



Zemědělská  
fakulta  
Faculty  
of Agriculture

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

# **JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH** **ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

## **Bakalářská práce**

**Technická řešení zabráňující střetu ptactva s transparentními a  
reflektivními plochami**

Autor práce: Michal Nosek, DiS.

Vedoucí práce: Mgr. Tomáš Zoubek

České Budějovice  
2021

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval(a) pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne .....

.....  
Podpis

## **Abstrakt**

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na opatření proti střetu ptactva s transparentními a reflektivními plochami. Hlavní náplní práce je vyjmenovat a popsat vliv technických řešení v přirozené krajině, kde se ptactvo pohybuje. Soustřeďuje se především na protihlukové stěny, autobusové zastávky, prosklené dopravní prostředky a prosklené části budov.

**Klíčová slova:** Skleněné plochy, protihlukové stěny, zastávky, střet, náraz, ptáci, folie.

## **Abstract**

The presented bachelor thesis is focused on measures against loss of contact with transparent and reflective surfaces. The main task is to list and describe the impact of technical solutions in the natural landscape, where it is necessary to influence. It focuses mainly on noise walls, bus stops, glazed vehicles and glazed parts of buildings.

**Keywords:** Glass surfaces, noise walls, stations, stop collisions, hit, birds, foil.

## **Poděkování**

Tímto bych chtěl poděkovat Mgr. Tomáši Zoubkovi za cenné rady, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích při vypracování bakalářské práce.

## Obsah

Úvod.....	6
1 Charakteristika ptačího zraku.....	7
1.1 Funkce ptačího zraku.....	8
1.2 Spektrum zraku.....	9
2 Transparentní a reflektivní plochy .....	12
2.1 Popis transparentních a reflektivních ploch .....	12
3 Střet ptactva s transparentními a reflektivními plochami .....	14
3.1 Vlivy nepřírodního osvětlení.....	14
3.2 Oblasti výskytu ptactva .....	15
4 Technická řešení zabráňující střetu ptactva .....	22
4.1 Představení v zahraničí používaných povrchových úprav skleněných ploch 23	
4.2 Siluety.....	35
4.3 UV folie .....	36
4.4 Pruhy na sklech .....	37
4.5 Představení principů, na nichž fungují technická řešení .....	38
4.6 Příklady jejich využití .....	39
4.7 Zhodnocení výhod a nevýhod .....	39
Závěr .....	41
Seznam použité literatury.....	42
Seznam obrázků .....	46
Seznam tabulek .....	47

---

## Úvod

Člověk svou činností ovlivňuje prostředí, v němž žije a způsobuje v něm změny. Těmito změnami jsou pak dále dotčeny i všechny organismy, které danou oblast obývají. Jednou ze skupin, které ovlivňuje lidská činnost, je volně žijící ptactvo. Jak člověk mění své okolí, ovlivňuje nejenom hnízdní a potravní možnosti volně žijícího ptactva, ale i jeho volný pohyb.

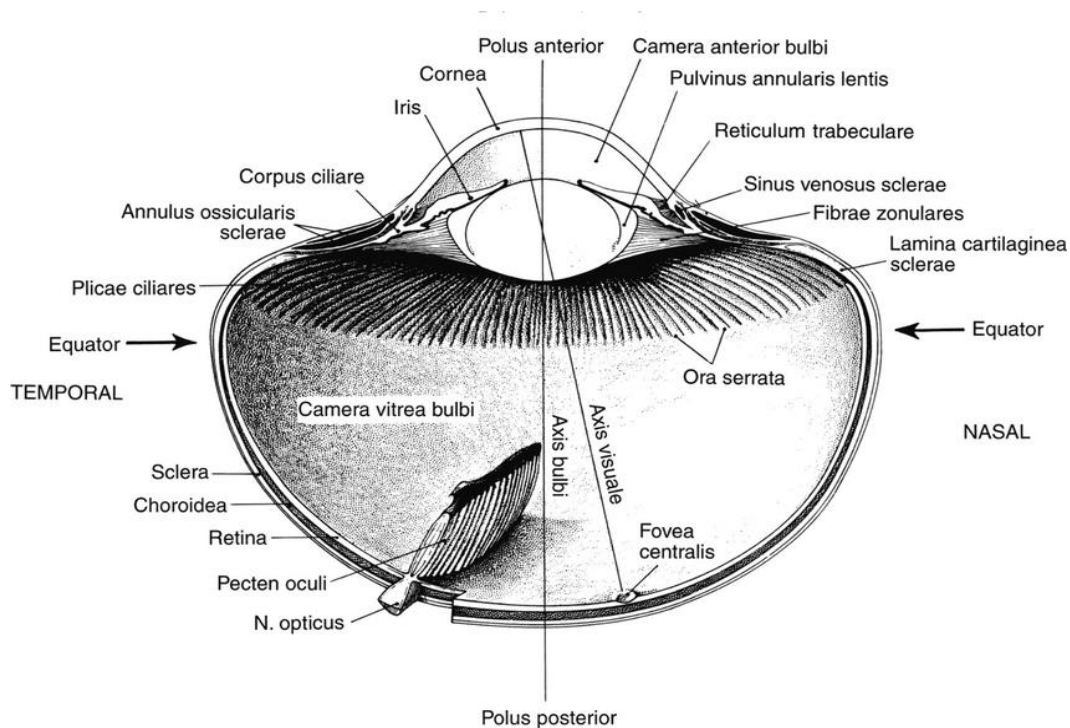
S využíváním prosklených budov, protihlukových stěn, prosklených autobusových zastávek a zastávek městské hromadné dopravy se množí případy střetu ptactva s těmito transparentními či reflektivními plochami. Ve snaze zamezit těmto střetům bylo vyvinuto několik technických řešení, zabráňujících střetu ptactva s transparentními a reflektivními plochami.

# 1 Charakteristika ptačího zraku

Ptáci, podobně jako jiné druhy, komunikují za pomoci barev a zvuků. V okolním prostředí můžeme vidět, že například kohout je mnohem pestřeji zbarven než slepice. U pávů, kde má samec obrovský vějíř na vábení samic a samice je spíše nenápadná, je tomu stejně. Dále zbarvení u mloků jasně hovoří, že jsou jedovatí a je třeba se jim vyhýbat. Vejce kukačky má zase velice podobné zbarvení jako vejce ptáka, u kterého parazituje, čímž zvyšuje šanci na přežití svého mláděte. Šulc (2014), Veselovský (2001), Goldsmith (1990).

Ptáci, podobně jako člověk, využívají nejvíce ze všech svých smyslů právě zrak. Největší rozdíl, co se anatomie těla týče, je ten, že ptačí oko tvoří až 15 % objemu ptačí hlavy, kdežto u člověka jsou to necelá 2 %. Navíc ptačí oči nemají kulatý tvar, jak je demonstrováno na obrázku 1, ale většina oka je bezpečně skryta v hlavě a my vidíme jen vyklenutou část vepředu. Většina ptáků má binokulární vidění, to znamená, že oči se dokážou pohybovat nezávisle na sobě a mohou se otáčet jak na jednu, tak i na druhou stranu.

S tím úzce souvisí i velikost zorného pole, které jsou ptáci schopni obsáhnout. Mezi ptáky, kteří mají zorné pole jednoznačně největší, patří například tučňáci



Obrázek č. 1 – Ptačí stavba oka. Fitzgerald (2018).

---

nebo holubi, ale rekordmanem je sluka lesní (*Scolopax rusticola*), která je schopna obsáhnout až 360 stupňů. Šulc (2014), Veselovský (2001), Goldsmith (1990).

Tabulka č. 1 – Porovnání zorného pole u více druhů ptactva. Utaraité (2020), Martin (1994), Ritchison, Martin (2007), Moore et al. (2015).

<b>Zástupce</b>	<b>Latinský název</b>	<b>Horizontální pole [°]</b>	<b>Vertikální pole [°]</b>
Orlík krátkoprstý	<i>Circaetus gallicus</i>	101	81
Puštík obecný	<i>Strix aluco</i>	124	80
Volavka bílá	<i>Ardea alba</i>	167	180
Sluka lesní	<i>Scolopax rusticola</i>	359	190
Káně rudoocasá	<i>Buteo jamaicensis</i>	122,5	80
Jestřáb Cooperův	<i>Accipiter cooperii</i>	132	80
Poštolka pestrá	<i>Falco sparverius</i>	130	80
Strnádka pokřovní	<i>Spizella arborea</i>	130	80
Strnádka vrabcovitá	<i>Spizella passerina</i>	130	80
Strnadec zimní	<i>Junco hyemalis</i>	130	80
Pipilo rudooký	<i>Pipiloerythrophthalmus</i>	130	80
Strnádka růzovozobá	<i>Spizella pusilla</i>	130	80
Strnadec zpěvný	<i>Melospiza melodia</i>	130	80
Strnadec bělohrdlý	<i>Zonotrichia albicollis</i>	130	80

## 1.1 Funkce ptačího zraku

Ptačí oko je orgán, kterým ptáci, stejně jako lidé, poznávají svět. Náš zrak se ale s ptačím nedá absolutně srovnávat.

Už jen z důvodu, že ptáci své oči ovládají za pomoci 4 okohybných a dvou šikmých svalů. Dále jsou ptáci, kteří sice nemají takovou pohyblivost očí, zato mají skvělou pohyblivost celého krku, a to o celých 270°. (Havlíček, 2011; Šulc, 2014; Goldsmith, 1990).

Ptačí zrak je ve většině případů schopen adaptace na světelné podmínky. Zvládá i vidění za šera. Nicméně vlastnost ptačího oka přizpůsobovat se světlu nebo tmě je mnohem horší než u člověka. U člověka trvá přizpůsobení oka přibližně 10 minut. Například u špačka toto přizpůsobení může trvat i hodinu. (Havlíček, 2011; Šulc, 2014; Goldsmith, 1990).



