

Typické znaky dopravních nehod, jejichž přispívajícím faktorem byla únava

Typical traits of fatigue related road accident scenarios

Tereza Malinková^{*1}, Martina Sedláčková¹, Martin Rak¹, Robert Zůvala¹

¹Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., Brno

Rozšířený abstrakt

Tento článek se zabývá dopravními nehodami, kde byla únava nebo mikrospánek mezi přispívajícími faktory.

Dopravní nehody spojené s únavou a mikrospánkem patří mezi nejzávažnější vzhledem k vysoké míře těžkých a smrtelných zranění. V rámci Hlubkové analýzy dopravních nehod bylo zjištěno, že přibližně třetina incidentů s účastí únavy končí zraněním této závažnosti, což převyšuje úroveň zranění při nehodách způsobených jinými faktory, například nepřiměřenou rychlostí nebo nedáním přednosti.

Vznik únavy během řízení vozidla je ovlivněn řadou faktorů, včetně pohlaví a věku řidiče, kvality spánku, cirkadiálního rytmu a dalších proměnných. Studie ukazují, že muži, zejména mladí, jsou náchylnější k únavě za volantem. Kvalita a délka spánku, spánková deprivace a různé části dne se rovněž identifikují jako klíčové faktory ovlivňující riziko dopravních nehod s únavou. Dlouhá monotónní jízda zvyšuje riziko únavy, což může vysvětlovat častější výskyt dopravních nehod spojených s únavou na vysokorychlostních silnicích a dálnicích. Po takových nehodách je často problematické identifikovat konkrétní příčinu, což vede k potřebě zkoumání rizikových faktorů a typických znaků nehodového děje.

V rámci projektu Hlubkové analýzy dopravních nehod (HADN) řešeného Centrem dopravního výzkumu je od roku 2011 prováděn detailní sběr dat o dopravních nehodách se zraněním. Toto šetření se zaměřuje na soustavu člověk – vozidlo – infrastruktura a probíhá přímo na místě dopravní nehody, s cílem získat co nejkomplexnější obraz o události a jejich příčinách.

Z uvedené databáze byly vybrány a blíže zkoumány nehody, kde únava hrála roli, a byly identifikovány typické znaky těchto nehod. Mezi ně mimo jiné patří monotónnost trasy, plynulé vyjetí mimo jízdní pruh, čelní střety a vyjetí z vozovky. Studie rovněž potvrdila, že řidiči postižení únavou reagují před střetem minimálně (pouze ve 22 %), naopak jejich kolizní oponenti se snaží kolizi zabránit ve více než 70 % případů. Dále bylo zjištěno, že četnost čelních střetů u dopravních nehod s únavou je o 20 % vyšší, a střetová rychlost vozidel ve 58 % případů přesahuje 50 km/h.

Analyzována byla i časová a prostorová distribuce těchto nehod. Nejkritičtější časy pro vznik dopravních nehod s únavou se shodují s cirkadiálním rytmem a souvisejí s pracovními časy řidičů, přičemž vyšší riziko únavy bylo spojeno s delší ujetou vzdáleností a letními měsíci. Závěry z HADN potvrzují i rizikovitost komunikací I. třídy a potřebu zaměření preventivních opatření na mladé řidiče.

Klíčová slova: dopravní nehoda, únava, mikrospánek, analýza dopravních nehod, monotónní cesta

Citace:

MALINKOVÁ, Tereza; SEDLÁČKOVÁ, Martina; RAK, Martin a ZŮVALA, Robert. Typické znaky dopravních nehod, jejichž přispívajícím faktorem byla únava. Online. *Soudní inženýrství*. 2023, roč. 34, č. 02, s. 32-43. ISSN 2788-2764. Dostupné z: <https://doi.org/10.13164/SI.2023.2.32>.

DOI:

doi.org/10.13164/SI.2023.2.32

*Korespondenční adresa autora:

tereza.malinkova@cdv.cz

Přijato do redakce:

12.12.2023

Recenzní řízení:

19.12.2023

Publikováno:

21.12.2023



Copyright: © 2023 The Author. This work is licensed under Attribution 4.0 International. To view a copy of this license, visit: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Extended abstract

This contribution addresses traffic accidents where fatigue or microsleep was among the contributing factors. Traffic accidents associated with fatigue and microsleep are among the most severe due to a high incidence of serious and fatal injuries. Within the In-depth Road Accidents Analysis (HADN), it was found that approximately one-third of incidents involving fatigue result in injuries of such severity, surpassing the injury levels in accidents caused by other factors such as excessive speed or failure to yield.

The onset of fatigue during vehicle operation is influenced by various factors, including the driver's gender and age, sleep quality, circadian rhythm, and other variables. Studies show that men, especially young men, are more prone to fatigue while driving. Sleep deprivation, and different times of the day are also identified as key factors influencing the risk of fatigue-related traffic accidents. Prolonged monotonous driving increases the risk of fatigue, potentially explaining the more frequent occurrences of accidents on high-speed roads and highways associated with fatigue. After such accidents, identifying the specific cause is often challenging, leading to the need to examine risk factors and typical characteristics of the accident sequence.

As part of the In-depth Road Accidents Analysis (HADN) project conducted by the Transport Research Centre since 2011, detailed data collection on traffic accidents with injuries is carried out. This investigation focuses on infrastructure, vehicles, and human factors and takes place directly at the accident scene, aiming to obtain the most comprehensive picture of the event and its causes.

From this database, accidents where fatigue played a role, were selected and closely examined, identifying typical characteristics of these accidents, including the monotony of the route, smooth deviation from the lane, frontal collisions, and road departure. The study also confirmed that drivers affected by fatigue react minimally before a collision (only in 22% of cases). In comparison, their collision opponents attempt to prevent the collision in over 70% of cases. Furthermore, it was found that the frequency of frontal collisions in traffic accidents with fatigue is 20% higher, and the collision speed exceeds 50 km/h in 58% of cases.

The temporal and spatial distribution of these accidents was also analyzed. The most critical times for traffic accidents with fatigue align with circadian rhythm and correlate with drivers' working hours, with higher fatigue risk associated with longer distances traveled and summer months. The conclusions from HADN confirm the riskiness of first-class roads and the need to focus preventive measures on young drivers.

Additionally, an analysis of a traffic accident attributed to fatigue was conducted—the analysis aimed to identify typical characteristics of the accident sequence involving driver fatigue. The analysis revealed that, prior to the accident, the fatigued driver was traveling on a highly monotonous route, with the impact occurring in a slight right-hand curve following a straight segment. The departure from the lane occurred at a small angle. The oncoming driver in this situation reacted with braking and evasive maneuvers, while the fatigued driver did not respond. The collision occurred at high impact speeds. This accident exhibited all the typical characteristics of accident sequences identified through studies and HADN data.

