

## Oponentský posudok

habilitačnej práce **Ing. Tomáša Skrúcaného, PhD.**

na tému

### **Prevádzka dopravných prostriedkov – energetická náročnosť a tvorba skleníkových plynov**

Na základe menovania vedeckou radou Fakulty prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov Žilinskej univerzity v Žiline za oponenta habilitačnej práce pod názvom „Prevádzka dopravných prostriedkov – energetická náročnosť a tvorba skleníkových plynov“, vypracovanej Ing. Tomášom Skrúcaným, PhD., zamestnancom Katedry cestnej a mestskej dopravy, Fakulty PEDAS, Žilinskej univerzity v Žiline, som bol požiadaný listom dekana Fakulty PEDAS, prof. Ing. Miloša Poliaka, PhD., zo dňa 5.3.2020, o vypracovanie oponentského posudku na uvedenú habilitačnú prácu.

Habilitačná práca je spracovaná na 100 stranách, text je doplnený 52 obrázkami a 15 tabuľkami, čo považujem za dostatočne obsiahly rozsah pre takýto typ práce. Práca vychádza z doterajšej odbornej a vedeckej práce autora a v ucelenej forme predstavuje výsledky, ktoré dosiahol za pomerne krátke obdobie, ktoré pôsobí na domovskom pracovisku, ale aj v spolupráci a ďalšími pracoviskami na vlastnej univerzite, ako aj s ďalšími domácimi a zahraničnými vysokými školami a praxou.

Habilitačná práca sa zameriava na vysoko aktuálnu oblasť, ktorou sú otázky energetickej náročnosti dopravy, zvlášť cestnej a koľajovej. Autor túto oblasť rozširuje o vzťah so životným prostredím, konkrétne tvorbu skleníkových plynov, ktoré predstavujú globálny problém rozvoja ľudskej civilizácie prispievaním ku globálnemu otepľovaniu. Oba faktory, spotreba energie aj tvorba skleníkových plynov, sú v zásade negatívnymi javmi spojenými s činnosťou dopravy. Pohyb (doprava) bez energie nie je možný, ale energia môže byť využívaná s rôznou efektívnosťou. Negatívne vplyvy na životné prostredie sú spravidla sprievodným efektom spojeným s pohybom dopravných prostriedkov a spotrebou energie. Preto je trvalou snahou spotrebu energie minimalizovať a tvorbu skleníkových plynov eliminovať. Habilitačná práca svojou mierou k týmto snahám prispieva.

Obsahovo je habilitačná práca rozdelená, okrem úvodu, právneho rámca v oblasti dopravy a záveru, na tri základné časti:

- problematika spotreby energie v (cestnej a železničnej) doprave,
- problematika tvorby skleníkových plynov produkovaných (cestnou a železničnou) dopravou;
- problematika spotreby energie a tvorby skleníkových plynov skúmaná na konkrétnych príkladoch z reálnej praxe – výstupy vedeckých prác autora.

Habilitačná práca má logickú stavbu a komplexne predstavuje danú problematiku. Autor vychádza z európskej a národnej legislatívy, ktorá má za úlohu dávať rámec pre zvyšovanie efektivity (minimalizácie) spotreby energie v doprave a znižovanie tvorby skleníkových plynov, čo priamoúmerne súvisí so znižovaním spotreby energie. Autor zdôrazňuje základné strategické globálne ciele a špecifické horizontálne ciele, s ktorými priamo súvisí problematika riešená v habilitačnej práci, a to „systematické znižovanie negatívnych socioekonomických a environmentálnych vplyvov dopravy“. Konštatuje, že udržateľná mobilita je celosvetovým cieľom a že oneskorené zavádzanie nových technológií by mohlo odsúdiť odvetvie dopravy na nezvratný úpadok. Preto je potrebné udržať konkurencieschopnosť EÚ v odvetví dopravy. K tomuto mám jednu otázku – v čom vidí autor rastúcu konkurenciu odvetviu dopravy EÚ na svetových dopravných trhoch?

