

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra geografie



DIPLOMOVÁ PRÁCE

**GEOGRAFICKÁ ANALÝZA STŘETŮ MOTOROVÝCH VOZIDEL
S DOMÁCÍMI A HOSPODÁŘSKÝMI ZVÍŘATY V RÁMCI SILNIČNÍ SÍTĚ
ČR**

Bc. Ondřej KUBÁT

Vedoucí práce: doc. RNDr. Michal Bíl, Ph.D.

Olomouc 2022/23

Bibliografický záznam:

Autor (osobní číslo): Ondřej Kubát (R200574)

Studijní program: Geografie a regionální rozvoj

Název práce: Geografická analýza střetů motorových vozidel s domácími a hospodářskými zvířaty v rámci silniční sítě ČR

Název práce v angličtině: Geographical Analysis of Collisions of Motor Vehicles with Domestic and Farm Animals within the Road Network of the Czech Republic.

Vedoucí práce: doc. RNDr. Michal Bíl, Ph.D.

Rozsah práce: 92 stran; 21 672 slov; přílohy (na CD)

Rok obhajoby: 2023

Anotace:

Diplomová práce se zabývá geografickou analýzou střetů motorových vozidel s domácími a hospodářskými zvířaty v rámci silniční sítě ČR. Jedná se o lokalizaci významnějších koncentrací těchto střetů z dostupných prostorových dat o srážkách motorových vozidel se zvěří. Získaná data byla zpracována a upravena v prostředí ArcGIS. Výstupem práce je mapa významných koncentrací těchto střetů a jejich geografická charakteristika, analýza okolí těchto nehod a jejich časoprostorová analýza. Součástí je také teoretický rámec zabývající se vztahem komunikací a dopravních prostředků s domácími zvířaty.

Klíčová slova:

střety motorových vozidel; domácí zvířata; hospodářská zvířata; hot-spot; silnice; silniční síť; Česká republika

Anotace v angličtině:

The diploma thesis deals with geographical analysis of collisions of motor vehicles with domestic and farm animals within the road network of the Czech Republic. The aim is to locate significant concentrations of these collisions from available spatial data about collisions of motor vehicles with animals. The obtained data were processed and modified in the ArcGIS environment. The output of the thesis is a map of significant concentrations of these collisions and their geographical characteristics, analysis of the surroundings of these accidents and their spatiotemporal analysis. The thesis also includes theoretical framework dealing with the relationship between roads, motor vehicles and domestic animals.

Klíčová slova v angličtině:

collisions of motor vehicles; domestic animals; farm animals; hot-spot; road; road network; Czech Republic

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s využitím všech zdrojů, které jsou uvedeny v seznamu.

V Olomouci, dne

.....

Ondřej Kubát

Poděkování:

V první řadě bych velice rád poděkoval vedoucímu mé diplomové práce doc. RNDr. Michalovi Bílovi, Ph.D. za pomoc, čas, ochotu, trpělivost, cenné rady a připomínky. Dále bych rád poděkoval panu Mgr. Jiřímu Sedoníkovi a panu Mgr. et Bc. Janu Kubečkovi z Centra dopravního výzkumu, v. v. i. za poskytnutí dat. Dále děkuji především své rodině, sborové rodině a přátelům za jejich velikou podporu nejen při tvorbě této práce, ale po celou dobu studia.

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Bc. Ondřej KUBÁT
Osobní číslo: R200574
Studijní program: N0532A330021 Geografie a regionální rozvoj
Studijní obor: Geografie a regionální rozvoj
Téma práce: Geografická analýza střetů motorových vozidel s domácími zvířaty
Zadávající katedra: Katedra geografie

Zásady pro vypracování

Práce se bude zabývat střety motorových vozidel s domácími a hospodářskými zvířaty, která jsou, vedle volně žijících živočichů, také často obětmi těchto nehod. V rámci teoretické části bude provedena rešerše relevantních informačních zdrojů, zahrnující mezinárodní přehled této problematiky a srovnání těchto dopravních nehod u nás a v zahraničí. V praktické části budou pro celou silniční síť ČR lokalizované tyto události z dostupných prostorových dat dopravních nehod. Následně bude pro hlavní živočišné druhy domácích zvířat analyzováno okolí těchto nehod a jejich vzdálenost od zastavěného území. Z uvedených charakteristik bude vytvořen regresní model. Z jednotlivých záznamů nehod bude provedena shluková analýza za účelem identifikace míst, v nichž se tyto střety koncentrují. Diplomová práce odpoví na otázky: Jaké jsou absolutní počty těchto střetů v ČR za rok a jaký je jejich trend v posledních deseti letech? Která domácí zvířata jsou nejčastěji obětmi srážek s motorovými vozidly? Kde se tyto střety koncentrují?

Rozsah pracovní zprávy: 20 000 – 24 000 slov
Rozsah grafických prací: Podle potřeb zadání
Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam doporučené literatury:

- Abra FD, Granziera BM, Huijser MP, Ferraz KMPMB, Haddad CM, Paolino RM (2019). Pay or prevent? Human safety, costs to society and legal perspectives on animal-vehicle collisions in São Paulo state, Brazil. *PLoS ONE* 14(4): e0215152. Dostupné z: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215152>
- Al-Ghamdi, A. S., AlGadhi, S. A. (2004). Warning signs as countermeasures to camel-vehicle collisions in Saudi Arabia. *Accident Analysis & Prevention* 36 (5), 749-760. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2003.05.006>
- Bartonička, T., Andrášik, R., Duľa, M., Sedoník, J., Bíl, M. (2018). Identification of Local Factors Causing Clustering of Animal-Vehicle Collisions. *Journal of Wildlife Management* 82, 940-947.
- Bíl, M., Andrášik, R., Duľa, M., Sedoník, J. (2019). On reliable identification of factors influencing wildlife-vehicle collisions along roads. *Journal of Environmental Management* 237C, 297-304.
- Bíl, M., Andrášik, R., Svoboda, T., Sedoník, J. (2016). The KDE+ software: a tool for effective identification and ranking of animal-vehicle collision hotspots along networks. *Landscape Ecology* 31, 231-237. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10980-015-0265-6>
- CanalD, Martín B, de LucasM, FerrerM (2018). Dogs are the main species involved in animal-vehicle collisions in southern Spain: Daily, seasonal and spatial analyses of collisions. *PLoS ONE* 13(9):e0203693. Dostupné z: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203693>
- Carvalho-Roel, C. F., Iannini-Custódio, A. E., & Marçal Júnior, O. (2019). Do roadkill aggregations of wild and domestic mammals overlap? *Revista de Biología Tropical*, 67(1), 47-60.
- Creech, T.G., Fairbank, E.R., Clevenger, A.P. et al. Differences in Spatiotemporal Patterns of Vehicle Collisions with Wildlife and Livestock. *Environmental Management* 64, 736-745 (2019). Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00267-019-01221-3>

Kasalová, I. (2013). Automobil:zvířata. Diplomová práce, vedoucí práce: Prof. PhDr. Jaroslav Malina, DrSc. Masarykova univerzita v Brně. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/nm4w/diplomova_prace.pdf

Mennonna, G., Murino, C., Micieli, F., Costagliola, A., D'Angelo D., Paciello, O., Fatone, G., Lamagna, F., Navas, L., Pompameo, M., Meomartino, L. (2018). Geographical information system analysis on road accidents involving wandering dogs in the urban area of Naples. *Geospatial Health* 13:628.

Wilkins, D. C., Kockelman, K. M., Jiang, N. (2019). Animal-vehicle collisions in Texas: How to protect travelers and animals on roadways, *Accident Analysis & Prevention* 131, 157-170. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2019.05.030>.

Vedoucí diplomové práce: **doc. RNDr. Michal Bíl, Ph.D.**
Katedra geografie

Datum zadání diplomové práce: **20. ledna 2021**
Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2022**

L.S.

doc. RNDr. Martin Kubala, Ph.D.
děkan

prof. RNDr. Marián Halás, Ph.D.
vedoucí katedry

V Olomouci dne 20. ledna 2021

SEZNAM OBRÁZKŮ:

- OBR. 1:** Globální a lokální faktory srážek dopravních prostředků se zvěří
- OBR. 2:** Příklad shlukování vlivem působení lokálních faktorů srážek dopravních prostředků se zvěří
- OBR. 3:** Rozložení kolizí vozidel se psy v závislosti na množství nočního osvětlení v provincii Sevilla
- OBR. 4:** Rozložení DAVC z let 2011-2020 v rámci České republiky
- OBR. 5:** Rozložení významných shluků DAVC v rámci základní mapy ČR
- OBR. 6:** Detailní mapa významného shluku 1 v rámci ortofoto mapy ČR
- OBR. 7:** Detailní mapa významného shluku 1 v rámci základní mapy ČR
- OBR. 8:** Detailní mapa významného shluku 2 v rámci ortofoto mapy ČR
- OBR. 9:** Detailní mapa významného shluku 2 v rámci základní mapy ČR
- OBR. 10:** Detailní mapa významného shluku 3 v rámci ortofoto mapy ČR
- OBR. 11:** Detailní mapa významného shluku 3 v rámci základní mapy ČR
- OBR. 12:** Detailní mapa významného shluku 4 v rámci ortofoto mapy ČR
- OBR. 13:** Detailní mapa významného shluku 3 v rámci základní mapy ČR
- OBR. 14:** Srovnání proměnných vzdálenosti od... u dat z let 2017-2021
- OBR. 15:** Vztah DAVC z let 2017-2021 ke vzdálenosti od lesní plochy
- OBR. 16:** Empirická kumulativní distribuční funkce DAVC a náhodných bodů u vzdálenosti od lesa u dat z let 2017-2021
- OBR. 17:** Vztah DAVC z let 2017-2021 ke vzdálenosti od louky
- OBR. 18:** Empirická kumulativní distribuční funkce DAVC a náhodných bodů u vzdálenosti od louky u dat z let 2017-2021
- OBR. 19:** Vztah DAVC z let 2017-2021 ke vzdálenosti od vodního toku
- OBR. 20:** Empirická kumulativní distribuční funkce DAVC a náhodných bodů u vzdálenosti od vodních toků u dat z let 2017-2021
- OBR. 21:** Vztah DAVC z let 2017-2021 ke vzdálenosti od budov
- OBR. 22:** Empirická kumulativní distribuční funkce DAVC a náhodných bodů u vzdálenosti od budov u dat z let 2017-2021
- OBR. 23:** Počet DAVC v obci a mimo obec
- OBR. 24:** Rozložení DAVC (z hlavního zdroje dat) během zkoumaného období 2011-2020
- OBR. 25:** Rozložení DAVC (z doplňkového zdroje dat) během období let 2017-2019

- OBR. 26:** Rozložení DAVC (z hlavního zdroje dat) během roku
- OBR. 27:** Rozložení DAVC (z doplňkového zdroje dat) během roku
- OBR. 28:** Rozložení DAVC (z hlavního zdroje dat) během týdne
- OBR. 29:** Rozložení DAVC (z doplňkového zdroje dat) během týdne
- OBR. 30:** Rozložení DAVC (z hlavního zdroje dat) během dne
- OBR. 31:** Rozložení DAVC (z doplňkového zdroje dat) během dne
- OBR. 32:** Rozložení DAVC (z hlavního zdroje dat) během dne či noci
- OBR. 33:** Rozdělení DAVC (z doplňkového zdroje dat) podle druhu zvířat
- OBR. 34:** DAVC (z hlavního zdroje dat) podle zranění a usmrcení
- OBR. 35:** DAVC (z hlavního zdroje dat) podle následků na životě či zdraví či s hmotnou škodou
- OBR. 36:** DAVC (z hlavního zdroje dat) podle výše hmotné škody
- OBR. 37:** DAVC (z hlavního zdroje dat) podle povětrnostních podmínek
- OBR. 38:** DAVC (z hlavního zdroje dat) podle rozhledových poměrů
- OBR. 39:** DAVC (z hlavního zdroje dat) podle viditelnosti
- OBR. 40:** DAVC (z hlavního zdroje dat) podle stavu povrchu vozovky
- OBR. 41:** DAVC (z hlavního zdroje dat) podle výskytu závad na komunikaci

SEZNAM TABULEK:

TAB. 1: Porovnání počtu DAVC s rozlohou a délkou silniční sítě jednotlivých krajů České republiky za období 2011-2020

TAB. 2: Informace o srážkách ve shluku 1

TAB. 3: Informace o srážkách ve shluku 2

TAB. 4: Informace o srážkách ve shluku 3

TAB. 5: Informace o srážkách ve shluku 4

TAB. 6: Počty DAVC za roky před zkoumaným obdobím

TAB. 7: Porovnání rozložení DAVC (z hlavního zdroje dat) v rámci měsíců během roku a rovnoměrného rozložení pomocí chí-kvadrát testu

TAB. 8: Porovnání rozložení DAVC (z vedlejšího zdroje dat) v rámci měsíců během roku a rovnoměrného rozložení pomocí chí-kvadrát testu

TAB. 9: Průměrný počet DAVC během pracovního dne a během víkendového dne

TAB. 10: Porovnání rozložení DAVC (z hlavního zdroje dat) v rámci dnů v týdnu a rovnoměrného rozložení pomocí chí-kvadrát testu

TAB. 11: Porovnání rozložení DAVC (z vedlejšího zdroje dat) v rámci dnů v týdnu a rovnoměrného rozložení pomocí chí-kvadrát testu

TAB. 12: Porovnání rozložení DAVC (z hlavního zdroje dat) v rámci jednotlivých hodin během dne a rovnoměrného rozložení pomocí chí-kvadrát testu

TAB. 13: Porovnání rozložení DAVC (z vedlejšího zdroje dat) v rámci jednotlivých hodin během dne a rovnoměrného rozložení pomocí chí-kvadrát testu

TAB. 14: Počet zraněných osob u 1 DAVC v případě lehkého zranění

TAB. 15: DAVC (z hlavního zdroje dat) podle výše hmotné škody

OBSAH:

1. ÚVOD	str. 1-2
2. CÍLE PRÁCE	
2.1 Cíle teoretické části práce	str. 3
2.2 Cíle výzkumu	str. 3
3. TEORETICKÁ ČÁST	
3.1. Rešerše literatury	str. 4-16
3.2 Dělení srážek se zvířaty	str. 17
3.3 Informace o srážce vozidla se zvířetem	str. 17-18
3.4 Informace o zvířeti	str. 18-19
3.5 Informace o vozidle	str. 19
3.6 Informace o jízdě	str. 20
3.7 Informace o řidiči a spolucestujících	str. 20
3.8 Informace o komunikaci	str. 20-21
3.9 Informace o okolním prostředí a krajině	str. 21
3.10 Informace o časových a meteorologických podmínkách	str. 21-22
3.11 Náklady	str. 22
3.12 Právní odpovědnost	str. 23-24
3.13 Řešení a opatření	str. 24-25
4. PRAKTICKÁ ČÁST	
4.1 Data a problémy s daty	str. 26-27
4.2 Metody a zpracování dat	str. 27-28
5. VÝSLEDKY	
5.1 Celkový pohled na DAVC v rámci silniční sítě ČR	str. 28-30
5.2 Shluková analýza	str. 31-40
5.3 Charakteristika okolního prostředí srážek	str. 40-42
5.3.1 Vzdálenost od nejbližšího lesa	str. 42-43
5.3.2 Vzdálenost od nejbližší louky	str. 44-45
5.3.3 Vzdálenost od nejbližšího vodního toku	str. 46-47
5.3.4 Vzdálenost od nejbližší budovy	str. 48-50

5.4 Časová analýza	
5.4.1 Rozložení DAVC během zkoumaného období	str. 51-53
5.4.2 Rozložení DAVC během jednotlivých měsíců v roce	str. 53-56
5.4.3 Rozložení DAVC během jednotlivých dnů v týdnu	str. 56-59
5.4.4 Rozložení DAVC v průběhu dne	str. 59-64
5.5 Analýza DAVC podle druhů zvířat	str. 65
5.6. DAVC podle dopadů na cestující osoby	str. 66-67
5.7. DAVC podle hmotné škody	str. 67-69
5.8. DAVC a podmínky pro řidiče	str. 69-70
5.9. DAVC a technický stav komunikace	str. 70-71
6. DISKUZE	str. 71-75
7. ZÁVĚR	str. 75-76
8. ZDROJE	str. 77-80
9. PŘÍLOHY	str. 80

1. ÚVOD

Každý organismus nějakým způsobem ovlivňuje a přetváří své okolí pro svoje vlastní potřeby a jejich okolí je nucené na to nějak reagovat (*Moldan, 2015*). Tyto vlivy mohou být slabé nebo silné, mohou mít malý nebo velký rozsah. Od doby, kdy se člověk objevil na evoluční scéně, po současnost se náš druh stal z hlediska ovlivňování a přetváření svého okolí poměrně významným hráčem. Negativní vliv člověka na své okolí však není jen otázkou posledních několika stovek let. Dopady lidské činnosti na přírodu můžeme zaznamenat v celé lidské historii. Už před 120 000 lety, kdy se v jižní Africe objevili první moderní lidé, člověk svou činností výrazně ovlivňoval krajinu kolem sebe a ostatní živočichy, přestože zatím nevytvářel ekosystémy vlastní (*Nováček, 2010*). Již u lovců a sběračů byl s jejich rozšiřováním obvykle spojen zánik některých živočišných druhů a úbytek lesa (*Moldan, 2015*). Konec posledního glaciálu před 11 700 lety, který přinesl teplejší a stálější klima, umožnil lidem změnu ve svém způsobu života, kdy se postupně usazují, domestikují zvířata, sami pěstují plodiny na zemědělských polích, a přechází tak od lovců a sběračů k zemědělcům a pastevcům, čímž dochází k tzv. neolitické revoluci (*Moldan, 2015; Nováček, 2010*). Lidé zakládají nová sídla, zabírají nová území, ovlivňují svou zemědělskou činností a těžbou surovin další biotopy. Usedlý způsob života umožňuje rychlý vzestup populace a lidský pokrok v jednotlivých činnostech člověka mnohdy ještě intenzivněji ovlivňuje jeho okolí. Tomu napomohly ve 2. polovině 18. století také první a na ní navazující další průmyslové revoluce. Nastává období, které někteří autoři označují jako antropocén (*Moldan, 2015*). Průmyslové revoluce se nesou v duchu nahrazení lidského úsilí činností strojů, nahrazení živých zdrojů energie zdroji neživými a nahrazení rostlinných a živočišných surovin látkami nerostnými a posléze umělými (*Nováček, 2010*). Tento soubor revolucí navíc postupně umožnil globalizaci a také rozvoj většiny odvětví lidské činnosti včetně moderní dopravy.

Doprava však není jen otázkou antropocénu. Nějakou formu přesunu z místa na místo využívali lidé vždy. V počátcích to byla doprava pěší. S neolitickou revolucí a domestikací zvířat se potom rozvíjela doprava využívající zvířecí tažné síly. Navíc u lodní dopravy se dalo využít síly větru, případně proudu vodního toku. S vynálezem kola se rozvíjela doprava různých kolových dopravních prostředků. Již v Římské říši můžeme najít kvalitní síť pozemních dopravních cest, zajišťujících pro jednotlivá města říše spojení s Římem. Po zániku Římské říše s příchodem středověku se vývoj pozemní dopravy poněkud zbrzdil. Cesty se neudržovaly, navíc docházelo k drancování stavebního materiálu. Významu opět nabyla lodní doprava. Přístavní města se stala těmi nejvýznamnějšími. Lodní doprava byla jádrem obchodu zvláště

poté, co byl Turky narušen pozemní obchod mezi Evropou a Asií, a také prostředkem umožňující zámořské objevy, kterými započal novověk. V 15. století došlo v Maďarsku k vynálezu kočáru, což vedlo k rozvoji pozemní osobní dopravy. V 16. a 17. století se objevily pravidelné poštovní a osobní koňské dostavníky. Tento vývoj si vyžádal také nové pozemní komunikace. V 18. a 19. století dochází k budování nových státních silnic, což umožnilo zvýšení rychlosti a kvality přepravy. V této době dochází také k rozvoji železniční dopravy v podobě koněspřežných drah (*Rodrigue a kol., 2013*). Velký rozvoj prakticky všech typů dopravy umožnily již zmíněné průmyslové revoluce. Po vynálezu parního stroje začala 1. průmyslové revoluce. Ta mimo jiné umožnila v první a zvláště pak ve druhé polovině 19. století masivní výstavbu železnic. Parní lokomotivy brzy vystřídaly dostavníky jako hlavní dopravní prostředek pro osobní přepravu, převážně kvůli množství převážených osob a později také rychlosti. 2. průmyslová revoluce na konci 19. a počátkem 20. století s sebou nese vynálezy, jako jsou elektrifikace a spalovací motor, což naopak vede k rozvoji automobilové dopravy, která se brzy stává konkurencí osobní železniční dopravě a vyžaduje výstavbu nových silnic (*Rodrigue a kol., 2013; Technický týdeník, 2015*).

Doprava významně ovlivňuje životy lidí, pozitivně i negativně. Díky dopravě je možná přeprava osob a materiálu na dlouhé vzdálenosti za poměrně krátký čas. Díky dopravě probíhá komunikace a spolupráce mezi městy, firmami nebo fyzickými osobami. Doprava umožňuje také snížit ekonomické rozdíly mezi jednotlivými obcemi vlivem dojížděky za prací. Přináší nové pracovní příležitosti. Napomáhá rozvoji prakticky každého sektoru hospodářství. A v neposlední řadě doprava může být koníčkem, u kterého si člověk odpočine, a některé typy dopravy přináší lidem aktivní pohyb a napomáhají zdravému životnímu stylu.

Na druhou stranu, doprava přináší i riziko pro člověka v podobě dopravních nehod, které mnohdy vedou k těžkým zraněním a někdy i smrti. Může s sebou nést dopravní zácpy a stres, což rovněž může negativně ovlivnit lidské zdraví. Doprava navíc negativně ovlivňuje nejen člověka samotného, ale stejně jako každá jiná lidská činnost ovlivňuje i jeho okolí. Doprava znečišťuje ovzduší, produkuje hluk či světelné znečištění. Intenzifikace dopravy vyžaduje více komunikací, což vede k záboru prostoru. To často způsobuje fragmentaci krajiny a tvorbu bariér nejen pro volně žijící živočichy. Zvířatům brání v pohybu dopravní infrastruktura a provoz na ní. Dochází ke srážkám dopravních prostředků s živočichy (*Bartonička a Bíl, 2022*). A právě této formě negativního působení dopravy se bude věnovat tato práce.

2. CÍLE PRÁCE:

Hlavním cílem této práce je, z dostupných prostorových dat dopravních nehod, lokalizovat významné koncentrace střetů motorových vozidel s domácími a hospodářskými zvířaty, a to na celé extravilánové silniční síti ČR. Dále bude provedena časoprostorová analýza jednotlivých nehod a z celého souboru bude provedena také shluková analýza za účelem identifikace míst, v nichž se tyto střety koncentrují. Diplomová práce odpoví na to, jaké jsou absolutní počty těchto střetů v ČR za rok, jaký je jejich trend v posledních deseti letech, která domestikovaná zvířata jsou nejčastěji oběťmi srážek s motorovými vozidly a kde se tyto střety koncentrují.

2.1 CÍLE TEORETICKÉ ČÁSTI PRÁCE:

V teoretické části práce je cílem přiblížit tuto problematiku prostřednictvím rešerše již publikované literatury na toto téma, a to jak domácí, tak zahraniční. Dále je cílem popsat problematiku srážek vozidel s domestikovanými zvířaty z různých úhlů pohledu, co s sebou tento problém nese a co znamená pro jednotlivé účastníky tohoto typu dopravních nehod.

2.2 CÍLE VÝZKUMU:

Výzkum je potom zaměřen na silniční síť ČR. Hlavním cílem je zjistit, kde se tyto nehody kumulují a jaký je jejich charakter.

3. TEORETICKÁ ČÁST:

Jak již bylo řečeno v úvodu, srážky dopravních prostředků se zvířaty jsou jen jedním z negativních důsledků, které doprava přináší. Dopravní sítě fragmentují krajinu a vytváří bariéry, na které musí živočichové reagovat. Čím hustší dopravní síť je, tím větší užitek z hlediska času a dostupnosti území lidem přináší. Tím ale také vytváří více míst, kde může ke srážkám se zvířaty docházet. Množství srážek a jejich dopady jsou však ovlivňovány celou řadou dalších faktorů, které budou rozebrány v této teoretické části práce.

Tyto střety lze rozdělit na dva typy podle toho, o jaké zvíře se jedná. Může se jednat o srážky s volně žijícími živočichy nebo s domestikovanými (tedy domácími či hospodářskými) zvířaty (Creech a kol., 2019).

3.1 REŠERŠE LITERATURY:

Některé práce se zaměřují čistě na srážky dopravních prostředků s volně žijícími živočichy (Al-Ghamdi a AlGadhi, 2004; Kasalová, 2013; Bíl a kol., 2016; Bartonička a kol., 2018; Bíl a kol., 2019), jiné naopak na srážky dopravních prostředků s domestikovanými zvířaty (např. Canal a kol., 2018; Mennonna a kol., 2018) a další se věnují oběma typům (např. Abra a kol., 2019; Carvalho-Roel a kol., 2019; Creech a kol., 2019; Wilkins a kol., 2019).

Práce Ali S. Al-Ghamdiho a Saad A. AlGadhiho publikovaná v roce 2004 se věnuje srážkám vozidel v Saudské Arábii s velbloudy (camel-vehicle collision (CVC)) a opatřením v podobě výstražných dopravních značek. Cílem byla inspirace opatření v zahraničí (na základě zahraničních studií) a vyhodnocení možného využití i v Saudské Arábii. Práce popisuje i jiné možnosti opatření proti těmto střetům, ale primárně se věnuje dopravnímu značení. Autoři uvádí, že počet srážek vozidel s velbloudy stoupal a nějaká opatření tak byla velmi potřebná.

Velbloud jako každé zvíře má svá specifika, na které je třeba brát zřetel. Práce uvádí, že velbloudi migrují za potravou na velké vzdálenosti, což znamená větší množství přechodů přes komunikace a vyšší riziko střetu s vozidly. Na rozdíl od migračních tras zvířete jsou migrační trasy velblouda proměnlivé v závislosti na vnějších podmínkách (především meteorologických), což znesnadňuje uskutečnění účinných opatření. Navíc velbloud je poměrně velké zvíře, a proto byly tyto dopravní nehody obvykle závažné i pro řidiče.

Druhou příčinou četnosti těchto nehod byla rychlost dopravních prostředků a nedostatečná reakce řidičů na dopravní značení. Nehodám nepřidává ani fakt, že z více než 90 % k těmto nehodám docházelo za tmy, mezi soumrakem nebo úsvitem. Nehody přinášely značné ekonomické náklady při poškození vozidel, zranění či přímo úmrtí řidičů a smrt zvířat. Velbloud je navíc v Saudské Arábii dle studie nejčastější zvíře při srážce s vozidlem. Autoři uvádí, že šlo o téměř 97 % všech registrovaných dopravních nehod.

Práce dělí opatření do 2 kategorií – zaměřené na řidiče a zaměřené na velbloudy. Na základě zdrojových studií pak hodnotí účinnost jednotlivých opatření. V tomto ohledu se došlo k závěru, že neexistuje jedno univerzální opatření, které vždy bude fungovat, bez ohledu na okolnosti, druh zvířete či oblast. Práce klade největší důraz na dopravní výstražné značení pro řidiče, kterému je věnován i vlastní výzkum. V něm bylo testováno 7 výstražných značek. Bylo zjišťováno, jaká bude reakce řidičů (v podobě zpomalení) na jednotlivé značky, a tedy jaká je jejich účinnost.

Výsledky ukázaly, že řidiči reagovali zpomalením na značky v průměru 500 m před značkou, a naopak znovu zrychlovali 500 m za značkou. Reakce řidičů na dopravní značení tedy nepřesahovala 1 km. Navíc ačkoli většina typů značek přinesla snížení průměrné rychlosti vozidel, samotné snížení bylo poměrně malé (jednalo se v průměru jen o 3 až 7 km/hod). Z hlediska typů značek nejlepších výsledků dosáhla značka ve tvaru trojúhelníku velikosti 220 cm × 220 cm × 220 cm z reflexního materiálu s černou siluetou velblouda v bílém poli a červeném orámování. Tato dopravní značka byla podobná standardnímu varovnému označení použitému v Saudské Arábii, až na to, že byla dvakrát větší než standardní velikost a používala reflexní materiál (*Al-Ghamdi a AlGadhi, 2004*).

Diplomová práce Ivany Kasalové (2013) se zaměřovala na vztah mezi zvířetem a automobilem. Důraz byl kladen na mortalitu volně žijících zvířat po střetu s automobilem. Věnuje se ale také domácím zvířatům, avšak ne z hlediska střetů s automobily, nýbrž z hlediska převozu domácích zvířat v automobilech. Jedna kapitola práce je věnována také plyšovým hračkám v podobě přejetých zvířat, které se začaly vyrábět ve Velké Británii, aby upozornily na problém s mortalitou zvířat vlivem dopravy. A nemalá část práce je věnovaná rovněž různým opatřením, která vedou k ochraně zvířete před srážkami s automobily. Opatření jsou dělena na pasivní (např. dopravní značení, odrazky, ekodukty, oplocení silnic či protihlukové stěny) a aktivní (např. ochrana zabudovaná v automobilech či pachové oplocenky). Zároveň se práce

věnuje jednotlivým živočišným druhům a zaměřuje se na jejich specifika, týkajících se srážek s automobily. A v neposlední řadě se věnuje legislativě spojené s touto problematikou a otázce, jak se správně zachovat při srážce s divokou zvěří, či kdo uhradí vzniklou škodu.

