

## Stanovisko školitele k disertační práci

Doktorand: **Ing. Jakub Seidl**

Téma disertační práce: **Metodika návrhu čela tramvaje pro snížení následků nehod  
na osobní automobily**

Školící pracoviště: **U 12 120 Ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel,  
Fakulta strojní, ČVUT v Praze**

Doktorský studijní program: **Strojní inženýrství**

Studijní obor: **Dopravní stroje a zařízení**

Školitel: **doc. Ing. Josef Kolář, CSc.**

Doktorand Ing. Jakub Seidl byl po absolvování magisterského studia na Fakultě strojní ČVUT v Praze (v 9/2018) přijat do prezenční formy doktorského studia na Ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel FS ČVUT v Praze (od 1. 10. 2018).

V letech 2019 až 2021 byl řešitelem grantu SGS19/161/OHK2/3T/12 – Výzkum pasivní bezpečnosti kolejových vozidel a dále byl řešitelem grantu SGS22/161/OHK2/1T/12 – Výzkum pasivní bezpečnosti tramvají při nehodě s osobními automobily. V rámci svého doktorského studia získával i odbornou praxi ve Škodě Transportation a.s., kde pracoval na částečný úvazek. V současnosti pracuje v Siemens Mobility s. r.o.. Dále byl v průběhu svého doktorského studia zapojen do dílčích výzkumných aktivit ve výzkumném projektu TA 01000026 - NCK1, projekt DP2 – WP04. Splnil i požadavky pedagogické, kladené v průběhu studia na doktoranda. Státní doktorskou zkoušku složil v září 2021. Absolvoval šestiměsíční studijní pobyt na RWTH Aachen University, Institut für Schienenfahrzeuge und Transportsysteme (IFS) v Německu (1. 10. 2022 - 31. 3. 2023). V průběhu doktorského studia se oženil.

Doktorand v rámci zpracování kritické rešerše studované problematiky nehod tramvají s ostatními účastníky silničního provozu dospěl těmto základním poznatkům:

- většina výzkumných aktivit prováděných v této oblasti byla zaměřena na následky a dopady nehod na cestující v kolejových vozidlech a neřešily následky na cestující v osobních automobilech
- hlavním cílem současně platné legislativy (ČSN EN 15227) je ochrana cestujících a posádek v kolejovém vozidle, žádná platná legislativa zatím nepředepisuje výrobcům kolejových vozidel řešit snížení dopadů nehody na osobní automobily. Pro splnění požadavků programu Vize 0 je však nutné, konstruovat nové tramvaje i s ohledem na zvýšení bezpečnosti posádky osobních automobilů
- dopravní nehody způsobují vysoké celospolečenské finanční ztráty, a proto by mělo být snahou výrobců i provozovatelů kolejových vozidel maximálně zvýšit bezpečnost provozu a snížit následky vzniklých nehod
- poznatky z kompatibility silničních vozidel lze aplikovat na úpravu čel tramvají pro snížení

následků nehod na kolizních vozidlech

- pro vyhodnocování úprav čel tramvají na snížení následků nehod na autech se jako nejvhodnější jeví použít biomechanická kritéria hlavy člověka HIC a 3 ms.

Cílem předložené doktorské práce Ing. Jakuba Seidla bylo:

- Provedení detailnější analýzy statistiky nehodovosti tramvají na území ČR z dat dopravních podniků a z dat Policie ČR. Získáním dat o nehodovosti tramvají od obou institucí umožnilo vytvořit komplexní statistiku nehodovosti tramvají a provést její analýzu s ohledem na zdravotní následky nehod cestujících v osobních automobilech.
- Definování výpočtového scénáře nehody tramvaje s osobním autem. Parametry výpočtového scénáře budou vycházet ze závěrů vyhodnocení statistiky nehodovosti. Scénář nehody bude reprezentovat typ nehody tramvaje s autem, při kterém dochází k nejzávažnějším následkům na zdraví cestujících v autech (úmrť nebo lehké/těžké zranění).
- Vytvoření zjednodušených simulačních modelů nehody tramvaje s osobními auty. Modely tramvají budou reprezentovat tramvaje, které byly konstruované podle požadavků normy ČSN EN 15227, jsou provozované na území ČR a mají různou koncepci čelních partií. Pro posouzení vlivu zavedení normy ČSN EN 15227 na následky nehod s auty bude vytvořen model tramvaje starší koncepce, která nebyla konstruována podle požadavků této normy.
- Vytvoření komplexnějšího simulačního modelu zvolené tramvaje, který bude reprezentovat koncepční uspořádání článků tramvaje, rozložení hmotnosti tramvaje, mezičlánkové spojení a silové prvky ve vypružení.
- Provedení analýzy parametrů deformačních prvků tramvaje na následky nehod na autech a návrh úprav čel tramvají pro snížení následků nehod na autech.