Keywords: road accident, fatigue, microsleep, accident analysis, road monotony

Citation:

MALINKOVÁ, Tereza; SEDLÁČKOVÁ, Martina; RAK, Martin a ZŮVALA, Robert. Typické znaky dopravních nehod, jejichž přispívajícím faktorem byla únava. Online. *Soudní inženýrství*. 2023, roč. 34, č. 02, s. 32-43. ISSN 2788-2764. Dostupné z: <https://doi.org/10.13164/SI.2023.2.32>.

DOI:

doi.org/10.13164/SI.2023.2.32

* Author's correspondence address:

tereza.malinkova@cdv.cz

Accepted for editing:

December 12, 2023

Review proceedings:

December 19, 2023

Published:

December 21, 2023



Copyright: © 2023 The Author. This work is licensed under Attribution 4.0 International. To view a copy of this license, visit: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

1 Úvod

Dopravní nehody, na jejichž vzniku se podílela únava a mikrospánek patří z hlediska závažnosti zranění mezi nejméně závažnější. Z databáze hloubkové analýzy dopravních nehod (dále jen „HADN“) vyplývá, že téměř třetina dopravních nehod, u nichž byla únava jedním z přispívajících faktorů, končí těžkým nebo smrtelným zraněním. Závažnost zranění u nehod s únavou je tak vyšší než v případě nehod, jejichž příčinou je nepřiměřená rychlost či nedání přednosti v jízdě.

Vznik únavy během řízení vozidla je ovlivněn řadou faktorů. Mezi rizikové faktory zvyšující pravděpodobnost vzniku únavy během řízení se řadí zejména pohlaví a věk řidiče, kvalita a délka spánku, cirkadiánní rytmus, environmentální faktory a kontext jízdy, životní i pracovní styl, stres, návykové látky nebo medikace [1][2][3][4]. Ze studií bylo zjištěno, že muži jsou náchylnější k únavě za volantem více než ženy [5]. Jedná se především o mladé muže [6]. Z hlediska kvality a délky spánku má na vznik únavy významný vliv spánková deprivace – ať už se jedná o akutní nebo chronickou spánkovou deprivaci [7][8]. V průběhu dne nastávají období, kdy je vyšší riziko vzniku dopravních nehod s únavou. Studie se shodují na období okolo 2. hodiny ranní, 6. hodiny ranní a 4. hodiny odpolední [9][10]. Také okolní teplota zvyšuje riziko vzniku dopravních nehod s únavou [11][12].

Po dopravní nehodě způsobené únavou a mikrospánkem, nejsou řidiči často schopni označit konkrétní příčinu dopravní nehody [13]. Z toho důvodu bývá zjišťováno, zda řidič nevykazoval některý z výše uvedených rizikových faktorů. Dále mohou být použity k určení příčiny dopravní nehody zjištěné typické znaky nehodového děje. Ty bývají použity k určení příčiny nehody především v případech, kdy není možné zjistit, zda řidič splňoval některý z uvedených rizikových faktorů (např. když byl při nehodě smrtelně zraněn). Mezi typické znaky bývá uváděna například absence reakce řidiče s únavou před střetem, plynulé vyjetí mimo jízdní pruh či monotónní trasa [14][15][16][17].

Studie uvádí, že u nehod jejichž příčinou byl mikrospánek, zpravidla absentuje reakce řidiče brzděním, vyhýbáním či sundáním nohy z plynu [13]. Je možné, že absence reakce řidiče způsobuje vyšší závažnost těchto nehod [18]. Plynulé vyjetí řidiče mimo jízdní pruh je typickým znakem dopravní nehody s únavou. Zpravidla pak dochází k čelnímu střetu, aniž by jedno z vozidel předjíždělo, nebo individuální nehodě s vyjetím mimo vozovku vpravo či vlevo [17]. Dlouhá jízda po monotónních trasách zvyšuje riziko únavy za volantem [12]. Řidiči, kteří během jízdy nedostávají dostatečné podněty, mají větší tendenci se cítit ospalí a náchylnější k mikrospánku [13]. Monotónnější prostředí je typické pro dálnice a silnice I. tříd a dopravní nehody způsobené usnutím jsou zde tedy častější [19][20].

2 POUŽITÝ DATASET

Sběr dat byl proveden v rámci činnosti HADN realizované od roku 2011 Centrem dopravního výzkumu. V rámci tohoto projektu jsou vybrané dopravní nehody se zraněním detailně zkoumány z pohledu dopravní infrastruktury, vozidla i lidského faktoru. Šetření probíhá přímo na místě nehody. Zjišťováno je co nejvíce informací týkajících se dopravní nehody a jejích účastníků, s cílem získat komplexní obraz o dané nehodě a o tom, co přesně k ní vedlo. Z hlediska vlastní realizace výzkumu je uplatňována platná certifikovaná metodika Hloubkové analýzy dopravních nehod [21]. Dopravní nehody jsou selektovány podle statistického výběru, s cílem pokrytí jejich reprezentativního vzorku. Sběr dat probíhá v průběhu dne i noci, a to v rámci pracovního týdne i víkendu.

Ze srovnání databáze získané v rámci činnosti HADN s databází Policie České republiky vyplynulo, že data shromážděná výzkumným týmem Hloubkové analýzy dopravních nehod jsou s policejními daty srovnatelná. Kromě toho je tato databáze svou velikostí reprezentativní a závěry a doporučení získaná z Hloubkové analýzy dopravních nehod lze aplikovat na celostátní úrovni. To umožňuje výzkumným pracovníkům doplnit běžně dostupné policejní statistiky o další zjištění, která fakticky charakterizují okolnosti dopravních nehod. [22]

3 VÝSLEDKY

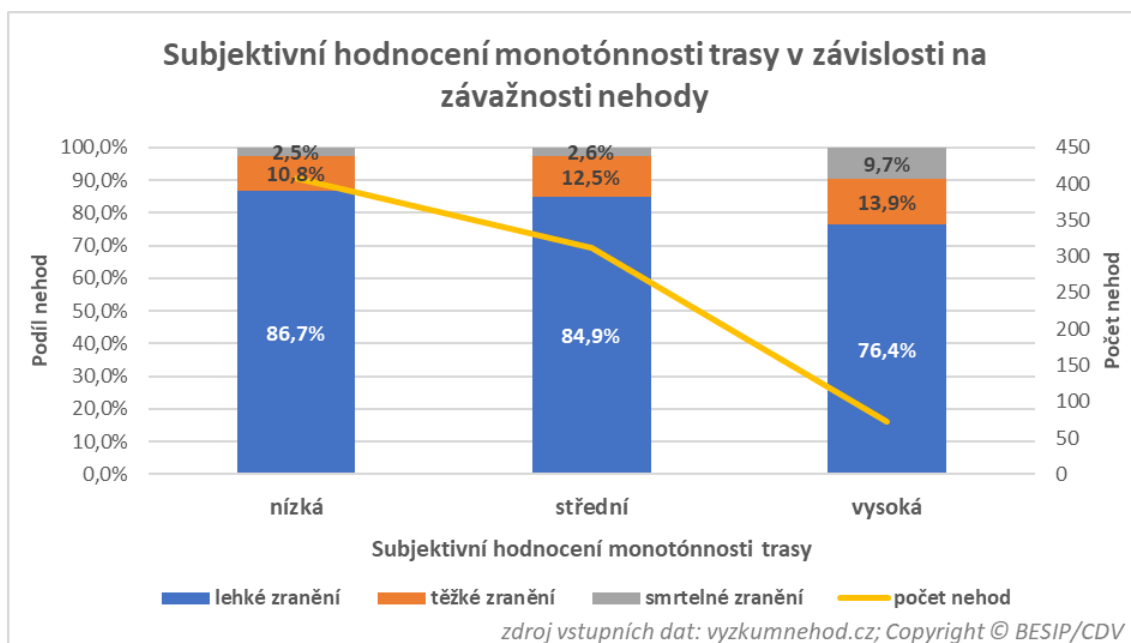
Dopravní nehody šetřené v rámci HADN byli zkoumány z pohledu dopravní infrastruktury, vozidla i lidského faktoru. Především bylo zkoumání zaměřeno na průběh nehodového děje a vliv infrastruktury na samotný nehodový děj. Jak již bylo zmíněno v úvodu, určit únavu, jako přispívající faktor vzniku nehody je často obtížné.