Kasalová zmiňuje rostoucí počet srážek vozidel s volně žijícími živočichy. Mezi nejvíce postižené druhy řadí ty, které mají velké nároky na velikost území nebo ty, které pravidelně či příležitostně migrují. V České republice se jedná o tyto druhy: vlk obecný, rys ostrovid, medvěd hnědý, jelen lesní či los evropský. Jako ohrožené ale zmiňuje také obojživelníky, ptáky a netopýry.

Praktická část práce je věnována dotazníkovému šetření, které se zabývá znalostmi a zkušenostmi lidí ohledně mortality zvířat po střetu s vozidlem a způsobem, jakým převážejí svoje domácí mazlíčky autem. Dotazníky obsahovaly 12 otázek a byly sesbírány celkem od 100 respondentů.

Podle výsledků dotazníků by asi 40 % respondentů nevědělo, jak v případě srážky se zvěří postupovat. Podobné množství respondentů uvedlo, že se s mrtvými zvířaty u silnice setkávají prakticky denně. Mezi zvířaty, která respondenti za poslední rok sami srazili, byly zmíněny krom divoké zvěře v menší míře kočky domácí (*Felis catus*). Navíc u otázky škody na vozidle při srážce se zvířetem nebylo domestikované zvíře zmíněno ani jednou. Téměř 90 % respondentů uvedlo, že na výstražnou dopravní značku, upozorňující na divokou zvěř, reaguje zpomalením, případně větší pozorností (Kasalová, 2013).

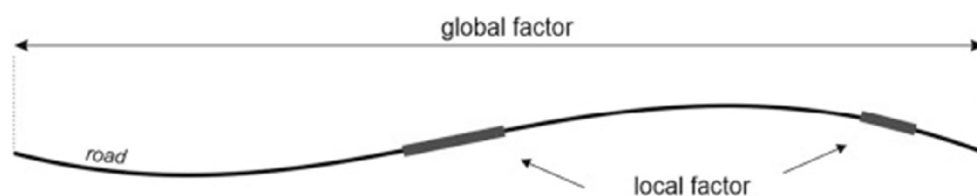
Srážkami dopravních prostředků s divokou zvěří se zabývá také Centrum dopravního výzkumu, v. v. i. (dále jen CDV).

Práce z roku 2016 se zaměřila na představení metody KDE+, která byla využita také v této diplomové práci. KDE+ je založena na principech metody KDE (Kernel Density Estimation), která slouží k identifikaci hotspotů (neboli shluků) dopravních nehod. Metoda KDE+ umožňuje objektivní výběr významných shluků a řazení hotspotů. Je také současně použitelná na neomezený počet segmentů silnic. Tato metoda byla aplikovaná na celou silniční síť ČR. Data k této práci byla převzata z databáze Policie ČR. Policejní databáze pokrývá nehody na celé silniční síti, a byla proto nejkomplexnějším zdrojem dat. Autoři upozorňují, že zaznamenané srážky představují pouze malou část z celkového počtu usmrcených nebo zraněných zvířat na silnicích v důsledku interakce s motorovými vozidly. V rámci této

práce byly zjištěny hotspoty srážek motorových vozidel s volně žijícími živočichy a ty byly seřazeny dle svého významu. Výsledkem metody KDE+ jsou krátké úseky silnic, na kterých se koncentruje nejvíce srážek a na které by měla být upřena největší pozornost při řešení opatření. Práce uvádí, že 100 nejdůležitějších shluků se nachází na pouhých 19,7 km z celé tehdejší silniční sítě ČR (která tehdy měřila 37 469 km). Článek dále obsahuje informace o možnosti získání software a jak s ním pracovat (*Bíl a kol., 2016*).

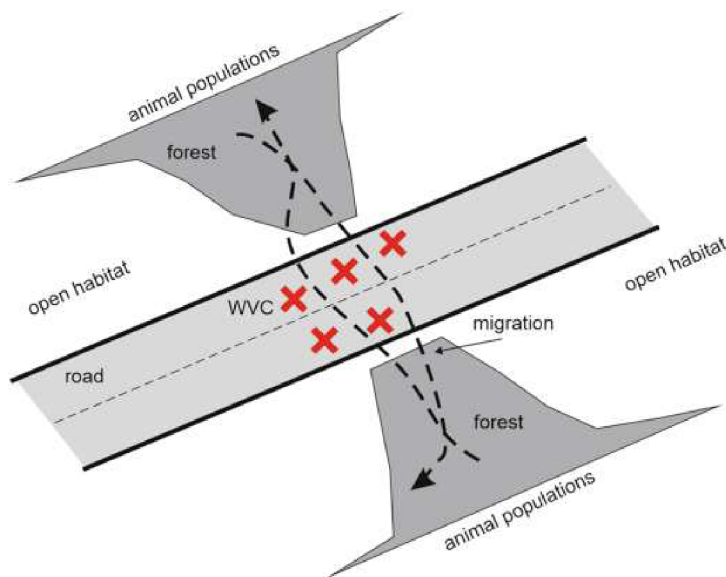
Práce z roku 2018 se věnuje objasnění faktorů stojících za WVC. Nejčastěji byly zaznamenány srážky se srncem (63,8 %), následovala divoká prasata (30,1 %), jelen (3,1 %) a další savci jako daňci, lišky a zajáci. Každý druh má svá specifika, která rovněž ovlivňují množství srážek s vozidly. Co se týče dalších faktorů, které ovlivňují četnost a koncentraci srážek, jedná se například o světelné podmínky. Významnou roli hraje relativní výška slunce nad horizontem. Denní doba, kdy dochází nejvíce ke srážkám, se tedy v průběhu roku mění. Přesto lze obecně říct, že nejvíce srážek se odehrává v noci (téměř 80 %). Ale i v časovém rozložení jsou vidět rozdíly mezi jednotlivými druhy živočichů. U srnců jsou srážky nejčastější v květnu, a to kolem soumraku či kolem úsvitu. Naproti tomu u divokých prasat se jedná nejčastěji o říjen a listopad, a to mezi soumrakem a půlnocí. Dalším faktorem, ovlivňující tyto srážky, je charakter okolního prostředí komunikace. Význam hraje třeba vzdálenost od lesní plochy či od liniové vegetace podél komunikací. Práce uvádí, že vzdálenost od lesa nižší než 350 metrů přináší 6x větší pravděpodobnost vzniku srážek, než když byla vzdálenost od lesa větší než 350 metrů. Roli hraje také vzdálenost od vodního toku. Stejně tak hraje roli velikost komunikace, se kterou souvisí i množství a rychlost vozidel, což se projeví i v počtu srážek (*Bartonička a kol., 2018*).

Práce z roku 2019 se rovněž věnuje faktorům, ovlivňujícím srážky vozidel s divokou zvěří. Zároveň se snaží hledat rozdíly mezi srážkami uvnitř hotspotu a srážkami mimo hotspot. Faktory rozdělují do dvou skupin – prostorově náhodné (globálně působící) a prostorově nenáhodné (lokálně působící), které způsobují shlukování (viz. OBR. 1 a 2).



OBR. 1: Globální a lokální faktory srážek dopravních prostředků se zvěří

Zdroj: *Bíl a kol., 2019*



OBR. 2: Příklad shlukování vlivem působení lokálních faktorů srážek dopravních prostředků se zvěří
 Zdroj: Bil a kol., 2019

Mezi lokální faktory byly zařazeny vzdálenost od vodního toku, vzdálenost od zástavby, vzdálenost od jiné překážky, vzdálenost od lesní plochy, komunikace přímo procházející lesem, komunikace procházející průmyslovou zónou, šířka silnice, vegetace kolem komunikace, přítomnost svodidel atd. Mezi globální faktory patří třeba denní doba nebo druh zvířete. Srážky ve shlucích nazvali autoři „cases“ (případy) a srážky mimo shluky nazvali autoři „controls“ (kontroly). Stejně jako v práci z roku 2018 i zde byla použita metoda KDE+, nicméně nejednalo se již o data od Policie ČR z let 2006-2011, jednalo se o data z policejní databáze nehod z let 2012-2016, které byly zaměřené na smčičí a kančí zvěř (nejspíš vzhledem k výsledkům práce z roku 2018, kdy právě tyto dvě skupiny pokrývaly asi přes 90 % všech případů). Bylo zjištěno, že druh zvířete má vliv na faktory globální, ale nijak velké rozdíly nejsou u faktorů lokálních. Autoři také rozlišují tzv. hotspots, kde se srážky koncentrují, a tzv. coldspots, kde se srážky naopak nevyskytují. Coldspots potom dále nepoužívají ve statických metodách pro rozlišení cases a controls. Studie prokázala, že data srážek by měla být nejprve analyzována pomocí shlukové metody, a pak teprve by měla proběhnout aplikace jakékoli statistické analýzy, protože coldspots by mohly zkreslit výsledky. To by však znamenalo, že mnohé studie, vytvořené před touto studií by mohly být chybné (Bil a kol., 2019).

Práce z roku 2022, vydána v knižní podobě CDV a Masarykovou univerzitou, se věnuje této problematice velice podrobně a široce. Upozorňuje na různé konflikty mezi lidskou společností a volně žijícími živočichy (jako je zábor přírodní krajiny, zabíjení predátorů, střet živočichů s lidskými budovami a infrastrukturou nebo třeba vliv růstu populace domácích mazlíčků na divokou zvěř), zabývá se vlivy dopravy, růstu počtu dopravních prostředků a množství kilometrů dopravních cest na zvěř. Otevírá nejen problematiku srážek zvěře se silničními dopravními prostředky, ale také s prostředky jiných typů dopravy (jako vlak, loď a letadlo).

Hlavní záběr této práce jsou však srážky silničních motorových vozidel s divokou zvěří, a to nejen u nás, ale také v dalším zemích světa. Zabývá se otázkou, kolik je celkem těchto střetů a kde o nich získat informace. Upozorňuje (jako ostatně i mnoho jiných prací) také na to, že zaznamenané počty srážek v různých databázích s informacemi o těchto nehodách jsou často hodně podhodnocené (a to i vlivem činnosti mrchožroutů). Věnuje se problematice z pohledu lidské posádky vozidla (kde upozorňuje na to, že vliv na závažnosti zranění mají třeba také faktory jako velikost zvířete a typ vozidla), z pohledu zajištění bezpečnější dopravy (pomocí svodidel, omezování rychlosti apod.) i z pohledu živočichů (pro které silnice znamená překážku a omezování pohybu, hluk a znečištění, ale kupodivu pro některé také místo, které vyhledávají (např. v zimě při zasolování silnic, kdy silnice představuje zdroj soli pro kopytníky) nebo které jim umožňují rychleji se přemisťovat nebo expanzivně šířit; některé živočichy silnice přímo odradí, jiným může přinést stres při překonávání, pro jiné představuje příležitost). Práce se věnuje také otázkám: kdy ke srážkám dochází a jak vypadá okolí místa, kde ke srážkám dochází. Upozorňuje také na fakt, že ne všechny střety jsou neúmyslné (např. u hadů se stává, že je řidič přejede úmyslně, což prokázal i výzkum provedený pomocí maket hadů, které byly dané ke krajnici, kde se vozidlo při běžné jízdě nepohybuje).

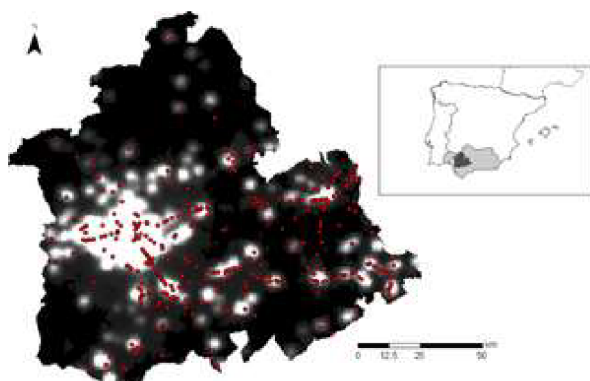
Práce ukazuje na růst střetů divoké zvěře s motorovými vozidly v České republice. Zmiňuje, že nejčastější zaznamenanou obětí těchto srážek je srnec (až 80 %). Dopravou bývají však ohrožené také šelmy (např. liška, jezevec), ježci, netopýři, plazi, ptáci, obojživelníci a mnoho dalších skupin zvířat, přičemž u ohrožených či méně početných skupin živočichů představuje doprava velké riziko pro jejich populaci (*Bartonička a Bíl, 2022*).

Práce od skupiny autorů (*Canal a kol., 2018*) se věnuje silniční síti v provincii Sevilla v jižním Španělsku. Zaměřuje se na srážky s domácími zvířaty, které zde tvořily více než 95 % těchto srážek, konkrétně se psy (více než 80 % těchto srážek), což vytváří kontrast oproti jiným španělským a evropským regionům, kde jsou srážky způsobené z větší míry volně žijícími živočichy. To autoři připisují tomu, že Jižní Španělsko bylo na rozdíl od jiných částí země obzvláště ovlivněno ztrátou přirozených lesů a rozšiřováním stanovišť zemědělské půdy a území pro lov, což nejspíš snížilo také množství divoké zvěře, a tím i srážek s volně žijícími živočichy, a dalo o to více vyniknout srážkám s domácími zvířaty. Jako další důvod vnímají autoři práce množství opuštěných psů a koček. V celém Španělsku bylo každoročně opuštěno více než 100 000 psů a více než 30 000 koček. Přímou v Andalusii (kde byl počet opuštěných psů největší) se potom jednalo až o 16 000 – 18 000 psů ročně. Cílem práce byl výzkum časoprostorových vzorců srážek vozidel se zvířaty. Dále pak bylo cílem navrhnout opatření na zmírnění těchto nehod.

Práce používala data za roky 2014 a 2015 od Národního dopravního úřadu (DGT) v Seville, které byly zaznamenány přímo dopravní policií. I zde si autoři uvědomují, že tato data jsou ovlivněna nahlášením nehody, a že se tedy zřejmě nejedná o všechny srážky se zvěří, ke kterým došlo. Vysoké procento srážek se psy navíc bránilo analýze časoprostorové distribuce srážek jiných druhů nebo skupin zvířat. V případě zahrnutí psů do těchto analýz byly vždy zkresleny výsledky u jiných druhů. Na druhou stranu v případě nezahrnutí psů do těchto analýz byla velikost zbývajících vzorků příliš nízká na to, aby bylo možné získat spolehlivé vzorce kolizí pro jiné druhy. Proto se nakonec autoři rozhodli pracovat pouze s daty o srážkách se psy.

I tato práce zmiňuje růst kolizí vozidel se zvířaty. DGT uvedl, že kolize se mezi lety 2006 a 2012 zdvojnásobily ve srovnání s kolizemi hlášenými v roce 2003. Práce rovněž připomíná možná opatření, která byla již zavedena v jiných zemích, ale zároveň zmiňuje, že žádné z nich není zcela účinné pro všechny případy a všechny druhy zvířat.

Z hlediska denní doby zde docházelo ke srážkám se psy častěji za úsvitu a soumraku, což se shoduje i s vrcholem aktivity opuštěných psů. Rozložení během dne se nelišilo ani v porovnání pracovní části týdne a víkendu, nicméně se lišilo množství srážek, které bylo o víkendu nižší. Z hlediska roční doby bylo vyšší množství srážek vozidel se psy mezi říjnem a dubnem, což se shoduje s loveckou sezónou pro většinu druhů zvěře v regionu. Srážky byly ovlivněny také nočním osvětlením (s čímž souvisí blízkost městských oblastí), kdy s osvětlením stoupalo množství srážek, a objemem dopravy.



OBR. 3: Rozložení kolizí vozidel se psy v závislosti na množství nočního osvětlení v provincii Sevilla
Zdroj: Canal a kol., 2018

Mezi hlavní opatření by měla patřit snaha snížit množství toulavých psů. Jedním z dalších možných opatření je dopravní značení, upozorňující řidiče na zvýšené množství toulavých psů. Dopravní značení by měla být platná právě pro dobu, kdy ke srážkám dochází nejčastěji (*Canal a kol., 2018*).

Práce od skupiny autorů (*Mennonna a kol., 2018*) se zabývá rovněž srážkami vozidel s toulavými psy ovšem tentokrát v městské oblasti Neapol v Itálii, složené z 10 čtvrtí. Cílem této práce je především analýza těchto nehod pomocí GIS.

I tato studie potvrzuje, že se počet dopravních nehod s domácími zvířaty zvýšil. To je dle autorů důsledek nejen nárůstu počtu obyvatel, ale také populační exploze zaběhlých psů. Na dopravních nehodách v podobě srážek se zvířaty se podílí řada faktorů – světelné podmínky, typ silnice, povětrnostní podmínky, rychlost auta a rozptýlení řidiče. Při analýze bezpečnosti silničního provozu je dle autorů třeba nejen statistických metod, ale je také potřeba vidět informace geograficky. Geografický informační systém (GIS) považují autoři za důležitý nástroj pro prohlížení prostorových dat o nehodách. Mezi nástroje GIS použitelné pro analýzu silničních nehod zahrnují odhad výstupní oblasti ze sčítání, síťovou analýzu a odhad hustoty jádra (KDE). Ve výsledných oblastech je třeba zaměřit preventivní opatření, jako jsou speciální dopravní značky, jiné varování před možnou přítomností toulavých psů, omezovače rychlosti, zpomalovací prahy, zlepšené osvětlení vozovky a zvýšený počet semaforů.

Data byla shromážděna z lékařských záznamů z období 2012–2015. Byla seskupena data o zatoulaných psech, ale také o ostatních psech. Ke všem byly zjištěny informace o věku, pohlaví, místě nehody, případně informace o tom, zda nehodu pes přežil či zda došlo k uzdravení.

Byla využita metoda KDE. Ta prokázala přítomnost 5 hotspotů v 5 městských čtvrtích. Bylo zjištěno, že všechny oblasti s hotspotsy jsou okrajovými zónami, ve kterých se střídají široké zelené plochy (vhodné pro zatoulané psy), zastavěné oblasti a přímé silnice s množstvím křižovatek. Účastníky těchto dopravních nehod byli častěji psi než feny (v poměru 57:43) a častěji mladí než dospělí či staří (v poměru 56,5:26,0:17,5). Z hlediska časového rozložení ukazují srážky vozidel se psy dva vrcholy – v červnu a v lednu (*Mennonna a kol., 2018*).

Práce od skupiny autorů (*Abra a kol., 2019*) se věnuje srážkám vozidel s volně žijícími živočichy i domestikovanými zvířaty ve státě São Paulo v Brazílii, zvláště pak z hlediska bezpečnosti osob, nákladů za havárii a právní stránky věci.

Silnice, umožňující přepravu osob a materiálu, mají na jednu stranu velký význam pro společnost, ale představují hrozbu pro živočichy v podobě ztráty přirozeného prostředí, snížení kvality stanovišť, bariérovému účinku a úmrtnosti při srážkách. Srážky mají navíc negativní dopad také na lidi, ať už v podobě ohrožení života nebo v podobě poškození vozidla. Ve státě São Paulo se zvýšila hustota silniční sítě a dosáhla tak jedné z nejhustších v Brazílii. To vedlo ke ztrátě přirozeného prostředí a fragmentaci krajiny, což dále vedlo k vyšší míře srážek. Práce uvádí, že se míra těchto srážek za posledních několik desetiletí podstatně zvýšila, což potvrzuje lineárním regresivním modelem.

V Brazílii je velký rozdíl mezi jednotlivými silnicemi. Silnice spravované společností DER mají obvykle 2 pruhy široké 3,5 metru, rychlostní limit pohybující se mezi 30 až 110 km/hod, často postrádají pouliční osvětlení a je zde špatná a relativně pomalá dostupnost lékařské pomoci. Naproti tomu mýtné dálnice mají obvykle 4 pruhy, rychlostní limity pohybující se mezi 80 až 120 km/hod, svodidla, ve vybraných oblastech obsahují osvětlení a je tam relativně rychlá dostupnost lékařské pomoci. Objem dopravy na placených silnicích je obvykle vyšší, než na silnicích spravovaných společností DER.

Z hlediska dat můžeme v São Paulu najít hned 2 zdroje, z nichž každý se zabývá jiným úhlem pohledu na srážky vozidel se zvěří. Jedná se o vojenskou dálniční policii, která se zabývá údaji o nehodách, a pak o pracovníky údržby silnic, kteří pravidelně kontrolují silnice a zabývají se srážkami z hlediska samotných údajů o mršinách. Autoři práce využili data od dálniční policie státu São Paulo (Polícia Militar do Estado de São Paulo) za roky 2003–2013. U havárií byly zaznamenány údaje jako datum a čas havárie, obec, kde ke střetu došlo, číslo silnice, správce silnice, poloha, typ vozidla, počet vozidel účastnících se nehody, počet lidí s lehkými nebo těžkými zraněními a počet úmrtí posádek. Nebyly zaznamenány údaje o příslušných zvířecích druzích ani o tom, zda byl tento druh domestikovaný, těmto informacím se věnují právě pracovníci údržby silnic. Autoři práce si navíc uvědomují, že množství těl odstraňovaných ze silnice pracovníky údržby silnic bude určitě vyšší než množství nehod nahlášených policií.

Nejhorší následky způsobovaly tapír, kapybara a velké domestikované druhy zvířat jako skot a koně. Skot a koně navíc vlivem své velikosti představují pro řidiče největší hrozbu, jak z hlediska bezpečnosti, tak z hlediska výše nákladů. Nehod bylo prakticky podobně na silnicích spravovaných společnostmi DER a na mýtných dálnicích, ale velký rozdíl byl v počtu nehod se zraněním či úmrtím, kdy na silnicích spravovaných společnostmi DER byl počet takových nehod téměř dvojnásobný. Z hlediska časového rozložení srážek bylo nejvíce srážek v noci mezi 19:00 a 6:00 s vrcholy kolem úsvitu a soumraku. Zároveň došlo k více srážkám v období sucha (duben až září) než v období dešťů (říjen až březen). Většina soudních případů se týkala střetů s domestikovanými druhy, zejména koní, skotu a psů, což je dáno tím, že právě tyto druhy zvířat mají své majitele, kteří jsou za ně zodpovědní (Abra a kol., 2019).

Práce (Carvalho-Roel a kol., 2019) se zabývala zvířaty zabitými na čtyřproudé dálnici BR-050 v oblasti biomu Cerrado mezi Uberlandií a Uberabou ve státě Minas Gerais v jihovýchodní Brazílii. Úsek dálnice byl vybrán tak, aby byl v kontaktu jak s lesem, tak se zemědělskou krajinou. Monitorování srážek probíhalo autem (průměrnou rychlostí 60 km/h) každý týden od dubna 2012 do března 2013. Úsek dálnice autoři studie rozdělili do segmentů a pro každý z nich spočítali vzdálenost k nejbližší řece, vzdálenost k nejbližšímu lesu a vzdálenost k nejbližšímu sídlu. Jejich hlavním cílem bylo zjistit, zda a jak moc se překrývají místa srážek domestikovaných a divokých zvířat. Dalšími cíli potom bylo snížit dopravní nehody způsobené střety se zvířaty a zvýšit bezpečnost pro účastníky silničního provozu.

Autoři práce uvádí, že v jiných pracích byla místa agregace srážek vozidel se zvířaty (tzv. hotspoty) určena pro několik skupin divokých zvířat, a je tedy jasné, že zabíjení na silnicích obvykle není náhodné, ale že se agreguje právě do těchto hotspotů. U domestikované zvěře však zůstává otázka, zda se tyto srážky vůbec agregují a pokud ano, zda na stejných místech jako u divoké zvěře. Autoři předpokládali, že bude pravděpodobně výskyt hotspotů domestikovaných zvířat odlišný od výskytu hotspotu divoké zvěře, a to proto, že přítomnost domestikovaných zvířat na silnicích a dálnicích je dán úplně jinými faktory než u zvěře divoké. Může se jednat o zatoulané domestikované zvíře nebo o zvíře domácí na procházce s majitelem. Na druhou stranu by se hotspoty srážek s divokou zvěří a domestikovanými zvířaty mohly někdy překrývat, protože některá domestikovaná zvířata jsou mrchožrouti, a mohla by tak být zabita na stejných místech jako některá divoká zvěř.

Výsledky studie ukázaly, že oběťmi srážek vozidel se zvířaty se stávala častěji divoká zvěř než domestikovaná zvířata. Mezi nejvíce zabíjenou divokou zvěří byla psovitá šelma Maikong (*Cerdocyon thous*), dále pásovec šestipásý (*Euphractus sexcinctus*) a skunk znamenáný (*Conepatus semistriatus*). Mezi nejvíce zabíjená domestikovaná zvířata patřil pes domácí (*Canis familiaris*) a kočka domácí (*Felis catus*). Hotspoty srážek s volně žijícími živočichy a domestikovanými zvířaty se nepřekrývaly. Z 11 hotspotů srážek s divokou zvěří jsou pouze dva do 2 km od hotspotu srážek vozidel s domestikovanými zvířaty. Hotspoty srážek s divokou zvěří jsou lokalizovány u větších lesních či zemědělských ploch, v blízkosti vodního toku. Hotspoty srážek s domestikovanými zvířaty jsou lokalizovány u menších lesních či zemědělských ploch v členitější krajině, daleko od vodního toku, zato v blízkosti sídla. Autoři práce také zmiňují, že mezi jednotlivými charakteristikami prostředí mnohdy funguje ve vztahu k těmto dvěma typům hotspotu srážek určitý vztah – tam kde je negativní účinek pro srážky s divokými zvířaty, je pozitivní účinek pro srážky s domestikovanými zvířaty a naopak.

Z hlediska navrhovaných řešení se (vzhledem k výsledkům) studie zvláště soustředí na divokou zvěř a zvláště na domestikovaná zvířata. U divoké zvěře je doporučováno využít stavby ekoduktů v místech hotspotů, přičemž je třeba zajistit, aby v těchto ekoduktech nebyla zvěř rušena lidmi, a aby prostředí ekoduktu bylo podmínkami podobné jako okolí apod. Je také možné zabránit divoké zvěři přechodu přes silnici na jiných místech prostřednictvím oplocení komunikace. V takovém případě je ale nutné zajistit divoké zvěři, schopné přeskočit tento plot, možnost dostat se i zpět, ať už pomocí hliněných ramp nebo jednosměrné brány. U domestikovaných zvířat je třeba se zaměřit na majitele zvířat, kteří jsou za ně zodpovědní. Je třeba v podobě nějaké osvětové kampaně zvýšit povědomí o tom, jak nebezpečné tyto srážky

jsou. Dalším opatřením jsou kastrace domácích zvířat, aby se zabránilo množení zaběhlých zvířat. Další možností je vytvořit jakýsi záchranný program, kam by lidé mohli zavolat v případě, že uvidí volně se pohybující zvíře na silnici, aby byla možnost toto zvíře včas zachránit. A v neposlední řadě je třeba důrazněji trestat lidi v případě opuštění zvířete, což je v Brazílii trestným činem (*Carvalho-Roel a kol., 2019*).

Práce (*Creech a kol., 2019*) se věnuje srážkám vozidel s divokou zvěří i domestikovanými zvířaty ve státě Montana v USA. Dle autorů této práce se výzkum v oblasti silniční ekologie většinou zaměřoval na divokou zvěř (WVC) a domestikovaná zvířata (DAVC) opomíjel, což mohlo vést k tomu, že se opominuly odlišnosti mezi srážkami s divokou zvěří a srážkami s domestikovanými zvířaty. Tato práce si tedy dala za cíl především vyzdvihnout tyto rozdíly a poukázat na odlišnosti v opatření řešící tyto srážky.

Autoři pracovali s daty od dálničních hlídek Montana Highway Patrol (MHP) za roky 2008–2017. Srážky, které mají za následek zranění nebo smrt osoby či škodu na majetku ve výši nejméně 1000 USD, musí být dle zákona hlášeny orgánům činným v trestním řízení. Záznamy dat byly tedy pravděpodobně zaujaté na srážky s většími zvířaty (např. divokými nebo domácími kopytníky). Každý záznam obsahoval zeměpisné souřadnice, rok, měsíc, denní dobu, typ kolize (DAVC nebo WVC), světelné podmínky, stav vozovky, povětrnostní podmínky a informace o závažnosti nehody.

Práce ukázala, že se WVC a DAVC v mnoha ohledech liší. Z hlediska časového rozložení mají WVC 2 vrcholy – za úsvitu a za soumraku, zatímco DAVC mají pouze jeden výrazný vrchol – pozdě večer. Z hlediska prostorového hotspoty WVC a DAVC nevykazovaly příliš silné překrývání. Počty DAVC byly v průběhu času relativně stabilní, zatímco počty WVC během tohoto období dramaticky vzrostly. To je dáno zřejmě populací obou skupin zvířat. Zatímco u skotu a ovcí byla velikost populace v průběhu času podobná, u divokých kopytníků populace rostly.

