

Optimalizace jízdy silničního motorového vozidla

K oponentskému posouzení byla předložena velmi rozsáhlá doktorská disertační práce výše uvedeného názvu o rozsahu 171 stran včetně obrázků. Téma práce je vysoce aktuální v současné době, kdy dochází k prudkému rozvoji a využívání mechatronických systémů v dopravě i v jiných oblastech lidské činnosti. Po úvodu v první kapitole následuje velice vyčerpávající přehled současného stavu problematiky, která zahrnuje jak „eco-driving“ (hledání parametrů rychlostního profilu vozidla při známé trase s cílem zejména minimalizace spotřeby energie vnějších zdrojů), tak „eco-routing“ (hledání trasy s podobným cílem). V práci se uchazeč zaměřil na první z obou disciplín.

Jedním z prvních cílů práce je popis a definice jízdní dráhy, která slouží k formulaci cílové funkce pro optimalizaci. Dráha je rozdělena na sekce definované předem danou geometrií. Každá sekce je popsána kinematickými parametry, které jsou cílem optimalizačních výpočtů a návrhu rychlostního profilu. Prostor těchto parametrů je vymezen jednak legislativními omezeními (maximální povolená rychlost atd.) a jednak fyzikálními omezeními (např. maximální rychlost při průjezdu zatáčkou). Mezi fyzikální omezení můžeme zahrnout také komfort cestování, na který má největší vliv laterální (dostředivé) zrychlení.

Protože se uchazeč v práci zabývá vozidlem s hybridním pohonem, může být dalším hledaným parametrem tzv. U -parametr, který definuje rozdělení požadovaného výkonu vozidla mezi spalovací a elektrický pohon, který může sloužit také pro rekuperaci a dobíjení baterie při brzdění. Optimalizace probíhá na dvou úrovních, z nichž cílem jedné úrovně je stanovení rychlostního profilu, jak bylo výše uvedeno. Cílem druhé úrovně optimalizace je na základě rychlostního profilu řídit toky energie mezi spalovacím motorem, elektromotorem a dalšími agregáty.

Po přečtení práce docházím k názoru, že uchazeč musel prostudovat značné množství literárních zdrojů. Také objem prací a příslušných výsledků uvedených v disertační práci je velký. Výsledkem je posouzení vhodnosti jednotlivých optimalizačních metod pro návrh rychlostního profilu vozidla s ohledem na minimální spotřebu energie.

Fyzikální model vozidla s hybridním pohonem je velmi ambiciózní, neboť zahrnuje mechanický model podélné dynamiky vozidla, model tepelných toků a elektrický model. Je pro mě těžko představitelné, jak získat všechny parametry, aby celkový model byl věrohodný. Zde bych měl několik poznámek a dotazů:

- 1) Pokud se nemýlím, tepelný model je řešen nezávisle na mechanickém a elektrickém modelu viz 82₇. Domnívám se, že v tomto případě je provázanost dosti silná.
- 2) Fyzikální model tepelných toků je poměrně značně zjednodušený, kdy např. teplota chladicí kapaliny nebo těla motoru je uvažována v jednom okamžiku v jejím celém objemu stejná viz (5. 38) a (5.39). Není toto zjednodušení příliš drastické?
- 3) V práci se objevuje pojem odstředivé zrychlení, s čímž nesouhlasím. Bod pohybující se po zakřivené trajektorii má normální zrychlení směřující do středu křivosti trajektorie. Proto je dle mého názoru vhodné používat výraz dostředivé zrychlení. Možná i proto je na Obr. 15 zakreslena odstředivá síla chybného smyslu, protože předpokládám, že střed křivosti zatáčky je vlevo. Následně

rovnice (4.9) a (4.10) už jsou správně. Jsem si však vědom, že laterální (stranový) model nebyl v práci použit.

- 4) Jak je definován řád vektoru (Obr. 14)?
- 5) Myslím, že vztahy (5.5) až (5.15) by si zasloužily alespoň jednoduchý obrázek
- 6) Nerozumím Obr. 43 a dalším, kde je uvedena hodnota cílové funkce versus počet iterací
- 7) 74^{12} Je opravdu vstupní a výstupní moment stejný? Předpokládám, že pak by úhlová rychlost otáčení musela být konstantní.

Navzdory připomínce, které jsou víceméně formálního charakteru, jsem přesvědčen, že oponovaná práce beze zbytku splňuje podmínky na ni kladené příslušným zákonem a jednoznačně ji **doporučuji** k obhajobě.

V Plzni dne 27. 7. 2020

Prof. Dr. Ing. Jan Dupal