Z dat HADN vyplývá, že mezi typické znaky nehod, kde usnutí bylo jedním z hlavních přispívajících faktorů, patří zejména:

- vysoká monotónnost místa dopravní nehody
- předstřetová reakce oponenta, absentující reakce řidiče s únavou
- absence brzdných stop vozidla řidiče s únavou
- čelní střety, vyjetí mimo komunikaci vpravo a vlevo
- plynulé vyjetí s malým úhlem vyjetí
- vyšší střetové rychlosti v porovnání s nehodami bez únavy

3.1 Monotónnost trasy a místo nehody

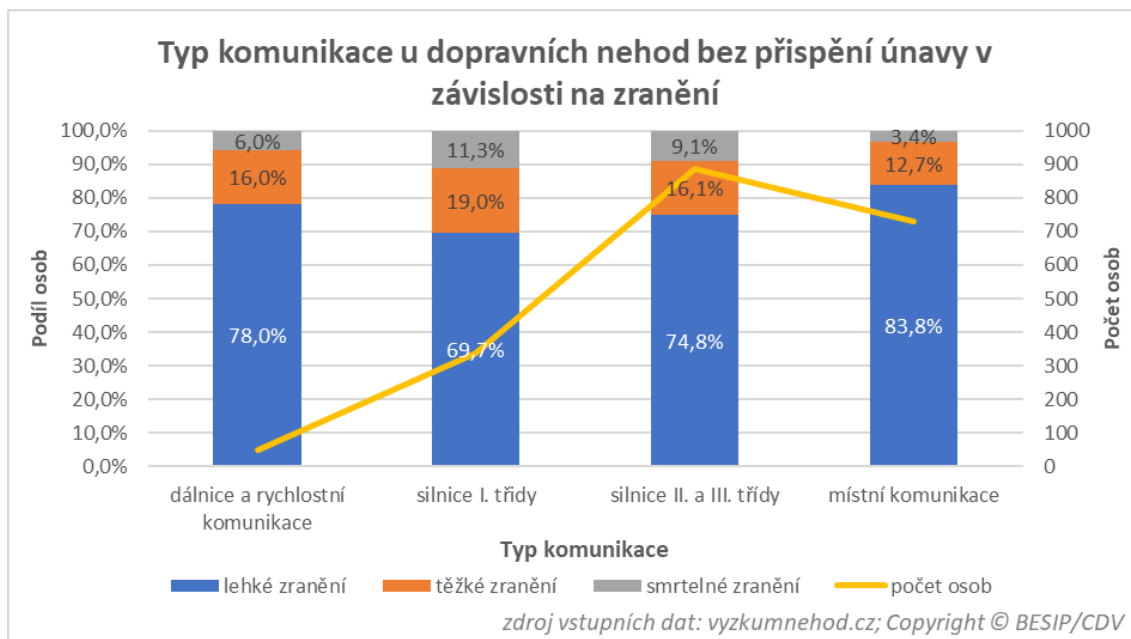
Na komunikacích, které byly dle subjektivního vnímání označeny jako vysoce monotónní, je riziko fatálních nehod téměř čtyřikrát vyšší než na trase s nižší monotónií, což zobrazuje graf 1 vycházející z dat HADN.



Graf 1 Subjektivní hodnocení monotónnosti trasy v závislosti na závažnosti nehod [autor]

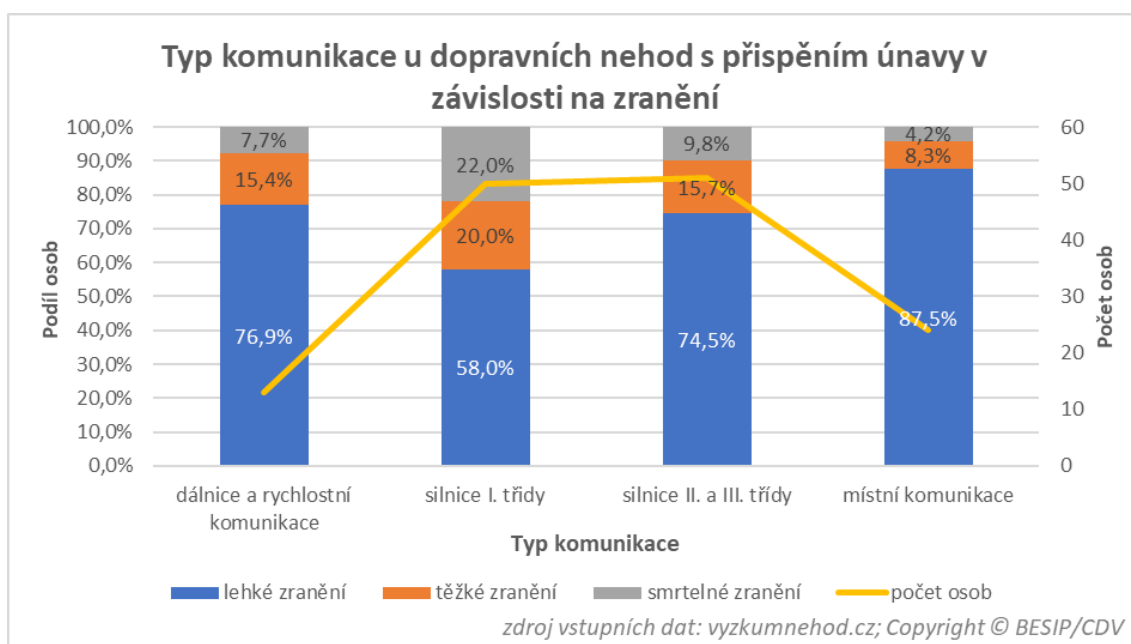
Graph 1 Subjective assessment of route monotony in relation to accident severity [author]

Závažnost zranění v závislosti na typu komunikace u nehod bez přispění únavy zobrazuje graf 2 a s přispěním únavy zobrazuje graf 3. Z grafů je patrné, že na komunikacích I. třídy u nehod, kde byla únava jedním z faktorů, je výrazně vyšší podíl nehod s fatálními zraněními ve srovnání s nehodami, kde únava nehrála roli. Ostatní typy komunikací mají srovnatelný podíl těžkých a smrtelných zranění.