Pochopení prostorových a časových vzorců každého typu srážek vozidel se zvířaty je nezbytné pro nastavení účinných opatření. DAVC si zaslouhují rozhodně větší pozornost, než kterou mají, protože mohou být lokálně běžné, i když jsou regionálně vzácné, mohou být nebezpečnější a mohou představovat právní odpovědnost pro vlastníky hospodářských zvířat. Přesto srážky se skotem, koňmi a ovcemi v systémech sběru dat často nejsou rozlišené, nebo bývají vyloučeny z vědeckých analýz či slučovány dohromady se srážkami zahrnujícími

divokou zvěř, což je, jak práce ukázala, špatně, protože to snižuje účinnost opatření (Creech a kol., 2019).

Práce (Wilkins a kol., 2019) se věnuje srážkám vozidel s divokou zvěří (WVC) i domácími zvířaty (DAVC) v Texasu v USA. Cílem je popsat situaci těchto střetů a zhodnotit přínosy možných opatření pro zmírnění střetů.

Autoři pracovali s daty o nehodách z online databáze od Texaské policie za roky 2010 až 2016. Uvědomují si, že kvůli nedostatečnému hlášení jsou údaje o srážkách obvykle hrubým podceněním skutečného dopadu srážek vozidel se zvířaty. Většinou jsou zaznamenány ty srážky, které způsobí nějaké poškození vozidla, zranění či smrt osob, což většinou znamená, že jsou zaznamenávány srážky s většími zvířaty. Ale nikterak méně jsou ohrožena i malá zvířata. Ohrožení srážkami s vozidly jsou i plazi, ptáci nebo třeba kočkovitá šelma Ocelot texaský (*Leopardus pardalis*), který v době studie měl navíc velmi malou žijící populaci. Policejní zprávy navíc mnohdy neobsahují informaci o druhu zvířete, což by pomohlo ve strategii zmírňování těchto nehod.

Je poměrně velké množství opatření, které lze použít pro snížení srážek vozidel se zvěří, zvýšení bezpečnosti řidičů, snížení úmrtnosti volně žijících živočichů a propojení jednotlivých stanovišť, která byla komunikací rozdělena. Patří mezi ně ekodukty, podchody pro zvěř, oplocení komunikace, brány a únikové rampy, dopravní značení, systémy detekce vozidel a zvířat, omezení rychlosti vozidel, osvětlení komunikace a další.

Dle výsledků práce zde srážky vrcholí dvakrát denně – mezi 5. a 8. hodinou ránní a mezi 18. hodinou a půlnocí. Nejvýraznější jsou potom mezi 6. a 7. hodinou ránní a mezi 20. a 21. hodinou večerní. Je to dáno i tím, že chování živočichů je obvykle ovlivněno pohybem slunce, zatímco chování lidí spíše denní dobou (např. začátek a konec pracovní doby) a dni v týdnu (pracovní den či víkend). Například motocykly zaznamenávají větší nárůst o víkendech. Z hlediska rozložení v roce je dle výsledků práce zase vyšší pravděpodobnost srážek od října do prosince. Většina srážek se odehrává na neosvětlených silnicích. Výrazným hotspotem divoké zvěře byla metropolitní oblast San Antonia. Ačkoliv střety s domestikovanými zvířaty tvoří menší podíl srážek, nelze je zcela vyloučit. Tvoří asi třetinu srážek. Například v oblasti kolem Rio Grande Valley počet střetů s domestikovanými zvířaty roste, což je podle autorů dáno především vysokým počtem toulavých domácích zvířat (Wilkins a kol., 2019).

3.2 DĚLENÍ SRÁŽEK SE ZVÍŘATY:

Jak již bylo řečeno výše, srážky vozidel se zvířetem (v odborné literatuře označované **AVC** – Animal-Vehicle Collision) můžeme dělit na srážky s volně žijícími živočichy (v odborné literatuře označované **WVC** – Wildlife-Vehicle Collisions) a srážky s domestikovanými zvířaty (v odborné literatuře označované **DAVC** – Domestic Animal-Vehicle Collisions) (Creech a kol., 2019). Mezi srážky s domestikovanými zvířaty patří srážky se zvířaty hospodářskými (jako koně, skot, ovce apod.) a srážky se zvířaty domácími (jako pes, kočka apod.). Obě tyto kategorie mají svá specifika, která jsou zmíněna v následujících kapitolách. Domácí zvířata můžeme ještě dále rozdělit podle toho, zda se jedná o zvířata opuštěná – zvíře majitel vědomě opustil, zaběhlá – zvíře se majiteli na nějakou různě dlouhou dobu ztratilo; majitel neví, kde se pohybuje, či nezaběhlá – ke srážce dojde např. při venčení; majitel je přímo u toho (např. při společné procházce) nebo alespoň přibližně ví, kde se zvíře pohybuje (např. majitel pustil samotné zvíře vyvenčit se v okolí bydliště). V některých oblastech převažují srážky s domácími zvířaty právě kvůli většímu množství zaběhlých nebo dokonce opuštěných zvířat (Mennonna a kol., 2018; Canal a kol., 2018; Wilkins a kol., 2019). V některých případech dochází dokonce nejen k opuštění domácích zvířat, ale také zvířat hospodářských, a to z důvodu, aby jejich majitelé s nízkými příjmy nemuseli řešit finanční výdaje spojené s veterinární péčí (Abra a kol., 2019).

3.3 INFORMACE O SRÁŽCE VOZIDLA SE ZVÍŘETEM:

U srážek vozidel se zvířetem můžeme zaznamenat informace o počtu srážek, podílu srážek na celkovém počtu nehod, počtu srážek se zraněním či úmrtím osob, informace o poloze a o době a čase srážky.

Srážky zvířat s vozidly jsou celosvětovým problémem (Bíl a kol., 2019; Creech a kol., 2019). Většina studií, která se tímto problémem zabývala, zmiňuje rovněž stoupající tendenci počtu srážek a s tím související stoupající ekonomické náklady, počty zraněných či mrtvých lidí i zvířat, či stoupající pojistné události související se srážkami se zvířaty (Abra a kol., 2019; Al-Ghamdi a AlGadhi, 2004; Bartonička a kol., 2018; Bíl a kol., 2019; Canal a kol., 2018; Creech a kol., 2019; Kasalová, 2013; Mennonna a kol., 2018; Wilkins a kol., 2019). Důvodem tohoto nárůstu je zřejmě nárůst objemu dopravy, výstavba nových silnic (což omezuje pohyb zvířat krajinou), zvýšení rychlosti automobilů, rostoucí populace druhů zvířat a přizpůsobení zvířat životu v zemědělských

a obytných oblastech (*Abra a kol., 2019; Bartonička a kol., 2018; Bíl a kol., 2019; Canal a kol., 2018; Mennonna a kol., 2018; Creech a kol., 2019*).

Srážky zvířat s vozidly se v prostoru shlukují do tzv. hotspotů. Faktory, které ovlivňují výskyt srážek, lze obecně rozdělit do dvou skupin – prostorově náhodné a prostorově nenáhodné. Prostorově náhodné jsou takové faktory, které působí globálně a nemají tedy tendenci shlukovat srážky. Prostorově nenáhodné jsou takové faktory, které působí lokálně a mají tak tendenci shlukovat srážky právě do těchto míst (*Bíl a kol., 2019*). Hotspoty se však liší v závislosti na zvířeti. Některé práce uvádějí, že se hotspoty srážek s divokou zvěří a hotspoty srážek s domestikovanými zvířaty výrazně nepřekrývají a faktory, které hotspoty vytváří, jsou mnohdy přímo opačné, tj. faktor, který pozitivně ovlivní WVC může negativně ovlivnit DAVC (*Carvalho-Roel a kol., 2019; Creech a kol., 2019*). Dokonce hotspoty pro různé druhy volně žijících zvířat nemusí být nutně shodné (*Creech a kol., 2019*).

3.4 INFORMACE O ZVÍŘETI:

Každé zvíře, divoké či domestikované, má svá specifika, která je třeba neopomenout. Druhy zvířat se liší **prostředím**, ve kterém žijí, **velikostí areálu** a **způsobem života**. Některé druhy zvířat jsou aktivní ve dne, jiné v noci. Doba aktivity zvířete se pak může protnout s vyšší dopravní aktivitou lidí nebo s denní dobou, kdy jsou zhoršené světelné podmínky pro řidiče. V případě domácích zvířat záleží na tom, zda se jedná o zvířata opuštěná či zaběhlá, nebo o zvířata nezaběhlá. Zatímco aktivita opuštěných či zaběhlých domácích mazlíčků je rovněž určována denní dobou a slunečním svitem, jako u divoké zvěře, aktivita nezaběhlých domácích mazlíčků je ovlivňována aktivitou člověka (*Canal a kol., 2018*). Některé druhy pravidelně migrují za potravou či za lepšími životními podmínkami v určité části roku. Například velbloud v Saudské Arábii při hledání potravy migruje na velké vzdálenosti a kříží řadu venkovských silnic. Navíc se, narozdíl od jiných druhů divoké zvěře, jeho migrační trasy dynamicky mění v závislosti na meteorologických podmínkách (*Al-Ghamdi a AlGadhi, 2004*). Některá zvířata (mrchožrouti, všežravci či v některých případech i masožravci), která nepohrdnou mršinou na komunikaci, mohou na tento svůj způsob obživy sama doplatit životem v následující srážce s vozidlem. K tomu dochází třeba také u opuštěných či zaběhlých domácích zvířat (*Carvalho-Roel a kol., 2019*). Na množství srážek se projevuje také doba říje (*Abra a kol., 2019; Bíl a kol., 2019*).

Význam může mít také **pohlaví** a **věk** zvířete. Práce z roku 2018, zabývající se opuštěnými či zaběhlými domácími zvířaty v městské oblasti Neapol v Itálii zaznamenala více srážek se psy než s fenami a více srážek s mladými psy než starými. To autoři přisuzují tomu, že mladí psi v reprodukčním období mají tendenci opustit svou skupinu a zvětšit svůj domovský areál, aby našli fenu k páření. Tito mladí psi však ještě nejsou dostatečně obezřetní při pohybu na komunikaci, a tak se stávají častěji oběťmi srážek s vozidly (*Mennonna a kol., 2018*).

Pro důsledky srážek s vozidly hraje velkou roli **velikost** zvířete. Větší zvířata představují při srážce větší hrozbu pro zdraví řidiče i pro ekonomické náklady (*Abra a kol., 2019; Bartonička a kol., 2018*). V tomto ohledu se hodně liší domácí a hospodářská zvířata. Zatímco hospodářská zvířata svou velikostí představují pro řidiče mnohdy vyšší hrozbu než divoká zvěř (např. kráva vs. sma) (*Carvalho-Roel a kol., 2019; Creech a kol., 2019*), domácí zvířata mohou svou velikostí představovat pro řidiče naopak hrozbu nižší (např. pes vs. sma). To se mnohdy odráží v ohlášení těchto nehod. Pokud srážka se zvířetem nezpůsobí řidiči škodu na zdraví či vozidle, mnohdy k nahlášení nedojde a srážka nemusí být ani postřehnuta (*viz. kapitola 4.1 data a problémy s daty*). Přesto menší druhy, i když nemusí představovat bezprostřední hrozbu zranění řidiče, také čelí velkým dopadům kolize (*Wilkins a kol., 2019*).

3.5 INFORMACE O VOZIDLE:

Velikost je však významná také na druhé straně, tedy u vozidla. Důsledky, jak pro řidiče a spolucestující, tak pro zvíře, jsou různé s různou **velikostí a typem vozidla**. V případě jízdního kola a motocyklu je významně ohrožen řidič a spolucestující, kteří nejsou chráněni před přímým fyzickým nárazem, jako tomu je např. u automobilu (*Abra a kol., 2019; Wilkins a kol., 2019*). Naopak u větších dopravních prostředků, např. v podobě nákladního automobilu či kamionu, je posádka vozidla ohrožena méně a daleko větší následky ze srážky má samotné zvíře. Významným faktorem je také **vybavenost vozidla**, zajišťující ochranu řidiči a spolucestujícím, případně informaci pro řidiče v případě přítomnosti nějakého zvířete, které by mohlo být rizikem.

3.6 INFORMACE O JÍZDĚ:

Dalším významným faktorem, ovlivňující četnost i vážnost srážek vozidel se zvířetem je samotná jízda. Význam zde hraje převážně **rychlost** (*Bartonička a kol., 2018*). Vyšší rychlost je obvykle spojená s vyšší nehodovostí (*Al-Ghamdi a AlGadhi, 2004*). Řidič má při vyšší rychlosti méně času reagovat na zvíře na vozovce, navíc dochází k většímu rozptýlení řidiče (*Mennonna a kol., 2018*). Význam má také způsob jízdy, zejména **používání bezpečnostních pásů a airbagů** (*Abra a kol., 2019*).

3.7 INFORMACE O ŘIDIČI A SPOLUCESTUJÍCÍCH:

Důležité je také, zda řidič ví, jak se zachovat v případě srážky, ať už přímo v okamžiku, kdy není jiná možnost, než zvíře srazit, nebo po sražení zvířete. Kasalová (2013) uvádí, že mnohdy může být problém v tom, že řidič, při snaze vyhnout se zvířeti na vozovce změni směr jízdy mimo komunikaci a dojde tak ke sražení objektů poblíž komunikace, která pak přináší řidiči daleko horší následky na jeho zdraví.

A při samotné srážce má také význam informace o zdravotním stavu řidiče a spolucestujících. To souvisí jednak z již zmíněnou velikostí zvířete a vozidla, ale také s již zmíněnou rychlostí, vybavením vozidla ochrannými prvky a jejich používáním (*Al-Ghamdi a AlGadhi, 2004*). Oběti nemusí mít buď zranění žádné, nebo mohou mít zranění lehké, těžké či dokonce smrtelné. Navíc se může projevit také posttraumatická stresová porucha (*Abra a kol., 2019*). S vážností nehody a zraněním lidí souvisí také ekonomické náklady (*Abra a kol., 2019; Creech a kol., 2019*).

3.8 INFORMACE O KOMUNIKACI:

Nemálo důležitý je rovněž typ komunikace (*Mennonna a kol., 2018*). S vyšší **kategorií komunikace** se pojí větší intenzita dopravy, mnohdy i vyšší povolená rychlost, ale je sem často také zaměřena větší pozornost z hlediska opatření zmírňující kolizi se zvířaty. S typem komunikace se pojí také **šířka komunikace**, která se odvíjí především od počtu proudů. Čím širší komunikace je, tím více může představovat pro mnohá zvířata nepřekonatelnou překážku (*Bartonička a kol., 2018*). A svoji roli hraje také **umělé osvětlení** komunikace, které zajišťuje řidiči lepší viditelnost. Neméně podstatná je také informace o **správci komunikace**.

V některých případech mohou být mezi srážkami vozidel se zvířaty na komunikacích různých správců značné rozdíly (*Abra a kol., 2019*).

3.9 INFORMACE O OKOLNÍM PROSTŘEDÍ A KRAJINĚ:

Velký význam má také krajina v okolí komunikace. Jedním z hlavních faktorů je **vzdálenost komunikace od nejbližšího lesa, délka okraje lesa a velikost plochy lesa** (*Bartonička a kol., 2018; Bíl a kol., 2019*). Tam kde dojde k odlesnění plochy pro potřeby zemědělství či jiných, může dojít ke snížení počtu místní divoké zvěře a také ke snížení podílu srážek divoké zvěře (*Canal a kol., 2018*).

Dalším faktorem prostředí, ovlivňujícím srážky zvířat s vozidly, je **vzdálenost od nejbližší liniové vegetace a přítomnost zeleně poblíž komunikace**. Jakákoliv vegetace v blízkosti komunikace poskytuje zvířatům úkryt a může snížit viditelnost pro řidiče (*Bartonička a kol., 2018; Bíl a kol., 2019*). Na otevřených plochách se často shluky srážek zvířat s vozidly naopak nemají tendenci kumulovat (*Bartonička a kol., 2018*).

Význam hraje také **vzdálenost od vodního toku či plochy**. Divoká zvěř přirozeně vyhledává zdroje vody na pití, a proto i tento faktor má u srážek s vozidly význam (*Bartonička a kol., 2018; Bíl a kol., 2019*).

Důležitá je rovněž **vzdálenost od zastavěné plochy, od nějakého sídla, obytné budovy či farmy** (*Bartonička a kol., 2018*). V případě domácích zvířat se jedná často o srážky přímo v městské oblasti, v místech, kde zelené plochy splývají se zastavěnými plochami a protínají je velké rovné silnice s mnoha křižovatkami (*Canal a kol., 2018; Mennonna a kol., 2018*).

Svou roli má také **vzdálenost od dalších bariér** (*Bartonička a kol., 2018*). A v neposlední řadě je také důležité, jakým způsobem jsou **využívány pozemky v okolí komunikace** (např. pěstování nějaké vysoké plodiny, produkce větrolamů atd.) (*Abra a kol., 2019; Bartonička a kol., 2018*).

3.10 INFORMACE O ČASOVÝCH A METEOROLOGICKÝCH PODMÍNKÁCH:

Pro viditelnost řidiče je důležitým faktorem **délka dne**. Není proto divu, že většina prací uvádí, že k nejvíce srážkám vozidel se zvířaty dochází během noci. Vrcholy se potom nachází

nejčastěji kolem soumraku nebo svítání (*Abra a kol., 2019; Al-Ghamdi a AlGadhi, 2004; Bartonička a kol., 2018; Bíl a kol., 2019; Canal a kol., 2018; Mennonna a kol., 2018; Wilkins a kol., 2019*). Čas, kdy k těmto srážkám dochází, se tedy v průběhu roku mění (*Bartonička a kol., 2018*). Doba se liší pro divokou zvěř a domestikovaná zvířata. Zatímco u WVC vykazovaly 2 vrcholy (úsvit a soumrak), DAVC vykazovaly pouze 1 vrchol (mezi soumrakem a půlnocí) (*Creech a kol., 2019*). Rozdíl je také u srážek s domácími zvířaty, a to v případě zaběhlých a nezaběhlých psů. Zatímco u nezaběhlých psů je aktivita ovlivňována aktivitou člověka (např. doba venčení), což ovlivňuje i dobu srážek, u zaběhlých psů se obvykle projevují vrcholy soumravné aktivity, zejména během léta, čímž se psi přizpůsobují horkým dnům (*Canal a kol., 2018*).

Vliv má také **rozdíl mezi pracovními dny a víkendem**. To sice zvířata nijak v chování neovlivňuje, ale lidská aktivita v podobě dopravy klesá, a tím klesají i srážky (*Canal a kol., 2018*). Naopak je zajímavé, že podle některých výzkumů stoupá počet nehod zvířat s motocykly. Autoři práce to vysvětlují tím, že lidé mnohdy používají o víkendech motocykly jako rekreační vozidla (*Wilkins a kol., 2019*).

A nemalý vliv na srážky má taky jiná **roční doba**. Většinou autoři uvádí více srážek hlavně na podzim, někdy také v zimě (*Abra a kol., 2019; Bartonička a kol., 2018; Canal a kol., 2018; Creech a kol., 2019*). Avšak v tomto období je také větší vliv zhoršených **meteorologických podmínek** v podobě většího množství deště a mlhy (*Canal a kol., 2018; Mennonna a kol., 2018*). V některých případech byl vyšší počet srážek ovlivněn také **obdobím vyšší lovecké činnosti** (*Canal a kol., 2018*).

3.11 NÁKLADY:

Ekonomické náklady se u srážek vozidel a zvířat dají dělit na 3 typy – **náklady spojené s lidmi** (kam patří náklady spojené se zdravotní pomocí, ztrátou produktivity či psychickým traumatem), **náklady spojené s vozidly** (kam patří náklady spojené s opravou vozidla, ale také náklady spojené se ztrátou přepravovaného materiálu) a **náklady spojené s veřejnou službou a poškozením veřejného majetku** (kam patří náklady spojené s pomocí při havárii a náklady správců silnice na opravy silnice nebo objektů na silnici (*Abra a kol., 2019*).

Několik autorů navíc uvádí, že vyšší náklady souvisí s tím, zda došlo k poranění či smrti posádky vozidla (*Abra a kol., 2019; Creech a kol., 2019*).

3.12 PRÁVNÍ ODPOVĚDNOST:

Z právního hlediska jsou důležité především 2 otázky: Kdo je za srážku právně odpovědný? Je vůbec řidič povinen srážku se zvěří hlásit a pokud ano, kam?

Také v právních otázkách se liší srážky s divokou zvěří a srážky s domestikovanými zvířaty. Domestikovaná zvířata mají své majitele, tudíž soudních řízení bývá více u DAVC než u WVC (*Abra a kol., 2019; Creech a kol., 2019*). Někdy bývá rozdíl také v tom, zda řidiči za využívání komunikace musí platit či ne. Pokud se jedná o srážky na mytných komunikacích, mohou být častěji předmětem soudních případů než u komunikace neplacené, protože u placených silnic již řidič očekává vyšší snahu správce silnice vstupu zvěří na vozovku zabránit (*Abra a kol., 2019*).

Právní odpovědnost za srážku se zvěří se v různých státech a mnohdy různých případech liší. Někdy je za udržení zvířat mimo komunikaci zodpovědný správce komunikace. Tento typ odpovědnosti je založen na ochraně řidiče jakožto zákazníka, který je považován za zranitelnějšího ze dvou stran. Jindy je za viníka považován samotný řidič. V případě, že se jedná o domestikované zvíře, může být za srážku zodpovědný majitel onoho zvířete, zvláště na místech, kde má majitel povinnost zamezit jeho zvířeti volného vstupu na vozovku prostřednictvím oplocení dobytkařských zvířat. A v některých případech nese vinu za srážku dokonce obec. V USA jsou oblasti, kde není povinnost majitele hospodářských zvířat tato zvířata oplotit. Zvíře se může volně pohybovat bez ohledu na vlastnictví pozemků. V takových případech je potom správce komunikace zodpovědný za vstup těchto zvířat do vozovky. Zatímco na jiných místech je majitel zvířete povinen ho oplotit, a zodpovědnost tak přechází na něj, což je daleko běžnější (*Abra a kol., 2019; Creech a kol., 2019*).

V České republice je z právního hlediska rozdíl mezi divokou zvěří a domestikovanými zvířaty. V případě divoké zvěře neleží odpovědnost za zvíře na nikom. Volně žijící zvěř není ve vlastnictví státu ani myslivců. Nicméně po sražení zvěře již připadá vlastnictví mrtvého zvířete myslivcům. V případě domestikovaných zvířat je za zvíře zodpovědný jeho majitel a škodu tak lze vymáhat od něho (*Kasalová 2013; e-pojištění.cz*).

Pokud dojde k tomu, že řidič srazí nějaké zvíře, měl by zastavit, zapnout výstražná světla, postavit na silnici varovný trojúhelník a následně srážku řešit. Při smrti zvířete je řidič povinen kontaktovat policii na lince 158. Operační důstojník na místo vyšle dopravní policii,

kteřá ví, koho v takových případech kontaktovat, aby zvíře ze silnice bezpečně odklidil. V případě divoké zvěře se kontaktuje myslivecký hospodář dané honitby. Usmrcené či zraněné zvíře by řidič určitě neměl ze silnice odklízet sám (mohlo by být nemocné, mohlo by člověka ošklivě zranit). Pokud řidič zvíře naloží a odveze si ho, může být toto počínání vyhodnoceno jako pytláctví, a tedy jako trestný čin. Pokud řidič srážku se zvěří neohlásí, hrozí mu za to pokuta. Pokud se jedná o opakovaný prohřešek, může následovat až zákaz řízení na určitou dobu (*Kasalová 2013*).

3.13 ŘEŠENÍ A OPATŘENÍ:

Existuje velké množství opatření zmírňující srážky vozidel se zvířaty. Přesto neexistuje žádné jedno univerzální, které by šlo využít vždy a všude. Na různých místech se využívají různá opatření. Přičemž i tady záleží na druhu zvířete. Pro různé druhy zvířat mohou být účinná odlišná opatření. Proto je vhodné při řešení aplikace nějakého opatření zvážit, pro jaký druh či skupinu zvířat opatření zavádím, na jaké komunikaci a jaké je okolí místa, kde bych rád opatření zavedl (*Al-Ghamdi a AlGadhi, 2004; Canal a kol., 2018; Wilkins a kol., 2019*). Účinné opatření vyžaduje stanovení rizikových míst, kde se srážky vyskytují (*Bartonička a kol., 2018*), a faktorů, které ovlivňují vznik srážek (*Bil a kol., 2019; Creech a kol., 2019*). Je vhodné soustředit největší pozornost na shluky srážek, do kterých se srážky koncentrují (*Bartonička a kol., 2018*), už jen proto, že aplikovat opatření na všech místech, kde ke srážkám dochází by bylo ekonomicky a logisticky neproveditelné (*Canal a kol., 2018*).

Opatření lze dělit dvojím způsobem. Jednak podle toho, či chování se snaží opatření změnit, případně komu se opatření snaží pomoci vyhnout se srážce. Jsou opatření zaměřená na řidiče – např. bezpečnostní prvky vozidla, výstražné značky, rychlostní limity, tepelné senzory (upozorňující na blížící se zvíře), osvětlení komunikace, odstranění překážek bránící viditelnosti, vzdělávání řidičů o negativních dopadech vysoké rychlosti, únavy za volantem a jiných problémech spojených s řízením a důsledcích kolize se zvířaty, vzdělávání řidičů o chování zvířat při setkání s vozidlem atd. a opatření zaměřená na zvířata – např. oplocení komunikace s možnými východy či rampami, nadchody (ekodukty), přechody a podchody, pachové oplocenky (např. pach predátora u komunikace, pach něčeho příjemného u ekoduktů), optická značení (např. reflektory), zvukové signály, ultrazvuk, modely predátora, snižování stavů přemnožené zvěře (lovem či přirozeným predátorem), nenavyšování hustoty dopravních sítí, chov domestikovaných zvířat dále od komunikací, zamezování majiteli pohodit domácí

zvíře (*Al-Ghamdi a AlGadhi, 2004; Bartonička a kol., 2018*). A druhé možné dělení je na aktivní a pasivní. Mezi opatření aktivní patří např. bezpečnostní prvky vozidla a pachové oplocenky atd. Mezi opatření pasivní patří např. dopravní značení, odrazky, ekodukty, oplocení komunikace atd. (*Kasalová, 2013*).

Někteří autoři uvádí jako vhodné opatření kombinovat. Například v případě oplocení komunikace je vhodné umožnit zvířatům překonat překážku (v podobě silnice) jinudy. Proto je vhodné oplocení kombinovat s podchody a nadchody (*Abra a kol., 2019; Wilkins a kol., 2019*). Je třeba také brát v potaz, že některá zvířata mohou přesto překážku překonat a mělo by jim být umožněno dostat se zase ven. Proto se k oplocení přidávají také rampy a jednosměrné východy (*Abra a kol., 2019*).

Zároveň je třeba účinnost opatření monitorovat a hlavně prvky sloužící jako protiopatření vstupu zvířat do vozovky opravovat a udržovat (*Abra a kol., 2019; Carvalho-Roel a kol., 2019*).

Opatření proti srážkám s divokou zvěří a srážkám s domestikovanými zvířaty se mohou lišit a tato různorodost vyžaduje další vývoj a testování. Nezohlednění jakýchkoli rozdílů mezi WVC a DAVC by mohlo snížit celkovou účinnost strategií zmirňování (*Creech a kol., 2019*). Pro srážky s domestikovanými zvířaty je možné využít opatření v podobě povinnosti majitelů hospodářských zvířat ohradit svá zvířata (*Abra a kol., 2019*). U velkého množství zaběhlých domácích mazlíčků jsou vhodná taková opatření, která zpomalují růst jejich populace (jako programy adopce, eutanazie (*Abra a kol., 2019*), kastrace (*Carvalho-Roel a kol., 2019; Wilkins a kol., 2019*) nebo čipování (pro menší pravděpodobnost opuštění zvířete) (*Canal a kol., 2018*). U hospodářských zvířat je ve Spojených státech, kde není vždy povinnost majitele hospodářská zvířata oplocit, možnost označit zvíře reflexními návleky nebo ušními štítky (*Creech a kol., 2019*).

4. PRAKTICKÁ ČÁST:

4.1 DATA A PROBLÉMY S DATY:

Pro tuto diplomovou práci byly využity dva zdroje dat. Hlavním zdrojem dat jsou data Policie ČR za roky 2011-2020 z webové mapové aplikace *Dopravní nehody v ČR* (dostupné z: <https://nehody.cdv.cz/>), kterou zpracovává CDV. Tato data tvořila hlavní soubor. Jedná se o výběr dopravních nehod způsobených srážkou s domestikovanými zvířaty. S pomocí těchto dat byly vytvořeny hotspoty srážek a rovněž z těchto dat byla provedena časoprostorová analýza. Pouze pro přesnější analýzu vzdáleností DAVC od nejbližší lesní plochy, vodního toku, louky či budovy byla ze stejného zdroje využita data pouze za roky 2017-2021 (pro nižší objem dat) z krajů ČR s výjimkou krajů Plzeňského a Jihočeského (pro nedostatek dat a možného zkreslení výsledků), a to z dálnic a silnic I. až III. třídy.

