

Počítačové modelování jízdních vlastností formule Student

Eva Menclová¹, Jan Rendl²

1 Úvod

Formule Student je mezinárodní soutěž studentských týmů, jejichž úkolem je návrh a konstrukce jednomístného závodního vozu formulového typu, který má být výkonný, dobře ovladatelný, spolehlivý, bezpečný i estetický. Vlastní soutěž se skládá z několika bodovaných disciplín, ve kterých jsou formule podrobeny statickým a dynamickým testům.

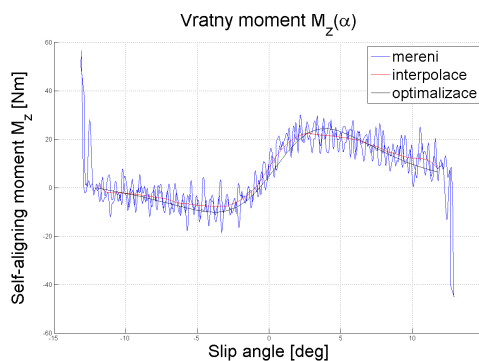
Hlavním cílem této práce bylo vytvoření virtuálního modelu formule Student s důrazem na modelování pneumatik. Pneumatiky jsou komplexní částí vozidla, která je přímo spojena s vozovkou, proto je na místě jim věnovat náležitou pozornost. Model pneumatik, kterým se tato práce zabývá, se nazývá *Pacejka Magic Formula* [Pacejka (2006)].

2 Pacejka Magic Formula

Pacejka Magic Formula (PAC2002) je široce používaný model pneumatiky, který je schopen popsat velikosti sil a momentů působících na pneumatiku na základě daných univerzálních vztahů za podmínky znalosti změřených experimentálních dat [Pacejka (2006)]. Jedná se o model semi-empirický, protože se opírá jak o teoretické vztahy, tak o data získaná z měření.



Obrázek 1: Fotografie z měření ve firmě *Calspan*



Obrázek 2: Závislost vratného momentu M_z na úhlu skluzu α

Kosinová forma obecného vzorce modelu *Pacejka Magic Formula* je

$$y(x) = D \cos \left[C \arctan \left(Bx - E (Bx - \arctan Bx) \right) \right], \quad (1)$$

¹ student navazujícího studijního programu Počítačové modelování v inženýrství, obor Výpočty a design, e-mail: mencev@students.zcu.cz

² student navazujícího studijního programu Počítačové modelování v inženýrství, obor Dynamika konstrukcí a mechatronika, e-mail: rendlj@students.zcu.cz

kde B , C , D a E jsou neznámé parametry, jejichž hodnoty je nutné naladit na základě znalosti experimentálních dat [Pacejka (2006)].

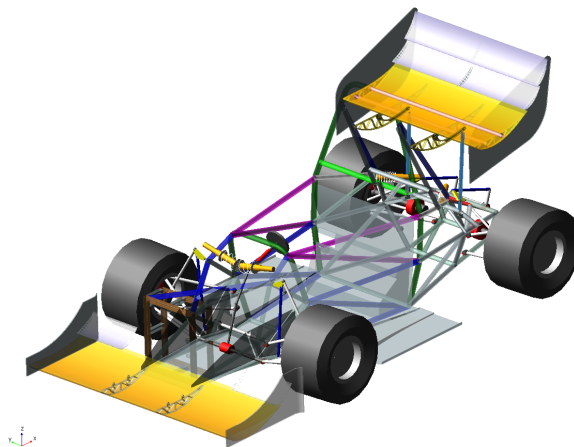
3 Experimentální data

Data z měření jsou nezbytná pro identifikaci neznámých koeficientů vyskytujících se ve vzorcích *Magic Formula*. Tým ZČU získal data jako člen *The FSAE Tire Test Consortium*. Poté byla data podrobněji zpracována a využita pro identifikaci neznámých koeficientů pomocí optimalizačního procesu ve výpočtovém prostředí MATLAB. Na obrázku 2 je zobrazen jeden z výsledků optimalizace neznámých koeficientů příslušících vratnému momentu M_z pro jednu kombinaci vstupních dat.

Po optimalizačním procesu byl model pneumatik zkompletován a následně implementován do modelu formule Student.

4 Model formule Student v modulu ADAMS/Car

Další část práce byla věnována tvorbě virtuálního modelu formule Student v modulu ADAMS/Car. Nejdříve byly vytvořeny jednotlivé šablony (*templates*) konstrukčních částí, které byly spojeny do sestavy celé formule (*assembly*).



Obrázek 3: Model formule Student

Po implementaci modelu pneumatik *PAC2002* a po návrhu pružin i tlumičů přední a zadní nápravy byly s modelem realizovány simulace, které příslušely vybraným dynamickým testům soutěže Formule Student. Byly provedeny simulace jízdy na trati ve tvaru osmičky a simulace jízdy na okruhu, během nichž bylo vyhodnocováno např. klopení karoserie nebo síly působící v nožích stabilizátorů.

Poděkování

Příspěvek byl podpořen projektem SGS-2016-038. Autoři dále děkují společnosti Calspan za data z měření pneumatik.

Literatura

Pacejka, H. B. (2006) *Tire and Vehicle Dynamics*. The Netherlands: Delft University of Technology, SAE International