Tabulka č. 2 – Vlastnosti lidského a ptačího oka. Veselovský (2001), Kachlík (2014).

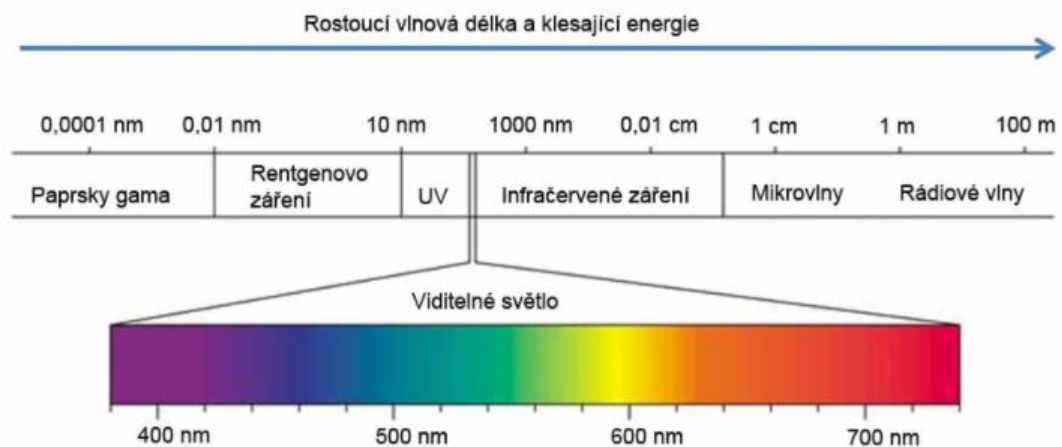
	<b>Lidské oko</b>	<b>Ptačí oko</b>
<b>Počet svalů</b>	8 Svalů	6 Svalů
<b>Zorné pole</b>	200–220°	Až 300°
<b>Vlnová délka</b>	424–560 nm	370–565 nm

Ptáci mají oproti lidem navíc i schopnost vidět UV části optického spektra. Díky tomu si dokážou vybírat partnera (podle toho, kolik odráží UV záření), dokážou rozpoznat svá vejce od cizích, vyhýbat se predátorovi a v neposlední řadě tuto vlastnost využívají při shánění potravy. Havlíček (2011), Šulc (2014), Goldsmith (1990).

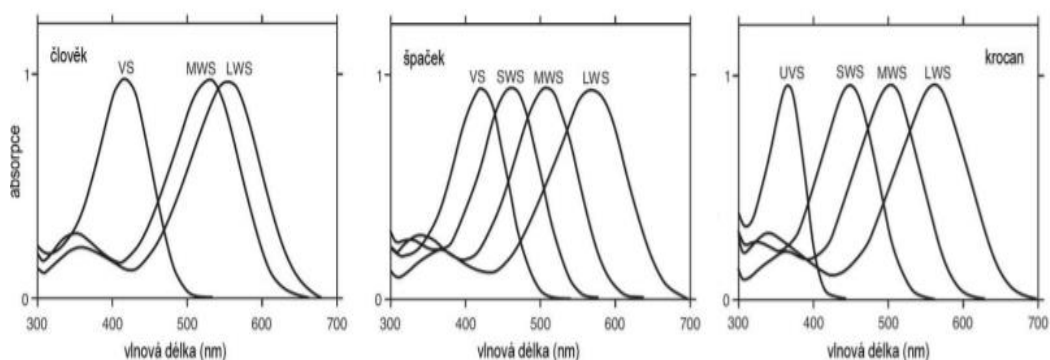
Vzhledem k tomu, že ptáci mají oči umístěné po straně hlavy, nemají ve směru letu vpřed schopnost vysokého rozlišení. V postranních polích ptáci vidí jen velmi úzký pruh. Vidí binokulárně. Některé druhy ptactva umí toto vidění spontánně „vypnout“. Graham (2011), Šulc (2014), Klem (1990).

## 1.2 Spektrum zraku

Abychom mohli hovořit o tom, co je ptačí spektrum zraku, musíme si nejdříve říct, co je to barva. Barva je v podstatě světelné záření, odrážející se od předmětu, který pozorujeme. Kdybychom na předmět svítily bílým světlem a ten veškeré přijímané světlo odrazil, jeví se nám jako bílý. V případě, že by případný předmět veškeré světlo pohltil, jeví se nám jako černý. Šulc (2014), Goldsmith (1990), Bennet (1996).



Obrázek č. 2 – Elektromagnetické spektrum. LabGuide (2015).



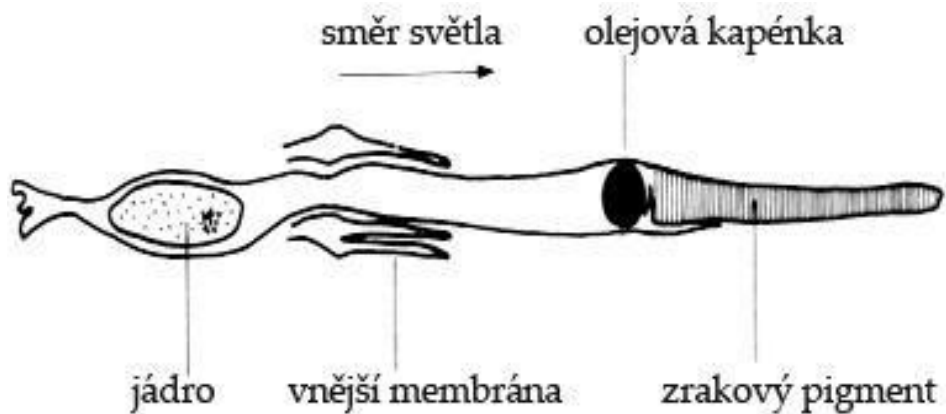
Obrázek č. 3 – Spektrální citlivost třech typů lidských čípků a čtyř typů čípků špačka obecného (*Sturnus vulgaris*) a krocana domácího (*Meleagris gallopavo f. domestica*) změřené mikrospektrofotometrickou metodou. Upraveno dle Hill a Mcgraw (2006).

Průměrné hodnoty vlnových délek při maximální absorpci záření vizuálními pigmenty jsou: (A) člověk VS (violent sensitive) = 419 nm, MWS (middle-wave sensitive) = 531 nm, LWS (long-wave sensitive) = 558 nm. Dartnall et al., (1983); (B) špaček UVS (UV sensitive) = 362 nm, SWS (short-wave sensitive) = 449 nm, MWS = 504 nm, LWS = 563 nm. Hart et al., (1998); (C) krocán VS = 420 nm, SWS = 460 nm, MWS = 505 nm, LWS = 564 nm. Hart et al. (1999).

Pokud se budeme chtít zabývat signály, které vyzařují jednotlivé druhy ptáků, budeme si muset nejprve povědět něco o ptačím zraku. Ptačí zrak je naprosto odlišný od lidského. Jeden z největších rozdílů je ten, že lidské oko je schopno zaznamenávat barvy za pomoci tří čípků. Jejich absorpční maximum je okolo 558, 531 a 419 nm. V tomto vlnovém pořadí se vlnové délky jeví lidem jako červená, zelená a modrá a za pomoci mixování těchto tří barev pak lidské oko vnímá všechny barvy (jedná se o trichromatičnost). U ptactva se oko skládá z nejméně čtyř čípků, někdy i z pěti, a tím pádem jsou ptáci schopni vidět mnohem více odstínů než člověk. Goldsmith (1990), Bennet (1996), Šulc (2014).

---

Jedním z hlavních důvodů, proč lidské oko není schopno zaznamenávat UV záření, jsou pigmenty v čočce oka. Ty nedovolují vniknout do vnitřku oka. Naopak rohovka, kapénka, čočka i sklivce v očích ptáků je dobře optimalizována pro vniknutí UV záření. Bennett (1996), Šulc (2014), Goldsmith (1990).



Obrázek č. 4 – Stavba ptačího čípku a zobrazení směru světla. Upraveno dle University of Florida (2021).

---

## 2 Transparentní a reflektivní plochy

Je všeobecně známo, že odjakživa byl hlavní hrozbou ptáků člověk – lovec. V dnešních dobách bohužel umírá větší množství ptactva neúmyslným zaviněním člověka. Celá tato situace je zapříčiněna především fragmentací krajiny, dopravou, energetikou, skleněnými plochami a dalšími materiály s podobnými vlastnostmi. Ptáci už bohužel přicházejí čím dál tím více o své přirozené prostředí, kde mohli žít ve volné přírodě a kde nacházeli i dostatek potravy. Bohužel dnes potravy v přirozeném prostředí ubývá a ptáci si navykli stěhovat se do vesnic, měst a velkoměst, kde naleznou potravy více.

S tím ale vzniká problém, kdy budovy v městech a velkoměstech mají spoustu transparentních a reflektivních ploch a ptactvo není na takové bariéry uzpůsobeno. Jelikož je ve městech spousta aut, autobusů, reklamních ploch, skelných bariér, drátů vysokého napětí, výškových budov, kde jsou prosklené kanceláře apod., dochází tímto ke srážkám. Nejčastější citovaný odhad úmrtnosti ptačí populace v případě srážky s budovami v USA se pohybuje mezi 100 miliony a 1 miliardou mrtvých jedinců ročně. V sousední Kanadě se čísla pohybují mezi 16-42 miliony ročně. Hodnota mediánu úmrtí je přitom vypočtena na 559 milionů. Loss et al., (2014). Tyto střety končí smrtí nebo těžkými úrazy, znemožňujícími zraněnému jedinci dále přežít ve volné přírodě. Proto mnoho takto zraněných ptáků dožívá v záchranných stanicích. Viktora (2014), Brabec (2012), Klem (1990).