Kapitoly 2 a 3 možno považovať za analytické štúdie k hodnoteniu spotreby energie a tvorbe skleníkových plynov v (cestnej a železničnej) doprave. Predstavuje podiel celkovej dopravy na spotrebe energie v EÚ (33 % v roku 2016, čo je najvyšší podiel) a následne predstavuje vývoj spotreby energie pre jednotlivé druhy dopravy v EÚ od roku 1990. K tomuto mám však poznámku, že každý ruch dopravy má síce roku 1990 ako východiskovú hodnotu 100 %, ale nie je uvedené, aký veľký podiel na doprave mali tieto jednotlivé druhy dopravy, čo by bolo iste veľmi zaujímavé. Do určitej miery sa o tom, ale len čiastkovo, dozvedáme napr. z obrázku 3. Autor sa prirodzene najviac venuje efektívite využívania energie a konštatuje zlepšujúcu sa efektívitu (obr. 4, obr. 10 atď.). Platí toto tvrdenie aj pre posledné roky v individuálnej osobnej doprave (napr. v súvislosti s nárastom podielu SUV)? Na obrázku 5 ilustruje znižovanie mernej spotreby paliva v závislosti od prepravného výkonu, ktorý potvrdzuje výhodnosť zavádzania dlhých a ťažkých súprav (gigalinerov). Poznámka k obrázku – hmotnosti na osi x mali byť zobrazené úmerne ich veľkosti (hodnote), a nie s rovnomerných členením osi (aj teoretická spojnica by sa dala správnejšie preložiť). Zaujímavým je tiež spracovanie energetického obsahu pre jednotlivé druhy paliva a ukážka pre osobné vozidlo nižšej strednej triedy v tabuľke 4. Hodnoty v druhom stĺpci však nie sú jednoznačne zadefinované v akých jednotkách sú uvedené (len podľa ďalšieho textu sa dá usúdiť, že je to v  $\text{kg}/100\text{km}$ ). Pre porovnanie s hodnotami v 3. a 4. stĺpci však malo byť v  $\text{MJ.km}^{-1}$ .

Autor sa vo väčšej miere venuje hlavným faktorom ovplyvňujúcim spotrebu – technickým a prevádzkovým vplyvom (napr. vplyvom jazdných režimov). Porovnáva spotrebu pri rôznych prevodových stupňoch podľa údajov z literatúry a analogicky predstavuje v kapitole 4 vlastné merania na Obr. 30 - 34). Zaujímavé je tiež porovnanie spotreby energie pre elektromobily vo vyjadrení  $W-t-W$  (od zdroja po koleso), ktorá veľmi závisí od účinnosti výroby elektriny, ktorá je značne odlišná v jednotlivých európskych krajinách. Najlepšie v tomto vychádza Rakúsko pre vysoký podiel elektriny z vodných elektrární. Zaujímalo by ma ale, či pri vodných elektrárnach je uvažované aj s nákladmi na ich výstavbu. Podobne pri jadrových elektrárnach, napr. na Slovensku. Je potrebné uvažovať celkové náklady životného cyklu, zvlášť vyradovania, týchto zariadení. Autor na záver kapitoly predstavuje zaujímavý koncept PtX vo viacerých variantoch, ktorý sa javí ako veľmi

perspektívny. A súhlasím s jeho názorom, že pokiaľ aspoň 75% elektriny nepochádza z obnoviteľných zdrojov, tak tento koncept nie je vhodný.

V tretej kapitole sa autor venuje tvorbe skleníkových plynov pochádzajúcich z dopravy. Prehľadne popisuje ich zloženie, pôvod, účinky, nárast. Predstavuje spôsob ich výpočtu, všetky potrebné vstupy a prevádzkové procesy vozidla. Poukazuje aj na tzv. LCA faktor (faktor životného cyklu), ktorý umožňuje čo najobjektívnejší a komplexný pohľad na spotrebu energie a tvorbu skleníkových plynov. Uvádza aj rozdiely medzi jednotlivými krajinami v EÚ (zaujímavé je najmä porovnanie na obr. 27). Autor opäť nezabúda na elektromobily a porovnanie je napr. v tabuľke 12. Opäť mám k nej rovnakú pripomienku ako k tabuľke 4 – nie je zrejmé, aké jednotky platia pre hodnoty v stĺpci 2 (Spotreba vozidla), zvlášť nie pre elektrinu.