Druhým doplňkovým zdrojem dat jsou data za roky 2017-2019 z webové mapové aplikace *sraženázvěř.cz* (dostupné z: <http://www.srazenazver.cz/cz/>), která je rovněž zpracovávána CDV. V tomto případě se ale jedná pouze o podmnožinu dat této webové mapové aplikace, protože kromě Policie ČR (v tomto případě dat srážek se zvířaty hlášené skrze linku 158) jsou zde zaznamenána také data od veřejnosti, která může do této mapové aplikace rovněž data zadávat. Nicméně data od veřejnosti nejsou homogenní a v této diplomové práci s nimi tedy nebylo pracováno. Z mapové aplikace *Sraženázvěř.cz* byla tedy vybrána pouze data od Policie ČR. Tato doplňková data byla využita k analýze druhů sražených zvířat, což první zdroj dat neumožňuje. Bohužel tento druhý zdroj dat koreluje s hlavním zdrojem dat pouze z části, a proto nelze tato data sloučit a je třeba s nimi pracovat zvlášť.

Všechna výše zmíněná data byla přímo poskytnuta CDV. Pomocí webové mapové aplikace *Dopravní nehody v ČR* bylo seskupeno celkem 4634 srážek domestikovaných zvířat s vozidly v letech 2011-2020 v rámci silniční sítě ČR a menší soubor dat pro analýzu vzdáleností DAVC od nejbližší lesní plochy, vodního toku, louky či budovy (2017-2021) obsahuje celkem 1593 DAVC. Pomocí mapové aplikace *sraženázvěř.cz* bylo seskupeno celkem 651 srážek domestikovaných zvířat s vozidly v letech 2017-2019 s odlišeným druhem zvířete. S těmito daty bylo dále pracováno.

Nevýhodou nejen těchto dat, ale dá se říct dat téměř každé práce, která se zabývá srážkami vozidel se zvířaty, je to, že data o srážkách nikdy nejsou kompletní. Data jsou závislá na jejich nahlášení, a ne vždy k nahlášení dojde. Může to být způsobené velikostí zvířete, kdy u menších zvířat nemusí řidič srážku ani zaznamenat. Může to být také způsobené nechutí řidiče

srážku řešit, přestože by ji řešit měl. Nejčastěji se zaznamenávají takové srážky, které způsobí řidiči ekonomickou škodu nebo ohrozí jeho zdraví (*Bartonička a kol., 2018; Bíl a kol., 2016; Canal a kol., 2018; Creech a kol., 2019; Wilkins a kol., 2019*).

4.2 METODY A ZPRACOVÁNÍ DAT:

Data byla zpracovaná v programu Microsoft Excel, ve kterém byly vytvořeny všechny tabulky a grafy. Mapové výstupy byly vytvořeny v programu ArcGIS for Desktop.

Pro vyhodnocení prostorového rozložení srážek ve vztahu k zastavěné ploše (respektive vrstvě s jednotlivými budovami), lesní ploše, loukám a vodním tokům byla využita data z let 2017-2021 a data Open street map z Geofabrik. U těchto dat byly pomocí funkce *near* vypočteny nejbližší vzdálenosti každého bodu srážky k jednotlivým land use. Stejný proces byl proveden u stejného počtu náhodně rozmístěných bodů v silniční síti ČR. To umožnilo nejen porovnání vzdálenosti od nejbližší lesní plochy, louky, vodního toku a budovy mezi sebou, ale také provedení podrobnější a přesnější analýzy vzdálenosti srážek a zjištění síly vztahu mezi DAVC a jednotlivými land use. Zároveň byl vytvořen graf obsahující vzdálenosti DAVC od všech 4 sledovaných land use pro jakousi možnost srovnání mezi sebou. Náhodně rozmístěné body byly vygenerovány v programu Qgis pomocí nástroje Random Points On Lines. Tyto body byly rovněž poskytnuty CDV. Pro ověření správnosti výsledku byla využita statistická metoda – dvouvýběrový Kolmogorovův–Smirnovův test (dále jen dvouvýběrový KS test), kterým bylo otestováno, zda je soubor DAVC rozmístěný náhodně vůči zastavěné ploše, lesu, loukám a vodním tokům či nikoliv.

Dále byla provedena shluková analýza pomocí metody KDE+, která byla vytvořena přímo Centrem dopravního výzkumu, v. v. i. a která je volně stažitelná v podobě toolboxu ArcGIS (dostupné z: <http://kdeplus.cz/cz/download>). Tato metoda je založena na principech metody KDE (Kernel Density Estimation), která slouží k identifikaci hotspotů (neboli koncentrací) dopravních nehod. Metoda KDE ale silně závisí na volbě prahu a neumožňuje seřadit a vybrat nejhorší hotspoty. Naproti tomu metoda KDE+ umožňuje objektivní výběr významných shluků a jejich hodnocení. Je také současně použitelná na neomezený počet segmentů silnic.

Pro časovou analýzu, tedy rozložení DAVC v různých časových úsecích (jednotlivé hodiny během dne, jednotlivé dny během týdne, jednotlivé měsíce během roku), byl využit chí-kvadrát test, kterým bylo porovnáváno rozložení DAVC oproti pravidelnému rozložení.

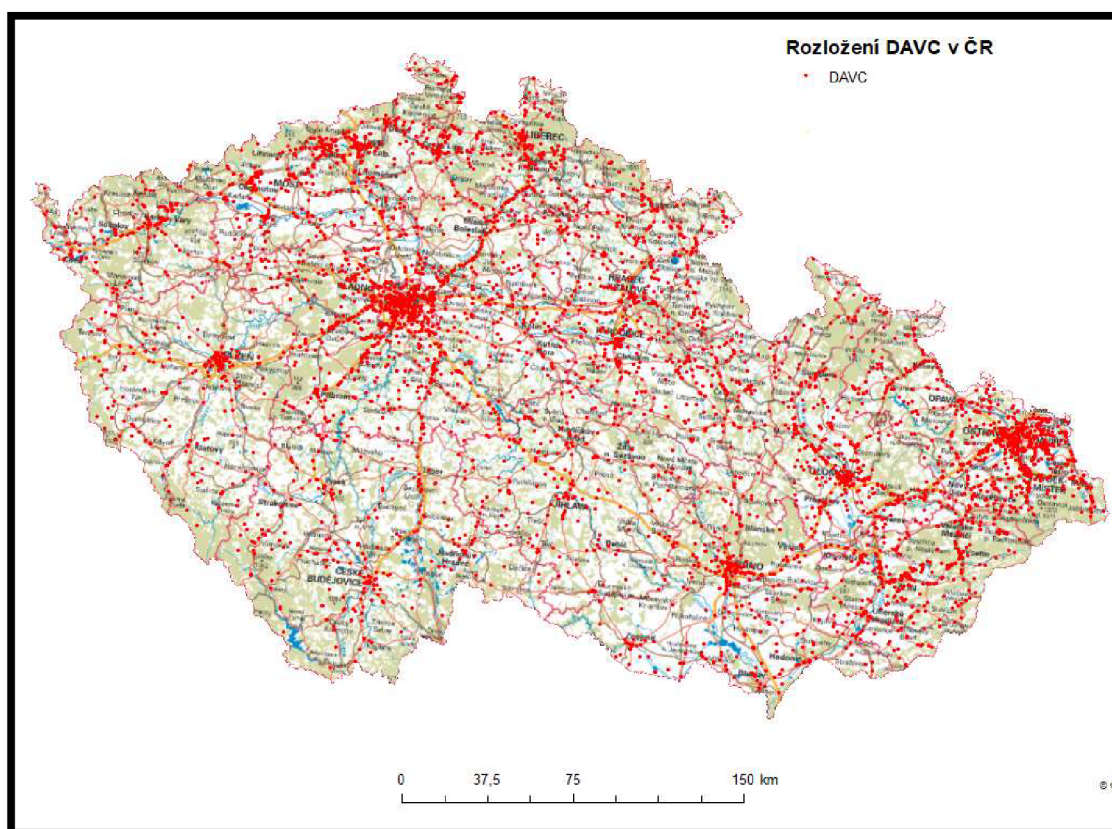
5. VÝSLEDKY:

5.1 CELKOVÝ POHLED NA DAVC V RÁMCI SILNIČNÍ SÍTĚ ČR:

Vycházíme-li z hlavního zdroje dat, jde v přepočtu o téměř 1,3 srážky s domestikovanými zvířaty denně. K tomu musíme připočítat fakt, že se zřejmě nejedná o všechny srážky, které se na silniční síti v ČR odehrají. Není však bohužel možné bez pravidelného souvislého průzkumu všech silnic v České republice a zaznamenávání sražených zvířat zjistit, kde se pohybují skutečná čísla sražených domestikovaných zvířat. Dá se však předpokládat, že se sesbírané výsledky dat DAVC budou pravdě blížít více než sesbírané výsledky dat WVC, poněvadž divoká zvěř nikomu nepatří (až když je zvěř sražená je majetkem myslivců), a není tedy majitele, který by měl tendenci srážku řešit (v podobě újmy na majetku). Navíc tato velká skupina zvířat obsahuje daleko větší množství druhů malých zvířat (jako plazi, obojživelníci, ptáci, hlodavci a podobně), které často nebývají zaznamenávány.

Z hlediska prostorového rozložení srážek můžeme již ze zanesení bodů těchto srážek na základní mapu ČR (viz. OBR. 4) znatelně vidět, že se DAVC často kumulují do velkých sídel. To je pochopitelně dáno tím, že na rozdíl od volně žijících živočichů se domestikovaná zvířata, ať už hospodářská nebo domácí, obvykle nachází v blízkosti lidských obydlí. Po vynesení bodů DAVC bychom i bez základní mapy ČR mohli lokalizovat krajská a některá další města. Zároveň můžeme znatelně vidět koncentraci kolem dálnic (což je opět dáno tím, že dálnice protínají větší města). Můžeme zde zřetelně (i bez vrstvy dálnic ČR) určit průběh dálnice D3, D4, D5 nebo D10 jen na základě shluku bodů DAVC.

Již podle tohoto výsledku lze dopředu odhadovat, že u posbíraných dat DAVC budou převažovat domácí zvířata nad těmi hospodářskými, poněvadž hospodářská zvířata (a tedy i srážky s nimi) by se dala očekávat ve větším množství spíše ve venkovských sídlech. Silné koncentrace ve velkých městech tedy spíše nahrávají vyššímu procentu DAVC s domácími než hospodářskými zvířaty.



OBR. 4: Rozložení DAVC z let 2011-2020 v rámci České republiky

Zdroj: DAVC z webové aplikace Dopravní nehody v ČR z let 2011-2020 (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); základní mapa ČR (ČÚZK)

Podíváme-li se podrobněji na srážky v jednotlivých krajích České republiky a srovnáme-li množství DAVC s délkou silniční sítě v kraji (TAB. 1), vidíme, že se nejvíce DAVC na 1 km nachází v hlavním městě Praze. To je zřejmě dané tím, že právě v hlavním městě se koncentruje velké množství lidí na menší rozloze, a tedy lze předpokládat i vyšší koncentraci domácích zvířat. Následuje Moravskoslezský kraj a dále kraj Ústecký a Olomoucký. Naopak nejmenší počet zaznamenaných DAVC na 1 km silnic se nachází v krajích Jihočeském a Plzeňském, dále pak v kraji Vysočina a Jihomoravském.

TAB. 1: Porovnání počtu DAVC s rozlohou a délkou silniční sítě jednotlivých krajů České republiky za období 2011-2020

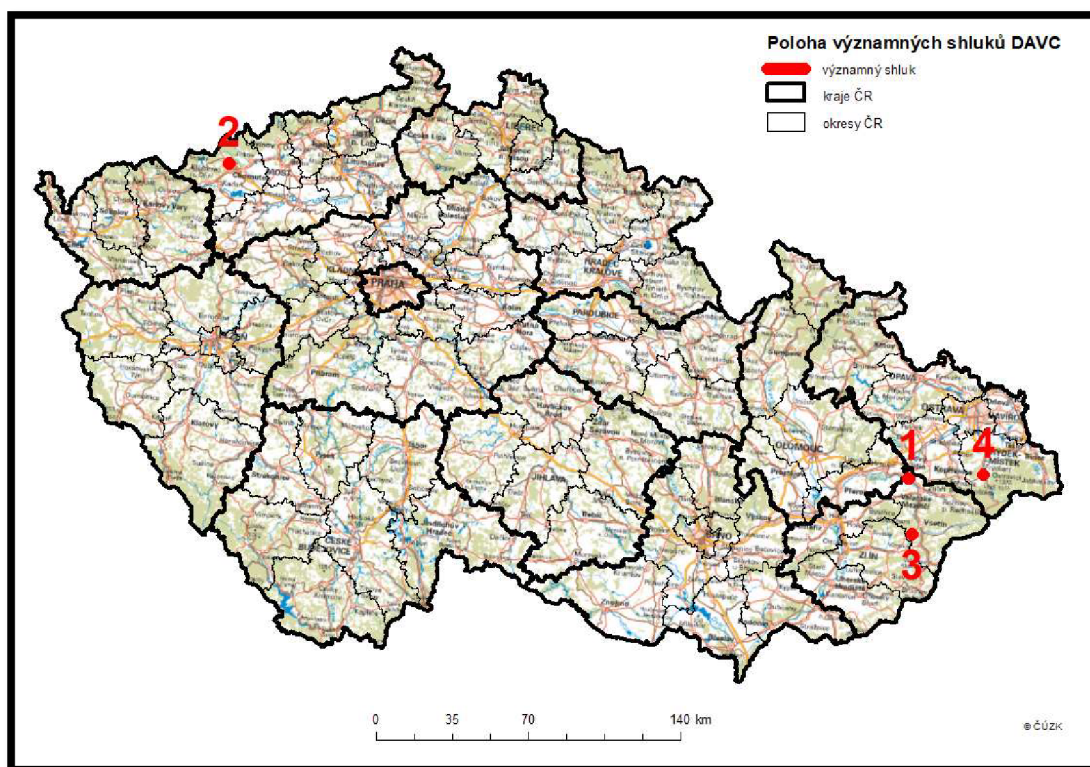
KRAJ:	POČET DAVC:	DÉLKA SILNIČNÍ SÍTĚ (km)	POŘADÍ KRAJŮ (podle délky silniční sítě):	POČET DAVC na 1 km:
hl. město Praha	319	11 098	14	0,029
Jihočeský	236	33 983	2	0,007
Jihomoravský	296	33 006	3	0,009
Karlovarský	125	11 687	13	0,011
Královehradecký	287	20 480	9	0,014
Liberecký	245	17 500	12	0,014
Moravskoslezský	714	26 239	5	0,027
Olomoucký	385	22 739	8	0,017
Pardubický	258	19 198	10	0,013
Plzeňský	195	27 015	4	0,007
Středočeský	674	49 015	1	0,014
Ústecký	418	24 051	6	0,017
Vysočina	190	24 036	7	0,008
Zlínský	292	17 818	11	0,016
celá ČR	4634	337 866,33		0,014
LEGENDA:				
	1. nejvíce			
	2. nejvíce			
	3. nejvíce			
	1. nejméně			
	2. nejméně			
	3. nejméně			

Zdroj: ArcČR500 verze 3.3 (ARC DATA PRAHA); Open street map – silniční síť ČR (Geofabrik); ČSÚ – Veřejná databáze – Počet a pohyb obyvatel; vlastní výpočty

5.2 SHLUKOVÁ ANALÝZA:

Po provedení shlukové analýzy metodou KDE+, která měla odhalit koncentrace srážek na lokální úrovni, u kterých by bylo možné zanalyzovat okolí shluku, bylo vytvořeno celkem 84 shluků. Z nich se u 80 shluků jednalo o shluk pouhých 2 srážek a u 4 shluků se jednalo o shluk 3 srážek, což už není pro domestikovaná zvířata malé množství.

Pro podrobnější popis okolí shluku byly tedy vybrány pouhé 4 shluky se 3 srážkami. Tyto shluky se nachází (OBR. 5) v okresech Přerov (1), Chomutov (2), Vsetín (3) a Frýdek-Místek (4).

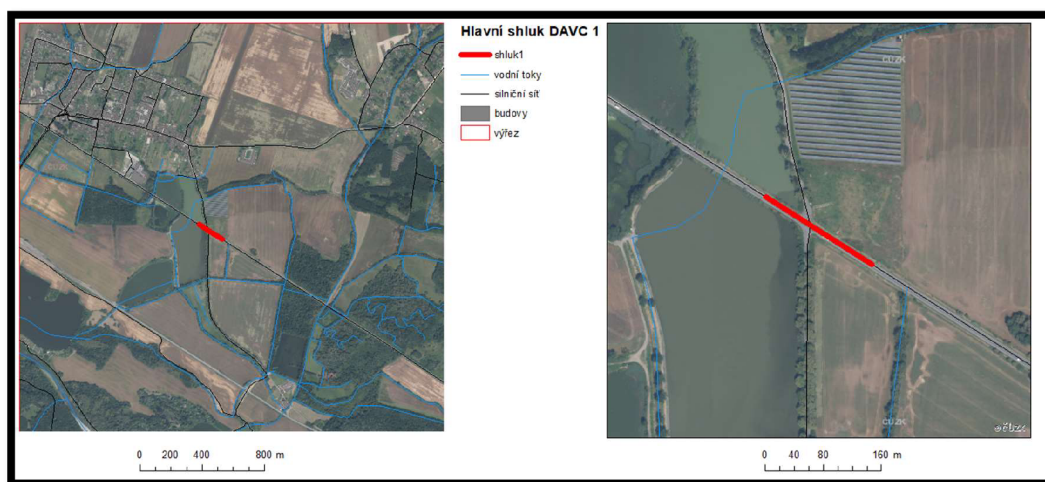


OBR. 5: Rozložení významných shluků DAVC v rámci základní mapy ČR

Zdroj: ArcČR500 verze 3.3 (ARC DATA PRAHA); DAVC z webové aplikace *Dopravní nehody v ČR z let 2011-2020* (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); metoda KDE+ (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); základní mapa ČR (ČÚZK); vlastní zpracování

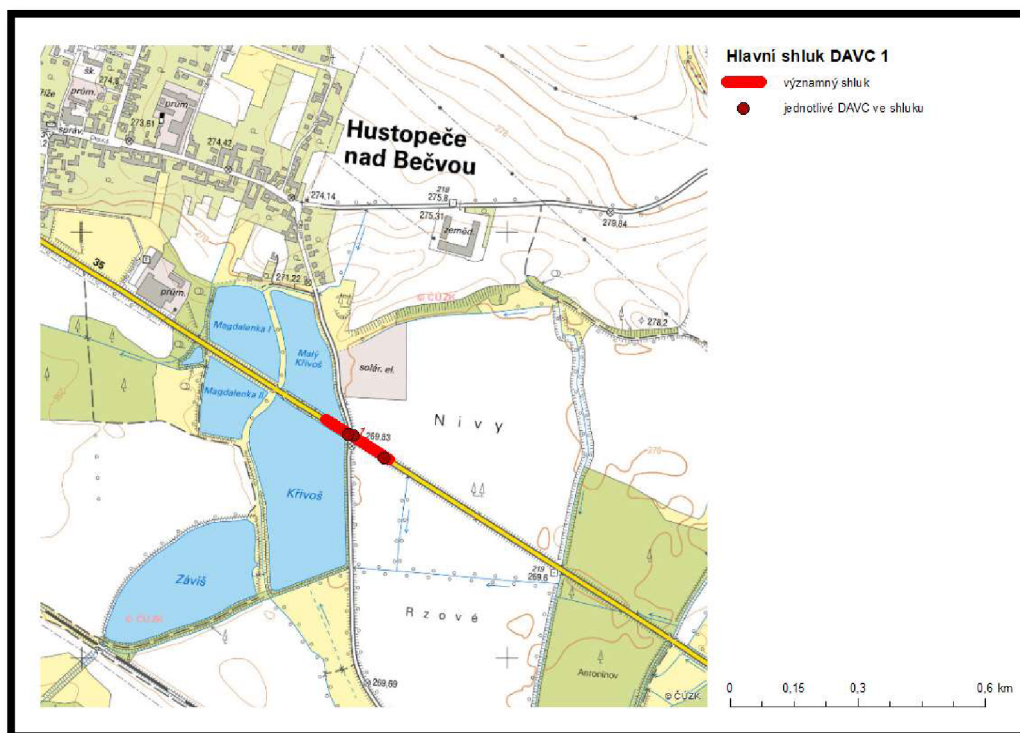
LEGENDA: 1 (shluk DAVC v obci Hustopeče nad Bečvou v okrese Přerov); 2 (shluk DAVC v obci Křimov v okrese Chomutov); 3 (shluk DAVC v obci Liptál v okrese Vsetín); 4 (shluk DAVC v obci Frýdlant nad Ostravicí v okrese Frýdek-Místek)

Shluk v okrese Přerov, který byl označen jako shluk 1 (OBR. 6 a 7), se nachází ve SO ORP Hranice, SO POÚ Hranice, v obci Hustopeče nad Bečvou. Leží na silnici první třídy I35 mezi Hranicemi a Valašským Meziříčím. Jedná se vlastně o křižovatku komunikací. Tou druhou komunikací je silnice z Hustopečí nad Bečvou do Valašského Meziříčí značená dle veřejné aplikace *Silniční a dálniční síť ČR* (která je veřejně dostupná na geoportálu ředitelství silnic a dálnic) číslem 03561. Jde zároveň o ulici s názvem Dlouhá. K nejbližší budově je to po této komunikaci jen něco málo přes 300 m. Severně od místa shluku se nachází západně od silnice 03561 rybník Malý Křivoš a východně zemědělská půda a fotovoltaická elektrárna. Jižně od místa shluku se nachází západně od silnice 03561 rybník Křivoš a východně zemědělská půda (*Geofabrik – Open street map (landuse)*). Poblíž se nachází i několik menších vodních toků, remízky a asi 460 m východním až jihovýchodním směrem od místa shluku i lesní plocha. A necelých 600 m letecky severovýchodně od místa shluku se nachází zemědělský objekt.



OBR. 6: Detailní mapa významného shluku 1 v rámci ortofoto mapy ČR

Zdroj: DAVC z webové aplikace Dopravní nehody v ČR z let 2011-2020 (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); metoda KDE+ (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); Open street map – silniční síť ČR, vodní toky ČR a budovy ČR (Geofabrik); ortofoto mapa ČR (ČÚZK); vlastní zpracování



OBR. 7: Detailní mapa významného shluku 1 v rámci základní mapy ČR

Zdroj: DAVC z webové aplikace Dopravní nehody v ČR z let 2011-2020 (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); metoda KDE+ (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); základní mapa ČR (ČÚZK); vlastní zpracování

Z hlediska časové analýzy nemají DAVC ve shluku 1 (TAB. 2) nějakou společnou charakteristiku. Dvě srážky se odehrály za tmy během noci, jedna se odehrála dopoledne. Dvě srážky se odehrály na jaře, jedna na podzim. A každá se odehrála v jiný rok.

TAB. 2: Informace o srážkách ve shluku 1:

shluk	srážka	čas	měsíc	rok
SHLUK 1:	DAVC 1	10:35	březen	2017
	DAVC 2	21:45	září	2018
	DAVC 3	23:50	březen	2019

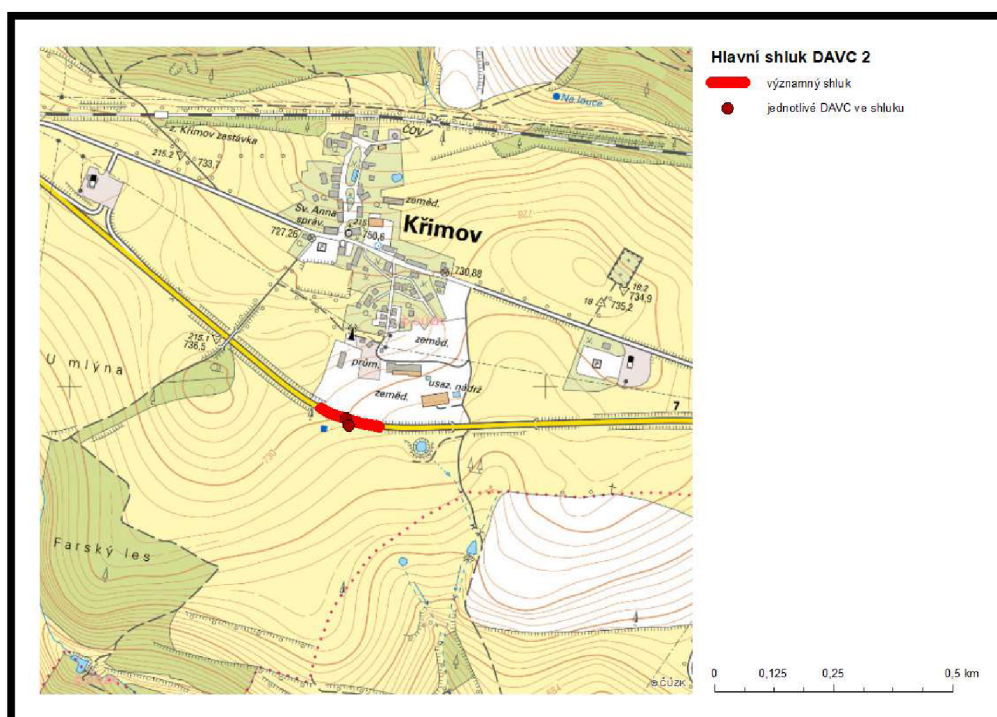
Zdroj: DAVC z webové aplikace Dopravní nehody v ČR z let 2011-2020 (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); vlastní zpracování

Shluk v okrese Chomutov (shluk 2, OBR. 8 a 9), se nachází ve SO ORP Chomutov, SO POÚ Chomutov, v obci Křimov, tedy severozápadně od Chomutova. Leží na silnici I7, která navazuje na dálnici D7 a pokračuje směrem do Německa. Nejedná se o rovný úsek, ale o mírnou zatáčku, což může hrát svoji roli (může to omezit výhled řidiče). Severně od shluku se nachází přímo u této komunikace zemědělský objekt. Jižně od shluku se nachází zemědělská půda. Asi do 400 m jižně od místa shluku je les. Poblíž se nachází i několik menších vodních toků. Dvě ze tří srážek jsou navíc lokalizované na úplně totožném místě.



OBR. 8: Detailní mapa významného shluku 2 v rámci ortofoto mapy ČR

Zdroj: DAVC z webové aplikace Dopravní nehody v ČR z let 2011-2020 (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); metoda KDE+ (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); Open street map – silniční síť ČR, vodní toky ČR a budovy ČR (Geofabrik); ortofoto mapa ČR (ČÚZK); vlastní zpracování



OBR. 9: Detailní mapa významného shluku 2 v rámci základní mapy ČR

Zdroj: DAVC z webové aplikace *Dopravní nehody v ČR z let 2011-2020* (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); metoda KDE+ (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); základní mapa ČR (ČÚZK); vlastní zpracování

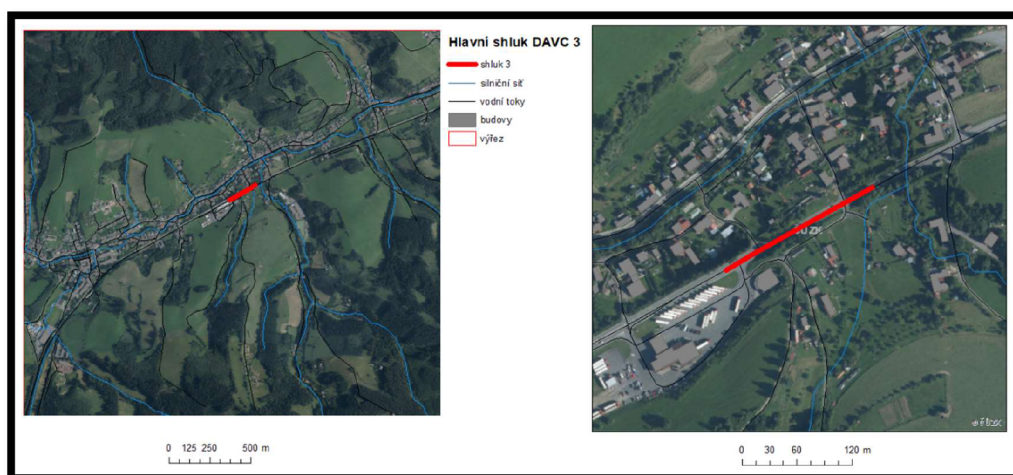
V případě shluku 2 (TAB. 3) nám naopak mnohé prozradí časová analýza. Jak je vidět v tabulce, všechny 3 srážky, které se nacházejí v tomto shluku, se odehrály ve stejný den, jen s časovým rozdílem několika minut. Lze tedy tyto nehody považovat za nějakou větší společnou nehodu, kdy mohlo dojít k útěku zvířat, která se následně dostala na komunikaci. Každopádně se nejedná o pravý shluk srážek, který by mohl být na základě více událostí v různou dobu na přibližně stejném místě považován za pravou kumulaci DAVC.