### 2.1 Popis transparentních a reflektivních ploch

Reflektivní plocha je plocha, která zrcadlí prostředí před sebou. Má vlastnost odrážet sluneční záření, takže i za teplých letních dnů pomáhá udržovat v interiéru budovy chladné prostředí. Nicméně se považuje z hlediska ohrožení ptactva za jednu z nejnebezpečnějších, jelikož odráží vše, co je před plochou, tudíž vytváří fiktivní prostor a pták do této plochy snadno narazí. Velké nebezpečí hrozí v případě, že je v blízkosti (2-10 metrů od reflektivní plochy) umístěné krmítko. Tento typ plochy může odrážet městskou zeleň nebo další budovy a nachází se na většině moderních staveb. Viktora (2014), Brabec (2012), Klem (1990).



Obrázek č. 5 – Ukázka reflektivní plochy na budově knihovny Jihočeské univerzity.

Transparentní plocha je plocha, která propouští veškeré světlo před sebou i za sebou. Je tvořena nejčastěji z čirého skla, plexiskla či polykarbonátu. Pro ptactvo je bohužel za mnoha podmínek takřka neviditelná. Nicméně i transparentní sklo se může za určitých podmínek jevit jako reflektivní plocha, například za bílého dne při pohledu ze strany na sklo. V případě, že pták letí mezi dvěma budovami, které mají transparentní plochy, není schopen rozeznat, kde je sklo a kde volné prostranství. Největší nebezpečí pro něj představuje okamžik, kdy za transparentní skleněnou plochou není žádný objekt. S transparentními plochami se můžeme setkat i po stranách dálnic, kde bývají umístěny jako protihlukové stěny, dále například na mostech, nadchodech, autobusových zastávkách. Viktora (2014), Brabec (2012), Klem (1990).



Obrázek č. 6 – Ukázka transparentní plochy na autobusové zastávce.

---

### 3 Střet ptactva s transparentními a reflektivními plochami

Jaký je důvod, že ptactvo do skleněných skel naráží, ačkoliv mají stejně dobrý zrak, ne-li lepší, než savci? Nejdůležitější věc, kterou je třeba si uvědomit, je že se ptactvo pohybuje mnohem rychleji než savci. Například drobní pěvci se pohybují rychlostí okolo 30 km.h<sup>-1</sup> a holubi okolo 70 km.h<sup>-1</sup>.

Důležitým faktorem, který přispívá ke střetům ptáků s transparentními plochami je ten, že ptactvo má jinou ostrost vidění. U lidí je zaostřování zaměřeno ve směru dopředu, kdežto u ptactva je ostrost vidění hlavně do stran. Ptáci při letu především sledují situaci kolem sebe a pod sebou. Dobrá orientace v prostoru je v tomto případě klíčová. Jedinou výjimkou mezi ptáky jsou sovy, které mají oči namířeny dopředu. Při lovení a zacílení kořisti je tato vlastnost důležitá. Nicméně sovy jsou zřídka obětí srážky s nějakou reflektivní či transparentní plochou. Nejčastěji jsou střety s nějakou plochou postiženy ptačí druhy jako například sýkorka, holub, vlaštovka a další. Viktora (2014), Klem (1990), Mihulka (2013).

Hrubé odhady uvádějí, že na světě každoročně zahyne až 1 miliarda ptactva z důvodu kolize s nebezpečnými stěnami. Nicméně tyto hodnoty jsou dosti zkeslené, jelikož na místo střetu se shlukují predátoři či mrchožrouti kvůli potravě. Nejčastěji ke střetům dochází v období, kdy ptáci migrují, jelikož táhnou do zimovišť. Více jak polovina střetů končí okamžitou smrtí. Zbytek střetů končí většinou poraněním mozku ptačího jedince, či jiné části těla. Tím se stávají snadnou kořistí pro ostatní ptáky a predátory.

Takto zraněné ptáky je třeba dopravit do odchytné stanice, kde se jim dostane řádné péče. Po uzdravení jsou vypuštěni zpátky do volné přírody. Jak ale poznáme ptáka, který přežil střet s nějakou překážkou? Většinou to poznáme tak, že je pták apatický, načepýřený, nebo nemůže vzletět. Viktora (2014), Klem (1990), Mihulka (1990).

#### 3.1 Vlivy nepřírodního osvětlení

Již od počátku 19. století bylo zaznamenáno, že i majáky mají vysoký vliv na migraci ptačích druhů. Přišlo se na to díky tomu, že byla vybudována jedna z prvních ornitologických stanic na ostrově Helgoland. Její činnost však nebyla za účelem záchrany, ale spíše za účelem velkého odchytnu ptáků a jejich pozdějšímu kroužkování. Vliv světla na migrující ptáky jako jednoho z faktorů je prozkoumáván až v poslední době, a to hlavně v souvislosti s migrací ptactva.

---

Je vyzorováno, že mnoho ptáků táhne převážně v noci a velká část z nich se orientuje pomocí hvězd. Bohužel kvůli velkému množství světelných bodů na zemi se ptactvo orientuje hůře a je kvůli tomu dezorientované. Největší komplikace nastává při nepříznivém počasí (mlžném nebo deštivém). Nejkritičtější doba nastává v době o půlnoci, kdy hejna ptáků začínají klesat a hledat si místa k hnízdění či odpočinku. Když takto dezorientovaní ptáci začínají klesat v zastavěných oblastech, mnoho ptáků kvůli nepřírodnému osvětlení naráží do výškových budov, ze kterých vyzařuje světlo. V místech takové koncentrace ptactva byly zjištěny stovky mrtvých ptáků za jedinou noc. Ptáky přirozeně lákají nízko položené osvětlené oblasti a na těchto místech se shlukují. Bývají to okenní parapety, veřejné osvětlení apod. Hollan (2013), Klem (2013), Eisenbeis (2006).



Obrázek č. 7 – Příklad střetu ptáka se sklem. Týden (2014).

### 3.2 Oblasti výskytu ptactva

Ptactvo žilo s lidmi odjakživa, nicméně dříve bylo pro ptáky mnohem snazší si najít přirozené hnízdiště, bylo snazší si najít potravu. Také měli více příležitostí, kde si postavit hnízdo. Bohužel s novodobou úpravou krajiny se počet příležitostí uhnízdit se pro ptactvo snížil. Stále více vytlačujeme původní druhy z jejich přirozeného prostředí.

Rašeliniště a močály postupně mizí, povodí řek, kde ptáci dříve hnízdili, se časem v okolí měst upravila, srovnala a vybetonovala. Z řeky plné zátočin se stalo jedno dlouhé koryto. Vysouší se mokřady, které byly velikou zásobárnou hmyzu, ještěrek, obojživelníků a dalších drobných živočichů. Tím pádem ubývá i vhodných míst, kde se ptáci mohou napít. Dále se vypalují křoviska, kácí staré duté stromy, které mohou být vhodným útočištěm pro mnoho druhů ptactva. Situaci nezlepšuje ani to, že se

---

oproti dřívějším dobám na každém poli pěstovalo něco jiného. Z pestrých a na život bohatých luk se stávají pole.

Navíc na těchto polích se v současnosti pěstuje většinou jeden druh plodiny a to rozhodně nevyhovuje drobným hlodavcům, jako jsou hraboši, zajíci, norníci, rejsci apod. Díky většímu úbytku těchto drobných hlodavců a hmyzu byli ptáci donuceni se postupem času stěhovat do vesnic a měst, kde mají větší šanci na nalezení potravy.

Bohužel tím, že se ptáci začali stěhovat do vesnic a měst, nastává pro ně problém. Číhá tam na ně mnoho nástrah typu elektrické vedení, prosklené budovy, zastávky, bariéry, automobily, vlaky apod.

Místa, kde se ptáci mohou nejvíce vyskytovat, jsou v okolí městských koupališť, krmítek, v městských parcích a bohužel i na náměstích (především holubi), kde jim hrozí mnohá nebezpečí. Ptactvo si ve městech může stavět hnízdo kdekoliv, kde je závětrí, neprší tam a kde mají dostatek prostoru pro vzlet a přistání. Jedním z těchto ukázkových míst v Českých Budějovicích je budova Biskupského gymnázia, kde jsou v podkroví velké počty holubů a dalšího ptactva. Ve městech ale jednotlivě můžeme nalézt hnízdiště ptáků například v rozích stěn paneláků, pod různými přístřešky nad vchody, v korunách stromů v parcích nebo na parapetech budov.

Jedním z mnoha způsobů, jak můžeme ptactvu pomoci, je umístění krmítka na vhodném místě, kam stačí dosypávat zrní a doplňovat vodu, jelikož především v letních měsících je o vodu nouze a v zimě zase hrozí nedostatek potravy. Beneda (2003), Stiles (1980), Doležal (2018).

Nevhodné umístění krmítka na dokrmování ptactva převážně v zimním období může mít velký vliv na jeho úhyn. Během experimentu (provedeného v Pensylvánii) bylo zjištěno, že záleží hlavně na jejich správném umístění. V opačném případě mohou krmítka ptactvu spíše uškodit. Je to proto, že krmítka bývají často umístěna spíše nevhodně a ptačí populace na to doplácí. Díky experimentu, který se touto problematikou zabýval, bylo zjištěno, že pokud bylo krmítko umístěno ve vzdálenosti menší než jeden metr od okna, nedošlo k žádné fatální srážce ptáka s plochou okna. Ale pokud bylo krmítko umístěno dále od okna (5 až 10 metrů), docházelo častěji ke kolizím. Z testovaných vzdáleností 1, 2, 3, 4, 5 a 10 metrů vyšly hodnoty zaznamenané v tabulce č. 3.



