Narušení povrchu půdy a bylinného patra těžkou technikou při opravách a stavbě linek venkovního vedení má za následek zvýšenou erozi v krajině. Vysoké ocelové stožáry se zavěšenými dráty mohou samotným vzhledem u některých lidí vyvolávat pocit úzkosti či deprese. Největší hrozbou jsou však pro populace ptactva. Dříve instalované konstrukce jsou ptáky hojně využívány k usednutí. Při opětovném startu však velmi často dochází k zasažení elektrickým proudem a k úrazu, ve většině případů i k úhynu jedince. V roce 2010 se dostalo do péče záchranných stanic pro handicapované živočichy sdružených v Národní síti celkem 418 ptáků, kteří se zranili na zařízeních distribučních sítí [18]. Velkou většinou šlo o ptáky popálené elektrickým výbojem v důsledku dosednutí na sloupy vysokého napětí s nevhodně konstruovanými izolátory.

Úhyn ptactva na linkách s sebou přináší i problém po stránce technické. Je-li pták zasažen elektrickým proudem, způsobí krátkodobý zkrat, na který reagují ochrany a trvá-li zkrat delší dobu, může dojít k přerušení dodávky elektrické energie, což může způsobit další problémy například v hospodářské sféře. Z tohoto důvodu se začaly vyvíjet různé typy ochran, aby bylo dosedání ptactva omezeno či zcela znemožněno. Ze začátku byly linky doplňovány různými doplňkovými zařízeními a následně byly vyvinuty i nové typy konzol.

1 Rizika, která vedení pro ptáky představuje

Na území České republiky je v současné době v provozu více než 750 000 kusů sloupů a stožárů sloužících k přenosu elektrické energie prostřednictvím elektrického vedení čítajícího přes 70 000 km. [4] Na těchto zařízeních dochází k poranění a úhynu zejména středně velkých a velkých druhů ptáků. V některých případech může dojít k značnému ovlivnění vývoje populací.

Obecně mohou vznikat dva typy poranění ptáků, a to úrazy způsobené elektrickým výbojem a úrazy vzniklé vlastním nárazem do vodiče elektrického vedení.

1.1 Úraz elektrickým proudem

Úrazy způsobené elektrickým proudem představují druhý nejčastější typ poranění ptáků. [19] Ke zraňování a usmrcování ptáků dochází na konstrukcích vysokého (22 -35 kV) případně velmi vysokého napětí (110 kV) v důsledku přeskočení elektrického výboje. Ohroženi jsou zejména draví ptáci, sovy, vodní ptáci, krkavcovití či čápi, kteří využívají sloupy jako místo k odpočinku či z důvodu sledování kořisti (Obrázek 36). Obzvláště nebezpečné jsou linky vedoucí otevřenou krajinou či linky v blízkosti čapích hnízd. V nezalesněné krajině jsou sloupy jediným vyvýšeným místem vhodným pro dosednutí, a proto jsou ptáky často využívány.



Obrázek 1 - Popálená pošťolka

Velký význam na počet vyskytujících se dravců na určitém území má dostupnost potravy a možnost hnízdění. V oblastech s velkou hojností potravy můžeme zaznamenat zvýšený výskyt dravých ptáků, čímž roste pravděpodobnost vzniku úrazu. Velký vliv na množství

potravy má zemědělská kultura v daném prostředí. V oblastech pěstování kukuřice či řepky bude výskyt dravců nižší, na rozdíl od míst, kde se pěstuje jetel, vojtěška či obilí. Tyto plodiny jsou pro drobné savce velmi atraktivní a zároveň výška plodin umožňuje dravcům lov.

Dalším významným faktorem ovlivňujícím dosedání ptáků je postavení ramen vůči převládajícímu směru větrů. Ptáci, podobně jako letadla, mnohem snáze startují a přistávají proti větru a linky vedoucí ve směru větru mají konzole na vítr kolmé, přímo stvořené k usednutí.

Na výskyt druhu ptactva na určitém území má vliv roční období. Většina ptáků migruje ze severních oblastí na jih, v rámci jednoho či dvou kontinentů. Mezi tažné ptáky patří například moták pochop, moták lužní, ostříž, luňák, včelojed lesní orel mořský apod.

Všeobecně lze říci, že je nebezpečný každý typ sloupu, transformátoru či jiného elektrorozvodného zařízení, na němž se mohou ptáci přiblížit křídlem, ocasem, hlavou, nohou nebo jinou částí těla do nebezpečné blízkosti živé a uzemněné části. Úraz vzniká při dosednutí či vzletu, kdy může dojít k elektrickému výboji propojením vodiče (živé části) a konzoly (uzemněné části) nebo propojením dvou vodičů tělem ptáka. V úvahu je nutno brát i přeskokovou vzdálenost elektrického proudu pro jednotlivá používaná napětí. Vzdálenost nemusí být ale konstantní. Kovová konzole, konstrukce sloupu, ale i peří ptáků může mít vlivem vlhkého počasí vyšší vodivost. Při přeskoku proniká elektrické napětí nejčastěji přes křídlo, pokračuje tělesnými orgány a přes končetiny přechází do kovové části konstrukce, na které pták sedí. Organismus jedince působí jako vodič, kdy dochází k přemostění a průchodu napětí nejkratší vodivou cestou přes konstrukci sloupu do země.

K úrazu elektrickým výbojem dochází také na venkovních transformačních stanicích. Možnost úrazu je zde větší než u sloupů venkovních vedení, díky množství nekrytých částí pod napětím. Na transformačních stanicích nejčastěji dochází ke zranění čápů, sov a poštolek a to především na úsecích, kde jsou tyto stanice umístěny na vyvýšených místech. Trafostanice se nacházejí nejčastěji v okolí lidských obydlí, kde je velký ruch, a ptáci jsou před dosednutím vyplašeni. Pravděpodobnost úrazu je tedy minimální. Z tohoto důvodu je zabezpečování trafostanic na okraji zájmu.

Při lehčím úrazu dochází pouze k šoku a sežehnutí okraje praporů per. U vážnějších zranění je poškozena tkáň končetin. Znakem bývají tmavé, hnědočervené skvrny na spodní části běháku a prstů. Peří je cítit spáleninou a prapory per jsou seškvařené, obrysová pera v krátké době vypadávají. Ptáci zasažení elektrinou během několika dnů ztrácejí hybnost prstů, běháky získávají tmavě oranžové zbarvení a odumírají. Nekrotizace postihuje i křídla, nejčastěji od zápěstního kloubu. Léčení těchto zranění je velmi obtížné, dlouhodobé s nejistými výsledky. Při velmi těžkých zraněních elektrickým výbojem dochází k utržení končetin či okamžitému usmrcení ptáka (Obrázek 28).

1.2 Úraz mechanickým nárazem

K nárazům do vodiče dochází na všech typech venkovních rozvodů, přičemž do vedení o nižších napěťových hladinách narážejí menší druhy ptáků (rorýs, poštolka, káně...) a dovedení s vyšší napěťovou hladinou narážejí větší ptáci (čáp, labuť...). To je způsobeno především výškou jednotlivých vedení a výškami, do kterých jednotlivé druhy běžně vylétnou.

Srážky s elektrickým vedením představují riziko především pro tážné ptáky, druhy s noční nebo soumráchnou aktivitou (např. potápky, vrubozobí, bahňáci apod.) či druhy s omezenou manévrovací schopností (čápi, labuť apod.) Nárazy do vodičů jsou například jednou z hlavních příčin ohrožení dropa velkého v Evropě.



Obrázek 2 - Labuť usmrcená nárazem do vodiče

K úrazům dochází nejčastěji v noci a za snížené viditelnosti. Riziko představují linky vedoucí oblastmi se zvýšenou koncentrací ptáků, jako jsou například migrační koridory, kterými mohou být například horská sedla, průsmyky a údolí či linky v blízkosti hnízdišť. Zvýšené nebezpečí nárazu do vodičů je v době toku a vyvádění mláďat v okolí hnízdišť a to především rychlých ptáků (sokoli, rarozi). Linky přetínající vodní toky, procházející nad většími vodními plochami, rozsáhlými mokřady jsou nejrizikovějšími oblastmi z pohledu často dlouho trvajících mlh a vysoké frekvence přeletů ptáků.

