

POSUDEK DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jméno a příjmení: Bc. Lukáš Pilvousek
Zadání DP: Elektromobil pro dvě osoby
Studijní program: M2301 Strojní inženýrství
Obor: 2302T010 Konstrukce strojů a zařízení

Vedoucí DP: Ing. Robert Voženílek, Ph.D.
Konzultant DP: Ing. Pavel Brabec, Ph.D.

Diplomant předkládá studii dvoustopého vozidla výhradně na elektrický pohon (BEV=**B**attery **E**lektric **V**ehicle). Koncept elektromobilu pro dvě osoby se zaměřuje na dva směry sociálního vývoje, a to zvyšující se počet starších lidí vyžadující jednoduchý přístup k osobní mobilitě, a rostoucí počet tzv. „singles“. Právě pro ně je koncept ultra-kompaktního vozu s novým rozměrem „drive to fun“ jako stvořený.

Práce je rozdělena na celkem 21 kapitol. Obsahuje 89 stran textu a 4 strojní výkresy. V úvodní části je přehledně zpracovaná rešerše elektromobilů, vč. vybraných parametrů pro návrh řešení. Diplomant detailně popisuje techniku a funkční stavy u modelu Škoda Octavia Green E-line, jako inovativní projekt představuje urbanistický koncept Audi. Analyzuje jednotlivé varianty a doporučuje řešení s ohledem na zadání DP.

Diplomant se v předložené studii a designu inspiroval elektromobilem Renault Twizy. Práce je vhodně doplněna o designové skicy, které dobře prezentují jednotlivé varianty návrhu karoserie. Studie předkládá velmi podrobný návrh geometrie vnitřního prostoru s ohledem na ergonomii a komfort posádky. Nosná práce diplomanta je uvedena v 9. až 21. kapitole, kde je prezentován vlastní konstrukční návrh a výpočty.

Autor používá slovo hmotnost (např. tab. 10-1, str. 38), bez bližšího určení zda se jedná o celkovou/pohotovostní/užitečnou. Diplomant při návrhu hlavních komponentů pohonu nejprve velmi vhodně prezentuje teoretickou část problematiky a následně logicky definuje užité vlastnosti pro výběr.

Kladné hodnocení je při výběru konceptu pohonu. Centrální pohon v podobě moderního synchronního stroje s permanentními magnety v rotoru a jednoduchý stálý převod ukončený diferenciálem tvoří kompaktní celek s vysokým stupněm účinnosti. Řešitel zvolil technicky a cenově dostupnou variantu pro další využití v rámci projektu SGS 2826/115 na TUL.

Přehledně a v souladu s početními zásadami je provedeno sestavení matematického modelu pro kontrolu dynamiky náprav. Vlastní simulace byla provedena pomocí SW Matlab-Simulink.

Zajímavým prvkem je koncept řízení všech kol. Kola přední nápravy pomocí mechanického hřebenového řízení a elektricky kola zadní nápravy, což zlepšuje manévrovatelnou v městském provozu. Diplomant dokládá na str. 76 zlepšení manévrovací schopnosti na simulaci parkování do podélné mezery mezi stojící vozidla. S ohledem na další využití studie v podobě laminátové karoserie považují za správnou volbu výběr příhradového rámu.

Na straně 38-45 je prezentován výpočet jízdních odporů a v kapitole 13 předkládá rozvahu o dojezdu navrženého vozidla. Je nutné si uvědomit, že dojezd je jedním z nejdůležitějších faktorů v oblasti E-Mobility. Výpočet dojezdu byl proveden na základě zjednodušeného přístupu za ustálených jízdních podmínek bez odporu zrychlení a stoupání, viz. str. 42. Odpor zrychlení lze uvažovat jako lineárně závislý na frekvenci rozjezdů a dosahované rychlosti a odpor stoupání závisí lineárně na vertikální charakteristice stoupání vozovky. Ovlivňujícím faktorem odporu zrychlení je stav dopravní propustnosti při plánované cestě. S ohledem na určení projektu pro městský provoz považují za vhodné uvedené jízdní odpory zahrnout do výpočtu dojezdu. Pro výpočet dojezdu mohl student vycházet z již předešlých prací na TUL, které se zabývají touto problematikou, např. BP z r. 2011 „Simulace jízdních emisních cyklů pro klasické vozidlo a hybridní vozidlo“. Pro stanovení dojezdu (km) a energetické spotřeby (Wh/km) elektrických vozidel platí legislativa EU-ECE-R 101/2008, kde profil jízdy vychází ze známého Evropského jízdního cyklu MVEG/NEFZ.