Z uvedených cílů je patrné, že doktorand se ve své disertační práci zabývá vytvořením komplexnějších výpočetních simulačních crashových modelů pro analýzu dopadů kolize tramvaje do boku osobního automobilu střední třídy. Řešení výše uvedených cílů je popsáno ve čtvrté kapitole předložené disertační práce. Na základě získaných informací z let 2016 až 2018 byla zpracována komplexní analýza nehod tramvají s účastníky silničního provozu. Z ní vyplynulo, že k největšímu počtu zranění došlo při čelních a pravých čelněbočních nehodách. Ke zranění posádky v autě došlo při každé sedmé čelní a sedmnácté čelněboční nehodě. Bohužel ze statistiky nehodovosti nebylo zatím možné stanovit, s ohledem na malý počet vozidel (2ks Stadler Tango NF2), zda nové tramvaje, konstruované dle ČSN EN 15227, způsobují závažnější následky nehod s osobními auty či nikoliv, neboť tyto tramvaje měli ve sledovaném období v roce 2018 pouze čtyři dopravní nehody.

Ze statistiky nehodovosti vyplynulo, že nejčastěji ke zranění posádky v osobních autech dochází při čelní nehodě tramvaje do boku osobního automobilu. Tato situace však není v ČSN EN 15 227 z pohledu crashového scénáře nehody definována. Proto se Ing. Seidl pokusil v doktorské práci výpočtový scénář této crashové situace definovat. Vytvořené simulační



modely nehody (zjednodušený a komplexní) jsou sestaveny ze submodelů: auta, řidiče, tramvaje a deformačního prvku. Pro srovnávací analýzu vytvořil tři typy článkových tramvají (typ A – bez deformačních absorpčních prvků, typ B a typ C s absorpčními prvky). U tramvají typu B a C se deformační prvky skládají ze dvou absorpčních členů propojených nárazníkem.

Z výpočetních simulací provedených na zjednodušených a komplexních modelech vyplynuly dílčí závěry, které doktorand detailně popsal v jednotlivých částech kapitoly 4.5 a kapitoly 4.6. Z provedených výpočtů vyplynulo, že konstrukce čel nízkopodlažních tramvají má zásadní vliv na následky nehod tramvají s auty. Vhodným navržením parametrů deformačních prvků tramvají, jako je jejich tuhost, tvar a poloha, lze výrazně snížit závažnost následků nehod tramvají s osobními auty, aniž by došlo ke zvýšení nebezpečí pro cestující v tramvaji nebo řidiče tramvaje. Doktorand dospěl k závěru, že pro snížení následků nehod tramvají s osobními auty je vhodné umístit kontaktní plochu deformačního prvku mezi tramvají a osobním autem do výšky kolem 400 mm nad rovinu temene koleje. V doktorské práci správně konstatuje, že umístění deformačního prvku do této výšky se jeví problematické, z důvodu nutnosti zachování dostatečného místa pro umístění skládacího čelního spřáhla, zástavbové prostory a velikost rozteče deformačních trubek nárazníků. Z těchto důvodů bude možná nutné použít na čele nový dodatečný deformační prvek čistě pro nehody tramvají s osobními auty. Prostorové vyšetření čela tramvaje a návrh možného konstrukčního řešení, přesahuje rozsah doktorské práce a bude řešeno v rámci dalších výzkumných aktivit doktoranda na Fakultě strojní ČVUT v Praze v rámci výzkumných úkolů v grantu TN 02000054 - NCK2.

Při své vědecko-výzkumné práci na dílčích cílech doktorské práce doktorand prokázal velmi dobrou orientaci v problematice řešení modelování následků nehod tramvají s osobními automobily. Výzkum uvedený v disertační práci je sice ryze teoretické povahy, ale poskytuje návod na definování dalšího scénáře nehody do normy ČSN EN 15 227, která by tímto scénářem významně přispěla k naplnění cílů Vize 0. Provedení ověřovacích zkoušek s více simulačními modely osobních aut a následně nehody vybraného osobního automobilu s reálnou nízkopodlažní tramvají, nebylo i s podporou řešených SGS grantů vzhledem k časové a finanční náročnosti v rámci doktorského studia možné.

Ing. Jakub Seidl prokázal zpracováním předložené doktorské práce velmi dobré znalosti ve studovaném oboru, prokázal schopnost samostatné vědecké práce a tvorby komplexních simulačních 3D crashových modelů kolejových vozidel. Průběžné dílčí výsledky svého výzkumu představil odborné veřejnosti ve čtrnácti příspěvcích.

Domnívám, že předložená disertační práce splňuje podmínky tvůrčí vědecké práce a **doporučuji** ji přijmout k obhajobě.

V Praze dne 5. 12. 2023

  
.....  
doc. Ing. Josef Kolář, CSc.

školitel doktoranda