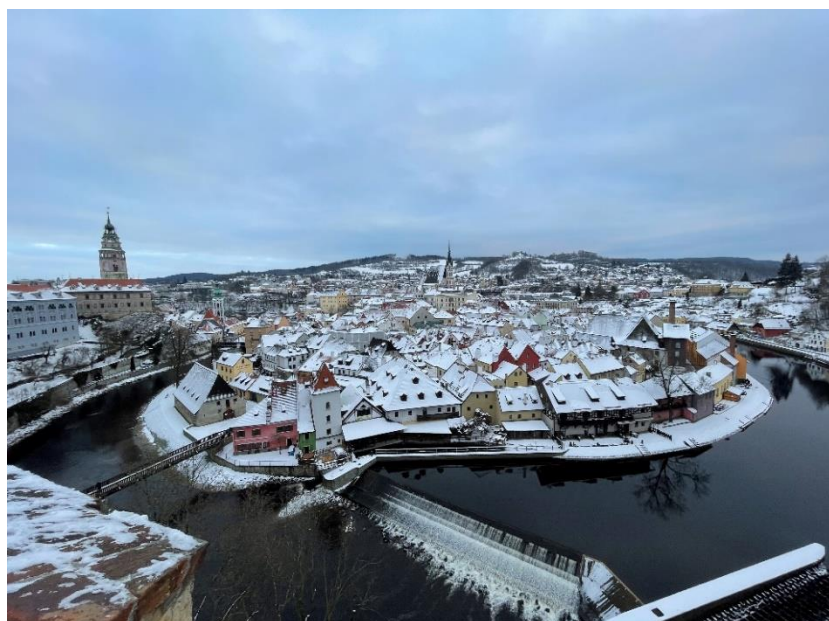
Tabulka č. 3 – Závislost počtu srážek ptáků s okny na vzdálenost krmítek od oken.  
Klem et al. (2004).

Vzdálenost krmítka od okna	1 m	2 m	3 m	4 m	5 m	10 m
Počet zaznamenaných fatálních srážek	25 (0)	46 (1)	91 (9)	60 (11)	29 (17)	51 (35)

Mezi hlavní oblasti výskytu volně žijícího ptactva patří:

- Okraje souvislé zástavby
- Městská zeleň
- Vodní plochy
- Lesní okraje
- Horská sedla a průsmyky

Okrajem souvislé zástavby většinou rozumíme střed města, nebo i okraje měst, kde je mezi budovami dostatečně prostoru, kde je otevřená krajina. Mezi taková místa patří náměstí, průmyslové areály, pole, zahrady, lesy. Všechna tato místa jsou pro ptáky velice atraktivní, jelikož pro ně představují dostatek prostoru a zároveň i vhodné místo pro hledání potravy. Zároveň jde o místa, která jsou pro ptactvo velice nebezpečná z důvodu přítomnosti výškových budov, prosklených kanceláří, elektrických sloupů vysokého napětí, kde bývá navíc vysoká frekvence městské dopravy a mnoho nepřírodních bariér pro ptactvo. Viktora (2014), Graham (2011), Doležal (2018).



Obrázek č. 8 – Ukázka souvislé zástavby.

---

Dalšími oblastmi s vysokou koncentrací volně žijícího ptactva bývají místa s městskou zelení, jako jsou například městské parky, zahrady, zahrádkářské kolonie, chatové oblasti o rozloze větší než 1 ha. Ty bývají velice atraktivní pro migrující ptáky, kteří se vyhýbají bohatě zastavěným centrům města. Bohužel skleněné plochy mohou být veliké nebezpečí pro takové množství ptactva. Zároveň jde ale o místa s mnoha stromy, tudíž zde mají spoustu příležitostí ke stavbě hnízd, mají snadný přístup k potravě a k vylíhnutí mladých. Viktora (2014), Graham (2011), Doležal (2018).



Obrázek č. 9 – Městská zeleň.

---

V okolí vodních ploch jako jsou například povodí řek, rybníky, jezera, potoky, tůňky, močály a mnoho dalších je obrovský pohyb ptactva, jelikož toto právě zmíněné prostředí je velice vhodné pro lov ryb, hmyzu, obojživelníků a mnoho dalších živočichů, kteří žijí právě na těchto plochách, nebo v prostoru těchto vodních ploch. Navíc jde o specifické prostředí, kde je opravdu spousta prostoru pro manévrovatelnost a pohyb ptactva. Viktora (2014), Graham (2011), Macháček (2007).



Obrázek č. 10 – Vodní hladina.

Lesní okraje jsou velice důležitá místa pro výskyt ptactva. Vyskytuje se mezi prostředím lesa a prostředím louky, pastvin, či polí. Toto prostředí má právě tu potřebnou výhodu, že poskytuje dostatek míst pro stavbu hnízd a úkrytů v korunách tamních stromů a zároveň poskytuje dostatek potřebného prostoru pro lov potravy pro právě narozená mláďata a jejich dospívání. Na druhou stranu tu hrozí velké riziko střetu ptactva s dráty vysokého napětí, jelikož tyto dráty vedou často podél lesů a polí. Viktora (2014), Graham (2011), Stiles (1980).





Obrázek č. 11 – Okraj lesa.

Horská sedla a průsmyky jsou místy velké migrace ptactva. Když ptáci migrují na jih za teplem, nebo naopak v létě zpátky na sever, musejí velice často letět přes vysoké kopce horských vrcholů, jako jsou například Alpy. Musejí se ale vyhýbat vysokým vrcholům a létají přes horská sedla a průsmyky, kde letí v nižší nadmořské výšce. Pohyb těchto ptáků je sezonní záležitost. Nejvíce migrují na jaře a na podzim. Pokud se v úbočí nějaké hory, nebo kopce nachází město, kde mají dráty vysokého napětí, prosklené plochy, jejich úmrtnost se může v těchto ročních obdobích zvýšit. Viktora (2014), Hahn et al. (2014), Graham (2011).



Obrázek č. 12 – Horské sedlo Velká Fatra.

Těchto pět specifických prostředí představují oblasti s nejčastějším výskytem ptactva. Největší riziko hrozí pro ptactvo ve městech a okrajích souvislé zástavby. Pohybují se totiž velice často mezi budovami s mnoha prosklenými plochami a je tu největší riziko střetu ptactva se skleněnou plochou. Navíc je v tomto prostředí taky největší provoz dopravy. V pořadí jako druhé nebezpečné prostředí je městská zeleň, kde ptactvo často hnízdí a bývá to nezřídka i v oblasti příměstských zahrádkářských kolonií, kde se nachází veliké množství skleníků, které mohou být pro nízko letícího ptáka často nebezpečné. Méně nebezpečné mohou být horské oblasti a průsmyky. Zde vzniká riziko pouze v době migrace (jaro a podzim) a to v případě, že se v horách, přes které letí nachází nějaká vesnice. Nejméně nebezpečné prostředí jsou lesní okraje a vodní plochy, kde je střet se sklem snížen na minimum. Viktora (2014), Hahn et al. (2014), Graham, (2011).

---

## 4 Technická řešení zabráňující střetu ptactva

Střet ptactva s transparentními či reflektivními plochami je vážný problém, Touto problematikou se zabývá Martin Rössler, jenž v roce 2003 v Rakousku sestrojil první verzi zkušebního tunelu, jež sloužil k testování různých druhů řešení zabráňujících střetu ptactva s reflektivními či transparentními plochami. Konkrétně proti střetu s volně stojícími protihlukovými stěnami. Tato metoda žádným způsobem volně žijícím ptákům neublíží, je šetrná a je to jedna z nejlepších metod, jak vyzkoušet reakce ptactva v krizové situaci. Sheppard (2019), Klem (2009), Klem (2013).

Tunel byl sestrojen na otočném podstavci, který se otáčí přesně podle slunce. Aby takzvaný výlet z tunelu byl vždy v opačném směru, než se nachází slunce. Pták je tedy vypuštěn do tmavého tunelu, kde jsou na konci připraveny dvě skleněné výplně, kdy je jedna ošetřena a druhá nikoliv. Pták má tudíž na vybranou, do které výplně vletí. Zda do čirého skla, nebo do skla ošetřenými pruhy, nebo jiným opatřením proti střetu. Pták nakonec nikdy do skla nenarazí, neboť před sklem je natažena síť, která letící ptáky zachytí, aby jim nebylo jakkoliv ublíženo. Síť navíc musí být vyrobena z velmi jemného materiálu, aby nebyla ptáky spatřena. Sheppard (2019), Klem (2009), Klem (2013).




Během testování se počítá takzvaný faktor ohrožení (TF). Faktor ohrožení je založen na principu, kdy se tunelem vypustí jednotlivě alespoň 80 ptáků a zaznamenává se, zda letí směrem ke kontrolnímu (srovnávacímu) vzorku, nebo zpět k místu, kde byli vypuštěni. Když by čistě teoreticky 80 ptáků letělo tunelem, 60 ptáků by letělo zpět k ovládací straně a 20 ptáků by letělo směrem k testovací výplni (20/80) byla by účinnost 25 %.  $TF = 25$  (měřítko schopnosti ptáků vidět a vyhnout se překážce).

Je třeba si uvědomit, že faktory ohrožení nejsou to samé jako procentuální redukce kolizí, kterou očekáváme při instalaci skla na budovu. Je veliký rozdíl, kde se sklo nachází, na které straně budovy je, jaká je denní doba. Faktory ohrožení TF je jakýsi ukazatel průměrné reakce ptáků za co nejběžnější situace během proletu skrz tmavý tunel. Sheppard (2019), Klem (2009), Klem (2013).