Jedním z míst s vysokou pravděpodobností poranění ptáků jsou mosty (Obrázek 29), nad kterými vedou dráty elektrického vedení či dráty trolejového vedení. Při vzletu se ptáci snaží vyhnout mostu, avšak dráty jsou pro ně neviditelnou překážkou. Příkladem takové situace je smrt labutí při novoročním ohňostroji v Praze na Střeleckém ostrově. Vyplašené labutě při vzletu narazily do tramvajového vedení na Mánesově mostě a s těžkými poraněními spadly mezi diváky. Některé labutě byly přemístěny do záchranné stanice v Jinonicích, jiné uhynuly přímo na místě.

Při nárazu dochází k poškození dlouhých kostí a kloubů končetin, zraněním hlavy včetně zranění očí, poranění krční páteře anebo trupu především v oblasti hrudníku. Často se jedná o zranění smrtelná.

Ke snížení počtu úrazů, vzniklých nárazem do vodiče, se využívají zvýrazňující doplňky, kterými se opatřují vodiče velmi vysokého napětí.

2 Typy ochran

Na počátku šedesátých let začalo ve Spojených státech amerických sledování negativního vlivu venkovního elektrického vedení na ptačí populaci. Zde místní ornitologové protestovali u příslušných orgánů proti některým druhům stožárů elektrického vedení z důvodů nálezů tisíců usmrcených ptáků pod nimi. Problematikou se začal zabývat na severní Moravě Ing. Ivo Otáhal, který koncem sedmdesátých let navrhl zabezpečení sloupů lavičkami.

Na území České republiky poprvé na závažnost situace upozornil na konferenci konané v Davli v roce 1977 J. Kumbera. Požadoval spolupráci, respektive konzultace při vývoji nových typů sloupů s odbornými pracovníky ochrany přírody. Vybízel ke sledování a vyhodnocení negativní působení tras VN a navrhl rozdělení sloupů do tří skupin podle nebezpečnosti,

příčemž o třetí skupině, tj. „sloupy pro dravce zcela bezpečné“ vyslovil pochybnost, zda tato skupina vůbec existuje.

Další vývoj pokračoval počátkem devadesátých let. V roce 1994 začaly stupňovat některé referáty životního prostředí okresních úřadů v dané problematice tlak a situace se začala měnit k lepšímu. Dne 5. března 1996 se konala schůzka energetiků s ochranáři a výzkumníci z Energetického ústavu v Brně zde demonstrovali odhodlanost danou problematiku komplexně řešit. Příslušní zástupci ochrany přírody se zde zavázali, že dodají informace, které sloupy a které oblasti jsou z hlediska zraňování ptáků nejnebezpečnější.

2.1 Bidla a lavičky

První ochranou, která se v osmdesátých letech 20. století začala používat v České republice, byla přisedací konstrukce neboli „bidlo“. Byla tvořena dřevěným hranolem a ocelovými držáky, ptactvo tak mohlo dosednout ve vzdálenosti přibližně 40cm nad živými částmi, které jsou připevněny na podpěrných izolátorech. Z důvodu špatného přístupu k střednímu vodiči při haváriích a běžných opravách, byly tyto konstrukce nahrazeny konstrukcí jinou, nazývanou „lavičky“. Byl odstraněn problém se středním vodičem, neboť dlouhé „bidlo“ bylo vyměněno za dva kratší hranoly. Ukázalo se však, že ptáci krom přisedacích konstrukcí využívají k dosednutí i prostor na konzolách mezi izolátory a držáky hranolů. Prostor pro dosednutí se tak ještě zmenšil a nebezpečí úrazu zvětšilo. Dalším problémem těchto konstrukcí bylo, že docházelo ke znečištění izolátorů, vodičů a uchycovacích armatur exkrementy ptáků, sedících nad nimi.



Obrázek 3 – Bidlo – převzato [9]



Obrázek 4 – Lavičky – převzato [9]

2.2 Konzoly Delta

Na začátku let devadesátých byly vyvinuty konzoly s trojúhelníkovým uspořádáním vodičů typu Delta (Obrázek 30). Byl tak odstraněn problém dotyku mezi fázemi, ale možnost přistání na rovné části konzoly a dotyku s živými částmi zůstala zachována. Z tohoto důvodu byly konzole vybavovány doplňkovými ochranami v podobě plastových pásků. Pásky však znemožňovali práci při údržbách a nebyly dostatečně odolné vůči klimatickým jevům.

V roce 2006 přišla firma REFLEX s novým typem této konzole. Rovné části konzoly byly nahrazeny šikmými bočními nosníky, čímž byl vyloučen nebezpečný dotyk. Přisedací prut, jenž byl součástí konzoly, navíc umožňoval dosednutí ptactva v bezpečné vzdálenosti od živých částí.



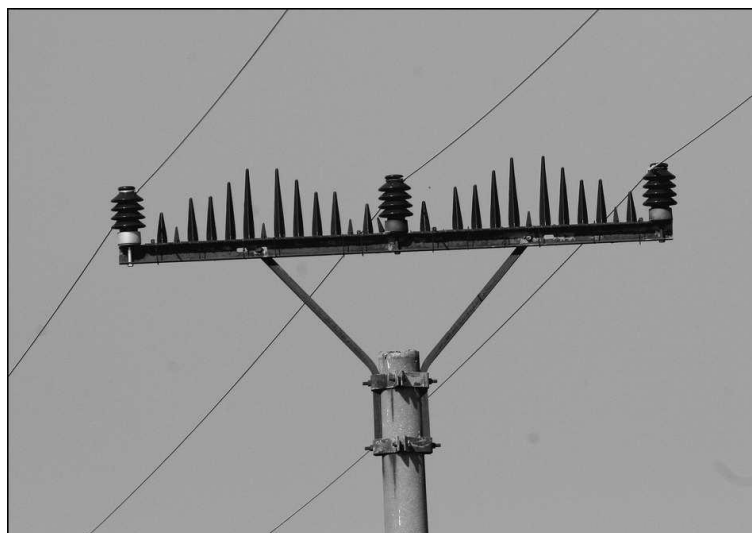
Obrázek 5 - Konzole Delta s plastovými pásky

2.3 Ptákoplaše

Konstrukce měly svým tvarem zabránit a odhánět ptactvo od dosednutí na konzoly. Zmenšení prostoru naopak zvýšilo riziko úrazu. Ptákoplaše svůj účel nesplnily. Navíc nastávaly problémy s jejich uchycováním a dobou životnosti. Proto přestaly být tyto ochrany používány.

2.4 Ochranné hřebenové zábrany

Účelem plastových komponentů s hřebenovým uspořádáním zubů bylo zabránit dosednutí ptáků na rovinné konzole. U prvních sérií však velmi často docházelo k vylamování zubů, neboť plast, ze kterého byly ochrany vyrobeny, nebyl odolný UV záření (Obrázek 31). Vznikalo tak místo, kam ptáci mohli usednout. Dalším nedostatkem bylo, že počet zubů byl nedostatečný a ptáci usedali na malé místo mezi krajním zubem a izolátorem. Zvyšovalo se tak riziko nebezpečného dotyku ptactva. Problém s nevhodně zvoleným materiálem byl též u uchycovacích pásek. Docházelo k jejich praskání a následnému uvolňování ochrany. I přesto, že byly nedostatky odstraněny výměnou použitých materiálů a dodáním krajních zubů, dnes se tyto ochrany používají, jen jako náhrada dožitých „hřebenů“ (Obrázek 32). U těchto zábran docházelo i k ojedinělým případům usmrcení ptáků, kteří se pokoušeli dosednout v části hřebenu, kde byly zuby nejnižší z důvodu normované vzdálenosti překážky od vodiče (Obrázek 33).