TAB. 3: Informace o srážkách ve shluku 2:

shluk	srážka	čas	den
SHLUK 2:	DAVC 1	22:10	29.04.2014
	DAVC 2	22:11	29.04.2014
	DAVC 3	22:12	29.04.2014

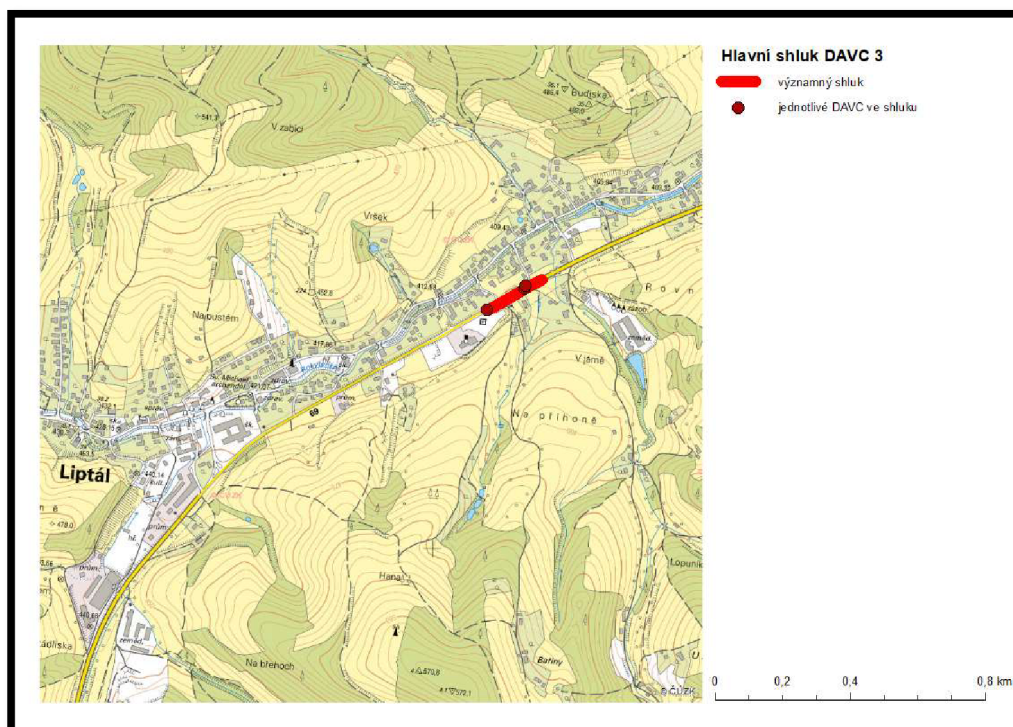
Zdroj: DAVC z webové aplikace *Dopravní nehody v ČR z let 2011-2020* (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); vlastní zpracování

Shluk v okrese Vsetín (shluk 3, OBR. 10 a 11), se nachází ve SO ORP Vsetín, SO POÚ Vsetín, v obci Liptál. Leží na silnici I69 mezi Vsetínem a Vizovicemi. Jedná se o přímou část silnice. Komunikace prochází sídelní částí obce, tudíž z obou stran od shluku jsou rodinné domy a zahrady. Kromě toho se na okraji shluku nachází benzínová stanice a u ní parkoviště a na druhém konci shluku téměř těsně ke komunikaci přiléhá zemědělský objekt. Obcí Liptál prochází prakticky rovnoběžně s komunikací vodní tok Rokytěnka. Poblíž se nachází i několik menších vodních toků. Do 500 m od místa shluku se nachází lesní plocha.



OBR. 10: Detailní mapa významného shluku 3 v rámci ortofoto mapy ČR

Zdroj: DAVC z webové aplikace Dopravní nehody v ČR z let 2011-2020 (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); metoda KDE+ (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); Open street map – silniční síť ČR, vodní toky ČR a budovy ČR (Geofabrik); ortofoto mapa ČR (ČÚZK); vlastní zpracování



OBR. 11: Detailní mapa významného shluku 3 v rámci základní mapy ČR

Zdroj: DAVC z webové aplikace *Dopravní nehody v ČR z let 2011-2020* (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); metoda KDE+ (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); základní mapa ČR (ČÚZK); vlastní zpracování

Z hlediska časové analýzy (TAB. 4) je u srážek shluku 3 společné pouze to, že se jedná spíše o pozdní hodiny dne, kdy už je tma. Nejdřívější čas srážky je zde 18:10, avšak jedná se o lednový den, tudíž i v tomto případě je již také po západu slunce. Ve všech třech případech je tedy zhoršena viditelnost.

TAB. 4: Informace o srážkách ve shluku 3:

shluk	srážka	čas	měsíc	rok
SHLUK 3:	DAVC 1	20:20	říjen	2016
	DAVC 2	23:00	říjen	2014
	DAVC 3	18:10	leden	2011

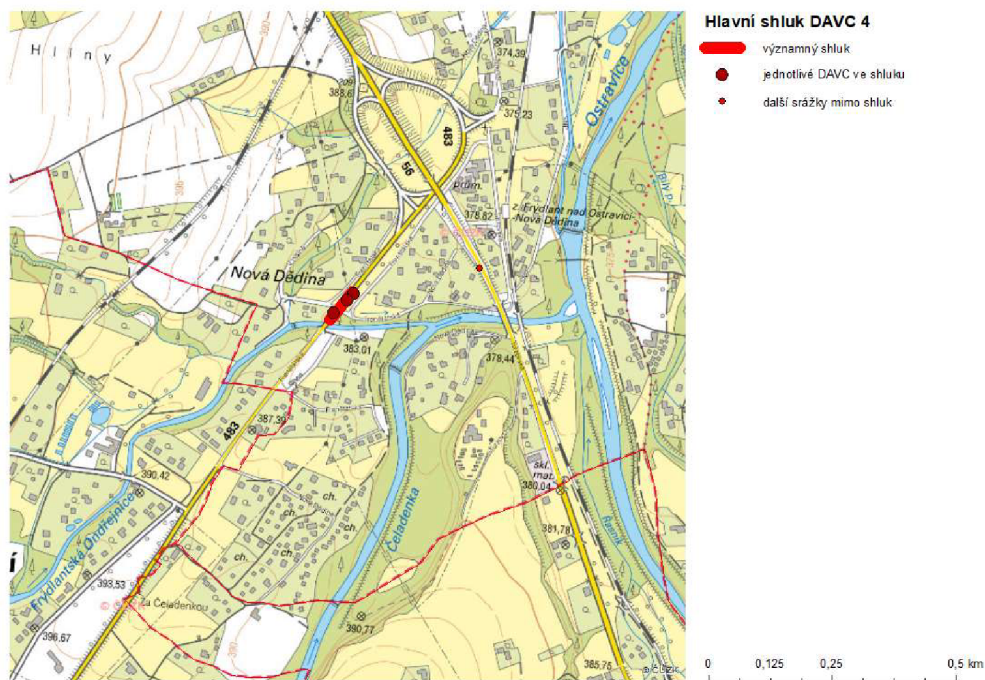
Zdroj: DAVC z webové aplikace *Dopravní nehody v ČR z let 2011-2020* (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); vlastní zpracování

Shluk v okrese Frýdek-Místek (shluk 4, OBR. 12 a 13), se nachází ve SO ORP Frýdlant nad Ostravicí, SO POÚ Frýdlant nad Ostravicí, a samotné obci Frýdlant nad Ostravicí. Leží na silnici II/483 v ulici Frenštátská. Jedná se o přímou část silnice v místě křižovatky. Komunikace prochází přímo sídelní částí obce, tudíž na obou stranách shluk srážek sousedí s rodinnými domy a zahradami. Po obou stranách komunikace se nachází autobusové zastávky. Zároveň se po obou stranách komunikace nachází další komunikace, která začíná u křižovatky a pokračuje rovnoběžně se silnicí II/483 směrem na severovýchod. Navíc je jen asi 300 m severovýchodně od této křižovatky nájezd ze silnice II/483 na silnici první třídy I/56, na které se rovněž celkem nedaleko nachází další srážka s domestikovaným zvířetem. Dopravní situace může být tedy vyhodnocena jako náročnější pro řidiče, a i to může hrát svoji roli. Téměř místem křižovatky prochází vodní tok Frýdlantská Ondřejnice, levostranný přítok řeky Čeladenky, která se pár desítek metrů poté vlévá do Ostravice. Navíc kolem toku Čeladenka i Frýdlantská Ondřejnice se nachází pás zeleně a cyklostezka podél toku Čeladenka. To může být příjemným prostředím pro vycházky a také pro venčení psů, což rovněž může mít vliv na srážky převážně s domácími zvířaty.



OBR. 12: Detailní mapa významného shluku 4 v rámci ortofoto mapy ČR

Zdroj: DAVC z webové aplikace Dopravní nehody v ČR z let 2011-2020 (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); metoda KDE+ (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); Open street map – silniční síť ČR, vodní toky ČR a budovy ČR (Geofabrik); ortofoto mapa ČR (ČÚZK); vlastní zpracování



OBR. 13: Detailní mapa významného shluku 3 v rámci základní mapy ČR

Zdroj: DAVC z webové aplikace *Dopravní nehody v ČR z let 2011-2020* (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); metoda KDE+ (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); základní mapa ČR (ČÚZK); vlastní zpracování

Z hlediska časové analýzy (TAB. 5) zde nevidíme žádnou společnou charakteristiku srážek. Ke dvěma srážkám došlo v říjnu roku 2013, avšak v jiný datum i čas, k jedné v červnu 2012. A ke dvěma srážkám došlo dopoledne, zatímco k jedné až v noci za tmy.

TAB. 5: Informace o srážkách ve shluku 4:

shluk	srážka	čas	měsíc	rok
SHLUK 4:	DAVC 1	21:18	říjen	2013
	DAVC 2	8:30	říjen	2013
	DAVC 3	10:25	červen	2012

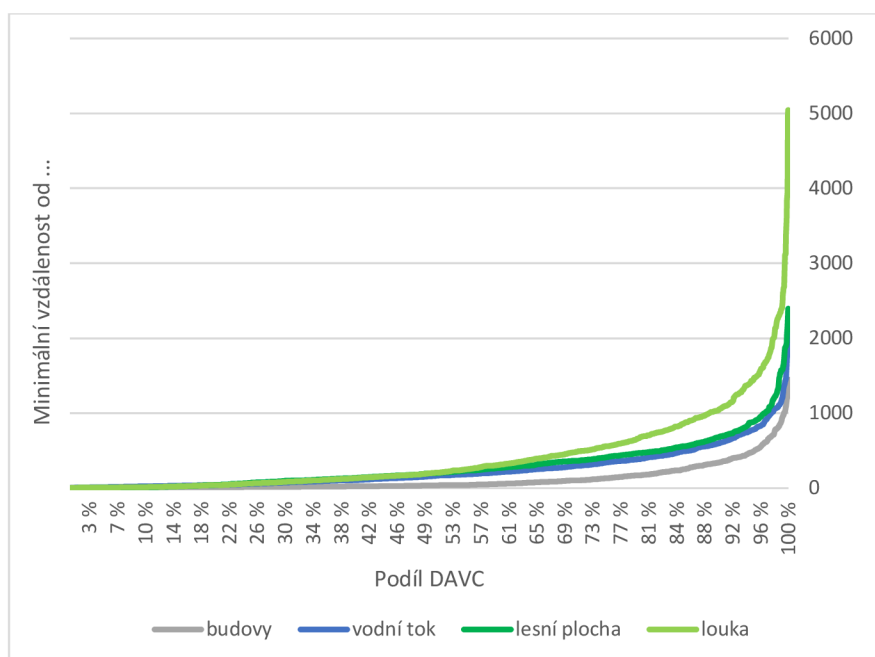
Zdroj: DAVC z webové aplikace *Dopravní nehody v ČR z let 2011-2020* (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); vlastní zpracování

Pokud se tedy snažíme hledat nějaký společný charakter okolí těchto 4 shluků, můžeme jednoznačně zmínit blízkost sídla. Ve třech případech je zároveň poblíž zemědělský objekt. Nedaleko jsou také vodní toky a lesy. Z těchto čtyř shluků se dá navíc jeden vyřadit na základě toho, že se nejedná o 3 různé události srážek, ale s největší pravděpodobností o 1 událost, která vedla k usmrcení 3 zvířat (a která byla nejspíše špatně zaznamenaná do systému), tudíž v rámci celé silniční sítě nám metodou KDE+ vznikly dá se říct pouhé 3 pravé shluky DAVC se 3 srážkami.

5.3 CHARAKTER OKOLNÍHO PROSTŘEDÍ SRÁŽEK:

Nejen na základě předchozích výsledků, ale také na základě literatury, byla za hlavní faktor u DAVC považována vzdálenost od zastavěného území, respektive od nejbližší budovy. Kromě toho byly vybrány také faktory vzdálenost od lesní plochy, od louky a od vodního toku, nejen proto, že jde v některých případech o faktory významné pro WVC (viz. teoretická část práce) a může být tedy zajímavé zjistit, zda se nenajde významnější vztah s DAVC u dat této práce, ale také proto, že právě tyto 3 faktory by mohly mít vztah s určitou skupinou domestikovaných zvířat. Například u vodních toků se někdy nacházejí parky, cyklostezky a podobná místa, která mohou být lákavá pro venčení psů. Blízkost louky zase může mít vliv na srážky s hospodářskými zvířaty. A u koček, které mají tendenci se potulovat v okolí obydlí svého majitele, zase může hrát roli kromě louky také les.

Pro analýzu okolního prostředí srážek byly tedy využity charakteristiky vzdálenost od nejbližší budovy, vzdálenost od nejbližší lesní plochy, vzdálenost od nejbližší louky a vzdálenost od nejbližšího vodního toku. Původním záměrem bylo provádět tyto analýzy pro shluky těchto srážek, na základě výsledku metody KDE+. Avšak vzhledem k malému počtu významných shluků byla tato analýza prováděna pro celý soubor DAVC. Celý soubor dat za celé zkoumané období (2011-2020) a celé území ČR byl ale příliš veliký pro provedení některých procesů (zvláště u funkce *near* byl problém funkci provést pro tak velký objem dat), a proto byl pro potřeby této analýzy využit menší soubor dat (tedy dat pouze za roky 2017-2021).



OBR. 14: Srovnání proměnných vzdáleností od... u dat z let 2017-2021

Zdroj: DAVC z webové aplikace *Dopravní nehody v ČR z let 2017-2021* (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); *Open street map – silniční síť ČR, vodní toky ČR, budovy ČR a landuse ČR* (Geofabrik); vlastní zpracování

Srovnáme-li proměnné jednotlivých vzdáleností od jednotlivých druhů landuse mezi sebou (viz. OBR. 14) u zmenšené základní sady dat (tedy za roky 2017-2021), zjistíme, že vztah DAVC k nějakému land use bychom mohli nejpravděpodobněji očekávat u vzdálenosti k budovám, poněvadž se všechny DAVC nachází do vzdálenosti 1500 m od nejbližší budovy, 75 % DAVC se nachází do 140 m od nejbližší budovy a 50 % DAVC se nachází dokonce do 35 m od nejbližší budovy.

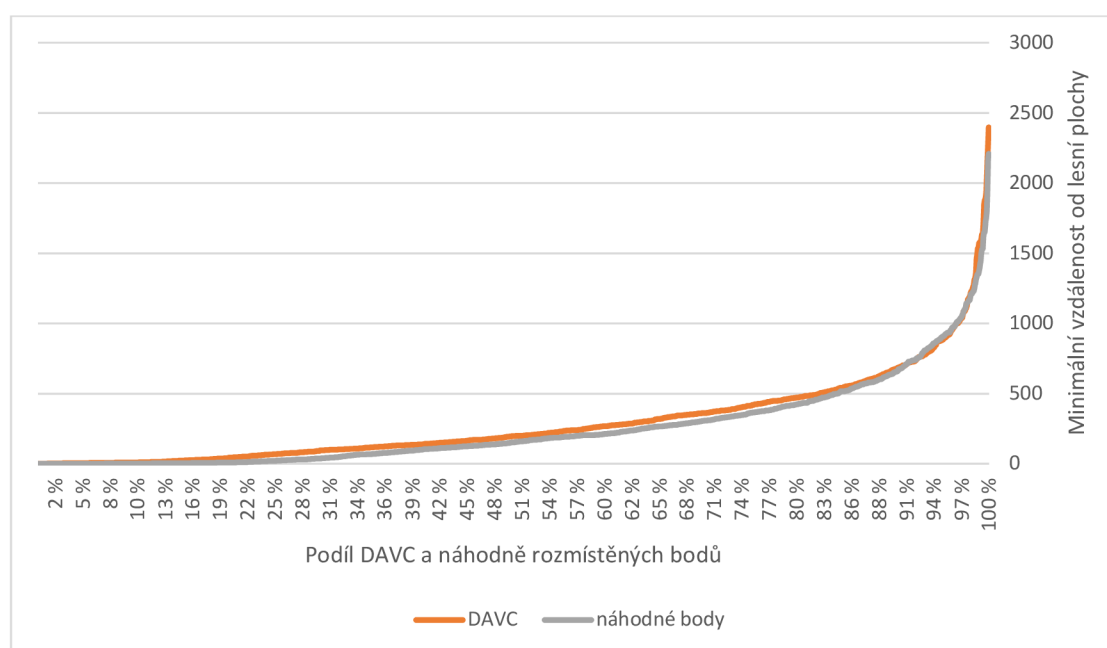
U proměnné vzdálenost od vodního toku se všechny DAVC nachází do vzdálenosti něco málo přes 2200 m od nejbližšího vodního toku, 75 % DAVC se nachází do něco málo přes 350 m od nejbližšího vodního toku a 50 % DAVC se nachází do 160 m od nejbližšího vodního toku.

U proměnné vzdálenost od lesa se všechny DAVC nachází do vzdálenosti 2400 m od nejbližší lesní plochy, 75 % DAVC se nachází do 425 m od nejbližší lesní plochy a 50 % DAVC se nachází do 200 m od nejbližší lesní plochy.

U proměnné vzdálenost od louky můžeme nějaký vztah k DAVC očekávat s nejmenší pravděpodobností, protože se všechny DAVC nachází do vzdálenosti přes 5000 m od nejbližší louky, 75 % DAVC se nachází do 580 m od nejbližší louky a 50 % DAVC se nachází do více než 200 m od nejbližší louky.

Abychom však zjistili, zda je tento předpoklad, že je z vybraných land use nejpravděpodobněji DAVC ovlivňován vzdáleností od budov a nejméně pravděpodobně vzdáleností od louky, pravdivý, musela být provedena analýza u každého z land use, která porovnává vzdálenosti DAVC k těmto prvků se vzdálenostmi náhodně rozmístěných bodů k těmto prvkům.

5.3.1 VZDÁLENOST OD NEJBLIŽŠÍHO LESA:

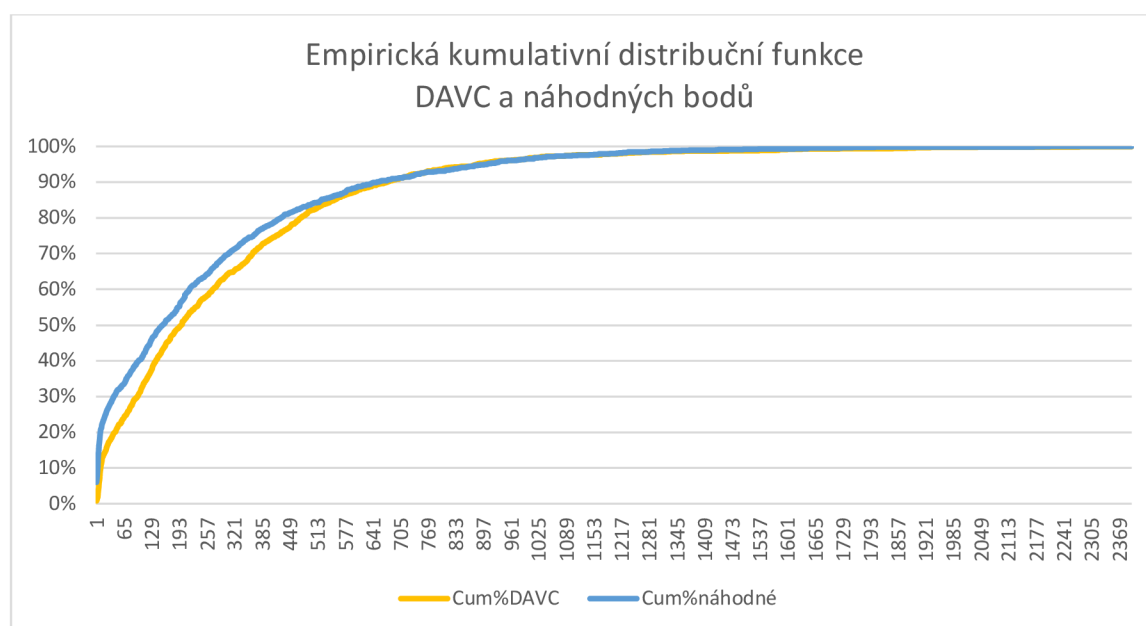


OBR. 15: Vztah DAVC z let 2017-2021 ke vzdálenosti od lesní plochy

Zdroj: DAVC z webové aplikace *Dopravní nehody v ČR z let 2017-2021* (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); vrstva náhodných bodů poskytnuta Centrem dopravního výzkumu, v. v. i.; *Open street map – land use ČR* (Geofabrik); vlastní zpracování

Z hlediska vzdálenosti DAVC k nejbližší lesní ploše nemůžeme ve výsledku vidět výrazný vztah k této proměnné (OBR. 15). Graf vzdálenosti k lesu od DAVC i od náhodně rozmístěných bodů je téměř totožný.

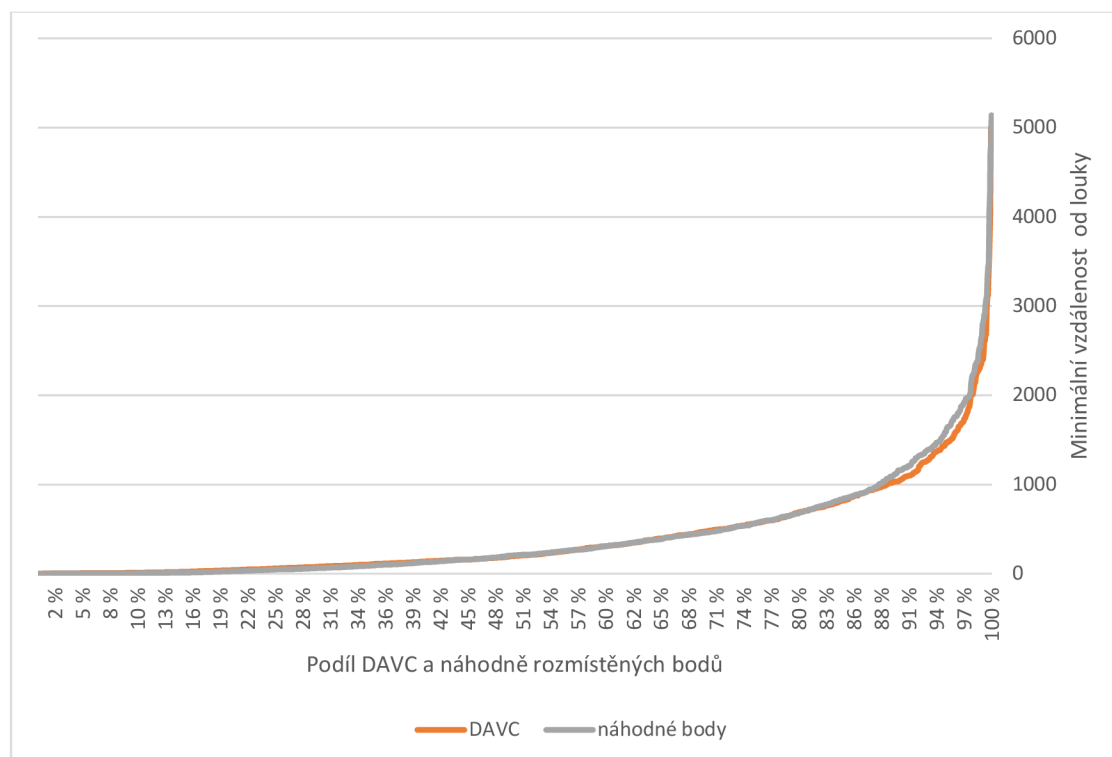
Pro ověření správnosti výsledku byla vzdálenost DAVC a náhodných bodů k nejbližší lesní ploše statisticky otestována dvouvýběrovým KS testem. Z něho byl poté vytvořen graf (OBR. 16). Na něm můžeme vidět, že u vzdálenosti od lesa dokonce platí skoro opačný trend – náhodně rozmístěné body jsou blíže k lesu než DAVC (což je zjevně způsobeno charakterem dat – tedy tím, že se jedná o domestikovaná zvířata, která se nekonzentrují k lesu ale k lidskému obydlí, která mají mnohdy k lesu dál než louka, která se koncentruje na okraj lidských sídel, či vodní tok, kolem kterého se často koncentrují lidská sídla).



OBR. 16: Empirická kumulativní distribuční funkce DAVC a náhodných bodů u vzdálenosti od lesa u dat z let 2017-2021

Zdroj: DAVC z webové aplikace *Dopravní nehody v ČR z let 2017-2021* (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); *Open street map – silniční síť ČR a landuse ČR* (Geofabrik); vlastní zpracování

5.3.2 VZDÁLENOST OD NEJBLIŽŠÍ LOUKY:

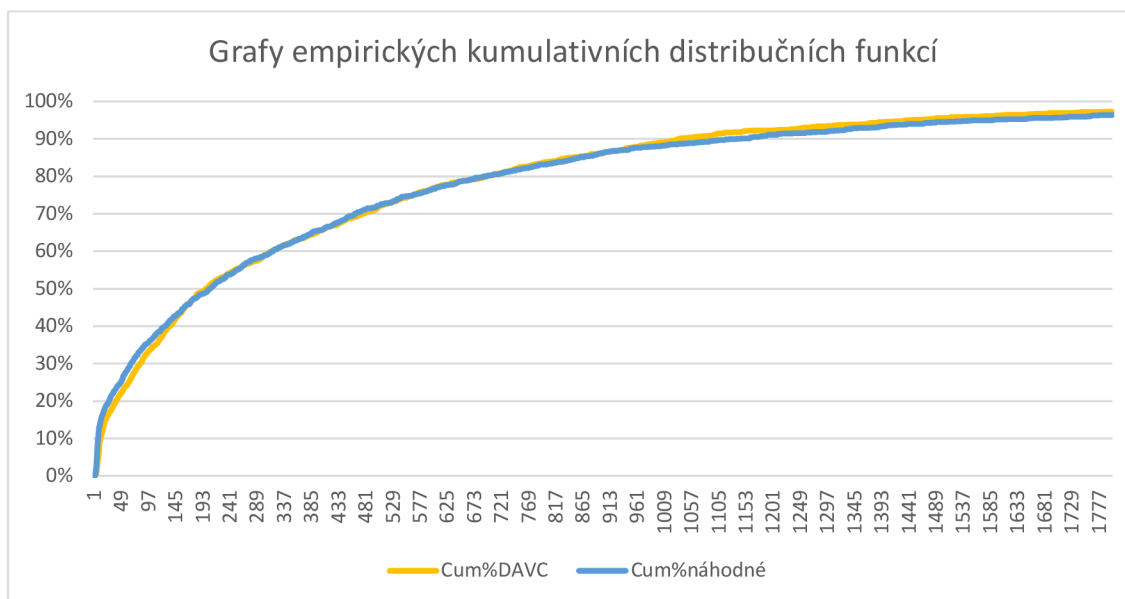


OBR. 17: Vztah DAVC z let 2017-2021 ke vzdálenosti od louky

Zdroj: DAVC z webové aplikace *Dopravní nehody v ČR z let 2017-2021* (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); vrstva náhodných bodů poskytnuta Centrem dopravního výzkumu, v. v. i.; *Open street map – land use ČR* (Geofabrik); vlastní zpracování

Z hlediska vzdálenosti DAVC od nejbližší louky rovněž nemůže ve výsledku vidět výrazný vztah k této proměnné (OBR. 17). Graf vzdálenosti k louce od DAVC i od náhodně rozmístěných bodů je téměř totožný.