Graf 2 Typ komunikace u dopravních nehod bez přispění únavy [autor]

Graph 2 Road type in traffic accidents where fatigue was not a contributing factor [author]



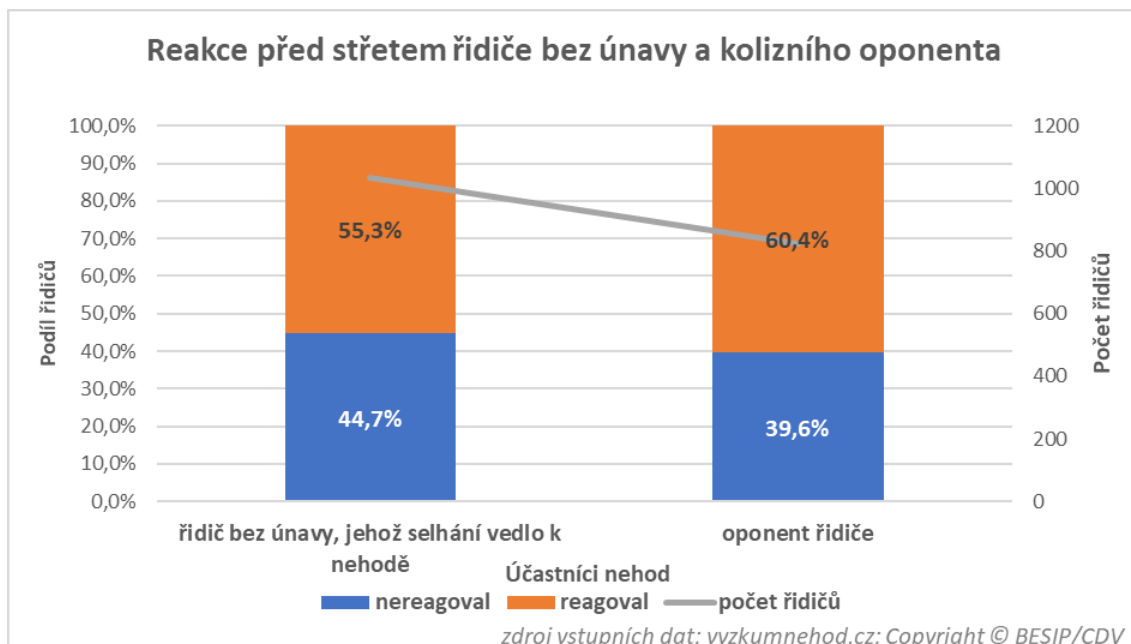
Graf 3 Typ komunikace u dopravních nehod s přispěním únavy [autor]

Graph 3 Road type in traffic accidents where fatigue was a contributing factor [author]

3.2 Reakce řidiče ovlivněného únavou a jeho oponenta

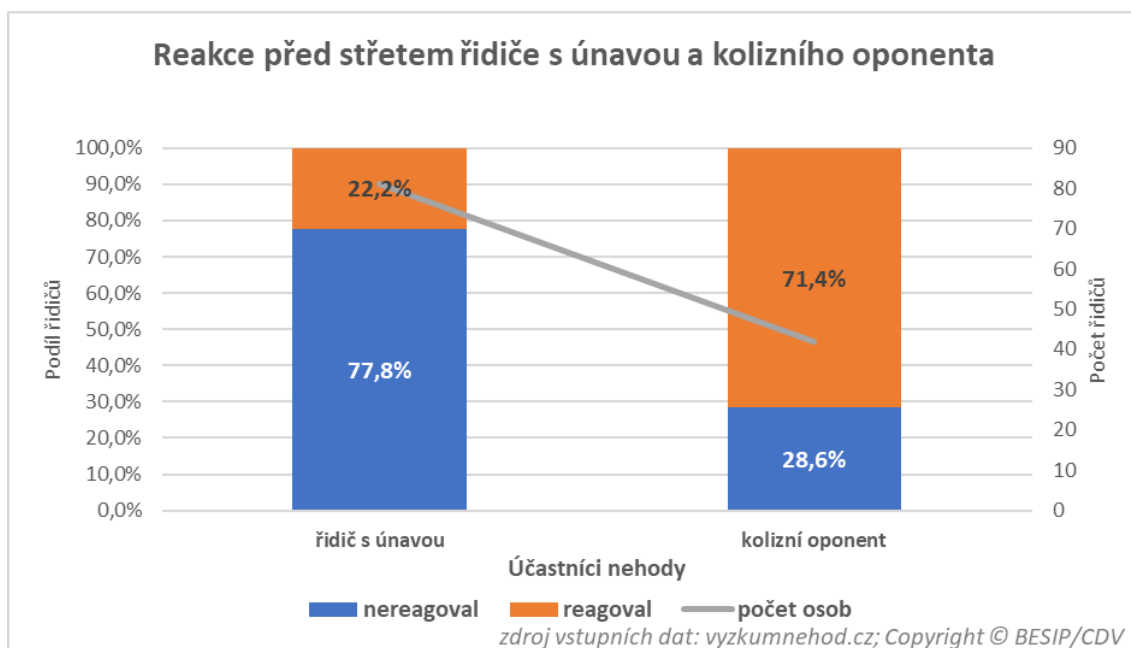
Z dopravních nehod šetřených v rámci HADN, je zřejmé, že v případech, kdy řidič přešel do protisměru, kde v daném okamžiku projíždí jiné vozidlo, dochází často k situaci, kdy se řidič vozidla v protisměru snaží na vzniklou situaci reagovat – brzděním a vyhýbáním mnohdy i vyjetím mimo vozovku.

Graf 4 a graf 5 znázorňují porovnání reakcí řidiče a jeho kolizního oponenta u nehod, kde byl řidič ovlivněn únavou a u nehod, při kterých řidič ovlivněn únavou nebyl. Je zřejmé, že pokud řidič nebyl ovlivněn únavou reagoval před nehodou v 55 % případů a jeho kolizní oponent před nehodou reagoval dokonce v 60 % případů. Naopak řidič ovlivněn únavou reagoval před nehodou pouze ve 22 % a jeho kolizní oponent se pokoušel nehodě zabránit ve více než 70 % případů.