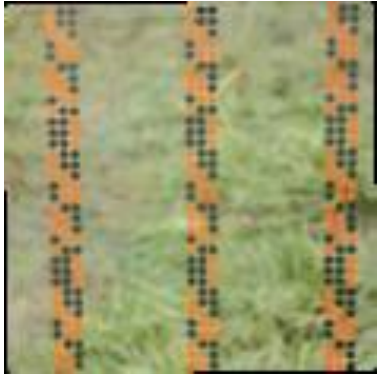


Výzkumy tvrdí, že materiály, které jsou přátelské k ptákům, by měl mít faktor ohrožení menší než 30, což odpovídá snížení kolize nejméně o 50 %. Čím nižší TF je, tím větší efektivitu bude testovací vzor mít při redukcii kolizí. Sheppard (2019), Klem (2009), Klem (2013).

## 4.1 Představení v zahraničí používaných povrchových úprav skleněných ploch




Tabulka č. 4 – představení povrchových úprav skleněných ploch v zahraničí. Rössler a Doppler (2014).

<b>Sítotiskové sklo Eckelt 4Bird a Eckelt Litex</b>	
	<b>Eckelt 4Bird V3066</b> Vertikální černo-oranžové řady teček pokrytí 9 %, průměr tečky 8 mm, rozteč mezi pruhy teček 100 mm.
	<b>Eckelt Litex 540,</b> Diagonální mřížka s černými tečkami pokrytí 27 %, průměr tečky 7,5 mm.
	<b>Eckelt 4Bird V3048</b> Svislé oranžové pruhy pokrytí 7,4 %, šířka pruhu 6 mm, rozteč mezi pruhy 84 mm.









	<p><b>Eckelt 4Bird V3067</b></p> <p>Svislé řady černých teček pokrytí 9 %, průměr tečky 8 mm, rozteč mezi řadami teček 100 mm.</p>
	<p><b>Eckelt 4Bird V3064</b></p> <p>Vertikální černo-oranžové řady teček, tři řady pokrytí 12 %, průměr teček 8 mm, rozteč mezi řádky teček 100 mm.</p>
	<p><b>Eckelt Litex 507A</b></p> <p>Bílé svislé pruhy pokrytí 50 %, šířka pruhů 13 mm, rozteč mezi pruhy 13 mm.</p>
	<p><b>Eckelt 4Bird V3063</b></p> <p>Vertikální černo-oranžové pruhy poměr krytí 7,5 %, rozteč mezi pruhy 87,5 mm.</p>






<b>Svislé pruhy, šířka 20 mm, rozteč mezi pruhy 150 mm, na plaveném skle</b>	
	<p><b>Bílá lepicí páska (Tesa)</b>  Pokrytí 11,8 %, svislé pruhy, šířka pruhů 20 mm, rozteč mezi pruhy 150 mm.</p>
<b>Svislé pruhy, šířka 20 mm, rozteč mezi pruhy 100 mm, na plaveném skle</b>	
	<p><b>Přerušovaná bílá oboustranná fólie</b>  Pokrytí cca 5,3 % z každé strany, fólie Orajet 3621, čáry horizontálně přerušované, tloušťka 2,5 mm, rozteč 5 mm.</p> <p><b>Přerušovaná bílá jednostranná fólie</b>  Pokrytí cca 5,3 % pouze na přístupové straně, fólie Orajet 3621, čáry horizontálně přerušované, tloušťka 2,5 mm, rozteč 5 mm.</p>
	<p><b>Bílá lepicí páska (Tesa)</b>  Pokrytí 16,7 %, svislé pruhy, šířka 20 mm, rozteč mezi pruhy 100 mm.</p>




	<p><b>Černé a bílé dvojité pruhy</b>  Pokrytí 16,7 %, lepicí páska Tesa, střídání pruhů 10 mm černá a 10 mm bílá, rozteč 100 mm.</p>
	<p><b>Skleněný dekor</b>  Pokrytí 16,7 %, lepicí fólie ORACAL, ošetřené sklo Cal 8510, matné, průsvitné.</p>
<p><b>Vodorovné pruhy, šířka pruhů 2 mm, rozteč mezi pruhy 28 mm.</b>  <b>Vodorovné pruhy, šířka pruhů 3 mm, rozteč mezi pruhy až 47 mm.</b></p>	
	<p><b>Černé vlákno z plexiskla ® Soundstop</b>  pokrytí 6,7 %, 2 mm široké polyamidové nitě z plexiskla, rozteč 28 mm</p> <p><b>Černé lepicí pásky na plaveném skle</b>  pokrytí 6,7 %, šířka 2 mm, rozteč mezi pruhy 28 mm</p> <p><b>Fólie s vertikálními pruhy na plexiskle</b>  pokrytí 6,7 %, šířka 2 mm, rozteč mezi pruhy 28 mm</p>




	<p><b>Černý tisk na polykarbonát Macrolon® Silent Sound</b>  Šířka pruhů 3 mm, rozteč mezi pruhy 27 mm.</p>
	<p><b>Černý tisk na polykarbonát Macrolon® Silent Sound</b>  Šířka pruhů 3 mm, rozteč mezi pruhy 47 mm.</p>
<p><b>Svislé pruhy, šířka pruhů 2 mm, rozteč mezi pruhy 28 mm</b></p>	
	<p><b>Fólie se svislými pruhy na plexiskle</b>  Pokrytí 6,7 %, šířka pruhů 2 mm, rozteč mezi pruhy 28 mm.</p>




<b>Vodorovné pruhy, šířka pruhů 20 mm, rozteč mezi pruhy 100 mm, na plaveném skle</b>	
	<p><b>Bílá lepicí páska (Tesa)</b></p> <p>Pokrytí 16,7 %, vodorovné pruhy, šířka pruhů 20 mm, rozteč mezi pruhy 100 mm.</p>
<b>Svislé pruhy, šířka pruhů 5 mm, rozteč mezi pruhy 100 mm, na plaveném skle</b>	
	<p><b>Oranžová barva ve spreji</b></p> <p>Pokrytí 4,8 %, Duplicolor Platinum RAL 2009 dopravní oranžová, nanесeny tři vrstvy.</p>
	<p><b>Červená barva ve spreji</b></p> <p>Pokrytí 4,8 %, Duplicolor Platinum RAL 3020 dopravní červená, nanесeny tři vrstvy.</p>

	<p><b>Modrá lepicí páska (Avery)</b> Pokrytí 4,8 %, páska Avery 741 lesklá, šířka pruhů 5 mm, rozteč mezi pruhy 100 mm.</p> <p><b>Modrá barva ve spreji</b> Pokrytí 4,8 %, Dupli Color Platinum – modrá, naneseny tři vrstvy.</p>
	<p><b>Zelená lepicí páska (Tesa)</b> Pokrytí 4,8 %, šířka pruhů 5 mm, rozteč mezi pruhy 100 mm.</p> <p><b>Zelená barva ve spreji</b> Pokrytí 4,8 %, Dupli Color Platinum – zelená, naneseny tři vrstvy.</p>
	<p><b>Žlutá barva ve spreji</b> Pokrytí 4,8 %, Dupli Color Platinum – žlutá, naneseny tři vrstvy.</p> <p><b>Žlutá lepicí páska matná (Avery 500)</b> Pokrytí 4,8 %, šířka pruhů 5 mm, rozteč mezi pruhy 100 mm.</p> <p><b>Lesklá lepicí žlutá páska (Avery 526)</b> Pokrytí 4,8 %, šířka pruhů 5 mm, rozteč mezi pruhy 100 mm.</p>



	<p><b>Bílá lepicí páska (Tesa)</b>  Pokrytí 4,8 %, šířka pruhů 5 mm, rozteč mezi pruhy 100 mm.</p>
	<p><b>Černá lepicí páska (Tesa)</b>  Pokrytí 4,8 %, šířka pruhů 5 mm, rozteč mezi pruhy 100 mm.</p>
<p><b>Svislé pruhy, šířka pruhů 5 mm, rozteč mezi pruhy 95 mm, na polykarbonátu</b></p>	
	<p><b>Černý tisk na Polykarbonát</b>  Pokrytí 5,0 %, Macrolon® Silent Sound.</p>
<p><b>Další testované designy</b></p>	

	<p><b>Skleněný dekor 25</b></p> <p>Pokrytí 25 %, na plaveném skle, lepicí fólie ORACAL, lepená na sklo Cal8510, matné, průsvitné 15-40 mm široké nepravidelné pruhy.</p>
	<p><b>Skleněný dekor 50</b></p> <p>Pokrytí 50 %, na plaveném skle, lepicí fólie ORACAL, lepená na sklo Cal8510, matné, průsvitné 10-80 mm široké nepravidelné pruhy.</p>
	<p><b>Mřížka bílých teček</b></p> <p>Pokrytí 6,3 %, na plaveném skle, průměr tečky 18 mm, rozteč mezi středy teček 82 mm.</p>
	<p><b>Modré čáry</b></p> <p>Pokrytí přibližně 25 %, plastový materiál mezi dvěma tabulemi plaveného skla, tloušťka čáry 1–2 mm, rozteč mezi čárami 2–3 mm.</p>

	<p><b>Plexisklo Soundstop® Smoky Brown</b>  Pokrytí 100 %, tloušťka skla 15 mm, tmavě tónované.</p>
	<p><b>Ornilux Mikado</b>  Pokrytí neuvedeno, izolační sklo s vnitřní vrstvou, která podle výrobce odráží a absorbuje UV záření.</p>
	<p><b>Birdpen®</b>  Pokrytí neuvedeno, pomocí fixy se na sklo nanášejí látky, které podle výrobce vytvářejí kontrasty v UV rozsahu.</p>



Tabulka č. 5 – Procentuální účinnost jednotlivých skel. Rössler a Doppler (2014).