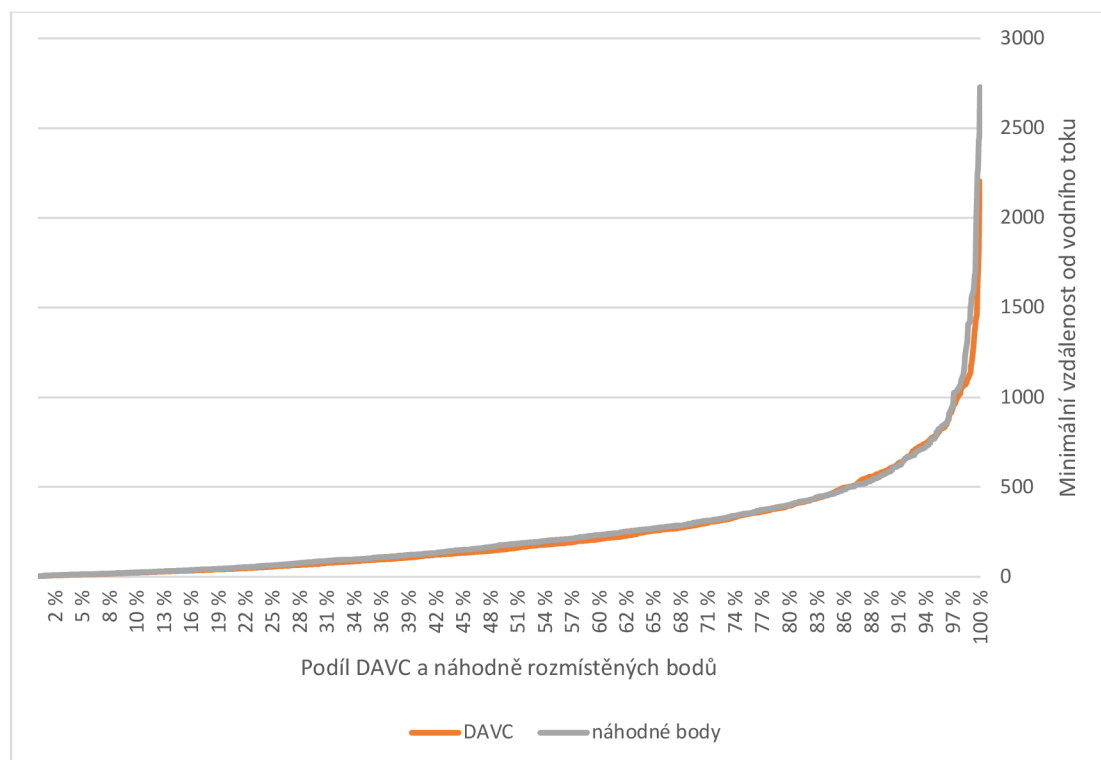
Pro ověření správnosti výsledku byla vzdálenost DAVC a náhodných bodů k nejbližší louce statisticky otestována dvouvýběrovým KS testem. Z něho byl poté vytvořen graf (OBR. 18). V něm můžeme vidět, že vzdálenost DAVC a náhodně rozmístěných bodů od luk je téměř stejně rozložená. Tudiž na DAVC nemá přítomnost luk vliv.



OBR. 18: Empirická kumulativní distribuční funkce DAVC a náhodných bodů u vzdálenosti od louky u dat z let 2017-2021

Zdroj: DAVC z webové aplikace *Dopravní nehody v ČR z let 2017-2021* (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); *Open street map – silniční síť ČR a landuse ČR* (Geofabrik); vlastní zpracování

5.3.3 VZDÁLENOST OD NEJBLIŽŠÍHO VODNÍHO TOKU:

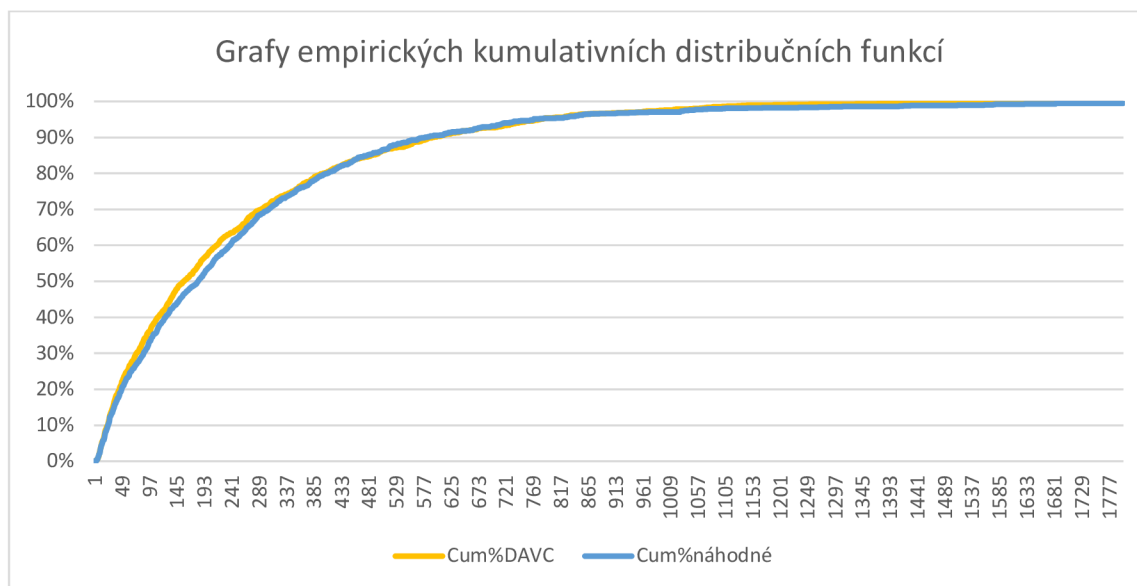


OBR. 19: Vztah DAVC z let 2017-2021 ke vzdálenosti od vodního toku

Zdroj: DAVC z webové aplikace *Dopravní nehody v ČR z let 2017-2021* (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); vrstva náhodných bodů poskytnuta Centrem dopravního výzkumu, v. v. i.; *Open street map – vodní toky ČR* (Geofabrik); vlastní zpracování

Ani u vzdálenosti DAVC od nejbližšího vodního toku není nějaký výrazný vztah k této proměnné (OBR. 19). Graf vzdálenosti k vodnímu toku od DAVC i od náhodně rozmístěných bodů je téměř totožný.

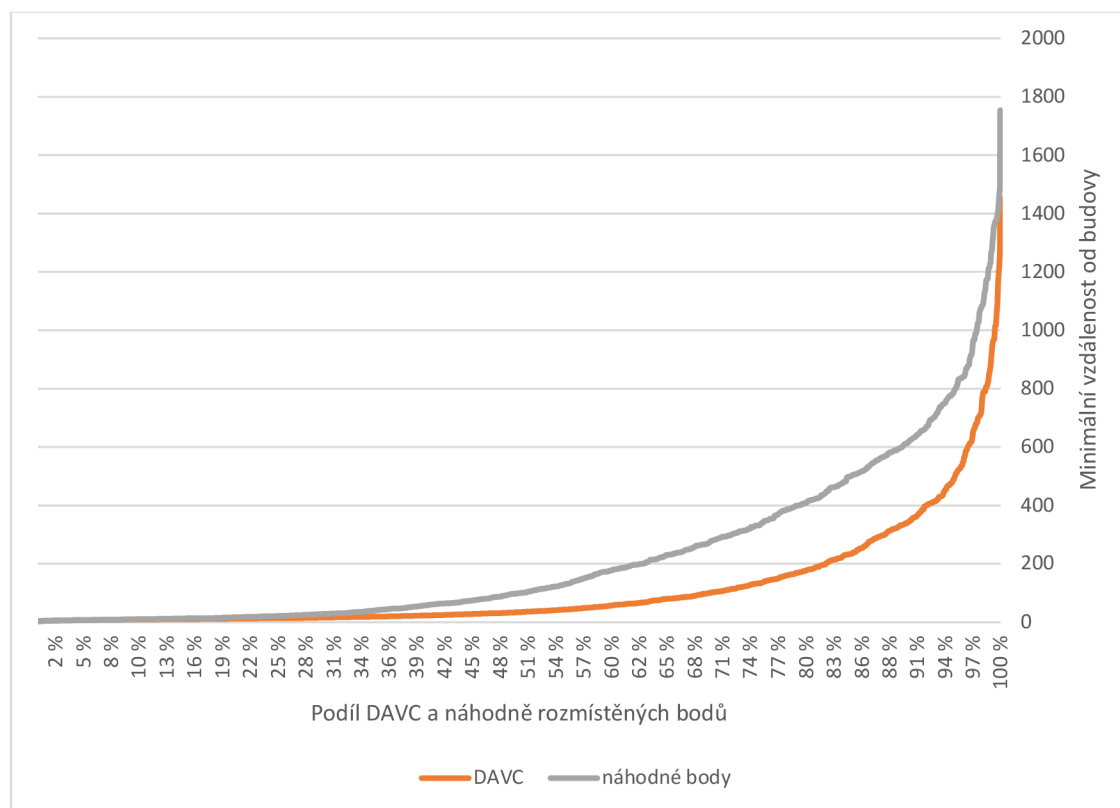
Pro ověření správnosti výsledku byla vzdálenost DAVC a náhodných bodů k vodním tokům statisticky otestována dvouvýběrovým KS testem. Z něho byl poté vytvořen graf (OBR. 20). V něm můžeme vidět, že vzdálenost DAVC a náhodně rozmístěných bodů od vodních toků je téměř stejně rozložená. Tudíž na DAVC nemá přítomnost vodních toků vliv.



OBR. 20: Empirická kumulativní distribuční funkce DAVC a náhodných bodů u vzdálenosti od vodních toků u dat z let 2017-2021

Zdroj: DAVC z webové aplikace *Dopravní nehody v ČR z let 2017-2021* (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); *Open street map – silniční síť ČR a vodní toky ČR* (Geofabrik); vlastní zpracování

5.3.4 VZDÁLENOST OD NEJBLIŽŠÍ BUDOVY:

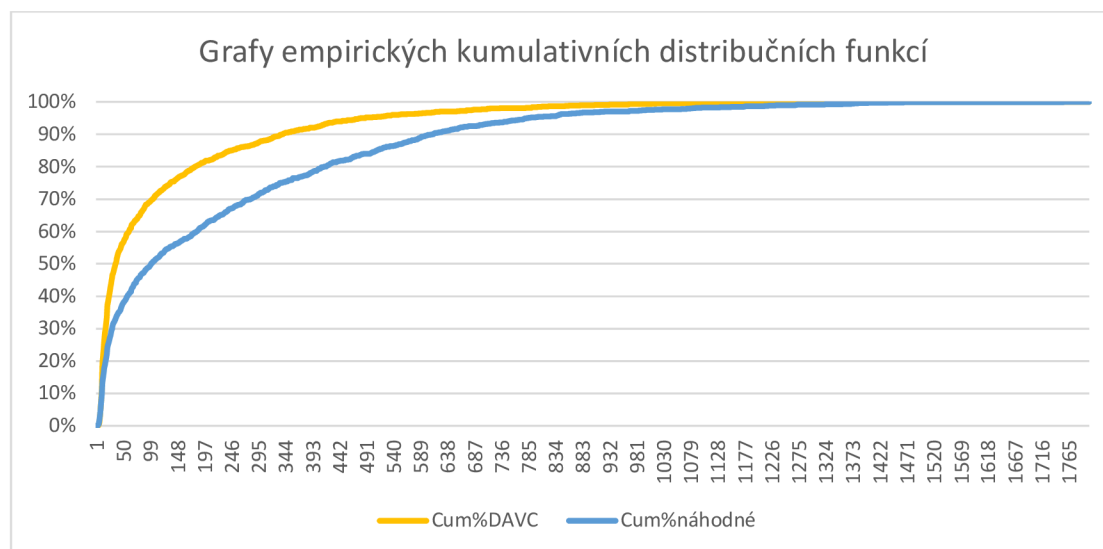


OBR. 21: Vztah DAVC z let 2017-2021 ke vzdálenosti od budov

Zdroj: DAVC z webové aplikace *Dopravní nehody v ČR z let 2017-2021* (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); vrstva náhodných bodů poskytnuta Centrem dopravního výzkumu, v. v. i.; *Open street map – budovy ČR* (Geofabrik); vlastní zpracování

Pouze u vzdálenosti DAVC k nejbližší zastavěné ploše (respektive nejbližší budově) můžeme pozorovat (OBR. 21) rozdíl mezi DAVC a náhodně rozmístěnými body. DAVC se nachází blíže k budovám, než je tomu u náhodně rozmístěných bodů, což naznačuje, že zde nějaký vztah je a že poloha DAVC bude ovlivněna vzdáleností od budov.

Pro ověření správnosti výsledku byla vzdálenost DAVC a náhodných bodů ke zastavěnému území statisticky otestována dvouvýběrovým KS testem. Z něho byl poté vytvořen graf (OBR. 22). Na něm můžeme vidět, že u vzdálenosti od zastavěného území platí, že DAVC jsou blíže k zastavěné ploše než náhodně rozmístěné body, a že DAVC budou blízkostí zastavěného území ovlivněny.

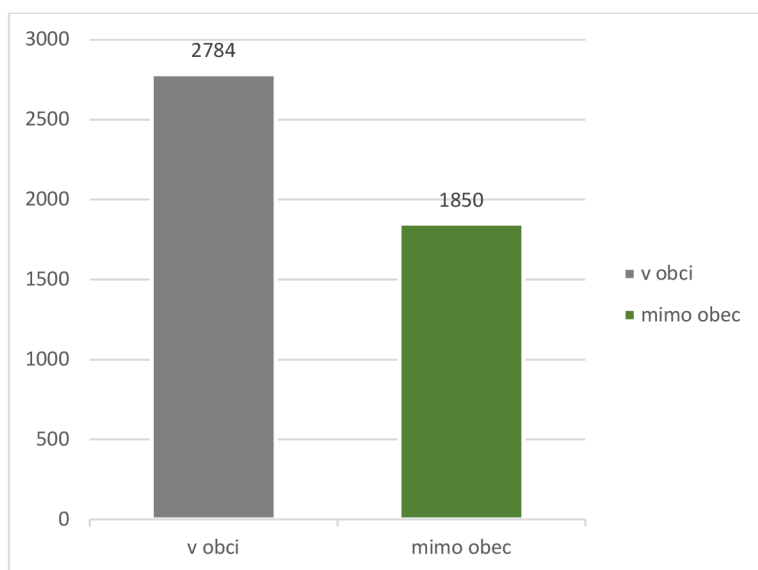


OBR. 22: Empirická kumulativní distribuční funkce DAVC a náhodných bodů u vzdálenosti od budov u dat z let 2017-2021

Zdroj: DAVC z webové aplikace *Dopravní nehody v ČR z let 2017-2021* (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); *Open street map – silniční síť ČR a budovy ČR* (Geofabrik); vlastní zpracování

Bylo tedy zjištěno, že jediná ze zkoumaných land use, která nějakým způsobem podmiňuje rozmístění DAVC, je vrstva budov. Vztah srážek vozidel s domestikovanými zvířaty a vzdálenosti od zastavěné plochy se dá předpokládat již z rozložení DAVC v rámci ČR (OBR. 4), kde jsme mohli vidět větší koncentrace srážek ve městech. Důvodem, proč je tedy vzdálenost k budově tím jediným faktorem, u kterého byl ze všech zkoumaných faktorů vzdáleností zjištěn nějaký významný vztah, by mohlo být tedy jednoduše to, že se jedná o domestikovaná zvířata, nacházející se u lidských obydlí. I tato analýza by nám tedy potvrzovala výše zmíněný předpoklad, že se, co do druhového složení zvířat, které se u nás stávají obětmi srážek s vozidly, zřejmě jedná především o druhy domácí a méně o druhy hospodářské, u kterých bychom mohli očekávat například nějaký významnější vztah k loukám.

Kromě této analýzy je možné vytvořit graf z hodnot, které se ke srážkám zaznamenaly přímo policií ČR (OBR. 23). Jedná se o informaci, zda ke srážce došlo v obci (myšleno v kontaktu se zastavěnou plochou), nebo mimo obec, a mohlo by to tak doplnit předchozí analýzu. Dle těchto výsledků k něco málo přes 60 % srážek došlo přímo (v obci) v kontaktu se zastavěnou plochou, zatímco téměř 40 % srážek se odehrály mimo obec (leč už víme, že často nikterak daleko od zastavěné plochy).



OBR. 23: Počet DAVC v obci a mimo obec

Zdroj: DAVC z webové aplikace Dopravní nehody v ČR z let 2011-2020 (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); vlastní zpracování

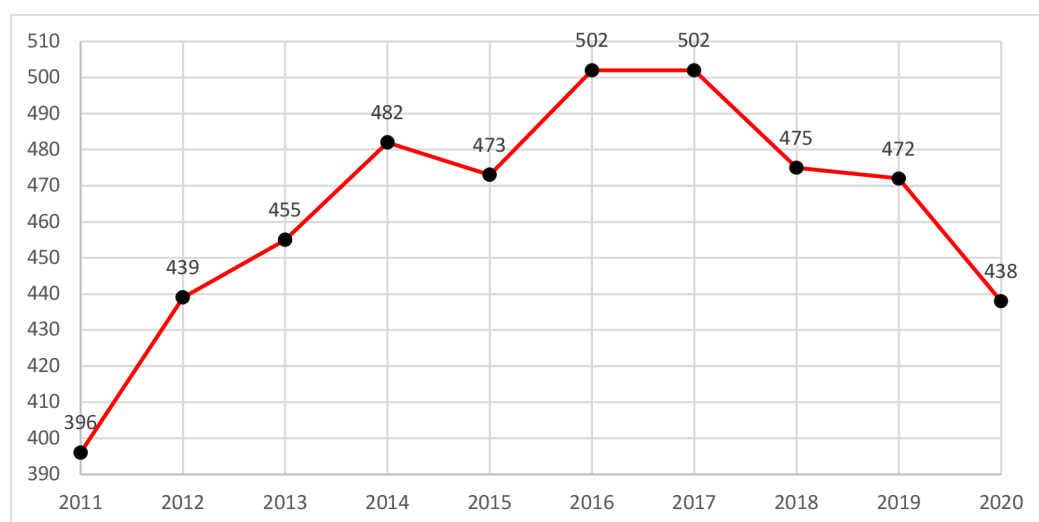
5.4 ČASOVÁ ANALÝZA:

Časová analýza hodnotila rozložení srážek během zkoumaného období, během jednotlivých měsíců v roce, dnů v týdnu a hodin během dne.

5.4.1 ROZLOŽENÍ DAVC BĚHEM ZKOUMANÉHO OBDOBÍ:

Zkoumané období této diplomové práce je období deseti let od roku 2011 do roku 2020. Kromě toho byly (převážně kvůli informaci o druhu zvířat) využity také data z jiného zdroje (jako doplňkový zdroj) za roky 2017-2019. Nicméně i tato doplňková data obsahují také časovou informaci, takže je možné tyto dva zdroje dat porovnat.

Pokud se podíváme na hlavní zdroj dat s 4634 srážkami za roky 2011-2020 (OBR. 24), zjistíme, že nejvíce srážek se odehrálo v letech 2016 a 2017 (shodně po 502 DAVC). Nejméně srážek se naopak odehrálo hned v úvodním roce zkoumaného období (pouhých 396 DAVC). Můžeme zde vidět určitý rostoucí charakter počtu DAVC až do roku 2016, mezi lety 2016 a 2017 určitou stagnací a od té doby pravidelný pokles. Bylo by proto zajímavé dále sledovat tyto informace i v následujících letech a zjistit tak, zda se tu nejedná o nějaký bod zlomu, od kterého by počet DAVC začal dlouhodobě klesat. Nelze ani říci, že by pokles byl způsoben pandemií Covidu-19, poněvadž k poklesu došlo už mezi lety 2017-2018.



OBR. 24: Rozložení DAVC (z hlavního zdroje dat) během zkoumaného období 2011-2020

Zdroj: DAVC z webové aplikace Dopravní nehody v ČR z let 2011-2020 (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); vlastní zpracování

Podíváme-li se na data DAVC ze stejného zdroje ještě před zkoumaným obdobím (TAB. 6), zjistíme, že poprvé byly do mapové aplikace *Dopravní nehody v ČR* srážky s domestikovanými zvířaty zaznamenávány již v roce 2006. Od roku 2007 jsou zde k zobrazení i polohové a jiné informace o DAVC (*Centrum dopravního výzkumu, v. v. i. – Dopravní nehody v ČR*).

TAB. 6: Počty DAVC za roky před zkoumaným obdobím:

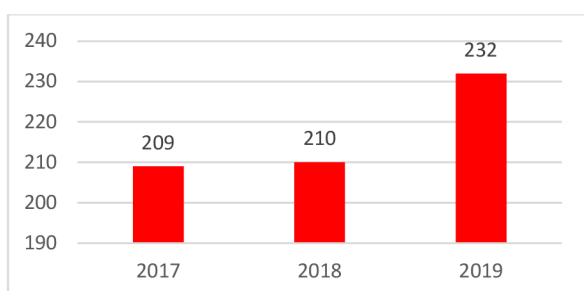
rok:	DAVC:
2006	515
2007	597
2008	477
2009	280
2010	327

Zdroj: DAVC z webové aplikace Dopravní nehody v ČR z let 2006-2010 (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); vlastní zpracování

Co se týče vývoje počtu DAVC mezi lety 2006-2020 (OBR. 23 a TAB. 6), můžeme vidět, že zde dochází k určitému střídání stoupání a poklesu. Mezi lety 2006-2007 stoupl počet srážek na vůbec maximum zaznamenaných DAVC za celé období let 2006-2020. Mezi lety 2007-2009 srážky postupně klesaly, a to až na méně než poloviční počet DAVC z roku 2007. Mezi lety 2009-2014 dochází opět k nárůstu. Poté dochází mezi lety 2014-2015 k mírnému poklesu a mezi lety 2015-2016 množství srážek opět narostl. Stejně hodnoty jako v roce 2016 dosáhl i v roce 2017. A od toho roku až do roku 2020 opět počet DAVC klesá.

Na základě těchto poznatků lze říct, že zaznamenané DAVC v ČR v posledních několika málo letech klesají, z dlouhodobějšího hlediska je počet DAVC proměnlivý a zažívá období růstu a období poklesu. Zároveň je třeba znovu připomenout, že se jedná pouze o zaznamenané srážky a není možné určit do jaké míry tento vývoj odpovídá skutečnému množství srážek vozidel s domestikovanými zvířaty.

Pokud se podíváme na doplňkový zdroj dat za roky 2017-2019 (OBR. 25), uvidíme opačný trend, než u hlavního zdroje dat. Počet zaznamenaných DAVC postupně stoupá. Nicméně se jedná o zdroj dat, jehož hlavní účel využití je zkoumání zastoupení jednotlivých druhů živočichů zúčastněných srážek s vozidly, tudíž se o něj nedají opřít jakékoliv jiné závěry. Může to znamenat třeba jen to, že lidé více hlásili nehody na linku 158 nežli v předchozích letech. Období 3 let je navíc poměrně krátká doba pro vyhodnocení nějakého meziročního trendu, takže je to spíše doplňková informace, že zde není stejný trend jako u hlavního zdroje.

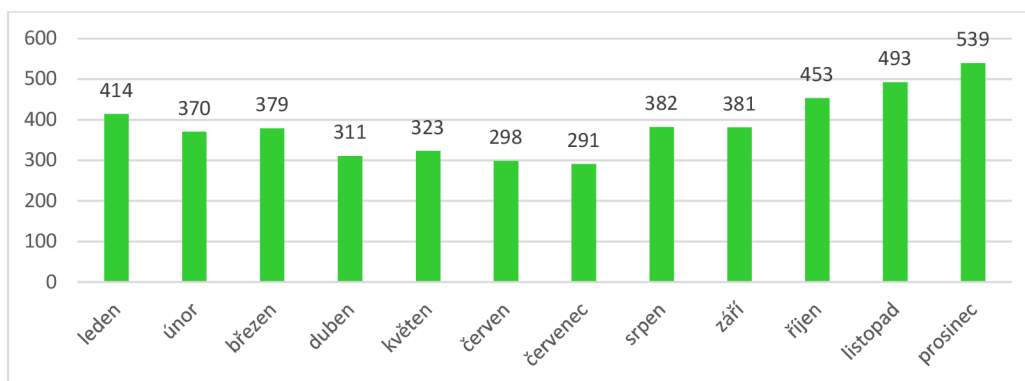


OBR. 25: Rozložení DAVC (z doplňkového zdroje dat) během období let 2017-2019

Zdroj: Výběr DAVC z webové aplikace Sražená zvěř v ČR z let 2017-2019 (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); vlastní zpracování

5.4.2 ROZLOŽENÍ DAVC BĚHEM JEDNOTLIVÝCH MĚSÍCŮ V ROCE:

Z hlediska rozložení DAVC během roku (OBR. 26) můžeme vidět jeden výrazný vrchol v prosinci a propad během června a července. Dá se tedy říct, že DAVC probíhají v takovýchto vlnách. To určitě ovlivňuje jednak délka světla během dne, ale také meteorologické podmínky. Také práce z literatury umísťují vrchol někam mezi říjen a prosinec. V případě divoké zvěře se projevuje ještě druhý menší vrchol na jaře, což u DAVC nepozorujeme. Pro zjištění toho, jak se liší rozložení DAVC v rámci měsíců v roce od rovnoměrného rozložení stejného množství dat, byl použit chí-kvadrát test (TAB. 7). V tabulce můžeme vidět, že celková hodnota chí-kvadrát testu (tučně zvýrazněná) je výrazně vyšší než kritická hodnota, tudíž můžeme říci, že rozdělení DAVC není rovnoměrné a charakter jednotlivých měsíců v roce má vliv na tvorbu DAVC.



OBR. 26: Rozložení DAVC (z hlavního zdroje dat) během roku

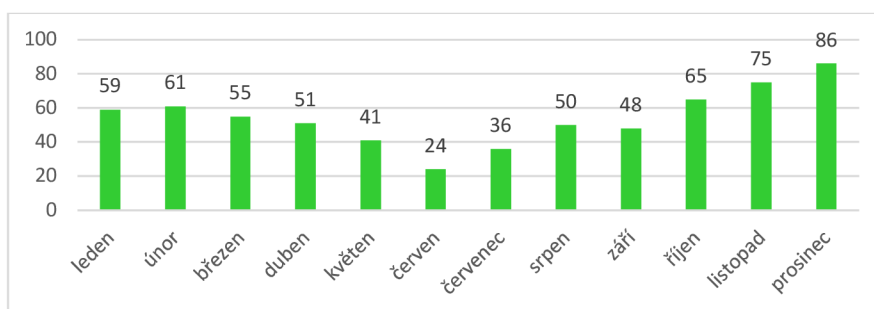
Zdroj: DAVC z webové aplikace Dopravní nehody v ČR z let 2011-2020 (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); vlastní zpracování

TAB. 7: Porovnání rozložení DAVC (z hlavního zdroje dat) v rámci měsíců během roku a rovnoměrného rozložení pomocí chí-kvadrát testu:

MĚSÍC:	HODNOTY DAVC:	ROVNOMĚRNĚ ROZLOŽENÉ HODNOTY	CHÍ-KVADRÁT TEST:
Leden	414	386,17	2,031
Únor	370	386,17	0,663
Březen	379	386,17	0,127
Duben	311	386,17	14,573
Květen	323	386,17	10,282
Červen	298	386,17	20,062
Červenec	291	386,17	23,381
Srpen	382	386,17	0,041
Září	381	386,17	0,065
Říjen	453	386,17	11,630
Listopad	493	386,17	29,661
Prosinec	539	386,17	60,645
SUMA:	4634	4634	173,161
PRŮMĚR:	386,17		
POČET STUPŇŮ VOLNOSTI:			11
KRITICKÁ HODNOTA:			19,675

Zdroj: DAVC z webové aplikace Dopravní nehody v ČR z let 2011-2020 (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); vlastní zpracování

Pokud bychom výsledný graf z hlavních dat této práce, tedy z let 2011-2020, porovnali s grafem z doplňkových dat z let 2017-2019 (OBR. 27), došli bychom se v tomto případě ke stejnému závěru. I v tomto případě vidíme vrchol v prosinci a propad v období června a července. A také v tomto případě byl proveden chí-kvadrát test (TAB. 8), u něhož rovněž byla hodnota chí-kvadrát testu (tučně zvýrazněná) vyšší než kritická hodnota, a rozdělení DAVC tedy není rovnoměrné v rámci měsíců v roce.