Obrázek 6 - Hřebeny

2.5 Ochranné kryty

V roce 2008 bylo na kryty vypsáno výběrové řízení skupinou ČEZ, a.s., ve kterém byly stanoveny požadavky, jenž tyto kryty musí splňovat. Kryty musí umožnit bezpečné dosednutí na izolátory a konzoly, na nichž jsou izolátory uchyceny. Ochranné kryty na izolátorech musí zabránit přímému dotyku ptactva s vodiči, čímž zamezují vzniku elektrického zkratu mezi vodičem a nosnou konstrukcí, nebo mezi fázovými vodiči přes tělo ptáka. Důležitá je také stálost při působení UV záření, větru, mrazu, tepla či velkých rozdílů teplot a dalších klimatických jevů, se kterou souvisí i technická životnost krytu, jež byla stanovena minimálně na 20 let. Dalšími požadavky byly odolnost vůči plazivým proudům a zakrytí maximálně horní sukénky izolátoru. Daným požadavkům vyhověly ochranné kryty typu OKI a SP 45.3.

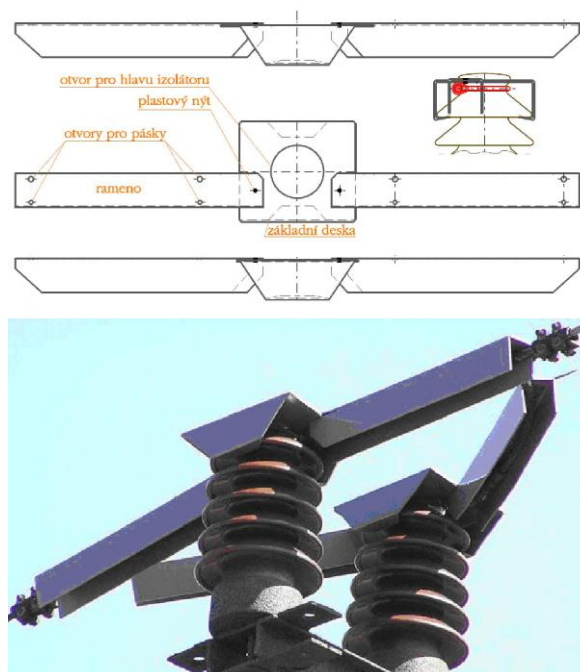
Velkým nedostatkem plastových krytů je, že znemožňují vizuální kontrolu vrchní části izolátorů, uchycování armatur a vodičů, které jsou ochranami zakryty. Znesnadňují též práci při případných opravách. Možnými nedostatky mohou být odolnost vůči klimatickým vlivům, doba technické životnosti či negativní ovlivnění vlastností a životností zakrývaných částí. Tyto vady by měly být vyloučeny na základě požadavků, které byly stanoveny při výběrovém řízení. Vzhledem ke krátké době používání ochranných krytů, není zcela jisté, že tyto požadavky byly opravdu splněny.

Z důvodu znemožnění vizuální kontroly upouštějí energetické firmy od montování ochranných krytů na popěrné izolátory.

2.5.1 Plastový kryt typ OKI

Ochranný kryt je možno použít na jednoduchých či vícenásobných vedení VN, na různé druhy systémů a uspořádání vodičů, upevněných na izolátorech se stranovým upevněním pomocí třmenového vazy. Kryt lze použít i pro přechody středního vodiče přes vrchol kotevního stožáru v rovinném systému elektrického vedení VN. V tomto případě je však ve většině případů vodič nahrazován vodičem izolovaným. Pouze v situacích, kdy je obtížný přístup nebo by mohli nastat komplikace s vypínáním, se upřednostňuje instalace ochranného krytu.

Kryt zabraňuje kontaktu těla ptáka s živou částí elektrického vedení do vzdálenosti 530mm od svislé osy podpěrného izolátoru ve směru vedení. Je konstruován s ohledem na ekonomickou dostupnost, univerzálnost a jednoduchost, bezpečnost a rychlost montáže na nově budovaná i stávající vedení. Na rozdíl od jiných řešení jako jsou „hřebeny“, „ptákoplaše“ či „vidlice“ umožňují kryty OKI bezpečné přisednutí ptáka na konstrukci stožáru. Dravým ptákům tak stožáry poskytují bezpečná stanoviště pro vyhledávání kořisti. [5]



Obrázek 7 - Kryt OKI – převzato [9]

2.5.2 Ochranné kryty firmy ENSTO

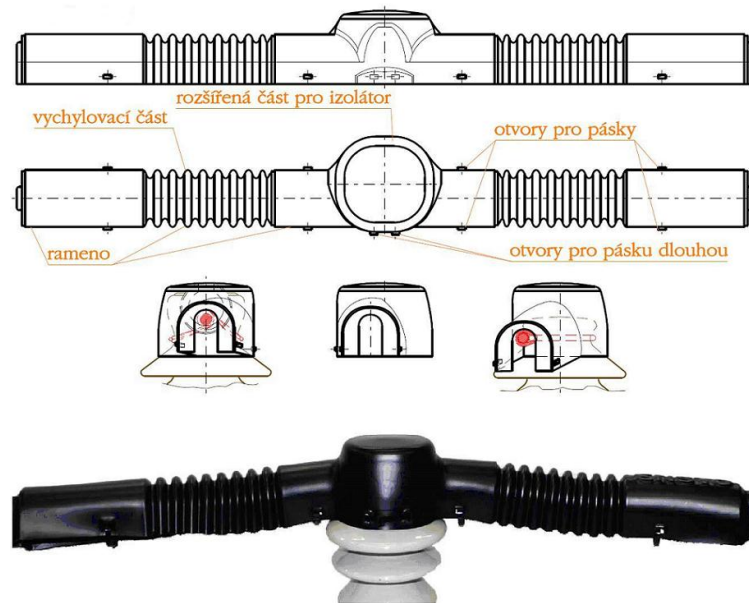
V západních zemích se ochranné kryty začaly používat mnohem dříve než v České republice. Tyto ochrany zakrývaly živé části na podpěrných izolátorech včetně vodičů do vzdálenosti 0,5 až 1 metr na každou stranu od osy izolátoru. První typy těchto ochran však nebyly kompatibilní se zařízeními zde používanými.

Finská společnost Ensto přišla v roce 2007 s nabídkou výrobků řady Green Line vyvinuté speciálně pro ochranu živočichů před zásahem elektrickým proudem, které již byly konstruovány na typy izolátorů s bočním uchycením vodiče. Jedním z produktů je ochranný kryt SP 45.3, který nejen chrání ptactvo a malé živočichy pohybující se po elektrickém vedení, ale také znemožňuje vznik zkratu na zařízení zapříčiněné pádem větví na vedení, poruchami způsobenými následkem námrazy a podobně (Obrázek 34).

Kryty jsou vyráběny z plastu odolného UV záření a klimatickým vlivům venkovního prostředí a lze je snadno pomocí kabelových stahovacích pásek instalovat na podpěrné izolátory na stávající zařízení.

2.5.2.1 Ochrana ptáků při dosedání na vedení SP 45.3

Ochranný kryt slouží jako preventivní ochrana proti poruchám na holých i izolovaných vedeních. Používá se na izolovaných vedeních VN jako ochrana holých částí, zejména protiobloukových ochran s opalovacími růžky a jako ochrana ptáků při dosedání na „živé“ části podpěrných bodů holých vedení. [11]



Obrázek 8 - Kryt ENSTO – převzato [9]

2.6 Izolované vedení VN

Izolované vedení můžeme rozdělit na dva typy. Tři jednožilové kabely s dvojitou izolací kolem ocelového nosného lana jsou označovány jako závěsný kabel. Druhým typem jsou tři samostatné vodiče potažené izolační hmotou (Obrázek 35). Oba tyto typy jsou zcela bezpečné z hlediska ochrany ptactva před úrazem elektrickým proudem. Výjimku tvoří místa, kde se pro ochranu izolovaných vodičů montují hrotová jiskřiště, kde jeden hrot je umístěn na propichovací svorce na vodiči a druhý na samotné nosné konstrukci. Jiskřiště se vytváří především u popěrných izolátorů, ale lze je rovněž vytvořit na závěsných izolátorech, kotevních nebo nosných.

Izolované vodiče nejsou vzhledem k vysoké ceně primárně používány k ochraně ptactva. Využívají se v místech, kde je nutné snížit šířku ochranného pásma, například v obydlých lokalitách či lesních průsecích.



