

Posudek diplomové práce

Autor diplomové práce: **Bc. Jakub Lindauer**

Téma diplomové práce: **Návrh podvozku elektromobilu**

Autor posudku: **Ing. Jan Sajdl, Ph.D.**

Hlavními cíli diplomové práce bylo popsat obecnou problematiku podvozků současných automobilů, vypracovat konstrukční návrh podvozku elektromobilu eTUL pro dvě osoby s ohledem na všechna zástavbová kritéria, vytvořit výrobní výkresovou dokumentaci, provést kinematickou analýzu vybraného zavěšení podvozku ve zvoleném softwaru a výsledky analyzovat, dále zkontrolovat pevnost a tuhost vybraných částí podvozku.

Předložená diplomová práce je zpracována přehledně s logickým členěním a jasnou návazností jednotlivých kapitol. Autor se v textu bohužel nevyvaroval drobných chyb spíše formálního a jazykového charakteru, které nemají na technickou stránku práce zásadní vliv.

V úvodní části diplomové práce autor uvádí stručný přehled problematiky podvozků motorových vozidel. Z textu je patrné, že problematiku zvládl dobře. Text je vhodně členěný a shrnuje podstatné body. Tato část práce byla následně využita i při dalším rozhodování o konstrukčním směru při plnění stanovených cílů.

Ve třetí kapitole se již autor zabývá vlastním konstrukčním řešením. V úvodu této kapitoly bych uvítal přehled zadaných parametrů vozidla (rozměry i hmotnosti), který vychází z práce Lukáše Pilvouska. I když je tato práce jistě veřejně dostupná, stručný přehled premis by byl pro lepší posuzování práce vhodný. Teprve zpětně lze například posoudit první popisované autorovo rozhodnutí, použít pneumatiky 205/65 R15 57L na ráfcích 5,5 palce. Z technického hlediska nevidím tuto volbu jako příliš vhodnou. Ráfek 5,5x15 palců s pneumatikou širší 205 mm bude pro tak malé auto zbytečně hmotný, s velkým momentem setrvačnosti i s velkým valivým odporem. Vzhledem k typu pohonu (elektromobil) bude takové kolo zhoršovat dynamiku vozu, zvyšovat spotřebu vozu a zkracovat akční rádius.

V další části autor navrhuje konstrukci přední nápravy, a předkládá dvě varianty. Vzhledem k požadavku katedry na nízké náklady je jeho rozhodnutí o použití resp. úpravě osvědčené přední nápravy z vozu Škoda Fabia správná volba. Aby bylo možné tuto nápravu použít na vozidle s mnohem užším rozchodem, autor volí cestu náhrady nápravnice vlastní konstrukcí. Navržená konstrukce se však jeví jako příliš subtilní s nízkou tuhostí. Dva duralové rámečky tloušťky 4 mm bez příčných propojení pravděpodobně neobstojí pevnostně ani z hlediska životnosti.

V další části práce autor vybírá převodku řízení formou subdodávky a daří se mu využít další komponenty ze Škody Fabie, např. táhla řízení, čep kola, náboj kola a poloosy. Tato volba jistě zlevní a zjednoduší celý projekt. Což je třeba přičíst ke kladům práce. Autor však ponechal i stejné pružiny a tlumiče. Vzhledem k poloviční hmotnosti navrhovaného elektromobilu je z pouhého orientačního výpočtu vlastní frekvence pružiny $\sqrt{k/m}$ jasné, že podvozek nebude příliš vyhovovat požadavkům na komfort a bezpečnost jízdy. Totéž platí o

zadní nápravě. Výsledkem bude pravděpodobně příliš tvrdý podvozek, který bude ještě zhoršovat zatížení náprav, viz pevnostní výpočty.

V kapitole 3.2 se autor zabývá návrhem zadní nápravy a uvádí informaci, že rovněž přední náprava nepočítá s příčnou stabilizací. Takové řešení je jistě možné, nicméně by bylo dobré znát důvody tohoto netypického rozhodnutí. Navržená zadní náprava je vlastní konstrukce a principiálně vychází z klikové nápravy. Tato volba je vzhledem k okolnostem vhodná již kvůli své jednoduchosti a zástavbové nenáročnosti.