Graf 4 Reakce před střetem řidiče bez únavy a kolizního oponenta [autor]

Graph 4 Pre-collision reaction of the driver without fatigue and the collision opponent [author]

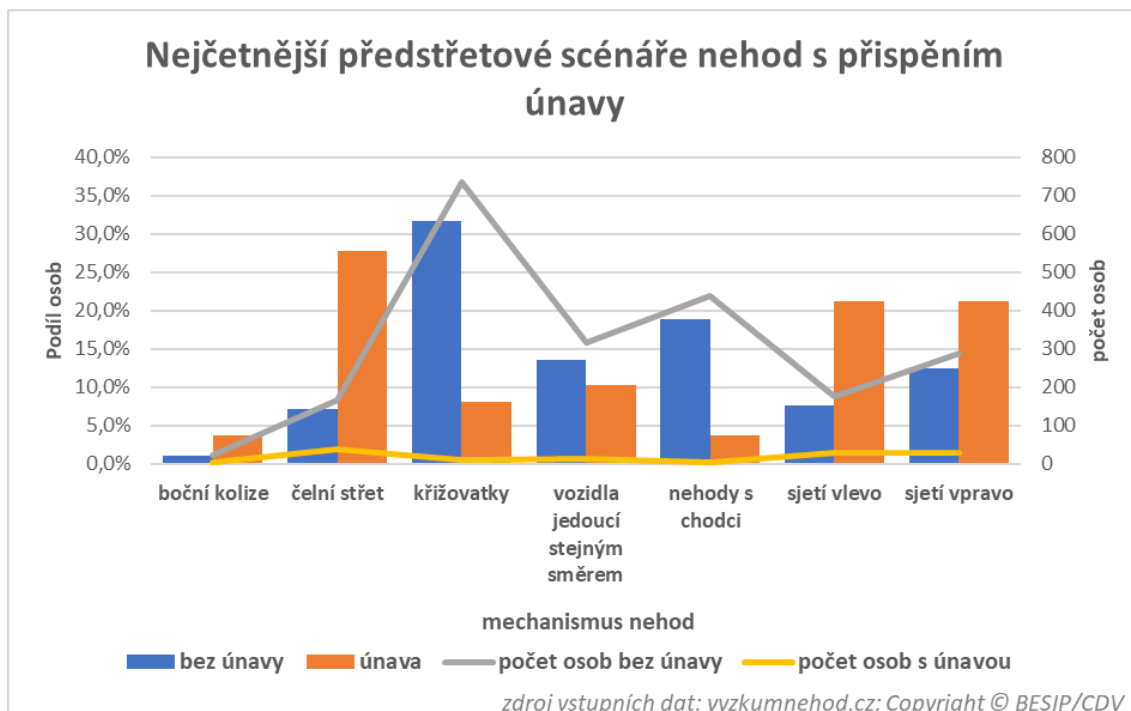


Graf 5 Reakce před střetem řidiče s únavou a kolizního oponenta [autor]

Graph 5 Pre-collision reaction of the driver with fatigue and the collision opponent [author]

3.3 Mechanismus nehodového děje – typy předstřetového scénáře

Dopravní nehody, na jejichž vzniku se podílela únava mají své typické předstřetové scénáře. Graf 6 zobrazuje porovnání s dopravními nehodami, kde se na vzniku únava nepodílela. Je zřejmé, že mezi nejčastější předstřetové scénáře nehod k jejichž vzniku přispěla únava se řadí čelní střety a sjetí vozovky vlevo či vpravo. Četnost čelních střetů u dopravních nehod s únavou je téměř o 20 % vyšší než u dopravních nehod bez únavy. Četnost vyjetí vozidla vpravo a vlevo mimo komunikaci je u dopravních nehod s únavou téměř stejná. V porovnání s nehodami bez únavy je však tato četnost sjetí vlevo o více než 12 % vyšší, a v případě sjetí vpravo je četnost téměř o 9 % vyšší. Oproti tomu dopravních nehod s chodci s přispěním únavy je o 15 % méně než u nehod bez únavy. Četnost dopravních nehod v křižovatkách je téměř čtyřnásobná v porovnání s nehodami s únavou.

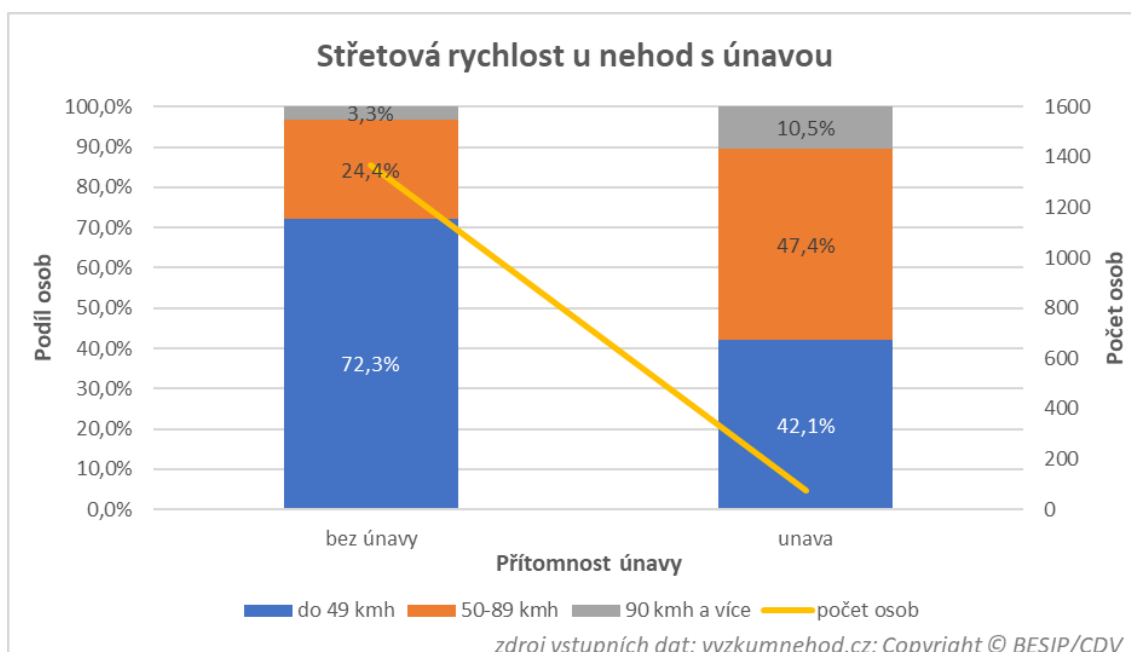


Graf 6 Nejčastější předstřetové scénáře u nehod s únavou [autor]

Graph 6 The most common pre-crash scenarios in accidents with fatigue [author]

3.4 Střetové rychlosti

Rizikovost dopravních nehod, k jejichž vzniku přispěla únava, je zapříčiněna také vyššími střetovými rychlostmi. Střetová rychlost vozidel u nehod bez únavy se ve více jak 72 % případů pohybuje do rychlosti 50 km/h, ovšem oproti tomu u dopravních nehod s přispěním únavy byla střetová rychlost do 50 km/h pouze ve 42 % případů, viz graf 7.