Obrázek 9 – Izolované vedení

2.7 Konzoly Pařát

V roce 1996 byla přijata myšlenka: „Ptactvo, které si nemá na podpěrných bodech venkovního vedení kam přisednout, nemůže si způsobit úraz elektrickým proudem“. [15]

Konzola se šikmými rameny byla uvedena na trh firmou EGÚ v Brně. První typ této konzole umožňoval přisednutí na popěrné izolátory na vrcholu a hlavu betonového sloupu. Šikmá boční ramena naopak zabraňují dosednutí. Nevýhodou této konstrukce byla vyšší cena a hmotnost oproti konzole Delta. Z tohoto důvodu byla v roce 2007 předložena nová verze Pařát II, u které byla snížena cena i hmotnost, avšak nebyla zde již možnost usedání ptactva na vrchol sloupu.

První prototypy byly namontovány v červnu 1997 při výstavbě přípojky VN pro obec Pusté Skaliny v okrese Český Krumlov. V letech 1997 až 2009 bylo vyrobeno a namontováno cca 45 000 kusů konzol. Problém s úhynem ptactva na vedení se zdál koncepčně vyřešený. Probíhající postupnou rekonstrukcí vedení se snižoval a bude stále snižovat počet rovinných konzol a s tím i riziko úrazu ptactva elektrickým proudem.

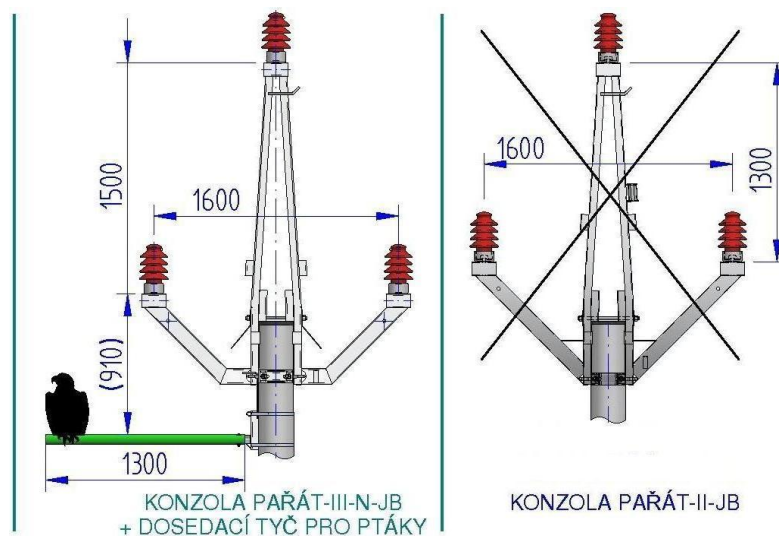
Byl však zjišťován výskyt ojedinělých případů úhynu ptactva na konzolách Pařát. Otázkou bylo, co stále vede ptactvo ke snaze přisednout na tyto konzoly. Namontování uvedeného počtu konzol do rekonstruovaných ale také do nových úseků venkovního vedení VN, změnilo podmínky pro přisedání ptactva ze dne na den. Především v otevřené krajině s rozsáhlými obdělávanými pozemky zmizela vyvýšená místa, na která bylo ptactvo zvyklé přisednout. Některé druhy ptáků se i přes změněný tvar konstrukce snažily přisednout na

šikmé plochy ramen a při pokusu odlétnout, se při maximálním pohybu křídel přiblížily na přeskokovou vzdálenost nebo se dotkly vodiče a došlo k úrazu elektrickým proudem. Ptáci se rovněž snažili vyhledat jiné místo k přisednutí, čímž se zvýšil počet úrazů na nezabezpečených sloupech.

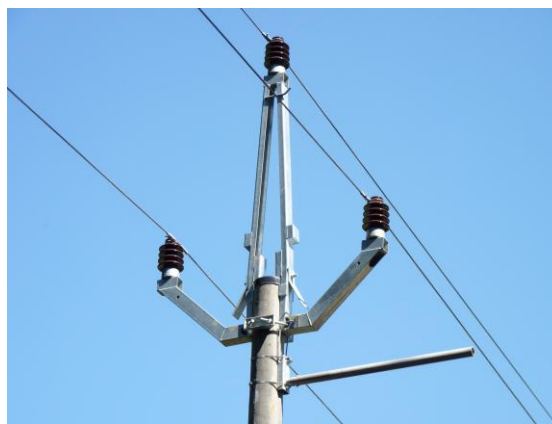
Začátkem ledna 2011 se E. ON Česká republika, s.r.o. s výrobcem konzol rozhodli zpracovat nový projekt s názvem „Bezpečněji na konzolách Pařát“. Cílem byly nové typy konzol Pařát, které umožní přisedání ptactva na stožáry, avšak mimo dosah vodičů elektrického proudu. Byly zavrhnuty různé dodatečné přídatné prvky ke stávajícím typům konzoly Pařát, které se jeví provozovateli venkovního vedení VN jako nekoncepční a mohou mít vliv na bezpečnost a komplikace údržby vedení. Obrázek 38 zobrazuje konzolu Pařát II s dodatečně nainstalovaným přisedacím bidlem.

2.7.1 Konzola Pařát III

Riziko dosednutí ptactva na šikmá ramena je eliminováno instalací speciálních bidel umístěných pod hlavní konzolou. Průměr bidla byl stanoven 63 mm, délka 1300 mm a horní plocha zdrsněna. U konzol došlo k zvětšení vzdálenosti krajních vodičů od vodiče středního o 200 až 650 mm oproti stejným typům z řady Pařát II. Tato vzdálenost zvětšuje průletový prostor mezi horním a krajními vodiči.

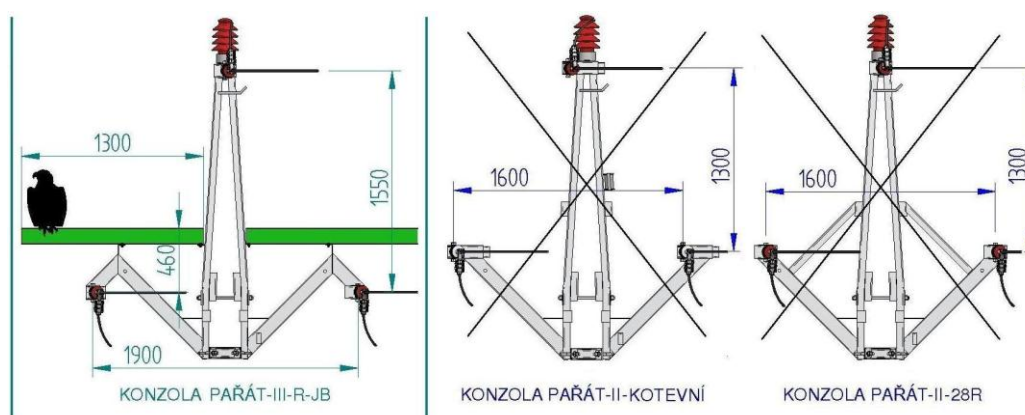


Obrázek 10 - Srovnání konzoly pařát III a pařát II – převzato [15]

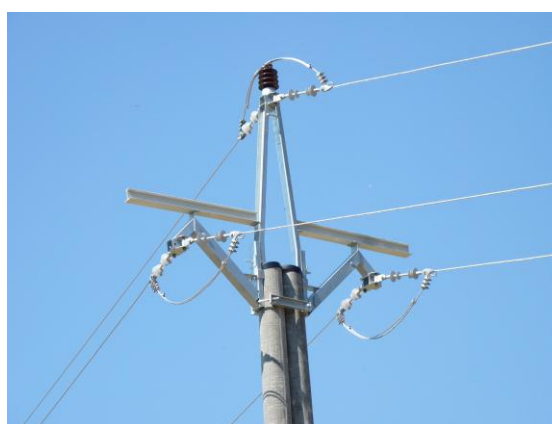


Obrázek 11 - Konzola pařát III – N – JB

U konzoly PAŘÁT III-JB-R došlo ke zvětšení vzdálenosti mezi krajními vodiči, což umožňuje zvládat ostřejší lomy vedení bez nebezpečí přiblížení krajních vodičů v rozpětí mezi stožáry. Důležitým konstrukčním prvkem této konzoly je izolační profil z kompozitního materiálu, který jednak doplňuje konzolu o výztužný prvek a zároveň tvoří pro přisedání ptactva izolační místo se zdrsňenou horní plochou o délce 1300 mm.