<b>Kategorie</b>	<b>Povrchová úprava</b>	<b>Střety v test. tunelu [%]</b>
<b>A</b>	Eckelt 4Bird V3066	<i>2,4</i>
	Eckelt Litex 540	<i>2,5</i>
	Černý tisk na Polykarbonát – svislé pruhy (šířka 5 mm, rozteč 95 mm)	<i>3,1</i>
	Eckelt 4Bird V3048	<i>3,9</i>
	Černý tisk na polykarbonát Macrolon® Silent Sound – rozteč 27 mm	<i>4,3</i>
	Eckelt 4Bird V3067	<i>5,2</i>
	Černý tisk na polykarbonát Macrolon® Silent Sound – rozteč 47 mm	<i>5,3</i>
	Eckelt 4Bird V3064	<i>5,6</i>
	Oranžová barva ve spreji – svislé pruhy (šířka 5 mm, rozteč 100 mm)	<i>5,8</i>
	Skleněný dekor 25	<i>5,9</i>
	Skleněný dekor 50	<i>6,2</i>
	Černé vlákno z plexiskla ® Soundstop	<i>7,1</i>
	Eckelt Litex 507A	<i>9,1</i>
	Červená barva ve spreji – svislé pruhy (šířka 5 mm, rozteč 100 mm)	<i>9,4</i>
Přerušovaná bílá oboustranná fólie – svislé pruhy	<i>9,9</i>	
<b>B</b>	Eckelt 4Bird V3063	<i>10,1</i>
	Černé lepicí pásky na plaveném skle – vodorovné pruhy	<i>10,7</i>
	Modrá lepicí páska (Avery) – svislé pruhy (šířka 5 mm, rozteč 100 mm)	<i>11,1</i>
	Fólie s vertikálními pruhy na plexiskle – šířka 2 mm, rozteč 28 mm	<i>11,5</i>
	Zelená lepicí páska (Tesa) – svislé pruhy (šířka 5 mm, rozteč 100 mm)	<i>11,9</i>

	Žlutá barva ve spreji – svislé pruhy (šířka 5 mm, rozteč 100 mm)	<b>12,5</b>
	Bílá lepicí páska (Tesa) – vertikální pruhy (šířka 20 mm, rozteč 100 mm)	<b>12,8</b>
	Černá lepicí páska (Tesa) – svislé pruhy (šířka 5 mm, rozteč 100 mm)	<b>12,9</b>
	Matná žlutá páska (Avery) – svislé pruhy (šířka 5 mm, rozteč 100 mm)	<b>13,3</b>
	Modrá barva ve spreji – svislé pruhy (šířka 5 mm, rozteč 100 mm)	<b>13,9</b>
	Bílá lepicí páska (Tesa) – svislé pruhy (šířka 5 mm, rozteč 100 mm)	<b>14,8</b>
	Mřížka bílých teček	<b>14,8</b>
	Černé a bílé dvojité pruhy – svislé pruhy (šířka 20 mm, rozteč 100 mm)	<b>15,1</b>
	Přerušovaná bílá jednostranná fólie – vertikální pruhy	<b>15,9</b>
	Bílá lepicí páska (Tesa) – svislé pruhy (šířka 20 mm, rozteč 150 mm)	<b>18,3</b>
	Lesklá žlutá páska (Avery) – svislé pruhy (šířka 5 mm, rozteč 100 mm)	<b>21,4</b>
	Modré čáry	<b>21,5</b>
<b>C</b>	Skleněný dekor – lepicí fólie ORACAL	<b>21,8</b>
	Bílá lepicí páska (Tesa) – vodorovné pruhy, šířka 20 mm, rozteč 100 mm	<b>22,1</b>
	Zelená barva ve spreji – svislé pruhy (šířka 5 mm, rozteč 100 mm)	<b>24,1</b>
	Fólie se svislými pruhy na plexiskle – šířka 3 mm, rozteč 28 mm	<b>25,0</b>
	Plexisklo Soundstop® Smoky Brown	<b>35,3</b>
	Ornilux Mikado	<b>37,2</b>
<b>D</b>	Birdpen®	<b>54,3</b>

Tabulka č. 6 – Hodnocení dle účinnosti. Rössler a Doppler (2014).

Kategorie	Sřety v testovacím tunelu [%]	Hodnocení účinnosti
<b>A</b>	<10	Vysoce efektivní
<b>B</b>	10–19,9	Vhodné při určitých podmínkách
<b>C</b>	20–45	Není příliš vhodné
<b>D</b>	>45	Neúčinné

## 4.2 Siluety

Jeden z mnoha způsobů, jak zabránit střetu ptactva jsou siluety na transparentních i reflektivních sklech. Jde ve své podstatě o tmavé, nebo i barevné nálepky, které jsou rozmístěné po skleněné ploše a ptáci díky tomu vidí tuto nebezpečnou překážku. Jde hlavně o to, vytvořit účinné, levné a šetrné řešení k životnímu prostředí. Sheppard (2019), Hager et al. (2013), Burkhardt (1992).



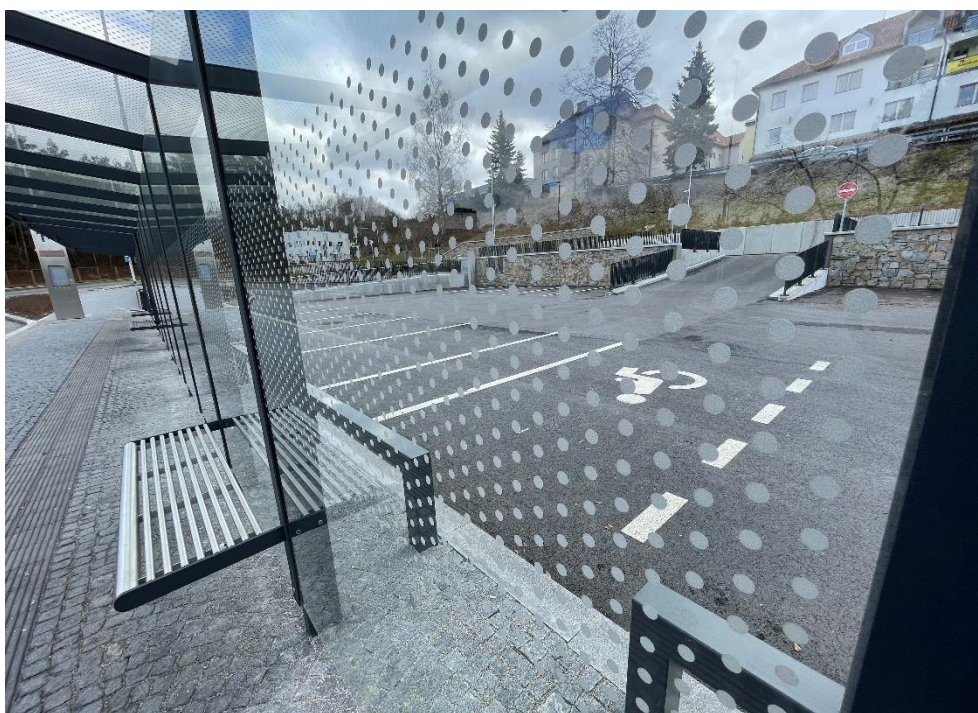
Obrázek č. 13 – Ukázka nedostatečného polepu siluet ptáků na autobusové zastávce.

Co se týče protihlukových stěn (PHS), v dnešní době se můžeme setkat s místy, kde na ploše 6 m<sup>2</sup>, nebo i větší nalezneme jednu černou siluetu. Někdy ani to ne. Ideální situace by byla, kdyby na protihlukové stěně byly polepy buď obrysy ptáků vzdálené od sebe nejvíce 100 mm, nebo vertikálně umístěných pásků (o šíři minimálně 20 mm) a vzdálené od sebe max. 100 mm. V případě horizontálního polepu max

---

50 mm). Nejideálnější je ovšem opatřovat výplně netransparentními výplněmi bez reflektivní povrchové úpravy. Sheppard (2019), Hager et al. (2013), Sheldon.

Jak můžeme vidět na obrázku výše, polepy na sklech zastávky rozhodně nejsou dostačující. Na většině sklech o rozměrech 130x130 cm se nachází pouze jedna nálepka obrysu ptáka. Toto řešení je bohužel neefektivní. Dle výzkumů by bylo mnohem více efektivní, kdyby na zastávce byly menší polepy v maximální vzdálenosti 10 cm od sebe a ideálně v různých barevných variantách. Vlašín, Lorenz (1937), Tinbergen (1948), Hager et al. (2013).



Obrázek č. 14 – Ukázka vhodného polepu autobusové zastávky.

### 4.3 UV folie

Ptactvo na rozdíl od člověka je schopno zaznamenat odraz v UV části optického spektra. Za pomoci této vlastnosti je schopno rozeznat v mnoha případech například svá vejce od cizích, lepší výběr partnera, jelikož čím víc je partner obarven UV barvami, tím je větší šance, že si ho samička vybere. Sheldon, Hager et al. (2013), Burkhardt (1989).

Jedním z mnoha druhů řešení, jak zabránit střetům ptactva je to, že se skleněné plochy polepí speciálním typem folie, která odráží paprsky UV části optického spektra, které se mohou dostat do interiéru budovy. Burkhardt (1989), Viktora (2014), Hager et al. (2013).



---

Tyto UV folie se používají hlavně z toho důvodu, že ptactvo je schopno vidět UV záření, tudíž tyto folie vidí jako velkou čtvercovou překážku, čímž se jim lépe daří se vyhnout skleněné ploše. Viktora (2014), Hager et al. (2013), Burkhardt (1989).



Obrázek č. 15 – Použití UV fólie na skleněné ploše.