Graf 7 Střetová rychlost u nehod s únavou v porovnání se nehodami bez únavy [autor]

Graph 7 Collision speed in accidents with fatigue in relation to accidents without fatigue [author]

4 ANALÝZA DOPRAVNÍ NEHODY

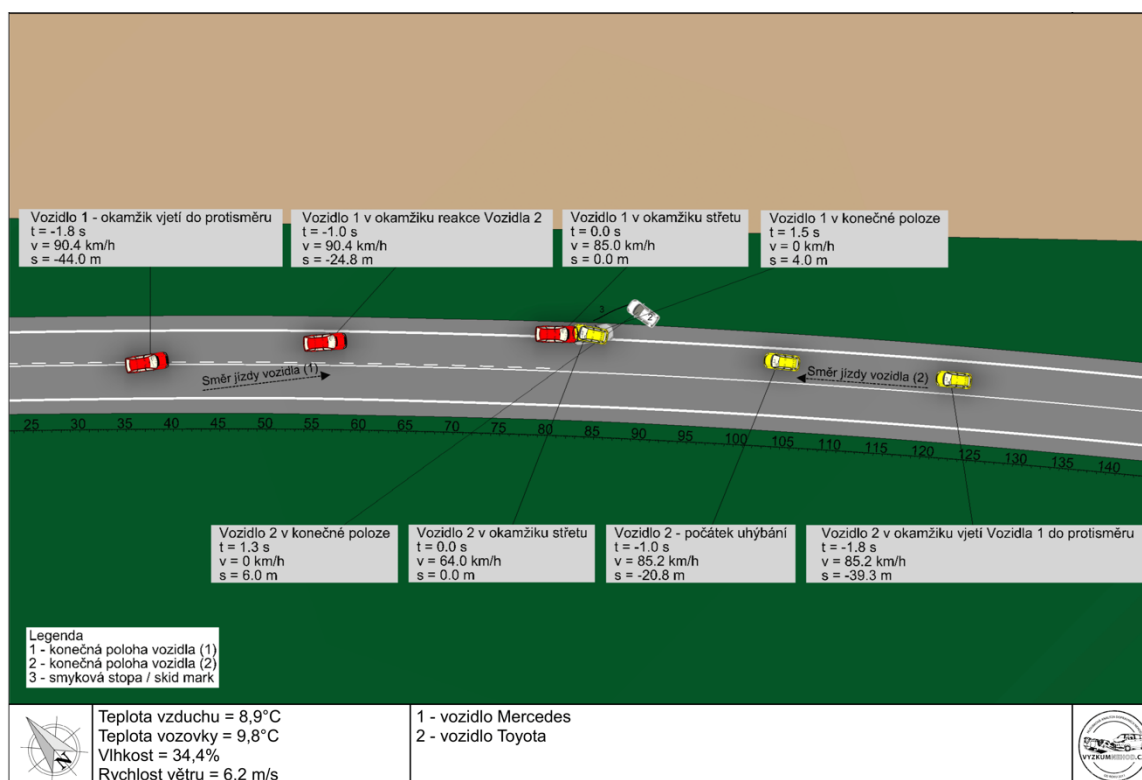
V této kapitole byla podrobně analyzována dopravní nehoda, za jejímž vznikem stála s největší pravděpodobností únava. Jednalo se o nehodu dvou osobních vozidel, ke které došlo na silnici I. třídy. Při dopravní nehodě došlo ke smrtelnému zranění jednoho z řidičů. Ostatní účastníci utrpěli těžké či lehké zranění. Tato nehoda splňovala všechny typické znaky nehodového děje dopravních nehod, na jejichž vzniku se podílela únava, stanovených na základě dat z HADN.

4.1 Dopravní infrastruktura

Z pohledu dopravní infrastruktury se jednalo o dvoupruhovou, směrově nerozdělenou komunikaci. Více než 5 kilometrů před místem střetu začínal úsek tří na sebe navazujících směrových oblouků, kdy dva z nich měly poloměr cca 1250 m a třetí měl poloměr více než 500 m. Na tyto směrové oblouky navazoval přímý úsek dlouhý více než 2,5 km, který končí v místě střetu mírným pravotočivým směrovým obloukem. V tomto směrovém oblouku došlo k přejetí vozidla řidiče, u kterého pravděpodobně došlo k mikrospánku, do protisměru. Cca 1,5 km před místem střetu se nachází čerpací stanice a cca 800 m před místem střetu je křižovatka, kterou ovšem řidič vozidla, které přejelo do protisměru, projížděl v přímém směru po hlavní komunikaci. V okolí komunikace se nachází pole a další nevýrazná vegetace. Na celém analyzovaném úseku se nachází dvakrát snížení rychlosti pomocí dopravní značky č. B 20a – nejvyšší dovolená rychlost na 70 km/h. Z podrobnější analýzy úseku více než 5 kilometrů před střetem lze tedy usuzovat, že se jednalo o monotónní trasu.

4.2 Intervalový diagram

Byla provedena simulace průběhu nehodového děje na základě získaných výpovědí svědků, kamerového záznamu nehody a zaměření poškození vozidel a stop. Z rozsahu poškození vozidel a z jejich postřetového pohybu byly stanoveny střetové rychlosti vozidel v technicky přijatelném rozmezím. Předstřetový pohyb vozidel byl stanoven pomocí kamerového záznamu. Průběh samotné nehody ilustruje obrázek 1, na kterém je zobrazen intervalový diagram. Z něj je také patrný předstřetový pohyb, vzájemná střetová poloha a konečná poloha vozidel.



Obrázek 1 Intervalový diagram [autor]

Figure 1 Interval diagram [author]

Vozidlo Mercedes (1) plynule opustilo pod malým úhlem (<10°) svůj jízdní pruh a přejelo do protisměru v čase přibližně 1,8 s před střetem. Na toto reagoval řidič vozidla Toyota (2), po uplynutí předpokládané reakční

doby (0,8 s) v čase cca 1 s před střetem, brzděním a uhýbáním směrem k pravé straně vozovky ve směru jeho jízdy. Z intervalového diagramu je také patrné, že řidič vozidla Mercedes (1) na vzniklou situaci nijak nereagoval.

Rychlost vozidla Mercedes (1) byla v okamžiku reakce vozidla Toyota (2) cca 85 až 95 km/h a vozidlo Mercedes (1) bylo v té době již kompletně v jízdním pruhu vozidla Toyota (2) a ve vzdálenosti přibližně 25 m před místem střetu. Rychlost vozidla Toyota byla na počátku uhýbání přibližně 80 až 90 km/h cca 21 m před místem střetu.

I přes úhybný manévr řidiče vozidla Toyota (2) došlo ke střetu vozidel u pravého kraje vozovky ve směru jízdy vozidla Toyota (2). Technicky přijatelné střetové rychlosti vozidel byly v rozmezí 80 až 90 km/h pro vozidlo Mercedes (1) a 60 až 70 km/h u vozidla Toyota (2). Obrázek 2 zobrazuje konečnou polohu vozidel po střetu.