OBR. 27: Rozložení DAVC (z doplňkového zdroje dat) během roku

Zdroj: Výběr DAVC z webové aplikace Sražená zvěř.cz v ČR z let 2017-2019 (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); vlastní zpracování

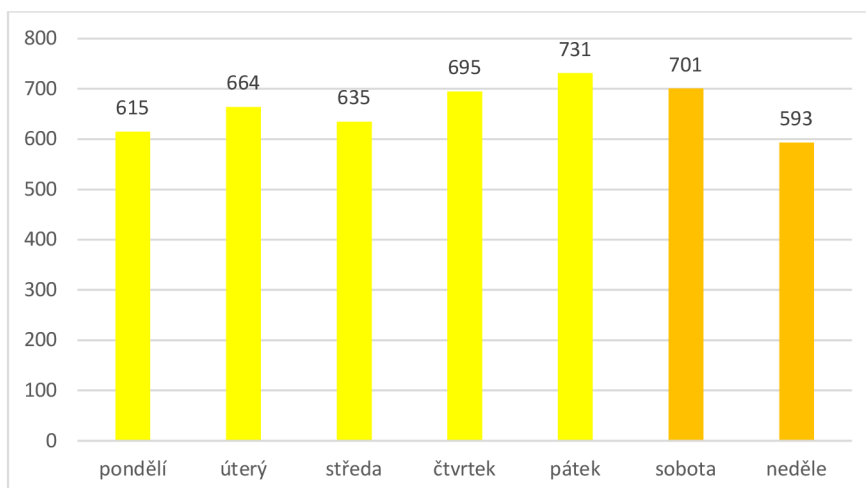
TAB. 8: Porovnání rozložení DAVC (z vedlejšího zdroje dat) v rámci měsíců během roku a rovnoměrného rozložení pomocí chí-kvadrát testu:

MĚSÍC:	HODNOTY DAVC:	ROVNOMĚRNĚ ROZLOŽENÉ HODNOTY	CHÍ-KVADRÁT TEST:
Leden	59	54,00	0,463
Únor	61	54,00	0,907
Březen	55	54,00	0,019
Duben	51	54,00	0,167
Květen	41	54,00	3,130
Červen	24	54,00	16,667
Červenec	36	54,00	6,000
Srpen	50	54,00	0,296
Září	48	54,00	0,667
Říjen	65	54,00	2,241
Listopad	75	54,00	8,167
Prosinec	86	54,00	18,963
SUMA:	651	651	57,685
PRŮMĚR:	54,25		
POČET STUPŇŮ VOLNOSTI: 11			
KRITICKÁ HODNOTA: 19,675			

Zdroj: Výběr DAVC z webové aplikace Sražená zvěř.cz v ČR z let 2017-2019 (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); vlastní zpracování

5.4.3 ROZLOŽENÍ DAVC BĚHEM JEDNOTLIVÝCH DNŮ V TÝDNU:

Rozložení DAVC během jednotlivých dnů v týdnu nabízí docela překvapivé výsledky. Zatímco v literatuře je zmíněno vyšší množství srážek během pracovních dnů a nižší o víkendech, především vzhledem k menšímu množství vozidel na silnicích, ve výsledcích této práce (OBR. 28) můžeme vidět vrchol především v pátek a v sobotu. Pak ale poměrně výrazný propad mezi sobotou a nedělí a následně postupný růst DAVC od pondělí do pátku s menším poklesem ve středu.



OBR. 28: Rozložení DAVC (z hlavního zdroje dat) během týdne

Zdroj: DAVC z webové aplikace Dopravní nehody v ČR z let 2011-2020 (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); vlastní zpracování

Přepočteme-li počet DAVC na 1 pracovní a 1 víkendový den, pak teprve získáme informaci, že ve víkendových dnech je méně srážek než v pracovních dnech (TAB. 9), a to především vlivem neděle.

TAB. 9: Průměrný počet DAVC během pracovního dne a během víkendového dne:

	počet DAVC	přepočteno na den
pracovní dny (pondělí až pátek)	3340	668
víkend (sobota a neděle)	1294	647

Zdroj: DAVC z webové aplikace Dopravní nehody v ČR z let 2011-2020 (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); vlastní zpracování

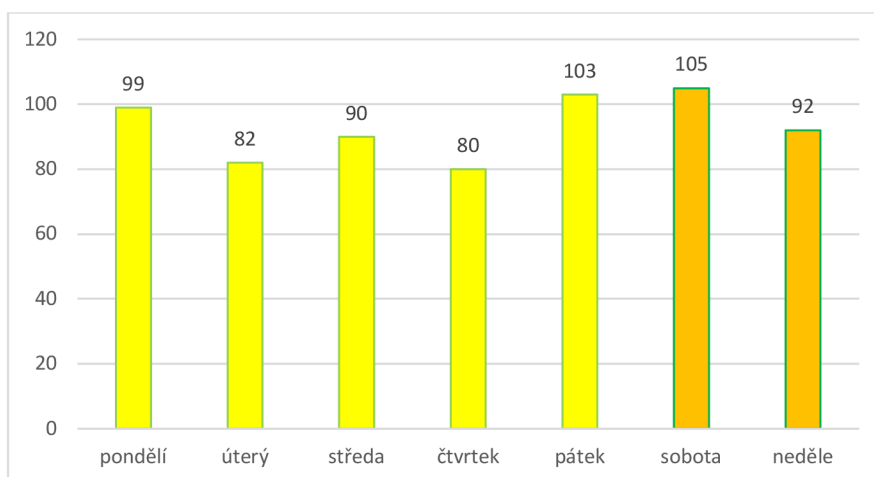
Také pro rozložení DAVC v rámci dnů v týdnu byl proveden chí-kvadrát test (TAB. 10), který zkoumal, jak se toto rozložení liší od rovnoměrného rozložení. Také v tomto případě byla hodnota chí-kvadrát testu (tučně zvýrazněná) vyšší než kritická hodnota.

TAB. 10: Porovnání rozložení DAVC (z hlavního zdroje dat) v rámci dnů v týdnu a rovnoměrného rozložení pomocí chí-kvadrát testu:

DEN:	HODNOTY DAVC:	ROVNOMĚRNĚ ROZLOŽENÉ HODNOTY	CHÍ-KVADRÁT TEST:
Pondělí	615	662,00	3,337
Úterý	664	662,00	0,006
Středa	635	662,00	1,101
Čtvrtek	695	662,00	1,645
Pátek	731	662,00	7,192
Sobota	701	662,00	2,298
Neděle	593	662,00	7,192
SUMA:	4634	4634	22,770
PRŮMĚR:	662,00		
POČET STUPŇŮ VOLNOSTI:			6
KRITICKÁ HODNOTA:			12,592

Zdroj: DAVC z webové aplikace Dopravní nehody v ČR z let 2011-2020 (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); vlastní zpracování

Stejný vrchol, jako v případě hlavních dat, přináší i graf vytvořený z doplňkových dat z let 2017-2019 (OBR. 29), ačkoliv v tomto případě nedochází v neděli k takovému výraznému propadu a vývoj v průběhu pracovní části týdne je poměrně odlišný.



OBR. 29: Rozložení DAVC (z doplňkového zdroje dat) během týdne

Zdroj: Výběr DAVC z webové aplikace Sražená zvěř.cz v ČR z let 2017-2019 (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); vlastní zpracování

Nicméně u chí-kvadrát testu (TAB. 11) nám u tohoto zdroje dat vychází celková hodnota (tučně zvýrazněná) nižší než kritická hodnota, a rozložení DAVC se v tomto případě tedy dostatečně neliší od rovnoměrného rozložení, aby se dalo prohlásit, že má na rozložení DAVC během týdne vliv charakter jednotlivých dnů.

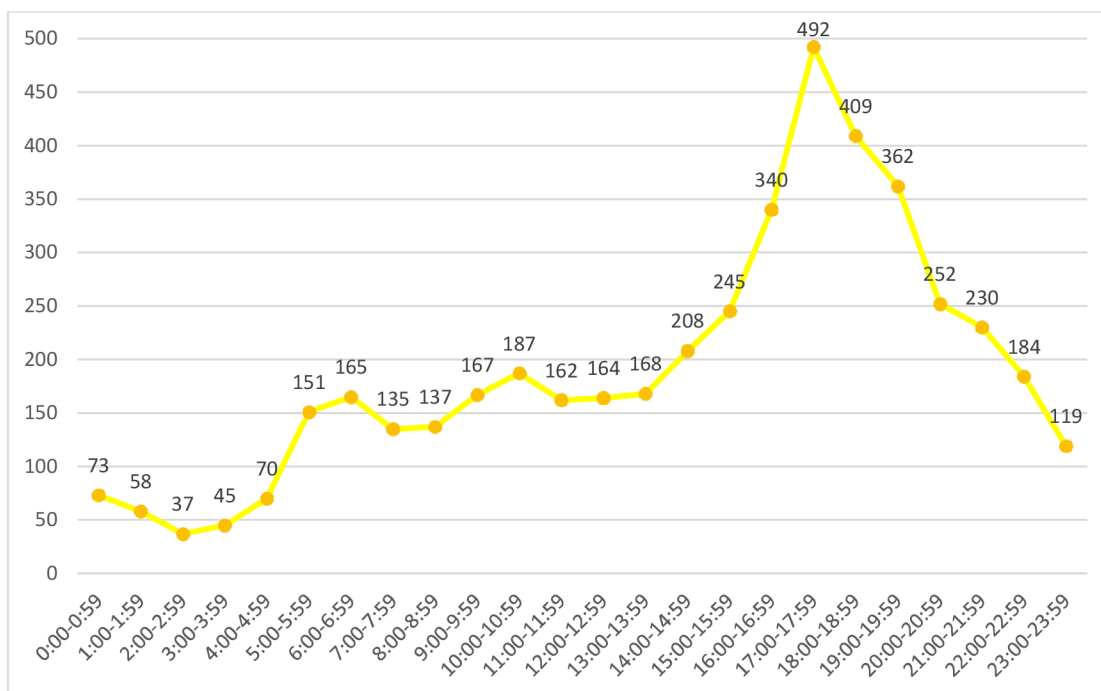
TAB. 11: Porovnání rozložení DAVC (z vedlejšího zdroje dat) v rámci dnů v týdnu a rovnoměrného rozložení pomocí chí-kvadrát testu:

DEN:	HODNOTY DAVC:	ROVNOMĚRNĚ ROZLOŽENÉ HODNOTY	CHÍ-KVADRÁT TEST:
Pondělí	99	93,00	0,387
Úterý	82	93,00	1,301
Středa	90	93,00	0,097
Čtvrtek	80	93,00	1,817
Pátek	103	93,00	1,075
Sobota	105	93,00	1,548
Neděle	92	93,00	0,011
SUMA:	651	93	6,237
PRŮMĚR:	662,00		
POČET STUPŇŮ VOLNOSTI:			6
KRITICKÁ HODNOTA:			12,592

Zdroj: Výběr DAVC z webové aplikace Sražená zvěř.cz v ČR z let 2017-2019 (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); vlastní zpracování

5.4.4 ROZLOŽENÍ DAVC V PRŮBĚHU DNE:

Na rozdíl od srážek s divokou zvěří můžeme u DAVC zaznamenat jen 1 výrazný vrchol v průběhu dne, jak to zmiňují i autoři v literatuře. V případě hlavních dat této práce (OBR. 30) je tím vrcholem večerní čas 17:00-17:59, tedy doba, kdy je u nás v některých částech roku již po západu slunce, v některých částech roku ještě před západem slunce. Tento čas může také souviset s dobou, kdy se lidé vrací z práce, a tudíž je možná více aut na silnicích. Zároveň je možné, že se jedná o dobu, kdy lidé venčí své psy, což zase naopak znamená více zvířat v ulicích. Nicméně je zřejmé, že se nejedná pouze o vliv světelných podmínek, jako tomu je u divoké zvěře, kdy se projevují vrcholy dva, a to kolem soumraku a kolem úsvitu.



OBR. 30: Rozložení DAVC (z hlavního zdroje dat) během dne

Zdroj: DAVC z webové aplikace *Dopravní nehody v ČR z let 2011-2020* (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); vlastní zpracování

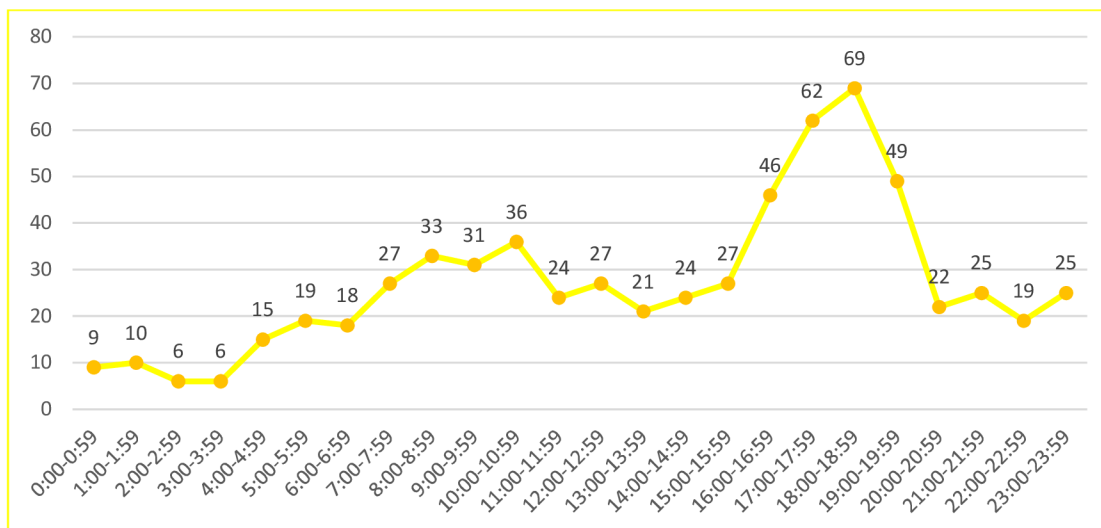
Co se týče chí-kvadrát testu (TAB. 12), vychází celková hodnota (tučně zvýrazněná) vyšší než kritická hodnota, a rozložení DAVC během dne je tedy nerovnoměrné a je ovlivněné charakterem jednotlivých hodin během dne.

TAB. 12: Porovnání rozložení DAVC (z hlavního zdroje dat) v rámci jednotlivých hodin během dne a rovnoměrného rozložení pomocí chí-kvadrát testu:

ČAS:	HODNOTY DAVC:	ROVNOMĚRNĚ ROZLOŽENÉ HODNOTY	CHÍ-KVADRÁT TEST:
0:00 až 0:59	73	190,00	72,047
1:00 až 1:59	58	190,00	91,705
2:00 až 2:59	37	190,00	123,205
3:00 až 3:59	45	190,00	110,658
4:00 až 4:59	70	190,00	75,789
5:00 až 5:59	151	190,00	8,005
6:00 až 6:59	165	190,00	3,289
7:00 až 7:59	135	190,00	15,921
8:00 až 8:59	137	190,00	14,784
9:00 až 9:59	167	190,00	2,784
10:00 až 10:59	187	190,00	0,047
11:00 až 11:59	162	190,00	4,126
12:00 až 12:59	164	190,00	3,558
13:00 až 13:59	168	190,00	2,547
14:00 až 14:59	208	190,00	1,705
15:00 až 15:59	245	190,00	15,921
16:00 až 16:59	340	190,00	118,421
17:00 až 17:59	492	190,00	480,021
18:00 až 18:59	409	190,00	252,426
19:00 až 19:59	362	190,00	155,705
20:00 až 20:59	252	190,00	20,232
21:00 až 21:59	230	190,00	8,421
22:00 až 22:59	184	190,00	0,189
23:00 až 23:59	119	190,00	26,532
SUMA:	4560	4634	1608,042
PRŮMĚR:	190,00		
POČET STUPŇŮ VOLNOSTI: 23			
KRITICKÁ HODNOTA: 35,172			

Zdroj: DAVC z webové aplikace Dopravní nehody v ČR z let 2011-2020 (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); vlastní zpracování

K podobným výsledkům bychom došli i v případě doplňkových dat (OBR. 31), akorát by se jednalo o časový úsek 18:00-18:59, tedy o jednu hodinu později.



OBR. 31: Rozložení DAVC (z doplňkového zdroje dat) během dne

Zdroj: Výběr DAVC z webové aplikace Sraženávěř.cz v ČR z let 2017-2019 (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); vlastní zpracování

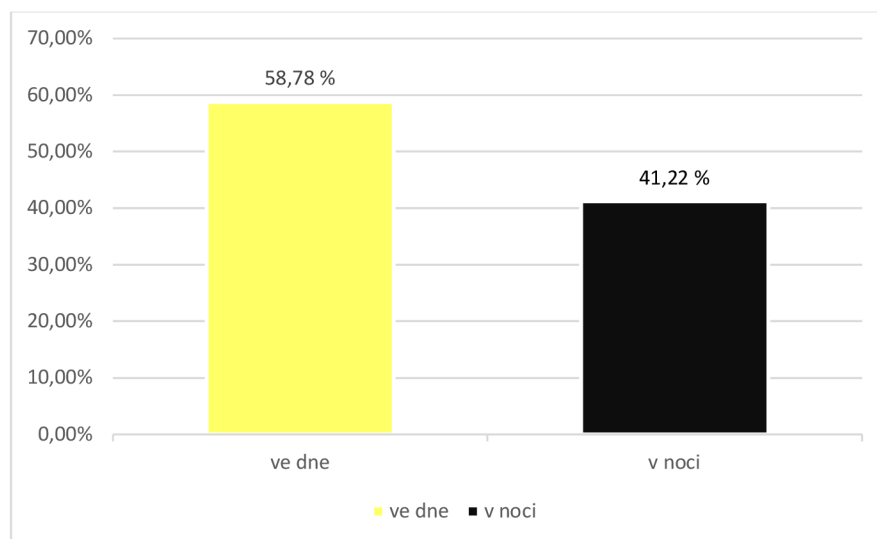
A také tady má chí-kvadrát test (TAB. 13) celkovou hodnotu (tučně zvýrazněná) vyšší než kritickou hodnotu.

TAB. 13: Porovnání rozložení DAVC (z vedlejšího zdroje dat) v rámci jednotlivých hodin během dne a rovnoměrného rozložení pomocí chí-kvadrát testu:

ČAS:	HODNOTY DAVC:	ROVNOMĚRNĚ ROZLOŽENÉ HODNOTY	CHÍ-KVADRÁT TEST:
0:00 až 0:59	9	27,08	12,000
1:00 až 1:59	10	27,08	10,704
2:00 až 2:59	6	27,08	16,333
3:00 až 3:59	6	27,08	16,333
4:00 až 4:59	15	27,08	5,333
5:00 až 5:59	19	27,08	2,370
6:00 až 6:59	18	27,08	3,000
7:00 až 7:59	27	27,08	0,000
8:00 až 8:59	33	27,08	1,333
9:00 až 9:59	31	27,08	0,593
10:00 až 10:59	36	27,08	3,000
11:00 až 11:59	24	27,08	0,333
12:00 až 12:59	27	27,08	0,000
13:00 až 13:59	21	27,08	1,333
14:00 až 14:59	24	27,08	0,333
15:00 až 15:59	27	27,08	0,000
16:00 až 16:59	46	27,08	13,370
17:00 až 17:59	62	27,08	45,370
18:00 až 18:59	69	27,08	65,333
19:00 až 19:59	49	27,08	17,926
20:00 až 20:59	22	27,08	0,926
21:00 až 21:59	25	27,08	0,148
22:00 až 22:59	19	27,08	2,370
23:00 až 23:59	25	27,08	0,148
SUMA:	650	4634	218,593
PRŮMĚR:	27,08		
POČET STUPŇŮ VOLNOSTI: 23			
KRITICKÁ HODNOTA: 35,172			

Zdroj: Výběr DAVC z webové aplikace Sražená zvěř.cz v ČR z let 2017-2019 (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); vlastní zpracování

Kromě těchto dat můžeme také vycházet z údajů, které byly u srážek přímo zaznamenány policií ČR, a to zda ke srážce došlo během dne nebo v noci. Dle těchto výsledků (OBR. 32) došlo k téměř 60 % DAVC ve dne a něco málo přes 40 % DAVC v noci.

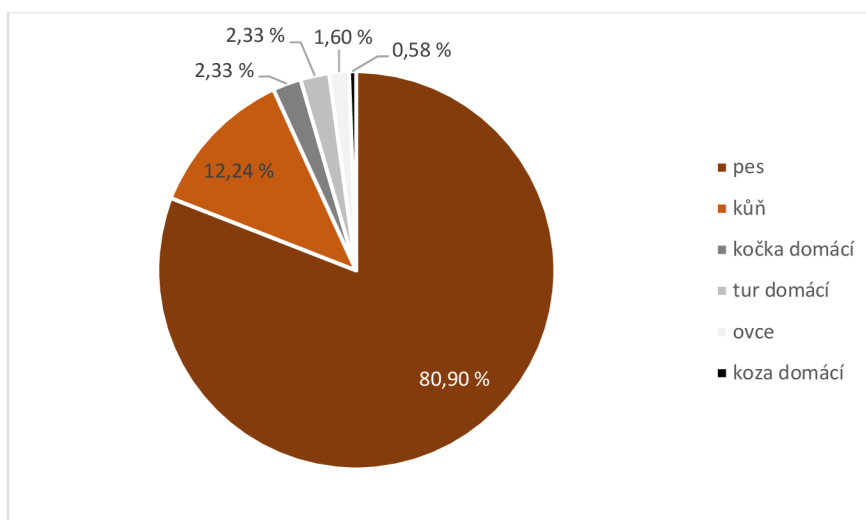


OBR. 32: Rozložení DAVC (z hlavního zdroje dat) během dne či noci

Zdroj: DAVC z webové aplikace Dopravní nehody v ČR z let 2011-2020 (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); vlastní zpracování

5.5 ANALÝZA DAVC PODLE DRUHŮ ZVÍŘAT:

K této analýze byla potřebná doplňková data z webové mapové aplikace *sraženázvěř.cz*. Na základě těchto dat z let 2017-2019 bylo zjištěno (OBR. 33), že u více než 80 % DAVC se jednalo o psa. To trochu naznačovaly již mapy, kde se srážky koncentrovaly ve velkých městech, kde je přeci jen srážka se psem pravděpodobnější než srážka s nějakým hospodářským zvířetem. U více než 12 % DAVC se potom jednalo o koně. 2,3 % DAVC se potom týkaly koček a stejné množství také turů. U 1,6 % DAVC se jednalo o ovci a u pouhých 0,6 % DAVC se jednalo o kozu. Je možná poněkud překvapivé, že je zaznamenáno větší množství DAVC v ČR s koněm než s kočkou, nicméně je nutné znovu upozornit, že se jedná o hlášené srážky a není tedy jisté, jestli bychom stejného výsledku dosáhli, kdybychom měli možnost získat data o všech srážkách, která se na silnicích udály (už jen proto, že srážka s kočkou obvykle řidiče vzhledem k velikosti příliš neohrožuje a ani na vozidle to výraznou škodu nezanechá).



OBR. 33: Rozdělení DAVC (z doplňkového zdroje dat) podle druhu zvířat

Zdroj: Výběr DAVC z webové aplikace Sraženázvěř.cz v ČR z let 2017-2019 (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); vlastní zpracování

Pokud bychom tedy domestikovaná zvířata rozdělili na domácí a hospodářská, dostaneme poměr srážek 571:115, takže domácí zvířata jsou účastníky DAVC téměř 5x častěji než hospodářská zvířata.

5.6 DAVC PODLE DOPADŮ NA CESTUJÍCÍ OSOBY:

Z hlediska dopadů DAVC na cestující osoby byla zaznamenána policií ČR informace o tom, zda při srážce došlo ke zranění případně usmrcení osoby či osob. Dle těchto výsledků (OBR. 34) došlo ze všech 4634 srážek pouze k jedinému usmrcení osoby. Dále došlo k 557 zraněním, z toho 76 bylo vyhodnoceno jako těžká zranění a 481 jako lehká zranění.



OBR. 34: DAVC (z hlavního zdroje dat) podle zranění a usmrcení

Zdroj: DAVC z webové aplikace Dopravní nehody v ČR z let 2011-2020 (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); vlastní zpracování

Navíc u DAVC s úmrtím či těžkým zraněním byla obětí vždy jen 1 osoba. V případě lehkých zranění byl počet osob různý. To ukazuje následující tabulka (TAB. 14).

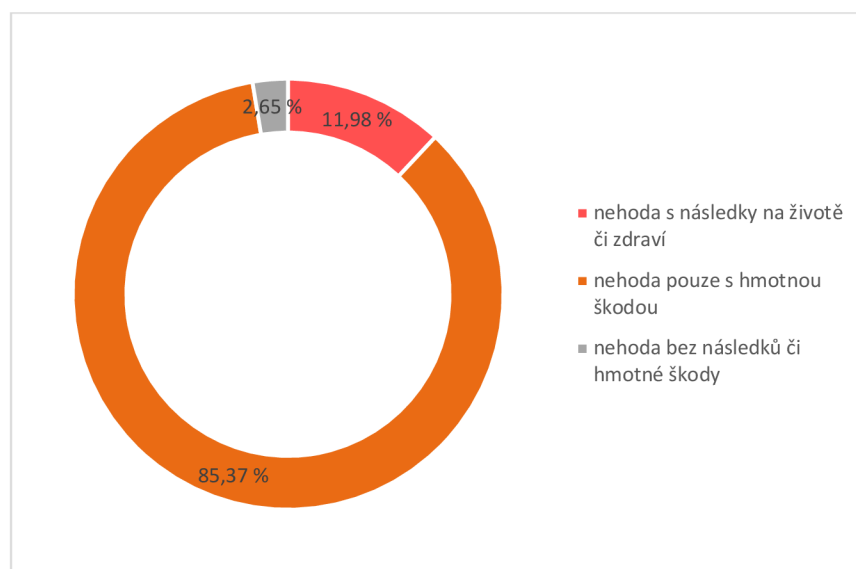
TAB. 14: Počet zraněných osob u 1 DAVC v případě lehkého zranění:

POČET OSOB	DAVC
1	455
2	22
3	3
4	0
5	0
6	1

Zdroj: DAVC z webové aplikace Dopravní nehody v ČR z let 2011-2020 (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); vlastní zpracování

5.7 DAVC PODLE HMOTNÉ ŠKODY:

Větší část srážek se obešla bez úmrtí i bez zranění a mohlo dojít pouze k hmotné škodě (OBR. 35), případně srážka nezpůsobila ani úmrtí, ani zranění, ani hmotnou škodu.

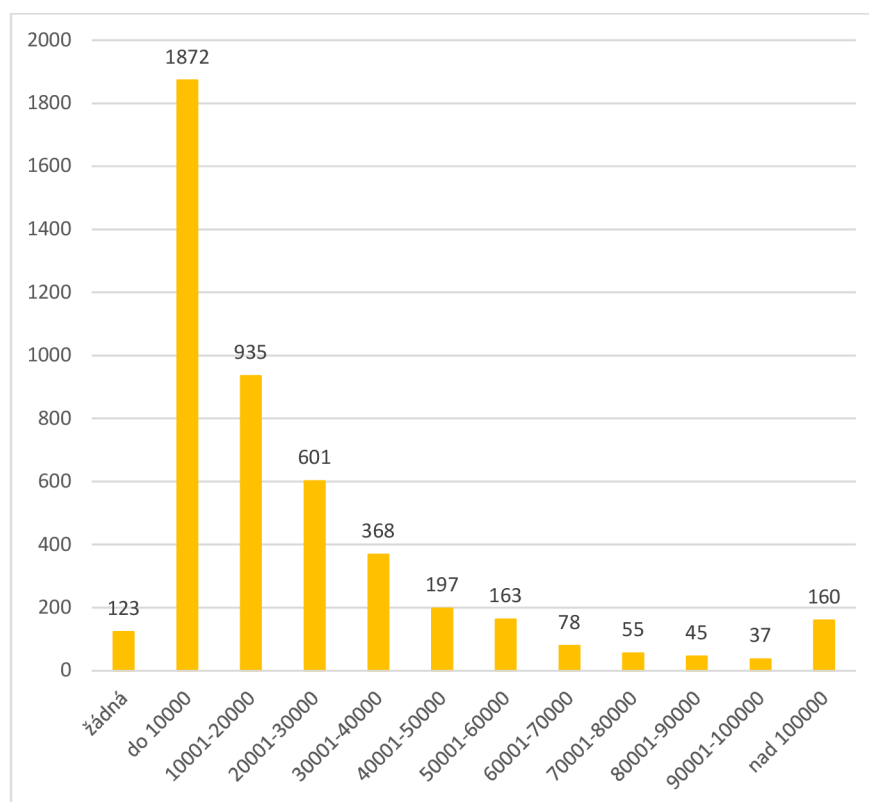


OBR. 35: DAVC (z hlavního zdroje dat) podle následků na životě či zdraví či s hmotnou škodou

Zdroj: DAVC z webové aplikace Dopravní nehody v ČR z let 2011-2020 (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); vlastní zpracování

Jak můžeme vidět, největší část zaznamenaných srážek jsou srážky bez ohrožení zdraví či života, ale s hmotnou škodou (přes 85 %). Následují srážky s ohrožením zdraví či života a hmotnou škodou (téměř 12 %) a nakonec srážky bez následků na zdraví či životě a bez hmotné škody (před 2,5 %).

Co se týče výše hmotné škody, můžeme vidět (OBR. 36; TAB. 15), že nejvíce srážek končí s hmotnou škodou do 10 000 Kč (přes 40 %). A množství DAVC s vyšší hmotné škody postupně klesá. Pouze 2,65 % srážek s domestikovanými zvířaty nekončí nějakou hmotnou škodou.