Čtvrtá kapitola obsahuje pevnostní výpočty vybraných dílů. Hned první obrázek této kapitoly však ukazuje poněkud nestandardně orientovaný souřadný systém. Což nemusí být na závadu, ale vzhledem k zavedeným konvencím a využití mnoha 3D modelů ze Škody Auto, by bylo dobré orientaci souřadného systému zachovávat. Uvedené výpočty zahrnují základní jízdní režimy, a autor volí přiměřenou míru zjednodušení jako je zanedbání některých jízdních odporů a poddajnosti pneumatik. Dynamické zatížení je pak řešeno konstantou $k_D=2$.

Výsledkem jsou tři prověřované jízdní režimy. K pevnostnímu řešení bylo použito softwaru ProMechanica. Z výsledků shrnutých v kapitole 4.2.5 však vyplývá, že navržená konstrukce i po zesílení vykazuje při posledním jízdním režimu překročení meze pevnosti. Autor však omlouvá tento špatný výsledek extrémní situací, která nastává jen výjimečně. V době, kdy losí test je prakticky homologačním testem, nelze s tímto stanoviskem souhlasit. Rozbor výsledků je velmi stručný a autor správně poznamenává, že může dojít k poškození či deformaci nápravy. Dle mého soudu je i první jízdní režim (rozjezd) nebezpečně blízko meze kluzu! Rád bych připomněl, že dalšími kritérii správného návrhu podvozku jsou i dostatečná robustnost a tuhost konstrukce. Je třeba pamatovat na i dostatečnou životnost náprav, o dobrém jízdním projevu nemluvě.

Opět bych se rád vrátil k nejasnostem zadání, chybí informace o pohotovostní a celkové hmotnosti. Na str. 34 při výběru pneumatik je uvedena celková hmotnost vozidla 767 kg, na straně 57 je v základních datech uvedena hmotnost vozidla 700 kg. Jelikož je celková hmotnost součet pohotovostní a užitečné hmotnosti zbývá na posádku a náklad 67 kg, což je poněkud málo. Navíc pokud tedy nedošlo na straně 57 k překlepu, byla pro výpočet použita pouze hmotnost vozidla, nikoliv celková hmotnost. Vzhledem k již tak limitním výsledkům pevnostního výpočtu a tvrdému nastavení podvozku (převzato beze změny z mnohem hmotnějšího vozu Fabia) by plně naložené vozidlo pravděpodobně nevyhovělo z hlediska pevnosti a životnosti.

Pátá kapitola obsahuje stručný rozbor kinematiky a dynamiky podvozku. V této části autor prokázal znalosti použití programů Lotus Suspension Analysis a MatLab, které pro tyto simulace využil. Bohužel chybí hlubší rozbor nasimulovaných výsledků, které možná naznačují, jaké důsledky bude mít absence stabilizátorů a použití odpružení z mnohem těžšího vozu.

Závěrem bych rád uvedl, že předložená práce je zpracována dobře a přehledně. Dle mého soudu autor problematiku zvládl dobře a práci věnoval velké množství času. Nicméně se nevyvaroval několika zásadních chyb, kterým snad mohly předejít konzultace. Do jaké míry byl studentu poskytován nadhled nad problematiku a vedení však nemohu soudit.

Předložená diplomová práce splňuje zadané cíle a její autor prokázal schopnost samostatné práce na zadaném úkolu. Pro zmíněné nedostatky hodnotím diplomovou práci klasifikačním stupněm

velmi dobře

V Mladé Boleslavi 10. 6. 2013

Ing. Jan Sajdl, Ph.D.



Pro obhajobu diplomové práce pokládám tyto otázky:

1. Objasnění pojmů celková, užitečná, pohotovostní hmotnost.
2. Popsat vliv příčných stabilizátorů na jízdní vlastnosti vozu.