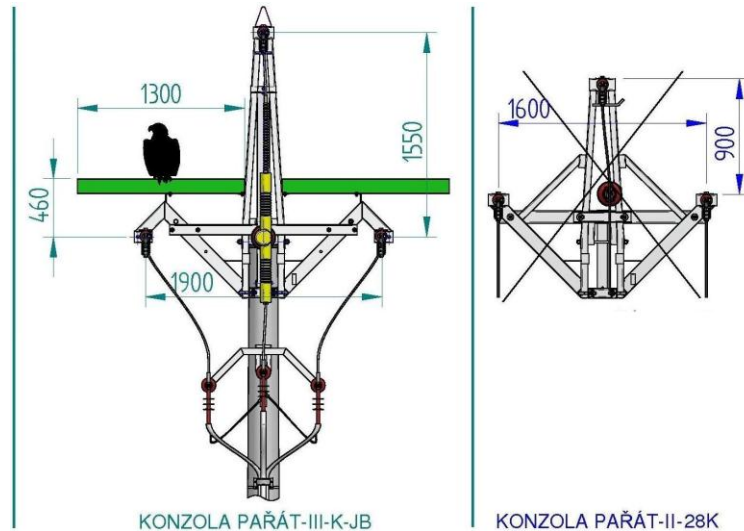


Obrázek 12 - Konzola pařát III a pařát II – převzato [15]



Obrázek 13 - Konzola pařát III - R - JB

Konzola Pařát III-JB-K se skládá z konzoly PAŘÁT III-JB-R a přídavné konstrukce k zachycení jednostranného tahu vodičů. Její použití se předpokládá na přechodu z venkovního vedení do kabelové sítě nebo jako konzoly výztužné v průběhu vedení.



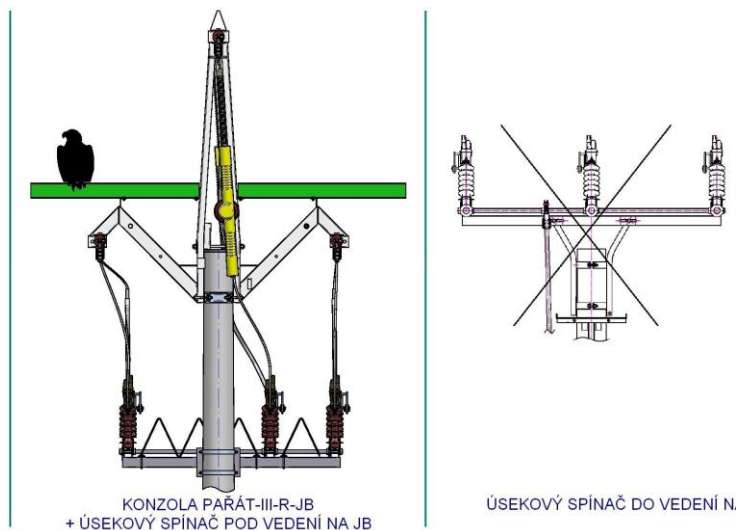
Obrázek 14 - konzola Pařát III - JB -K – převzato [15]

2.7.2 Úsekový odpínač

Do venkovního vedení VN patří úsekové odpínače, které umožňují vypínat jednotlivé úseky vedení VN nebo transformační stanice VN/NN. Snaha doplnit spínače v provedení do vedení (Obrázek 39) o vhodné prvky pro bezpečné přisednutí nebo zamezující přisednutí se nezdařily. Buď splňovaly požadavky na ochranu ptactva a znesnadňovaly údržbu nebo naopak, údržbu neovlivňovaly, avšak nevyhovovaly požadavkům na zabezpečení pro ptactvo.

Požadavkem na konstrukci bylo, aby nebyl omezován provoz a údržba odpínače, umožnil provádět jeho montáž a seřízení metodou Práce pod napětím na vysokém napětí (PPN VN) bez přerušení nebo omezení dodávky elektřiny zákazníkům, byly využity pokud možno standardní materiály a nezvýšila se podstatně cena stávajícího řešení kompletně namontovaného odpínače.

Řešení bylo nalezeno ve spínačích v provedení pod vedení, kdy ptactvo přisedá na hlavní konzolu nad spínači a nesnaží se přisednout mezi izolátory se spínacími kontakty. Chování ptactva k takto uspořádané konstrukci bylo ověřeno na polygonu výrobce s volně žijícími ptáky. Ptactvo přisedalo na hlavní konzolu nad odpínačem a nesnažilo se přisednout mezi izolátory se spínacími kontakty odpínače.



Obrázek 15 - Srovnání konzoly pařát III s úsekovým spínačem pod vedení a úsekového spínače do vedení – převzato [15]



Obrázek 16 - Konzola pařát III s úsekovým spínačem pod vedení

2.7.3 Bezpečnost na dalších typech konstrukcí

Venkovní vedení VN se neskládá pouze z jednoduchých a složených podpěrných bodů s hlavními konzolami, ale i z podpěrných bodů vybavených dalšími konstrukcemi a přístroji. Také u těchto složitých podpěrných bodů bylo nutné dořešit ochranu ptactva před úrazem elektrickým proudem.

**Obrázek 17 - Konzola pařát III s odbočením****Obrázek 18**

Pro reálnou představu o uspořádání konstrukcí na jednotlivých typech stožárů se rozhodnul výrobce postavit ukázkový polygon, na kterém jsou umístěny všechny typy podpěrných bodů.

**Obrázek 19 - Polygon**

Aby mohlo být sledováno a zaznamenáváno chování ptactva na konstrukcích podpěrných bodů, byla do blízkosti polygonu umístěna kamera. Snímky byly pořizovány v době, kdy celý

areál byl v klidu, bez přítomnosti osob nebo pojíždění mechanizace (soboty, neděle a v odpoledne v pracovní dny). Na základě těchto snímků byly zjištěny některé nepředpokládané přílety ke konstrukcím nebo průlety mezi vodiči a vedly k dalším drobným úpravám konzol.

2.8 Ochrany používané na Slovensku

Prvním řešením, které se na Slovensku začalo používat, byly hřebenové zábrany. Z důvodů problémů s pevností uchycováním a odpadáváním hřebenů, přestaly být tyto ochrany používány a byly nahrazeny novými řešeními.

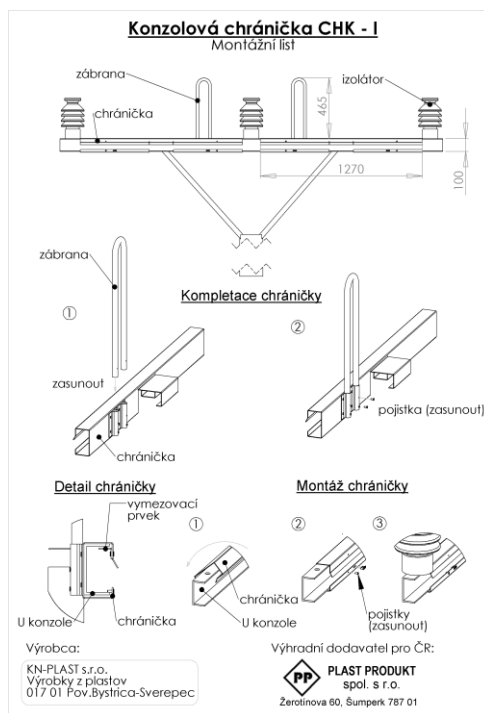
2.8.1 Konzolová chránička

Jedná se o důkladné odizolování a osazení vodorovné části konstrukce konzole jedním zubem CHK-I nebo lomeným obloukem CHK-II vyráběné firmou KN s.r.o. v místech pravidelného přisedání ptáků. Je tak zamezeno propojení vodivé a živé části vedení. Jeden zub neumožňuje dosednutí ptáka do středu, což snižuje pravděpodobnost přemostění vodičů oběma křídly. Ochranu lze montovat pod napětím. Umístění zubu respektuje vzdálenost 30cm od vodiče v souladu s normou. Její uchycení bylo navrženo, tak aby nedocházelo k odpadnutí vlivem klimatických jevů. Výrobek byl testován v chovných voliérách ptáků a v podmínkách Trnavské pahorkatiny na vedeních ZSE.