#### **4.4 Pruhy na sklech**

Další možností, jak vyřešit střet ptactva s transparentními a reflektivními plochami je polep různých typů pruhů. Tyto typy pruhů se testovaly ve zkušebních tunelech, kde na konci tunelu byla umístěna skleněná výplň a podle reakce ptáka se usuzovalo, jak moc je typ pruhů ve výplni účinný. Rössler, Viktora (2014), Burkhardt (1992).



Obrázek č. 16 – Příklad užití pruhů na skle u rodinného domu.

#### **4.5 Představení principů, na nichž fungují technická řešení**

Principy, na kterých fungují technická řešení jsou založeny na tom, že je třeba zrcadlící (reflektivní) plochy, nebo propustné (transparentní) plochy upravit, aby ideálně skrz ně nebylo vidět z ptačího pohledu. Jak už bylo řečeno výše, způsobů, jak zabránit střetům je několik. Co se interiérové úpravy budov týče, stačilo by, aby světlo, které vychází z prosklených budov bylo více směřováno na pracoviště, a ne do okolí budovy. Taky je velice nápomocné využití okenních žaluzií, které zamezí propouštění světla skrz okenní výplň. Mezi další způsoby spadá i využití závěsů a rolet.

Co se týče exteriéru budov, způsobů je několik. Například využití venkovních rolet, které pomáhají regulovat teplotu v interiéru budovy, a navíc pro ptactvo to je jasná překážka, která nedovolí odrazu světla od plochy skla. Další řešení je (jak už je zmiňováno výše) využití UV fólií, nebo UV obrysů ptáků, či nálepky jiného tvaru, které ptáci jasně a zřetelně vidí, jelikož jsou schopni vidět UV záření. Viktora (2014), Rössler (2007), Burkhardt (1992).

---

## 4.6 Příklady jejich využití

Příklady, kde můžeme využít technická řešení je mnoho. První příklad je využití technických řešení u skleněných zvukových bariér v okolí silnic, dálnic a železnic, které tvoří velkou plochu, do které ptactvo může narazit. Tyto plochy se proto polepují UV nálepkami, nebo svislými, či vodorovnými pruhy, které zamezují střetu. Viktora, (2014), Rössler (2019), Rössler (2007).

Druhý příklad je využití technických řešení, které mají tu výhodu, že se o to může postarat každý sám. Okna bytu, či baráku můžeme zabezpečit UV folií, nebo UV siluetami přes den. Přes noc tím můžeme pomoci tím, že nebudeme zbytečně svítit v místnosti, kde se momentálně nenacházíme, nebo budeme mít zatažené okno žaluziemi, záclonami, či roletami. Popřípadě se dá využít lidová tvořivost a polepit okna všelijakými pestrými vzory nejdále 10 cm od sebe. Rössler (2007), Viktora (2014), Rössler (2019).



Obrázek č. 17 – Příklad užití vertikálních pruhů na skle u protihlukových stěn. Česká společnost ornitologická (2020).

## 4.7 Zhodnocení výhod a nevýhod

Hlavní výhody technických řešení zabraňující střetu ptactva je především to, že tím ochraňujeme mnoho ptačích druhů, jelikož ptactvo je velice potřebné v potravním řetězci. Další výhodou je ta, že kupříkladu siluetami můžeme zpříjemnit autobusové zastávky a okolí silnic, kde jsou protihlukové stěny. Co se týče lepení siluet, či pruhů, tak jde o velice laciné a dostupné řešení. A navíc tím, že pomáháme těmito řešeními ochraňovat ptactvo, tak tím kolikrát ochraňujeme i vlastní majetek, jelikož se mnoho

---

krát stalo, že sklo po nárazu ptáka popraskalo. Pokud chceme dosáhnout pozitivního efektu, lze toho docílit již při výběhu interiéru, kdy ovládání osvětlení chodeb a místností by mělo být ovládáno časovými spínači a osvětlení pracovního místa nejlépe směřovat k místu pracovitě, než aby šlo velké množství světla ven z budovy. Viktora (2014), Rössler (2007), Rössler (2019).

Jedna z mnoha nevýhod, kterou mají technická řešení jsou ta, že ne všude se mohou umístit. Mají kupříkladu velký vliv na estetičnost skleněných budov, dále je problém s jejich životností, jelikož UV folie mají nižší životnost. Dále se sníží transparentnost budov. Co se týče prosklených skleníků, protihlukových stěn, nebo oken na rodinných, či bytových domech, tak tam jsme téměř bez omezení, ale kupříkladu u takových výškových domů, které mají veliké procento reflektivní plochy, tak tam jsme omezení termoregulací budovy, aby díky velké odrazivosti od plochy skel dobře odvracela teplo, které zbytečně ohřívá interiér budovy. V tomto případě je třeba nalézt řešení jako jsou venkovní otočné lamely, či žaluzie, dekorativní lišty apod. Viktora, (2014), Rössler (2007), Rössler (2019).



---

## Závěr

Úmrtnost ptactva na transparentních a reflektivních plochách je sice velká, ale není zas až tak velká, aby to mělo nějaký enormní vliv na existenci ptactva. Dle výzkumů, pokusů a uveřejněných dat můžeme vyvodit, že největší nebezpečí hrozí migrujícím ptákům. Nejhorší situace je právě v místech, kde jsou výškové budovy s prosklenými stěnami. Jeden z velice důležitých vlivů na střet ptactva bývá také roční období. Nejnebezpečnější období bývá právě podzim, kdy migruje největší počet ptactva na jih. Nárazovost ptactva do skleněných ploch má na svědomí asi 20 % z celkové populace ptactva, přitom je taková úmrtnost zbytečná. Dnes již existují dostupná řešení, jak se takovými srážkám vyhnout. Při navrhování nových budov je otázka, zda není lepší se skleněným výplním úplně vyhnout, nebo použít taková, která nebudou nebezpečná. Tato skla jsou například gravírovaná, nebo zbarvená. U již stojících budov je otázka, zda není vhodné použít UV samolepky (proužky, obrysy), která dostatečně odráží UV paprsky. Nicméně jejich hustota musí být dostatečná (alespoň 10 x 15 centimetrů). Bohužel v našem okolí vidíme nejčastěji skleněné plochy bez polepu, nebo s velice omezeným polepem (jedna silueta na velké tabuli skla) a taková ochrana je naprosto nedostatečná. Co se krizových lokalit týče, ke kterým patří i krmítka, tak je třeba, aby krmítko bylo umístěno alespoň 0,3 metrů od skleněné plochy budovy. Pokud bude krmítko více vzdálené od budovy, ptáci mohou v takové vzdálenosti létat vyšší rychlostí a tím se zvýší i četnost srážek.

---

## Seznam použité literatury

- BENEDA, S., Trnka, R. & Makoň, K., 2003. *Ptáci ve městě*. Západočeská pobočka České společnosti ornitologické při Západočeském muzeu v Plzni.
- BENNETT, A.T.D. et al., 1996. *Ultrafialové vidění a volba partnera v zebrových pěnkavách*. Nature.com. Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/380433a0>. 380(6573), 433–435.
- BRABEC, P. & Bartůněk, F., 2012. Dostupné z: <http://www.fyzika007.cz/optika/odraz-a-lom-svetla>
- BURKHARDT, D. & E. Maier (1989): *The spectral sensitivity of a passerine bird is highest in the UV*. Naturwissenschaften 76: 82–83.
- ČESKÁ společnost ornitologická: Ptáci a skla. *Birdlife*, pp.1-1. Dostupné z: <https://www.birdlife.cz/co-delame/vyzkum-a-ochrana-ptaku/ochrana-druhu/konflikty-ptak-clovek/ptaci-a-skla/>
- DARTNALL, H. J. A., Bowmaker, J. K. a Mollon, J. D. 1983: *Human visual pigments: Microspectrophotometric results from the eyes of seven persons*. Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences 220: 115-130
- DOLEŽAL, R., 2018. *Klub 300.cz*. Dostupné z: <https://www.klub300.cz/seznampta-kucr-92>
- EISENBEIS, G. 2006. *Artificial night lighting and insects: Attraction of insects to streetlamps in a rural setting in Germany*. In Ecological Consequences of Artificial Night Lighting, edited by C. Rich and T. Longcore, pp. 281–304. Washington, D.C.: Island Press.
- FITZGERALD, Barry. (2018). *Using Hawkeye from the Avengers to communicate on the eye*. Advances in Physiology Education. 42. 90-98. 10.1152/advan.00161.2017.
- GOLDSMITH, T., 1990. *Optimalizace, omezení a historie ve vývoji očí*. Jstor.org. Dostupné z: <http://www.jstor.org/stable/2832368>.
- GRAHAM, M., 2011. *Understanding bird collisions with man-made objects: a sensory ecology approach*. In pp. 239-254. Dostupné z: <https://online-library.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1474-919X.2011.01117.x>
- HAGER SB, Cosentino BJ, McKay KJ, Monson C, Zuurdeeg W, Blevins B (2013) *Window Area and Development Drive Spatial Variation in Bird-Window Collisions in an Urban Landscape*. PLoS ONE 8(1): e53371. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0053371>