Obrázek 2 Konečná poloha vozidel Mercedes (1) a Toyota (2) po střetu [autor]

Figure 2 Final rest position of Mercedes (1) and Toyota (2) after the collision [author]

4.3 Shrnutí analýzy dopravní nehody

Z provedené analýzy dopravní nehody byly zjištěny následující typické znaky nehodového děje s únavou:

- Vysoká monotónnost trasy nejméně 5 km před nehodou
- Místo střetu v mírné pravotočivé oblouku, který navazuje na přímý úsek
- Plynulé vyjetí mimo jízdní pruh pod malým úhlem (<10°)
- Absence reakce řidiče vozidla Mercedes, který byl ovlivněn únavou
- Včasná reakce řidiče vozidla Toyota – vyhýbání a brzdění
- Vysoké střetové rychlosti – 80 až 90 km/h pro vozidlo Mercedes a 60 až 70 km/h u vozidla Toyota

5 ZÁVĚR

Dopravní nehody, na jejichž vzniku se podílela únava patří mezi nejrizikovější z hlediska závažnosti zranění. Vysoká rizikovitost dopravních nehod s únavou je způsobena celou řadou faktorů.

Na základě šetřených dopravních nehod v rámci HADN byly stanoveny typické znaky dopravních nehod na jejichž vzniku se podílela únava. Mezi typické znaky dopravních nehod, kde byla jako přispívající faktor vzniku dopravní nehody stanovena únava, patří:

- Monotónnost trasy,
- předstřetová reakce oponenta a chybějící reakce řidiče s únavou; s tím související absence brzdných stop vozidla řidiče s únavou apod.,
- plynulé vyjetí mimo jízdní pruh s malým úhlem vyjetí,
- čelní střety a sjetí z vozovky vlevo či vpravo,
- vyšší střetová rychlost u nehod s únavou oproti nehodám bez únavy.

Na komunikacích, které byly dle subjektivního hodnocení označeny jako vysoce monotónní, je riziko fatálních nehod až čtyřikrát vyšší než na trase s nižší monotónií. Tyto závěry se shodují se studii [12] a [13]. Jako rizikové z pohledu vzniku dopravních nehod s únavou lze označit komunikace I. třídy. I tyto závěry korespondují se studii [19] a [20].

Řidiči ovlivnění únavou reagovali před střetem pouze ve 22 % oproti tomu jejich kolizní oponenti se pokoušeli nehodě zabránit ve více než 70 % případů. Tyto výsledky jsou v souladu se studií, která uvádí že u dopravních nehod zpravidla absentuje reakce řidiče s únavou [13].

Mezi nejčastější předstřetové scénáře dopravních nehod, na jejichž vzniku se podílela únava jsou čelní střety a také vyjetí mimo vozovku ať už vpravo tak vlevo. Četnost čelních střetů u dopravních nehod s únavou je téměř o 20 % vyšší než u dopravních nehod bez únavy. Četnost vyjetí vozidla vpravo a vlevo mimo komunikaci je u dopravních nehod s únavou téměř stejná. V porovnání s nehodami bez únavy je však tato četnost sjetí vlevo o více než 12 % vyšší, a v případě sjetí vpravo je četnost téměř o 9 % vyšší. Oproti tomu ve studii, která byla provedena formou dotazníkového šetření a kde se 10 % mužů a 4 % žen přiznalo, že v uplynulých 12 měsících usnuli při řízení, bylo uvedeno, že nejčastějším důsledkem usínání (více než 40 % incidentů) bylo překročení pravé hrany vozovky před probuzením, zatímco překročení středové linie vozovky bylo hlášeno v 16 % [23].

Střetová rychlost vozidel u nehod bez únavy byla ve více jak 72 % případů do 50 km/h, ovšem oproti tomu u dopravních nehod s přispěním únavy byla střetová rychlost do 50 km/h pouze ve 42 % případů.

Kromě výše uvedených typických znaků dopravních nehod s únavou, které byly podrobněji rozebrány, byla potvrzena také celá řada závěrů studií, zabývajících se dopravními nehodami s únavou. Mezi rizikové osoby z pohledu vzniku únavy patří muži [5], zejména mladí muži [6]. S těmito závěry se shodují také data z HADN. Bylo také zjištěno, že dopravní nehody způsobené mladými řidiči do 24 let, skončily v polovině případů těžkým, či smrtelným zraněním.

Dle dat z HADN způsobuje spánková deprivace výrazně vyšší riziko vzniku mikrosnánku. Toto tvrzení se shoduje také se závěry studií [7] a [8].

K dopravním nehodám s únavou dle dat HADN nejčastěji dochází mezi 6. a 8. hodinou a mezi 14. a 16. hodinou. Oproti literatuře nastávají dle dat z HADN pouze dvě období, kdy je výraznější riziko vzniku dopravních nehod s únavou. Tyto nejkritičtější časy souvisejí v cirkadiálním rytmem, ale také s kontextem jízdy a dalšími proměnnými. Bylo zjištěno, že v období mezi 6. a 9. hodinou jsou únavou postiženi nejčastěji řidiči jedoucí do práce či z práce (řidiči pracující na směny). Naopak odpolední únavou jsou často postiženi řidiči na pracovní cestě. Jejich vznik může také souviset s postgastrální demencí.

Vyšší riziko únavy je podle HADN také spojené s delší ujetou vzdáleností. Únavou a mikrosnánkem jsou řidiči více ohroženi v letních měsících. To souvisí především s vyšší okolní teplotou, ale také s čtenějšími cestami na dovolenou a tím souvisejícími delšími ujetými vzdálenostmi. I v tomto případě se závěry shodují s literaturou.

Na závěr byla provedena analýza dopravní nehody, za jejímž vznikem stála únava. Z provedené analýzy bylo zjištěno, že se před nehodu řidič, ovlivněný únavou, pohyboval vysoce monotónní trase nejméně 5 km před

nehodou, přičemž místo střetu se nacházelo v mírném pravotočivém oblouku, který navazoval na přímý úsek. K vyjetí mimo jízdní pruh došlo pod malým úhlem (<10°). Řidič protijedoucího vozidla na danou situaci reagoval brzděním a vyhýbáním. Řidič ovlivněný únavou nijak nereagoval. Ke střetu došlo při vysokých střetových rychlostech cca 85 km/h a 64 km/h. Tato nehoda vykazovala všechny typické znaky nehodového děje, které byly stanoveny ze studií a dat HADN.

Cílem článku bylo shrnout rizikové faktory vzniku únavy během řízení vozidla a typické znaky nehod, na jejichž vzniku se únava podílela. Uvedené závěry lze použít k určení, zda je možné uvažovat únavu, za přispívající faktor vzniku nehod. Jedná se především o případy, kdy příčinu a přispívající faktory není možné stanovit jinak. Díky tomu je možné lépe pochopit a popsat příčiny předmětné dopravní nehody.

6 PODĚKOVÁNÍ

Tento článek byl vytvořen za finanční podpory Ministerstva dopravy v rámci programu dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumných organizací.