Konzolová chránička CHK-I je zcela bezpečná pro ptáky velikosti poštolky či káně lesní. Nebezpečí úrazu elektrickým výbojem však hrozí ptákům větších rozměrů, například čápů. Při příletu či odletu může dojít k propojení sousedních vodičů křídly ptáka.

Chránička CHK-II svojí konstrukcí znemožňuje dosednutí ptáků na konzolu. Úrazy všech druhů ptáků jsou tedy vyloučené. Problém může nastat v případě, že ptáci budou vyhledávat jiné sloupy k usednutí, včetně nezabezpečených.

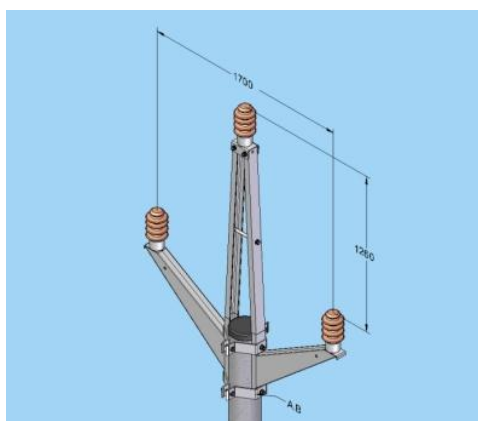
Rizika spojená s použitím ochran jsou otázkou životnosti plastů v povětrnostních podmínkách a funkčnost za deště, kdy povrch plastu bude mokrá.



Obrázek 20 - konzolová chránička CHK-I – převzato [14]

2.8.2 Antibird

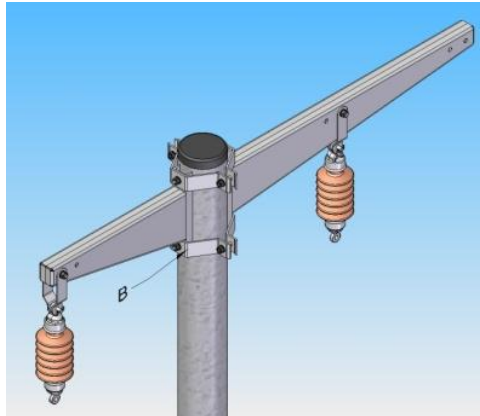
Tento typ konzoly je velice podobný konzoly typu Pařát II. Konzola zabraňuje dosednutí ptáka na konzolu, a tudíž zamezuje propojení dvou vodičů, případně vodiče a konzoly. Stejně jako konzola Pařát má i konzole Antibird různá provedení podle způsobu použití, například pro nosné či rohové stožáry (Obrázek 40) nebo pro nosné dvojité vedení na dřevěných stožárech (Obrázek 41).



Obrázek 21 - Konzola Antibird AB I standard Jz JB – převzato [13]

2.8.3 Bird Friendly

Konstrukce má výhodu v umístění izolátorů a vodičů pod konzolou, což znemožňuje propojení dvou neizolovaných částí a tím vznik zkratu. Umožňuje tak bezpečné dosednutí ptactva na konzolu. Zároveň však snižuje pravděpodobnost nárazu ptáků do vodičů, díky umístění vodičů v jedné rovině. Řešení je vhodné i z hlediska dlouhodobé perspektivy.



Obrázek 22 - Bird Friendly – převzato [13]

2.8.4 Bird ring console

Technické řešení firmy Kovel spočívá ve fyzickém vytvoření překážky zabraňující ptákům přiblížit se do nebezpečné vzdálenosti k vodiči. Kruhové komponenty okolo vodičů na vrcholu vzájemně propojené zároveň umožňují bezpečné dosednutí ptactva na konzoly. V důsledku dosedání ptáků na vrchol kruhu může docházet k znečišťování izolátorů exkrementy, popřípadě vzniku výboje přes vylučovaný exkrement. Umístění kruhových prvků respektuje 30 cm vzdálenost od vodiče dle normy. Podle výrobce je možnost montáže pod napětím splněna. Důležitou otázkou je opět materiál, ze kterého bude zábrana vyrobena, a s ním spojená životnost při vystavení venkovním podmínkám. Zároveň není splněn požadavek na snadnou údržbu zařízení.



Obrázek 23 - Bird ring konzole – převzato [13]

2.9 Ochrany zviditelňující vodiče

2.9.1 Ochranné praporky

Ochranné praporky slouží k zviditelnění vodičů. Umisťují se na uzemňovací lano, aby ptáci tuto překážku lépe rozeznali. Praporky mohou sloužit také pro označení volného vedení pro letadla. Připevňují se pomocí spirálového prutu na lano. Ochrana se skládá z plastového praporku, ocelové tyče, spirálového prutu a ochranné spirály.

2.9.2 Výstražné koule

Výstražné koule vyrábí firma Ensto pod označením SP 43 a SP 48. Slouží k vizuálnímu zvýraznění venkovních vedení. Používají se zejména v místech, kde dochází ke křížení vedení s vodními toky, kde jsou předpokládány migrační koridory a tudíž i zvýšený počet ptactva. Výstražné koule se uplatňují i v blízkosti letišť a při křížení vedení s komunikacemi. [12]

3 Legislativa

Ochranu volně žijících živočichů ukládá v § 5 odst. 3 zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ze kterého cituji: „Fyzické a právnické osoby jsou povinny při provádění zemědělských, lesnických a stavebních prací, při vodohospodářských úpravách, v dopravě a energetice postupovat tak, aby nedocházelo k nadměrnému úhynu rostlin a zraňování nebo úhynu živočichů nebo ničení jejich biotopů, kterému lze zabránit technicky i ekonomicky dostupnými prostředky.“

Nepříliš dlouhý odstavec zákona vyvolal široký program činností energetických společností na úseku zamezení přístupu živočichů k holým vodičům a nekrytým částem zařízení pod napětím. Nejčastějším místem úrazu ptactva se ukázaly betonové podpěrné body elektrických vedení s podpěrnými izolátory na rovinných konzolách.

Rok 2009 však významně zasáhl do výstavby venkovních vedení VN a to zákonem č. 158/2009 Sb., který novelizuje zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu správy v energetických odvětvích a ukládá v čl. II. Přejícná ustanovení, odst. 4., cituji: „Provozovatel distribuční soustavy je povinen provést technická opatření k ochraně ptactva u

stávajících stožárů venkovního vedení vysokého napětí do 15 let ode dne nabytí účinnosti tohoto zákona.“

Toto rozhodnutí zákonodárců velmi ovlivňuje obnovu distribuční sítě zásahem do finančních zdrojů a zásahem do montážních kapacit až do roku 2024 včetně.

4 Shrnutí

Při zpracovávání této bakalářské práce jsem společně s Karlem Makoněm, pracovníkem DESOP, Záchrané stanice živočichů Plzeň, navštívila několik problematických míst v rámci Plzeňského kraje. Po konzultacích s odbornými pracovníky firem ČEZ Distribuce a.s. v Plzni a E.ON Distribuce a.s. v Českých Budějovicích shledávám jako nejbezpečnější typem vedení z hlediska ochrany ptactva jak před přímým mechanickým nárazem, tak i před úrazem elektrickým výbojem zemní kabelové vedení.