Vo štvrtej kapitole autor predstavuje environmentálne dopady vybraných druhov (cestnej a železničnej) dopravy na základe vlastného výskumu. Najprv predstavuje vplyv zaradeného rýchlostného vplyvu na okamžitú spotrebu osobného vozidla. K grafom (obrázky 30 - 34) mám pripomienku, že by výsledky boli názornejšie, ak by mierka spotreby paliva bola pre každý graf rovnaká, resp. grafy sa mohli dať do jedného 3D grafu, kde by bol ako druhý parameter stúpanie vozovky. Zaujímavým je porovnanie cestnej a železničnej dopravy – prípad prepravy nákladu a osobnej dopravy. Železničná doprava sa všeobecne považuje za ekologickejšiu. Autor však na konkrétnom príklade ukazuje, že nie vždy to platí. Pri danom porovnaní osobnej dopravy je vždy efektívnejšia a ekologickejšia autobusová doprava. Aj pri modelovom porovnaní individuálnej automobilovej dopravy nemusí byť železničná doprava výhodnejšia, kde závisí hlavne od obsadenia vozidla. Čiže, veľmi závisí od prevádzky (organizácie) dopravy, ktorý dopravný prostriedok sa stáva efektívnejší a ekologickejší. Nie celkom súhlasím s autorom, že je podstatne rýchlejší technický pokrok v oblasti cestnej dopravy, ktorý znižuje rozdiely v dopadoch na životné prostredie. Aj železničná doprava robí veľa v technickom pokroku (aj vozidlá poháňané batériami). Skôr ide o použitie daného druhu dopravy tam, kde je to výhodnejšie (napr. diaľková nákladná doprava), čo napokon potvrdil aj simulovaný príklad prepravy medzi Bratislavou a Košicami uvedený v tejto kapitole.

Zoznam použitej literatúry je dostatočne obsiahly a reprezentatívny. V zozname sa nachádza dostatok vlastných prác, publikovaných aj vo významných vedeckých periodikách, ktoré svedčia o autorovej aktívnej činnosti v tejto oblasti a splňajú požiadavky pre udelenie titulu docent.

Po formálnej stránke je habilitačná práca spracovaná na veľmi dobrej úrovni a svedčí o autorovej aktívnej publikačnej činnosti a profesionálnom ovládaní písaného textu. Nevyvaroval sa síce občasnému nedostatku (niekedy nesprávne gramatické koncovky, nedopatrením rozdelené slovo (napr. str. 15 dolu), nevhodne použité slovo – (napr. str. 20: „počet MJ“; správne: „množstvo MJ“), ktoré ale neznižujú odbornú úroveň práce, len trochu zhoršujú celkový dojem z práce.

Hlavný prínos habilitačnej práce vidím v príspevku autora k spracovaniu problematiky spotreby energie dopravných prostriedkov a tvorbe skleníkových plynov formou analytického prehľadu v kapitolách 2 a 3 a následnom vlastnom vedeckom výskume na konkrétnych príkladoch vychádzajúcich z praxe poukázaním na (ne)výhodnosť konkrétneho druhu dopravy z hľadiska spotreby energie a tvorby skleníkových plynov. Autor preukázal schopnosť uplatnenia a teoretických poznatkov pre ich praktickú aplikáciu.

Na záver konštatujem, že predložená habilitačná práca celkovo zodpovedá požiadavkám na vedeckú prácu. Prináša výstupy, ktoré nachádzajú uplatnenie v praxi ako aj pedagogickom procese. Autor dokázal svoju vysokú odbornosť, schopnosť tvorivej vedeckej práce, riešenia aktuálnych problémov technickej praxe vo vzťahu k posudzovaniu prevádzky dopravných prostriedkov z hľadiska spotreby energie a tvorby skleníkových plynov. Autor napriek svojmu mladému veku je už známou vedeckou osobnosťou predovšetkým v oblasti riešenia problematiky energetickej náročnosti a vplyvu na životné prostredie cestnej a železničnej dopravy.

Odporúčam predloženú habilitačnú prácu k obhajobe a v prípade jej úspešného priebehu odporúčam udeliť Ing. Tomášovi Skrúcanému, PhD., vedecko-pedagogický titul docent.

V Žiline, 17.4.2020

doc. Ing. Juraj Grenčík, PhD.