7 REFERENCE

- [1] NEMCOVA, Andrea; SVOZILOVA, Veronika; BUCSUHAZY, Katerina; SMISEK, Radovan; MEZL, Martin et al. Multimodal Features for Detection of Driver Stress and Fatigue: Review. Online. *IEEE transactions on intelligent transportation systems*. 2021, roč. 22, č. 6, s. 3214-3233. ISSN 1524-9050. Dostupné z: <https://doi.org/10.1109/TITS.2020.2977762>. [cit. 2023-12-01].
- [2] GONÇALVES, Marta; AMICI, Roberto; LUCAS, Raquel; ÅKERSTEDT, Torbjörn; CIRIGNOTTA, Fabio et al. Sleepiness at the wheel across Europe: a survey of 19 countries. Online. *Journal of sleep research*. 2015, roč. 24, č. 3, s. 242-253. ISSN 0962-1105. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/jsr.12267>. [cit. 2023-12-01].
- [3] HASAN, Atikah a MOHD TAMRIN, Shamsul Bahri. Risk factors and evaluation of occupational fatigue among logistic truck drivers in Malaysia. Online. *Safety and health at work*. 2022, roč. 13, s. S201-S202. ISSN 2093-7911. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2021.12.1381>. [cit. 2023-12-01].
- [4] STUTTS, Jane C; WILKINS, Jean W; SCOTT OSBERG, J a VAUGHN, Bradley V. Driver risk factors for sleep-related crashes. Online. *Accident analysis and prevention*. 2003, roč. 35, č. 3, s. 321-331. ISSN 0001-4575. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0001-4575\(02\)00007-6](https://doi.org/10.1016/S0001-4575(02)00007-6). [cit. 2023-12-01].
- [5] ALSARAYEH, Duha & IMAM, Rana. (2020). Analysis of Driver Fatigue Causes Using Log-Linear Models. *Advances in Transportation Studies*. 23-42.
- [6] WILLIAMSON, Ann; LOMBARDI, David A.; FOLKARD, Simon; STUTTS, Jane; COURTNEY, Theodore K. et al. The link between fatigue and safety. Online. *Accident analysis and prevention*. 2011, roč. 43, č. 2, s. 498-515. ISSN 0001-4575. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2009.11.011>. [cit. 2023-12-01].
- [7] GOTTLIEB, Daniel J; ELLENBOGEN, Jeffrey M; BIANCHI, Matt T a CZEISLER, Charles A. Sleep deficiency and motor vehicle crash risk in the general population: a prospective cohort study. Online. *BMC medicine*. 2018, roč. 16, č. 1, s. 44-44. ISSN 1741-7015. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s12916-018-1025-7>. [cit. 2023-12-01].
- [8] MESSERSCHMIDT, William. *Investigating the Role of Fatigue in Crashes* [přednáška]. Orlando, FL: WREX, 2023.
- [9] TVAROŽKOVÁ, Lucia; KANIOVÁ, Kamila; ZŮVALA, Robert; LABODOVÁ, Petra a BUCSUHÁZY, Kateřina. Drowsy driving, vulnerable times of the day and traffic accidents. Online. *Psychologie a její kontexty*. 2017, roč. 8, č. 2, s. 85-100. ISSN 1803-9278. [cit. 2023-12-05].
- [10] HORNE, Jim A.; REYNER, Louise A. Sleep related vehicle accidents. *Bmj*, 1995, 310.6979: 565-567.
- [11] BERGEL-HAYAT, Ruth, et al. Explaining the road accident risk: Weather effects. *Accident Analysis & Prevention*, 2013, 60: 456-465.

- [12] HORNE, J a REYNER, L. Vehicle accidents related to sleep: a review. Online. *Occupational and environmental medicine (London, England)*. 1999, roč. 56, č. 5, s. 289-294. ISSN 1351-0711. Dostupné z: <https://doi.org/10.1136/oem.56.5.289>. [cit. 2023-12-01].
- [13] HAVLÍK, Karel. *Psychologie pro řidiče: zásady chování za volantem a prevence dopravní nehodovosti*. Praha: Portál, 2005. ISBN 80-7178-542-3.
- [14] HORNE, J. A. a REYNER, L. A. Driver sleepiness. Online. *Journal of sleep research*. 1995, roč. 4, č. S2, s. 23-29. ISSN 0962-1105. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2869.1995.tb00222.x>. [cit. 2023-12-01].
- [15] DAWSON, Drew; REYNOLDS, Amy C.; VAN DONGEN, Hans P.A. a THOMAS, Matthew J.W. Determining the likelihood that fatigue was present in a road accident: A theoretical review and suggested accident taxonomy. Online. *Sleep medicine reviews*. 2018, roč. 42, s. 202-210. ISSN 1087-0792. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.smr.2018.08.006>. [cit. 2023-12-01].
- [16] HORNE, Jim a REYNER, Louise. Sleep-related vehicle accidents: some guides for road safety policies. Online. *Transportation research. Part F, Traffic psychology and behaviour*. 2001, roč. 4, č. 1, s. 63-74. ISSN 1369-8478. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S1369-8478\(01\)00014-6](https://doi.org/10.1016/S1369-8478(01)00014-6). [cit. 2023-12-01].
- [17] DOBBIE, Kim. *Fatigue-related crashes: An analysis of fatigue-related crashes on Australian roads using an operational definition of fatigue*. Australian Transport Safety Bureau, 2002. ISBN 1877071056.
- [18] NCSDR/NHTSA. *Drowsy Driving and Automobile Crashes: Report and Recommendations*. PDF. V2. 1998. Dostupné z: <https://www.nhtsa.gov/sites/nhtsa.gov/files/808707.pdf>. [cit. 2023-12-01].
- [19] PHILIP, Pierre; CHAUFONT, Cyril; ORRIOLS, Ludivine; LAGARDE, Emmanuel; AMOROS, Emmanuelle et al. Complaints of Poor Sleep and Risk of Traffic Accidents: A Population-Based Case-Control Study. Online. *PloS one*. 2014, roč. 9, č. 12, s. e114102-e114102. ISSN 1932-6203. Dostupné z: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114102>. [cit. 2023-12-01].
- [20] HORNE, J A a REYNER, L A. Sleep related vehicle accidents. Online. *BMJ*. 1995, roč. 310, č. 6979, s. 565-567. ISSN 0959-8138. Dostupné z: <https://doi.org/10.1136/bmj.310.6979.565>. [cit. 2023-12-01].
- [21] JUZA, Jiří, Jindřich FRIČ, Petr SEMMLER et al. Hloubková analýza dopravních nehod v ČR. Brno: Centrum dopravního výzkumu, v.v.i., 2014. 28 s. (aktualizovaná verze metodiky z roku 2009)
- [22] ZŮVALA, Robert; BUCSUHÁZY, Kateřina; VALENTOVÁ, Veronika a FRIČ, Jindřich. Representativeness of czech in-depth accident data. Online. *Safety (Basel)*. 2021, roč. 7, č. 2, s. 40. ISSN 2313-576X. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/SAFETY7020040>. [cit. 2023-12-04].
- [23] SAGBERG, Fridulv. Road accidents caused by drivers falling asleep. Online. *Accident analysis and prevention*. 1999, roč. 31, č. 6, s. 639-649. ISSN 0001-4575. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0001-4575\(99\)00023-8](https://doi.org/10.1016/S0001-4575(99)00023-8). [cit. 2023-12-01].