Kabelové vedení je však výhodnější používat v zastavěném prostoru. Venkovním vedením lze překonat nejkratší vzdáleností téměř všechny terénní překážky a místa pro připojení odběratelů. Zároveň venkovní vedení samo upozorňuje na svou existenci a tím minimalizuje případné cizí zásahy do zařízení jako je například poškození při zemních pracích, výsadba zeleně v trase a podobně. Trasa kabelového vedení je volena vždy v souběhu nebo blízkosti umělých nadzemních identifikovatelných objektů (cesty, budovy...), to znamená v blízkosti hranic pozemků nikoliv nejkratší cestou. Což znamená zvýšení ztrát elektřiny ovlivněné délkou vedení. Každá ze sítí vyžaduje jiná technická opatření pro provoz zařízení a u příliš rozsáhlých kabelových sítí z fyzikálních důvodů jsou téměř nerealizovatelná. Poruchy ve venkovním vedení se rychleji vyhledávají bez použití diagnostických zařízení. Poruchy kabelové sítě vznikají nejčastěji při zemních pracích podstatným porušením izolace. Pak je místo poruchy rychle nalezeno na staveništi. Druhý případ jsou poruchy stárnutím izolace, nepodstatným porušením izolace při pokládce nebo vadnou montáží, která je neodhalila při zprovoznění kabelového vedení. V tomto případě kabelový měřicí vůz místo poruchy zaměří, odkryje se kabel v daném místě, provede se oprava a kontrola kvality opravy opět kabelovým měřicím vozem. Doba takové opravy je časově náročná, vyžaduje koordinaci několika pracovních skupin a podle místních poměrů a případné kumulace poruch, oprava může trvat i několik dnů. Náklady na údržbu kabelové sítě

jsou nižší než u venkovního vedení a v cenovém porovnání ceny výstavby na 1 km trasy je levnější venkovní vedení než kabelové.

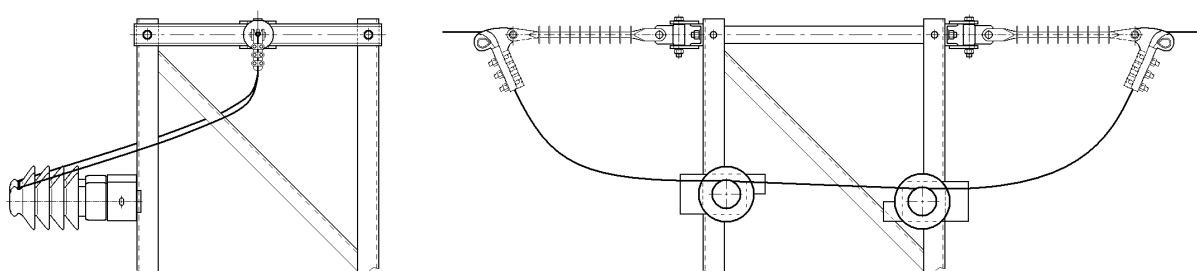
Základním a nejčastěji používaným typem podpěrných bodů pro VN jsou betonové sloupy, které se používají pro jednoduchá a dvojitá vedení všech průřezů a druhů vodičů. V místech těžko přístupných pro mechanizaci k postavení betonových sloupů, v chráněných krajinných oblastech a národních parcích, v obcích, kde požadují územní orgány dodržet ráz krajiny, se používají dřevěné podpěrné sloupy. Pro jejich specifické vlastnosti (pružnost) je vhodné je používat v lesních průsecích. Na území České republiky je přibližně 8% dřevěných podpěrných bodů a 86% sloupů betonových. Tedy pro 94% podpěrných bodů VN je koncepčně vyřešen problém s dosedáním ptactva na konzolu a jejich následnému zranění a to typem konzoly Pařát III. Druhým možným řešením je i konzola Bird Friendly. Na rozdíl od konstrukce s podpěrnými izolátory musí být konzola Bird Friendly se závěsnými vodiči širší. Závěsný izolátor volným pohybem částečně eliminuje přenášené síly od vodiče na konstrukci. Vodič se může volněji pohybovat, a proto musí být větší vzdálenosti mezi vodiči, což znamená širší koridor pro vedení, vzdálenosti krajních vodičů a ochranné pásmo vedení. Nosný závěs je navíc pracnější a materiálově dražší. Jak konzola Pařát III, tak i uspořádání Bird Friendly umožňuje ptactvu bezpečně přisednout a zároveň umožňuje snadnou kontrolu a údržbu. Při mé cestě do Německa jsem si všimla, že nejčastějším typem zabezpečení sloupů VN, byly konstrukce typu Bird Friendly nebo osazování podpěrných izolátorů na rovinných konzolách ochrannými kryty.

Zbýlých 6% jsou sloupy příhradové, jejichž většina představuje vysoké riziko pro dosedající ptáky. K úrazům dochází jednak u podpěrných izolátorů propojením konzoly a vodiče, dále u vodičů pod konzolou propojením prostřednictvím trusu a u větších ptáků též výbojem přes hlavu od výše umístěného vodiče (Obrázek 42). Ocelové příhradové stožáry jsou určeny pro dvojnásobná a vícenásobná vedení holých a jednoduchých izolovaných vodičů. V jednoduchých vedeních se použijí v případě nutnosti umístění vyššího podpěrného bodu, nebo při vyšších vrcholových silách vodičů jako stožáry rohové, odbočné, křížovatkové, výztužné a koncové.

Na obrázku 24 je jeden z typů příhradového stožáru. U tohoto sloupu je největší riziko úrazu propojením středního vodiče a konzoly. V tomto případě lze riziko snížit vedením středního vodiče spodem, jak je naznačeno a obrázku 25.



Obrázek 24 - příhradový stožár



Obrázek 25 - řešení pro příhradový stožár

Pro zabezpečení sloupů je také možno použít ochranné tyče, které zabraňují dosednutí ptactva na sloup.



Obrázek 26 - ochranné tyče na sloupu 400kV

U dalších typů příhradových stožárů je řešení zabezpečení velmi specifické pro každý jednotlivý stožár.

Úrazy ptactva přímým nárazem do vodiče vznikají na všech typech venkovního vedení. Na sloupy přenosových tras narážíme při cestě krajinou každý den. Starší věžové typy se označují podle tvaru ramen Jedle a Soudek. Více místa na pozemku zabírají stožáry portálové, které jsou nižší a přístupnější k revizím a opravám. Novější složitější stožáry typu Delta zmenšují u 400 kV linek elektromagnetické ovlivnění vodičů. Typ Kočka stabilizuje výkyvy středního lana dvojitým závěsem izolátorů do „V“ a poněkud snižuje výšku věže. Pro největší přenášené výkony se u nás i v zemích EU užívají stožáry typu Donau. K zabezpečení těchto sloupů proti nárazu ptactva se používají výstražné praporky či výstražné koule připevněné na uzemňovací lano, čímž vizuálně zvýrazňují venkovní vedení. Tyto ochrany však nemohou zabezpečit bezpečný let v noci nebo za snížené viditelnosti. Jako řešení pro snížení počtu úrazů nárazem je možné považovat nahrazení sloupů s rovinným uspořádáním obrázek 27.



Obrázek 27 - rovinné uspořádání vodičů

Závěr

Z 209 druhů ptáků hnízdících v Česku, je více či méně ohrožena více než třetina. Výzkumy a studie čápů, orlů či výrů přitom varují, že tyto druhy mohou být postupně ohroženy. Většina sloupů je totiž pro ptactvo krajně nebezpečná. Zatímco v západoevropských zemích se venkovní vedení začalo upravovat tak, aby pro ptáky nebylo nebezpečné, už v polovině 60. let, v České republice se začalo až o přibližně dvacet let později. V současné době se však můžeme setkat s velkým rozvojem různých typů ochran. Každá regionální společnost řeší vývoj a používání zábran samostatně. I národní legislativa různých států je různá. Vzhledem k této skutečnosti je v této bakalářské práci zahrnuta jen část používaných typů ochran na venkovní elektrické vedení.

Každým rokem se z pohledu energetiky rozrůstá bezpečné území pro ptactvo. Od roku 2009 ukládá tzv. energetický zákon osadit ochranami proti úrazům elektrickým proudem všechna vedení vysokého napětí. Zabezpečení každé oblasti se však vyžádá velmi vysokou investici ze strany energetických společností.

Ve spolupráci s ornitology byly vyvinuty a otestovány různé typy ochran. Snížení rizika úrazů vzniklých přímým mechanickým nárazem je doposud řešeno jen zcela okrajově. Výstražné praporky či koule nemohou zajistit bezpečný let za snížené viditelnosti. Použití sloupů s rovinným uspořádáním může riziko úrazu omezit, ne mu však zcela zabránit.