- 
- HAHN, S., Amrhein, V., Zehtindijev, P., & Liechti, F. (2013). *Strong migratory connectivity and seasonally shifting isotopic niches in geographically separated populations of a long-distance migrating songbird*. *Oecologia*,
- HART, N. S., Partridge, J. C. a Cuthill, I. C. 1998: *Visual pigments, oil droplets and cone photoreceptor distribution in the European Starling (Sturnus vulgaris)*. *Journal of Experimental Biology* 201: 1433–1446
- HART, N. S., Partridge, J. C. a Cuthill, I. C. 1999: *Visual pigments, cone oil droplets, ocular media and predicted spectral sensitivity in the Domestic Turkey (Meleagris gallopavo)*. *Vision Research* 39: 3321–3328
- HAVLÍČEK, J., 2011. *Ptačí zrak a ptačí oči*. Dostupné z: <https://jokcso.webnode.cz/news/ptaci-zrak-a-ptaci-oci/>
- HILL, G. E. a McGraw, K. J. 2006: *Bird coloration*. Vol. 1. Harvard University Press., Cambridge
- HOLLAN, J., 2013. *Mapování světelného znečištění a negativní vlivy osvětlování umělým světlem na živou přírodu na území České republiky – Závěrečná zpráva projektu v rámci programu výzkumu a vývoje*. Available at: [http://amper.ped.muni.cz/noc/old/zprava\\_noc.pdf](http://amper.ped.muni.cz/noc/old/zprava_noc.pdf)
- KACHLÍK, D., 2014. Anatomický ústav 3. lékařské fakulty: *Anatomia clavis et clavus medicinae*. Dostupné z: <http://anatomie.lf3.cuni.cz/prezentace.htm>
- KLEM Daniel, Jr. “*Collisions between Birds and Windows: Mortality and Prevention (Colisiones De Pájaros Con Ventanas: Mortalidad y Prevención)*.” *Journal of Field Ornithology*, vol. 61, no. 1, 1990, pp. 120–128. *JSTOR*, [www.jstor.org/stable/4513512](http://www.jstor.org/stable/4513512).
- KLEM, Daniel, Jr. (2009) *Preventing bird-window collisions*; *WILSON JOURNAL OF ORNITHOLOGY*; Volume121; Issue2; p314-321
- KLEM, Daniel, Jr.; SAENGER, Peter G. (2013) *Evaluating the Effectiveness of Select Visual Signals to Prevent Bird-window Collisions*; *WILSON JOURNAL OF ORNITHOLOGY*; Volume125; Issue2; p406-411
- L.G., 2015. *Labguide průvodce laboratoří: Elektromagnetické spektrum*. [Www.labguide.cz](http://www.labguide.cz). Dostupné z: <https://labguide.cz/fluorochromy/elektromagneticke-spektrum/>
- LORENZ K 1937. *The Companion in the Bird's World*. *The Auk* 54:245–273
-

- 
- LOSS, Scott R.; WIL, Tom; LOSS, Sara S.; MARRA, Peter P.; (2014) *Bird-building collisions in the United States: Estimates of annual mortality and species vulnerability*; CONDOR; Volume 116; Issue 1; p8-23;
- MACHÁČEK, P. 2007: *Vliv letnění Nesytu v roce 2007 na jarní průtah ptáků*, RegioM. Sborník Regionálního muzea v Mikulově, s. 4–12.
- MARTIN, Graham. (2007). *Visual fields and their function in birds*. Journal of Ornithology. 148. 547-562. 10.1007/s10336-007-0213-6.
- MARTIN, G.R. *Visual fields in woodcocks Scolopax rusticola* (Scolopacidae; Charadriiformes). *Journal of Comparative Physiology A* [online]. 1994, 174(6). ISSN 0340-7594. Dostupné z: doi:10.1007/BF00192728
- MIHULKA, S., 2013. Dostupné z: <https://www.osel.cz/6847-prirodni-vyber-vlastovek-na-silnicich-jede-na-plny-plyn.html>
- MOORE, B.A. et al., 2015. *Vision in avian emberizid foragers: maximizing both binocular vision and fronto-lateral visual acuity*. Journal of Experimental Biology, 218(9), pp.1347-1358. Dostupné z: <http://jeb.biologists.org/cgi/doi/10.1242/jeb.108613>
- NAŠI ptáci: *Ptačí oblast ČR*. Dostupné z: <https://www.nasiptaci.info/ptaci-rady/ptaci-oblasti-opatreni/>
- RITCHISON, G., BIO 554/754 Ornithology: Nervový systém: mozek a zvláštní smysly II. Available at: <http://people.eku.edu/ritchisong/birdbrain2.html>
- RÖSSLER, M., Doppler, W. (2014). *Vogelanprall an Glasflächen: Geprüfte Muster*. Wiener Umweltschutzgesellschaft.
- RÖSSLER, M., Laube, W. & Weihs, P., 2007. *Zamezení nalétávání ptáků do skleněných ploch: Experimentální zkoušky zaměřené na účinnost varovného značení skla za přirozených světelných podmínek v létacím tunelu II*. Biologische Station Hohenau-Ringelsdorf.
- SHELDON, B. et al., 1999. *Variace ultrafialového záření ovlivňuje poměr pohlaví* 402. 874-877. 10.1038/47239., Blue Tit sex ratio. Nature.
- SHEPPARD, C., *American Bird Conservancy*. Dostupné z: <https://abcbirds.org/glass-collisions/threat-factor-rating/> . EIN: 52-1501259.
- STILES EW (1980) *Bird community structure in alder forests in Washington*. Condor 82:20–30. doi: 10.2307/1366781
-

- 
- ŠULC, M. & Honza, M., *Svět očima zvířat aneb jak ptáci vnímají barvy.* , pp.1-4. Available at: <https://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/svet-ocima-zvirat-aneb-jak-ptaci-vnimaji-barvy.pdf>
- TINBERGEN, N. 1948. *Social releasers and the experimental method required for their study.* Wilson Bull., 60, 6-61.
- Týden.cz. (2014). *Nechcete mít pod okny ptačí mrtvolky? Pomůže UV samolepka.* [online] [cit. 2021-02-28]. Dostupné z: [https://www.tyden.cz/rubriky/relax/zvirata/nechcete-mit-pod-okny-ptaci-mrtvolky-pomuze-uv-samolepka\\_304921.html?showTab=nejctenejsi-7](https://www.tyden.cz/rubriky/relax/zvirata/nechcete-mit-pod-okny-ptaci-mrtvolky-pomuze-uv-samolepka_304921.html?showTab=nejctenejsi-7)
- UTARAITÉ, N., *This Is How Birds See The World As Compared To Humans And It's Pretty Amazing.* Www.boredpanda.com. Dostupné z: [https://www.boredpanda.com/human-vs-bird-vision/?utm\\_source=google&utm\\_medium=organic&utm\\_campaign=organic](https://www.boredpanda.com/human-vs-bird-vision/?utm_source=google&utm_medium=organic&utm_campaign=organic)
- UNIVERSITY of Florida. Bird cone. [online] ©2021 [cit. 2021-01-15]. Dostupné z: [http://www.phys.ufl.edu/~avery/course/3400/vision/bird\\_cone.gif](http://www.phys.ufl.edu/~avery/course/3400/vision/bird_cone.gif)
- VESELOVSKÝ, Z. & Dungel, J., 2001. *Obecná ornitologie*, Praha: Academia.
- VIKTORA, L. & Dolejský, V., 2014. *Kolize ptáků s transparentními a reflexními plochami: hlavní zásady prevence*, Praha: Česká společnost ornitologická.
- VLAŠÍN, M. & Pokorná, P., 2016. *Veronica ekologický institut.* Dostupné z: <https://www.veronica.cz/otazky?i=78>

---

## Seznam obrázků

Obrázek č. 1 – Ptačí stavba oka. Fitzgerald (2018).....	7
Obrázek č. 2 – Elektromagnetické spektrum. LabGuide (2015).....	9
Obrázek č. 3 – Spektrální citlivost třech typů lidských čípků a čtyř typů čípků špačka obecného ( <i>Sturnus vulgaris</i> ) a krocana domácího ( <i>Meleagris gallopavo f. domestica</i> ) změřené mikrospektrofotometrickou metodou. Upraveno dle Hill a McGraw (2006). .....	10
Obrázek č. 4 – Stavba ptačího čípku a zobrazení směru světla. Upraveno dle University of Florida (2021). ....	11
Obrázek č. 5 – Ukázka reflektivní plochy na budově knihovny Jihočeské univerzity. .....	13
Obrázek č. 6 – Ukázka transparentní plochy na autobusové zastávce.....	13
Obrázek č. 7 – Příklad střetu ptáka se sklem. Týden (2014).....	15
Obrázek č. 8 – Ukázka souvislé zástavby. ....	17
Obrázek č. 9 – Městská zeleň.....	18
Obrázek č. 10 – Vodní hladina.....	19
Obrázek č. 11 – Okraj lesa. ....	20
Obrázek č. 12 – Horské sedlo Velká Fatra.....	21
Obrázek č. 13 – Ukázka nedostatečného polepu siluet ptáků na autobusové zastávce. .....	35
Obrázek č. 14 – Ukázka vhodného polepu autobusové zastávky. ....	36
Obrázek č. 15 – Použití UV fólie na skleněné ploše.....	37
Obrázek č. 16 – Příklad užití pruhů na skle u rodinného domu.....	38
Obrázek č. 17 – Příklad užití vertikálních pruhů na skle u protihlukových stěn. Česká společnost ornitologická (2020).....	39

---

## Seznam tabulek

Tabulka č. 1 – Porovnání zorného pole u více druhů ptactva. Utaraité (2020), Martin (1994), Ritchison, Martin (2007), Moore et al. (2015). .....	8
Tabulka č. 2 – Vlastnosti lidského a ptačího oka. Veselovský (2001), Kachlík (2014). .....	9
Tabulka č. 3 – Závislost počtu srážek ptáků s okny na vzdálenost krmítek od oken. Klem et al. (2004). .....	17
Tabulka č. 4 – představení povrchových úprav skleněných ploch v zahraničí. Rössler a Doppler (2014). .....	23
Tabulka č. 5 – Procentuální účinnost jednotlivých skel. Rössler a Doppler (2014). .....	33
Tabulka č. 6 – Hodnocení dle účinnosti. Rössler a Doppler (2014). .....	35