Diplomant konstatuje, že prezentuje informativní výpočet dojezdu a na str. 53 předkládá varianty dojezdu s různou kapacitou baterie, ale absence přesného výpočtu nedovoluje kvalifikovaný výběr vhodné kapacity baterie pro daný účel projektu. Z grafu 11-4 a 14-1 (str. 45 a 55) je patrná maximální teoretická rychlost až 160km/h, což je hodnota výrazně za hranicí pro urbanistický provoz.

Pro porovnání jsem parametry prezentovaného konceptu podrobil výpočtu na dojezd podle verifikované softwarové simulace v plném rozsahu Evropského jízdního cyklu (městská/mimoměstská část) s výsledkem 253,5 km. Výpočet je včetně energie zpět získané z rekuperace. Z důvodu ochrany baterie před úplným vybitím byl výpočet proveden s vyčerpatelnou kapacitou baterie 85% z 27kWh.

Na základě ověřovacího výpočtu dojezdu a maximální rychlosti vozidla shledávám prostor pro optimalizaci pohonného jednotky včetně kapacity vysokonapěťové baterie. V případě uvažovaného dojezdového intervalu pro městský provoz ca. 100km lze uvažovat o výkonu vysokonapěťové baterie v rozsahu 12-15kWh (návrh v DP je 27kWh) při jmenovitém napětí 300V a

výkon elektrického stroje v oblasti 25kW (návrh v DP je 60kW). Tato změna by vyvolala optimalizaci jednostupňového převodu s cílem omezit maximální rychlost na 110km/h. Navržená optimalizace redukuje pohotovostní hmotnost vozidla na hladinu okolo 600kg (návrh v DP je 725kg). Diplomant předkládá studii výkonově dostatečně dimenzovanou pro aplikaci včetně komfortních spotřebičů (klimatizace/topení). Komfortní spotřebiče jsou významný parametr z hlediska dojezdu. Při extrémních teplotách redukuje dojezd až o 40%.

Velmi kladně hodnotím komplexní přístup diplomanta nabídnout kvalitní návrh studie a schopnost se orientovat napříč mezioborovými tématy. V závěru práce autor obhájí přístup k výběru předložené koncepce a jednotlivých komponentů.

Diplomant respektoval zásady pro vypracování DP. Pro splnění zadání prověřil dostupné podklady a dílčí problémy konzultoval na různých odborných pracovištích. Konstrukční část a výkresová dokumentace je vypracována správně v souladu s konstrukčními zásadami v SW CATIA V19. Diplomant zpracoval zadání komplexně, orientuje se v mechanické i elektrické části tématu.

Diplomant by při obhajobě měl zodpovědět následující dotazy:

1. Vysvětlit pojmy celková/pohotovostní/užitečná hmotnost vozidla
2. Obhájit kinematické schéma a vybraný koncept přenosu mechanické energie mezi elektrickým strojem a diferenciálem pomocí ozubeného řemene (výhody/nevýhody oproti přenosu ozubeným soukolím)

Předloženou diplomovou práci doporučuji k obhajobě na TU Liberec – Katedra vozidel a motorů.

Diplomovou práci hodnotím známkou **v ý b o r n ě**.

V Mladé Boleslavi, dne 04.06.2012

Ing. Pavel ORENDÁŠ

Technický vývoj ŠkodaAuto a.s., Mladá Boleslav

T: +420 326 8 15837, M: +420 605 293 477

E-mail: pavel.orendas@skoda-auto.cz