Z hlediska ochrany ptactva před úrazy vzniklé elektrickým výbojem je nejbezpečnějšími typy konzola Bird Friendly a konzola Pařát III. Tyto konzole zamezují propojení živé a uzemněné části konzole a zároveň umožňují bezpečné přisednutí. Žádná konstrukce venkovního vedení však nezajistí 100% bezpečnost ptactva.

Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] Technická řešení pro eliminování mortality ptáků na rovinných konzolách 22kV nadzemních elektrických vedení vyráběných firmou KN-PLAST s.r.o. Sverepec, Slovensko
- [2] Ochrana ptactva na venkovním vedení do 22kV, montáž zábran proti ptákům při práci pod napětím, konzola lehká – rovinná
- [3] Postup doporučený Ministerstvem životního prostředí ČR při schvalování rekonstrukcí a výstavbě nových tras venkovních vedení VN
- [4] Metodický pokyn Sekce ochrany přírody a krajiny Ministerstva životního prostředí k postupu orgánů ochrany přírody při řešení problematiky zabezpečování sítě elektrického vedení proti úhynům volně žijících druhů ptáků
- [5] Typový podklad Plastový kryt typ OKI pro podpěrné izolátory el. vedení VN
- [6] Ivo Otáhal a kolektiv: Ochrana ptáků před zraněním na venkovních elektrických vedeních, Nový Jičín 1997
- [7] Záznam z jednání o ochranných opatřeních proti úrazu ptactva na venkovním vedení VN provozovaném E. ON Česká republika, s.r.o., jednání dne: 16. 4. 2013, místo: AOPK ČR Havlíčkův Brod
- [8] Metodika DSO_ME_0152r01_z1, Koncepce venkovních sítí VN, ČEZ Distribuce a.s.
- [9] Ochrana ptactva před úřezem elektrickým proudem při dosedání a vzlet na podpěrných bodech venkovních vedení vn, Kamil Čihák a Mgr. Miloslav Malík, ČEZ Distribuce, a.s.
- [10] Ptáci: Vaše ohňostroje nás zabíjejí!
http://www.csop.cz/index.php?m_id_old=1000&m_id_akt=9218

- [11] Příslušenství izolovaných a holých vedení,
http://www.ensto.com/download/18972_ENSTO_Prislusenstvi_izolovanych_a_holych_vedeni_VN_izolov.pdf
- [12] Ochrana ptactva a malých zvířat v zařízeních NN a VN izolovanými prvky ENSTO,
http://www.ensto.com/download/18330_2007_03_Ochrana_ptactva_a_mal_ch_zv_rat_v_zar_zen_ch_VN_a_NN_izolovan_mi_prvky_ENSTO.pdf
- [13] Kovel – Konzole do VN linek Antibird, <http://www.kovel.sk/?lg=1&s=8>
- [14] Environmentálne posúdenie riešení na zníženie dopadov nebezpečných účinkov elektrického napätia na vtáctvo na konzolách 22 kV nadzemných vedení s rovinným usporiadaním vodičov, únor 2007
- [15] Podklady pro konferenci ČK CIRED 1998, 2010 a 2012
- [16] Jan Tůma, Polidštěné stožáry, <http://3pol.cz/1213-polidstene-stozary>
- [17] Ptáci mají šanci. Smrtonosné dráty by měly zmizet,
<http://aktualne.centrum.cz/clanek.phtml?id=%20410232>
- [18] Tisková zpráva Českého svazu ochránců přírody ze dne 7. března 2011
- [19] Konec „Sloupů smrti“ v České republice, Tisková zpráva Českého svazu ochránců přírody ze dne 22. října 1997

Příloha



Obrázek 28 - popálená poštolka



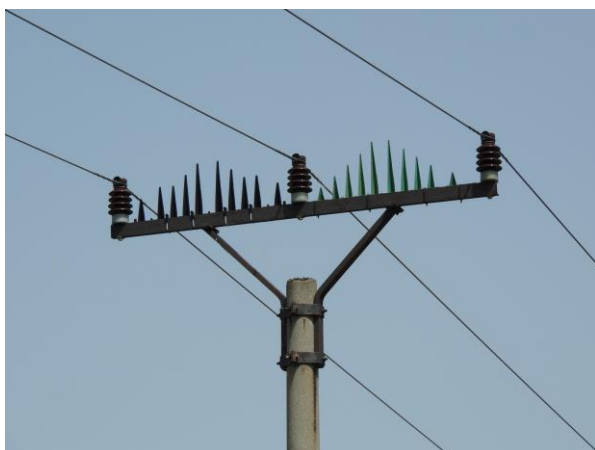
Obrázek 29



Obrázek 30 - konzole Delta



Obrázek 31 - hřebenové zábrany zničené vlivem povětrnostních podmínek



Obrázek 32 - z části vyměněná hřebenová zábrana



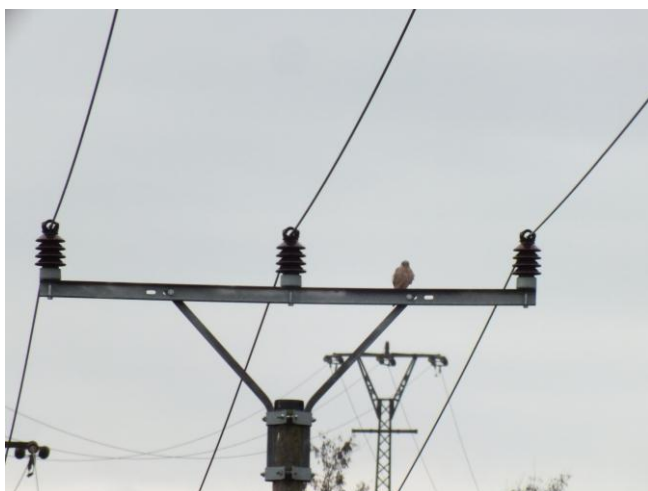
Obrázek 33 - dravec usmrcený na hřebenové zábraně



Obrázek 34 - Klobouková zábrana na vodorovné konzoly



Obrázek 35 - izolované vedení



Obrázek 36 - rovinná konzola



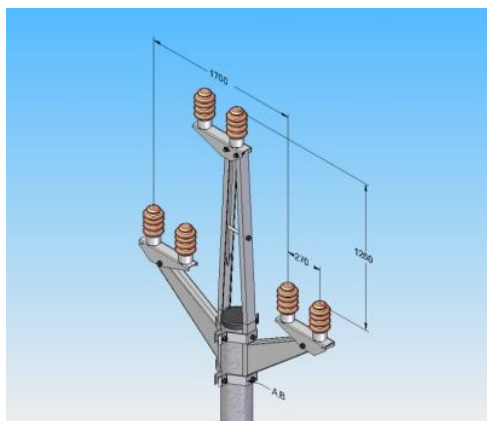
Obrázek 37 - Úraz čápa snažícího se dosednout na rovinnou konzolu



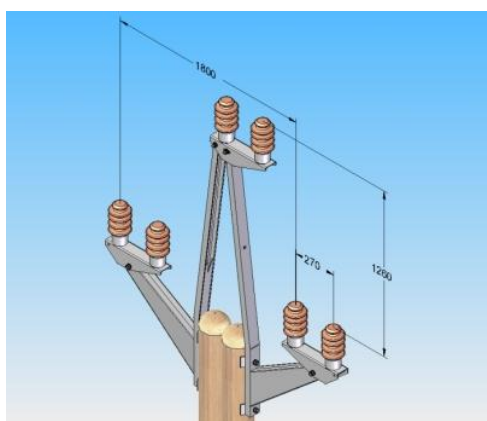
Obrázek 38 - Konzola Pařát II s přisedacím bidlem



Obrázek 39 - Úsekový spínač v provedení do vedení



Obrázek 40 – Konzola Antibold AB zesílená Dz JB – převzato [9]



Obrázek 41 - Konzola Antibold AB II zesílená Dz DD



Obrázek 42 - příhradový stožár