OBR. 36: DAVC (z hlavního zdroje dat) podle výše hmotné škody

Zdroj: DAVC z webové aplikace *Dopravní nehody v ČR z let 2011-2020* (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); vlastní zpracování

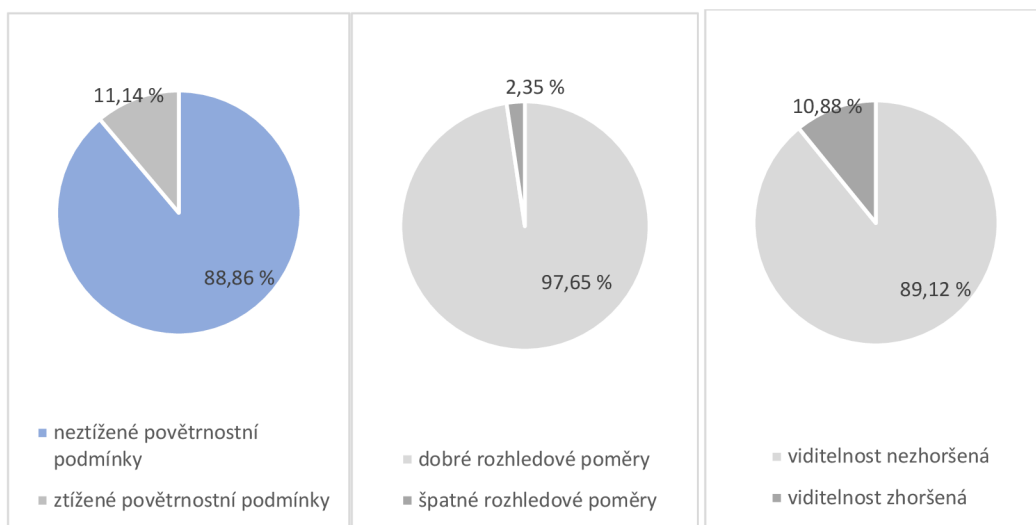
TAB. 15: DAVC (z hlavního zdroje dat) podle výše hmotné škody:

HMOTNÁ ŠKODA (Kč):	ABSOLUTNÍ:	RELATIVNÍ:
žádná	123	2,65
do 10000	1872	40,40
10001-20000	935	20,18
20001-30000	601	12,97
30001-40000	368	7,94
40001-50000	197	4,25
50001-60000	163	3,52
60001-70000	78	1,68
70001-80000	55	1,19
80001-90000	45	0,97
90001-100000	37	0,80
nad 100000	160	3,45
celkem	4634	100

Zdroj: DAVC z webové aplikace Dopravní nehody v ČR z let 2011-2020 (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); vlastní zpracování

5.8 DAVC A PODMÍNKY PRO ŘIDIČE:

Podmínky pro řidiče se vyhodnocují daleko hůř. Jednak zde hraje roli mnoho faktorů (sluneční svit a povětrnostní podmínky mohou zhoršit viditelnost; dopravní situace nebo konstrukce dopravní komunikace zase může odvést řidičovu pozornost vlivem velkého množství prvků, u kterých se očekává, že je řidič bude sledovat a dá si na ně pozor), některá místa mohou být nepřehledná a zvíře tak není dostatečně dlouhou dobu před srážkou viditelné vlivem nepřehlednosti okolního prostředí atd.), a jednak nejde obvykle o nějakou stálou podmínku či o něco, co by všude fungovalo stejně. Bylo by nutné provést velice časově a mnohdy i ekonomicky náročné analýzy a průzkum v terénu, aby bylo možné tyto faktory objektivně zhodnotit. Naštěstí 3 informace jsou zaznamenávány u dat DAVC přímo policií ČR, a to zhodnocení povětrnostních podmínek, rozhledových poměrů a obecně viditelnosti.



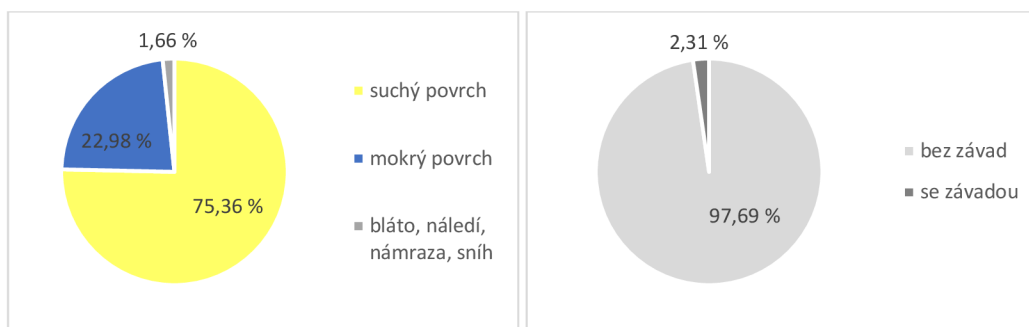
OBR. 37, 38 a 39: DAVC (z hlavního zdroje dat) podle povětrnostních podmínek, podle rozhledových poměrů a podle viditelnosti

Zdroj: DAVC z webové aplikace *Dopravní nehody v ČR z let 2011-2020* (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); vlastní zpracování

Z hlediska povětrnostních podmínek (OBR. 37) můžeme vidět, že u většiny DAVC (téměř 89 %) nebyly povětrnostní podmínky vyhodnoceny jako ztížené. Z hlediska rozhledových poměrů (OBR. 38) můžeme vidět, že u většiny DAVC (více než 97 %) byly rozhledové poměry vyhodnoceny jako dobré. A z hlediska viditelnosti (OBR. 39) můžeme vidět, že u většiny DAVC (přes 89 %) byla viditelnost zhodnocena jako nezhoršená.

5.9 DAVC A TECHNICKÝ STAV KOMUNIKACE:

Poslední informace, kterou můžeme z hlavních dat o DAVC získat jsou informace o stavu komunikace, ať už z hlediska stavu povrchu, nebo z hlediska závad na vozovce.



OBR. 40 a 41: DAVC (z hlavního zdroje dat) podle stavu povrchu vozovky a podle výskytu závad na komunikaci

Zdroj: DAVC z webové aplikace *Dopravní nehody v ČR z let 2011-2020* (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.); vlastní zpracování

Z hlediska stavu povrchu vozovky (OBR. 40) můžeme vidět, že u více než tři čtvrtin DAVC byl povrch vozovky suchý, u téměř 23 % DAVC se jednalo o mokrý povrch vozovky a u více než 1,5 % se na vozovce vyskytovalo bláto, náledí, námraza nebo sníh, které zhoršily podmínky jízdy. A z hlediska výskytu závad na komunikaci (OBR. 41) se u většiny DAVC (přes 97 %) nejednalo o srážku, která by byla způsobena závadou na komunikaci.

6. DISKUZE:

Podle výsledků této diplomové práce jsou na silniční síti ČR zaznamenávány přibližně 1,3 srážky s domestikovanými zvířaty denně. Musíme však brát v potaz, že toto číslo může být silně podhodnocené, poněvadž se obecně má za to, že se u sběru dat o srážkách s živočichy nemůže nahlásit každá ze srážek, ke které na silnici dojde, a jedná se tedy pouze o srážky nahlášené. Důvod, proč srážky nemusí být vždy nahlášené, je ten, že u menších zvířat lidé ani nemusí postřehnout, že ke srážce došlo. Mršinu může také odvléct pryč z komunikace nějaký mrchožrout dříve, než k zaznamenání srážky dojde. Dá se ale předpokládat, že výsledné číslo AVC se bude u domestikovaných zvířat pravdě blížit s větší pravděpodobností než u divoké zvěře (která nemá majitele, a tedy osobu, která by měla důvod srážení zvířete řešit; kam spadá i mnoho živočichů malé velikosti, u nichž srážka nemusí být ani postřehnutá, a které způsobují jen nepatrné nebo žádné škody na vozidle).

Srážky s domestikovanými zvířaty se obecně vzato kumulují především do blízkosti lidských sídel, a není tedy divu, že i data srážek zaznamenané v této diplomové práci se

koncentrují převážně do velkých měst. Lze již podle zanesení dat do mapy usuzovat, že u nás dochází převážně k hlášení srážek s domácími zvířaty, u kterých se dá předpokládat vyšší koncentrace v místech s vyšší hustotou zalidnění obyvatel, zatímco při převaze srážek s hospodářskými zvířaty by mohla být očekávána vyšší koncentrace DAVC na venkově.

Hustotu srážek ovlivňuje pochopitelně mimo jiné také hustota silniční sítě. V místech, která nejsou silnicemi tak zahuštěná, vidíme také méně srážek. Z hlediska krajů je nejvíce DAVC na 1 km silniční sítě v hlavním městě Praze, což je zřejmě rovněž ovlivněno hustotou zalidnění obyvatelstva. Nicméně může to být dané také tím, že kraj hlavní město Praha je převážně intravilán a nehody jsou tak dobře viditelné, zatímco v jiných krajích mohou některé DAVC zapadnout, protože se odehrají mimo intravilán a nemusí být tolik na očích, aby došlo k zaznamenání. Nejméně dat DAVC bylo zaznamenáno u Jihočeského a Plzeňského kraje, nicméně zde je to ovlivněno faktem, že se zde data nezaznamenávají jako dopravní nehody, ale zaznamenávají se do Euroformuláře.

Ke koncentraci srážek do shluku, tak jak k tomu docházelo v některých pracích v literatuře u divoké zvěře, v případě DAVC nedocházelo nikterak výrazně. Během zkoumaného období se vytvořily pouze 3 (pravé) shluky s alespoň 3 srážkami. Jejich společným znakem bývá blízkost sídla a také blízkost nějakého zemědělského objektu. Z časového hlediska se žádný společný znak, typický pro shlukování srážek, nenašel.

Při snaze charakterizovat typické prostředí, ve kterém se srážky vytváří, pomocí blízkosti jednotlivých typů krajiny, bylo zjištěno, že přímý vliv na DAVC má pouze blízkost budovy či zastavěného území, což rovněž souvisí s tím, že právě do těchto prostor se lidé koncentrují a kde tráví větší část svého času. Ačkoliv bychom mohli očekávat i nějaký vliv blízkosti luk (v případě hospodářských zvířat), vodních toků (v případě psů – k vodním tokům se ve městech často soustředí parky a další místa vhodná pro rekreaci a venčení) případně lesa, ani jeden z těchto typů prostředí vliv na tvorbu DAVC nemá. U lesa nám po statistické analýze navíc vyšel opačný trend, kdy je větší šance výskytu v blízkosti lesa u náhodně rozmístěných bodů než u samotných DAVC. To je zřejmě dané tím, že jak louky, tak vodní toky jsou nějakým způsobem spjaté s lidským sídlem – louka v podobě pastviny vzniká v blízkosti lidského obydlí a vodní tok byl jedním z míst, na kterém u nás dříve vznikalo lidské osídlení. Kdežto les byl pro potřeby rozšiřování lidského sídla spíše kácen a blízkost lesa tedy nemusí být tak častá jako je tomu u louky či vodního toku. Dalším vysvětlením, leč, dle mého názoru, méně pravděpodobným, je to, že by les nějakým způsobem odrazoval domácí mazlíčky s jejich

majiteli nebo že by byl les méně častý v blízkosti nějaké silniční komunikace, než je tomu u louky či vodního toku.

Přestože u shluků nebyl zjištěn nějaký typický časový úsek, ve kterém by ke srážkám s domestikovanými zvířaty docházelo častěji než jindy, při časové analýze jednotlivých srážek jistá pravidla nalezena byla. Během zkoumaného období (mezi lety 2011-2020) došlo mezi lety 2017-2018 k určitému bodu zlomu, od kterého byly zaznamenány každým rokem poklesy počtu DAVC, zatímco do té doby docházelo spíše k nárůstu. Určitě by proto bylo zajímavé sledovat tento vývoj dál a zjistit tak, jestli dochází u srážek s domestikovanými zvířaty k nějakému pravidelnému střídání růstu a poklesu, nebo jestli se nenacházíme ve zlomovém bodě, od kterého by DAVC spíše klesaly. Roky 2019 a 2020 sice mohla ovlivnit pandemie Covidu-19 (mohlo dojít k menší intenzitě dopravy, na druhou stranu byl větší zájem o domácí mazlíčky z útulků a cena domácích mazlíčků šla nahoru), ale pokles vidíme znatelný už v roce 2018, tudíž by se nemělo jednat o pouhý důsledek pandemie. Je nutné ale podotknout, že u doplňkových dat z jiného zdroje (za roky 2017-2019), které jsou využity především pro analýzu druhu domestikovaného živočicha, který se stal předmětem srážky (protože tuto informaci hlavní zdroj dat neobsahuje), můžeme z časového hlediska vidět naopak stálý růst DAVC. Což je jediná časová charakteristika, u níž si hlavní a vedlejší zdroj dat vyloženě odporují.

Z hlediska rozložení DAVC během jednotlivých měsíců v roce bylo zjištěno, že v podzimních a zimních měsících je množství DAVC vyšší, zatímco u měsíců jarních a letních spíše nižší (ačkoliv měsíce březen a srpen by se daly spíš počítat jako takový dozvuk toho podzimně-zimního období či přechod mezi jarně-letním a podzimně-zimním obdobím. Vůbec nejvíce srážek bylo zaznamenáno v prosinci, dále v listopadu a v říjnu. To je zřejmě dané především zkrácením doby mezi východem a západem slunce (a tedy delší dobou se zhoršenými světelnými podmínkami) a zhoršením počasí (především častějším deštěm, výskytem sněhu a častějších mlh).

Z hlediska rozložení rozložení DAVC během jednotlivých dnů v týdnu bylo zjištěno, že (narozdíl od výsledků v literatuře) se uskutečnilo více DAVC v průběhu víkendu než v průběhu pracovního týdne. Přesněji řečeno bylo zaznamenáno nejvíce srážek s domestikovanými zvířaty v pátek a v sobotu, pak byl ale zaznamenán poměrně výrazný propad mezi sobotou a nedělí. V pátek může mít vliv určitě více automobilové dopravy na silnicích (lidé se vrací z práce, studenti a žáci ze škol, někteří vyráží na víkend na chatu apod.), avšak je otázkou, jak si vysvětlit vysoké množství DAVC v sobotní den.

Z hlediska rozložení DAVC během dne byl zjištěn jeden výrazný vrchol v podvečerních hodinách, konkrétně mezi 17:00 a 17:59 (u doplňkových dat to bylo o hodinu později – mezi 18:00 a 18:59). Jeden vrchol je zaznamenán i u autorů v literatuře (liší se to od divoké zvěře, u které jsou během dne vrcholy dva – při východu a při západu Slunce). To je dané zřejmě především tím, že denní rytmus u divoké zvěře je dán slunečním svitem, zatímco u domestikovaných zvířat (především tedy těch domácích) hlavně rytmem dne svého majitele. V podvečerních hodinách dochází často k venčení psů, s ubývajícím světlem okolo západu slunce jsou navíc aktivnější také kočky, v chladnějším období mohou být v tuto dobu odváděna hospodářská zvířata do vnitřních prostor stájí a jiných hospodářských budov. To přináší zvýšené riziko srážky s vozidlem. Stejně tak se v tuto dobu zhoršují světelné podmínky a viditelnost pro řidiče vozidla. Může se projevit také únava po celém dni. A to rovněž přináší zvýšené riziko nepozornosti řidiče, a tedy zvýšené riziko srážky s nějakým zvířetem.

Co se týče rozložení DAVC podle druhů domestikovaných zvířat, nejvíce zaznamenaným zvířetem byl pes (až v 80 % případů). Na druhém místě se umístil kůň (téměř 13 % případů). A teprve na třetím místě se umístila kočka spolu s turem (každý po 2,33 %). I zde je nutné připomenout, že jde o zaznamenané srážky. Nemusí to tedy nutně znamenat (a myslím, že to ani nelze předpokládat), že by u nás docházelo častěji ke srážce s koněm než s kočkou. Důvod, proč je kůň zaznamenávám častěji je zřejmě ten, že při srážce s koněm dojde spíše ke škodě na vozidle než při srážce s kočkou. Srážka s kočkou nemusí být řidičem ani postřehnutá. Dalším důvodem, proč je kočka tak málo zaznamenávána, může být fakt, že kočka je toulavé zvíře, na rozdíl od psa. Ke srážce se psem může častěji dojít v přítomnosti s jeho majitelem než v případě kočky. Smrt kočky může majitel zaznamenat až po několika dnech, kdy hledá, kam se mohla ztratit.

Při rozdělení domestikovaných zvířat na hospodářská a domácí dostaneme poměr srážek 571:115. Větší množství zaznamenaných srážek u domácích zvířat oproti těm hospodářským byl předpokládán už na základě rozložení DAVC v rámci silniční sítě ČR a na základě významu budov a bezvýznamnosti louky při tvorbě DAVC.

Z hlediska dopadů DAVC na cestující osoby se naprostá většina srážek obešla bez usmrčení cestující osoby. Došlo však k několika zraněním a někdy i těžkým zraněním. Přesto většina srážek se obešla bez zranění jen s hmotnou škodou. To je zřejmě dané vlivem toho, kam se ochrana řidičů do dnešních let posunula (kupříkladu u množství pasivních i aktivních ochranných prvků, které chrání zdraví řidiče i ostatních cestujících). Navíc u hmotné škody se častěji jednalo o nízkou škodu (asi 40 % do 10 000 Kč).

U zhodnocení zhoršení podmínek pro řízení je poměrně složité takový průzkum provést. Musel by se provádět ideálně v době srážky (nebo těsně po ní), musela by se zhodnotit viditelnost na základě světelných podmínek, vlivu zeleně u silnice, vlivu povětrnostních podmínek apod. Přesto soubor dat nějaké informace obsahuje a u větší části srážek nebyly podmínky viditelnosti zhodnoceny jako zhoršené. Otázkou zůstává, jak objektivně jsou tyto informace při zadávání posouzeny.

7. ZÁVĚR:

Tato diplomová práce si dala za cíl lokalizovat významné koncentrace střetů motorových vozidel s domácími a hospodářskými zvířaty na celé extravilánové silniční síti ČR, provést shlukovou analýzu pro identifikaci shluků těchto střetů a jejich charakteru a provést časovou a prostorovou analýzu pro zjištění, kdy a v jakém prostředí ke střetům dochází.

Výsledek shlukové analýzy pomocí metody KDE+ určil pouhá 3 místa, kde došlo ke (pravému) shluku 3 srážek s domestikovanými zvířaty (zbylé shluky se týkaly pouhých 2 srážek). Původní záměr provádět časoprostorovou analýzu právě pouze pro významné shluky nebylo možné naplnit, a tak bylo přikročeno k využití každého z bodů DAVC pro časoprostorovou analýzu.

Pro prostorovou analýzu, která by přiblížila faktory prostředí, které ovlivňují srážky silničních vozidel s domestikovanými zvířaty, byla využita funkce *near* v programu Arcgis for Desktop, která našla nejbližší možnou vzdálenost každého z bodů srážek k nejbližší zastavěné ploše, nejbližšímu lesu, nejbližší louce a nejbližšímu vodnímu toku. A ta samá funkce byla použita i pro náhodně rozmístěné body. Právě u těchto typů prostředí byl očekáván možný vztah s DAVC. Tato prostorová analýza, která byla pro kontrolu opřena rovněž o statistickou metodu – dvouvýběrový KS test, prozradila vztah DAVC pouze k závislosti těchto bodů k zastavěné ploše. U zbylých typů prostředí nebyl vztah k DAVC potvrzen.

Pro časovou analýzu byly využity informace o datech zaznamenávané přímo policií ČR, které obsahovaly časový údaj o srážce a datum. Na základě toho bylo prostřednictvím rozložení srážek do jednotlivých let zjištěn pravidelný nárůst DAVC a následný pravidelný pokles DAVC během zkoumaného období let 2011-2020. Zároveň byla snaha zjistit možnou závislost DAVC na charakteru některého z měsíců v roce, dne v týdnu či některé hodiny během dne. Srážky byly

rozložené právě do jednotlivých skupin a na základě počtu srážek v dané skupině byl hodnocen možný vliv. Pro potvrzení toho, že se nejedná o zanedbatelnou odchylku od rovnoměrného rozložení, byla využita statistická metoda – chí-kvadrát test. Na základě této časové analýzy bylo zjištěno, že ke srážkám dochází nejčastěji mezi říjnem a lednem (s vrcholem v prosinci), což se shodovalo i s pozorováními z jiných prací zaměřených na toto téma. Z hlediska rozložení během dne se nejvíce srážek odehrálo v pátek a v sobotu, což se naopak vymykalo jiným pracím. A z hlediska denní doby bylo nejvíce srážek zaznamenáno v podvečer mezi 17:00 a 17:59.

Z hlediska druhu zvířete byly v souboru dat pro tuto práci hlášeny více srážky s domácími zvířaty než s hospodářskými. Zcela dominoval pes (asi 4/5), následovaný koněm a pak na stejném místě kočkou a krávou.

Co se týče podmínek prostředí, vliv stavu komunikace a povětrnostních podmínek, byla využita pouze dostupné zaznamenané informace u dat od policíí ČR. Dá se tedy říci, že zde nebyla původní představa objektivního zhodnocení vlivu těchto podmínek naplněna.

Téma této práce má vysoký potenciál pro rozšíření. Jednak se dá sledovat dál vývoj počtu a charakteru DAVC na silniční síti ČR. Ale kromě toho by bylo zajímavé provést podobný výzkum pro jiné typy dopravy u nás – zvláště železniční a cyklo dopravy (u které by byl kupříkladu vliv na zdravotní stav cyklisty určitě odlišný od zdravotního stavu řidiče automobilu při srážce s domestikovaným zvířetem). Velmi zajímavým rozšířením této práce by bylo provedení vlastního výzkumu na nějakém z úseků silniční sítě ČR a zaznamenávání množství DAVC. V tomto případě by se jednalo o práci, která by si dala za cíl porovnat zaznamenané množství DAVC se skutečným (resp. sesbíraným) množstvím DAVC. Velmi dobrou návaznost by poskytovala také práce, která by se přímo zacítila na kočky, u nichž je závěrem této diplomové práce, že jsou jejich počty DAVC zřejmě podhodnocené. Možností kam dále tento výzkum rozvíjet, je tedy mnoho. Nehledě na to, že je možné rovněž zacílit na nějakou skupinu divoce žijících živočichů (např. ptáků, plazů, obojživelníků apod.). Problémy však jsou se zdrojem dat. Pro přesné výsledky sběru dat by bylo nutné provádět si výzkum sám přímo v terénu, což by znamenalo výrazně omezit zájmové území. Je tedy mnoho cest, kudy je možné navázat na tuto práci, ale ne všechny z nich se dají skutečně zrealizovat pro celé území ČR bez vynaložení velkého úsilí, financí a času.

8. ZDROJE:

ABRA, Fernanda Delborgo a kol. Pay or prevent? Human safety, costs to society and legal perspectives on animal-vehicle collisions in São Paulo state, Brazil [online]. In *PLoS ONE*. San Francisco: Public Library of Science (PLoS), 2019, roč. 14 (č. 4), e0215152. ISSN: 1932-6203. Dostupné z: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215152>

AL-GHAMDI, Ali S. a Saad A. ALGADHI. Warning signs as countermeasures to camel-vehicle collisions in Saudi Arabia [online]. In *Science Direct*. Amsterdam: Elsevier, 2004, roč. 36 (č. 5), str. 749-760. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2003.05.006>

BARTONIČKA, Tomáš a kol. Identification of Local Factors Causing Clustering of Animal-Vehicle Collisions [online]. In *Journal of Wildlife Management*. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2018, roč. 82, str. 940-947.

Dostupné z: <https://wildlife.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jwmg.21467>

BÍL, Michal a kol. The KDE+ software: a tool for effective identification and ranking of animal-vehicle collision hotspots along networks [online]. In *Landscape Ecology*. Lucemburk: Springer Science + Business Media, 2016, roč. 31, str. 231-237.

Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10980-015-0265-6>

BÍL, Michal, Richard ANDRÁŠIK a Martin DULÁ. On reliable identification of factors influencing wildlife-vehicle collisions along roads [online]. In *Journal of Wildlife Management*. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2019, roč. 237 (č. C), str. 297-304.

Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479719302270>

BÍL, Michal a Tomáš BARTONIČKA. Zvířata na silnicích. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita v Brně a Centrum dopravního výzkumu v. v. i., 2022, 207 stran. ISBN 978-80-210-9933-3.

CANAL, David a kol. Dogs are the main species involved in animal-vehicle collisions in southern Spain: Daily, seasonal and spatial analyses of collisions [online]. In *PLoS ONE*. San Francisco: Public Library of Science (PLoS), 2018.

Dostupné z: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0203693#references>

CARVALHO-ROEL, Carine Firmino, Ana Elizabeth IANNINI-CUSTÓDIO a Oswaldo Marçal JÚNIOR. Do roadkill aggregations of wild and domestic mammals overlap? [online]. In *Revista de Biología Tropical*. San José (Kostarika): Universidad de Costa Rica, 2019, roč. 67 (č. 1), str. 47-60.

Dostupné z: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442019000100047

CEJNAROVÁ, Andrea. Od první průmyslové revoluce ke čtvrté [online]. In *Technický týdeník*. Praha: Business Media CZ s.r.o., 2015, roč. 1 (č. 11), str. 6-9. ISSN 0040-1064.

Dostupné z: https://www.technickytydenik.cz/rubriky/ekonomika-byznys/od-1-prumyslove-revoluce-ke-4_31001.html

CREECH, Tyler G. A kol. Differences in Spatiotemporal Patterns of Vehicle Collisions with Wildlife and Livestock [online]. In *Environmental Management*. Lucemburk: Springer Science + Business Media, 2019, roč. 64, str. 736-745.

Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00267-019-01221-3>

KASALOVÁ, Ivana. Automobil: zvířata [online]. Brno 2013. Diplomová práce. Masarykova univerzita v Brně. Přírodovědecká fakulta. Ústav antropologie. Vedoucí práce Prof. PhDr. Jaroslav Malina, DrSc.

Dostupné z: https://is.muni.cz/th/nrm4w/diplomova_prace_xmzeigvd.pdf

MENNONNA, Giuseppina a kol. Geographical information system analysis on road accidents involving wandering dogs in the urban area of Naples [online]. In *Geospatial Health*. Město: vydavatel, 2018, roč. 13 (č. 2), str. 259-264.

Dostupné z: <https://geospatialhealth.net/index.php/gh/article/view/628/709>

MOLDAN, Bedřich. Podmaněná planeta. 2. vyd. Praha: Nakladatelství Karolinum, Univerzita Karlova v Praze, 2015, 506 stran. ISBN 978-80-246-2999-5.

NOVÁČEK, Pavel. Udržitelný rozvoj [online]. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2010, 432 stran. ISBN 978-80-244-2514-6.

RODRIGUE, Jean-Paul, Claude COMTOIS a Brian SLACK. The Geography of Transport Systems [online]. 3. vyd. Londýn: Routledge, 2013, 432 stran. ISBN: 978-0-415-82253-4.

Dostupné z: https://transportgeography.org/wp-content/uploads/GTS_Third_Edition.pdf

WILKINS, D. C., K. a M. Jiang a N. Jiang. Animal-vehicle collisions in Texas: How to protect travelers and animals on roadways [online]. In *Accident Analysis & Prevention*. Amsterdam: Elsevier, 2019, roč. 131, str. 157-170.

Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2019.05.030>

Další internetové a datové zdroje:

CDV – Dopravní nehody v ČR [online]. Brno: Centrum dopravního výzkumu, v. v. i. [cit. 15.12.2022]. Dostupné z: <http://www.srazenazver.cz/cz/>

CDV – Metoda KDE+ [online]. Brno: Centrum dopravního výzkumu, v. v. i. [cit. 15.12.2022]. Dostupné z: <http://kdeplus.cz/cz/>

CDV – Srážky se zvěří [online]. Brno: Centrum dopravního výzkumu, v. v. i. [cit. 15.12.2022]. Dostupné z: <https://nehody.cdv.cz/>

Co dělat při srážce se zvěří? Zachovejte chladnou hlavu a volejte policii [online]. Praha: ePojisteni.cz, s.r.o., 2022 [cit. 15.12.2022].

Dostupné z: <https://www.epojisteni.cz/aktuality-co-delat-pri-srazce-se-zveri/>

ČSÚ – Veřejná databáze ČSÚ [online]. Praha: Český statistický úřad (ČSÚ), 2011-2020 [cit. 15.12.2022].

Dostupné z: https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jspx?_afPfm=VYSTUP-objekt-parametry&z=T&f=TABULKA&katalog=33155&sp=A&skupId=3829&pvo=DEM13&c=v3%7E8_RP2016&evo=v141_%21_IK-CR-K_1&str=v77

ČÚZK – Základní mapa ČR [online]. Praha: Český úřad zeměměřický a katastrální (ČÚZK). Dostupné z: <https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/>

ČÚZK – Ortofomapa ČR [online]. Praha: Český úřad zeměměřický a katastrální (ČÚZK). Dostupné z: <https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/>

Digitální vektorová geografická databáze České republiky ArcČR 500– verze 3.3 [online]. Praha: ARCDATA PRAHA, 2016. Dostupné z: <https://www.arcdata.cz/produkty/geograficka-data/arccr-500>

Geoportál silniční a dálniční sítě ČR – Silniční a dálniční síť ČR [online]. Praha: Ředitelství silnic a dálnic České republiky. Dostupné z: <https://www.rsd.cz/>

Open street map – silniční síť ČR, vodní toky ČR, budovy ČR a land use ČR [online].

Karlsruhe: Geofabrik GmbH, 2004.

Dostupné z: <https://www.geofabrik.de/geofabrik/openstreetmap.html>

9. PŘÍLOHY:

Přílohy jsou vloženy jako volná příloha. Obsah příloh můžeme vidět níže.

OBSAH PŘÍLOH:

-excelovský soubor se všemi tabulkami, výpočty a grafy

-všechny mapové výstupy ve formátu *jpg* či *png* (jak použité v této diplomové práci, tak nakonec nepoužité v této práci, protože nepřinesly zajímavý výsledek)