

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta aplikovaných věd

Katedra mechaniky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Model podvozku R/C modelu

Předkládá: Jakub Pouliček

Obor: Výpočty a design

Vedoucí práce: Ing. Miroslav Horák, Ph.D

Prohlášení

Čestně prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně, pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

V Plzni dne 30. května 2012

Jakub Pouliček

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Miroslavu Horákovi, Ph.D za cenné rady,
připomínky a vedení práce.

Abstrakt

Cílem práce je zjištění chování vyváženého podvozku R/C modelu oproti modelu, u kterého byla použita baterie se sníženou hmotností. K tomuto účelu byly vytvořeny počítačové simulace pomocí programu MSC. Adams, ve kterém bylo ověřeno chování modelu na třech vzorových režimech. V prvním případě se jednalo o rozjezd vozidla, ve druhém případě o intenzivní brzdění a poslední simulace se zabývala chováním modelu při přejezdu překážky jednou stranou modelu. Uskutečněné simulace ukázaly, že snížení váhy baterie mělo zásadní vliv na rozjezd modelu, kdy dochází k výraznému směrovému vybočení podvozku. V rámci práce vznikl designový návrh karoserie pro tento typ podvozku, který splňuje oficiální specifikaci pro závody v kategorii TC – Touring Car.

Klíčová slova: R/C model, podvozek, MSC Adams, dynamika vázaných soustav, materiál Clay, rozjezd, brzdění

Abstract

The objective of this study is to determine behavior of balanced R/C model chassis against the behavior of chassis with reduced battery weight. For this purpose, computer simulations were created using MSC. Adams, in which the behavior of the model was verified in three standard modes. In the first case it was the start of the vehicle from a standstill. In the second case intensive braking of the model, and the last simulation deal with the behavior of the model during the crossing of obstacles by one side of the model. Carried simulations have shown that reducing the weight of the battery had a major impact on the start of the model, which leads to a significant directional deviation of the chassis. Within the frame of this study was made a design proposal of bodywork for this type of chassis. This bodywork meets the specifications for official races in the TC category – Touring Car.

Keywords: R/C model, chassis, MSC. Adams, multibody dynamics, Clay material

Obsah

1. ÚVOD	6
2. POČÁTKY A ROZDĚLENÍ MODELŮ AUTOMOBILŮ	7
3. TVORBA MODELU	11
3.1 Zavěšení náprav	12
3.2 Tlumení	12
4. VÝSLEDKY SIMULACÍ	16
4.1 Akcelerace	16
4.2 Brzdění	19
4.3 Přejezd překážky	20
5. DESIGNOVÝ NÁVRH	24
6. ZÁVĚR	27
SEZNAM LITERATURY A ZDROJŮ	28
PŘÍLOHA Č. 1	I
PŘÍLOHA Č. 2	II

1. Úvod

Snem každého malého chlapce je mít své vlastní autíčko na dálkové ovládání, se kterým by se mohl prohánět po bytě nebo venku s kamarády. V tomto věku jde mladému závodníkovi spíše o zábavu než o to, aby přemýšlel o složitém nastavování modelu, které podstupují zkušenější a starší závodníci využívající nepřeborné množství dílů, jejichž kombinace jim umožňuje vyrobit si vlastní závodní model, který přesně odpovídá jejich představám a potřebám. Každý díl musí být propracován a splňovat určitá kritéria, aby výsledek celého snažení nebyl pouhým zklamáním. Proto je nutné pečlivě vybírat jednotlivé komponenty.

Jednou z velmi důležitých částí modelů je podvozek. Každý rok se v oblasti automobilových R/C modelů objevují nové druhy podvozků, které slibují lepší jízdní vlastnosti než předchozí modely, které byly už tak na vysoké úrovni. Jedním takovým je i podvozek Hot Bodies TCX, u kterého došlo proti jeho předchůdci k mírnému zúžení šasi a posunutí baterie od středu modelu. Reklamní slogany slibují „lepší pocit“ z řízení modelu a zlepšení jeho jízdních vlastností. A právě toto vedlo k myšlence vytvořit počítačový model stávajícího podvozku a podvozku s posunutou baterií.

V předkládané bakalářské práci jsou popsány počátky automodelářského sportu, rozdělení modelů a především je zde popsána tvorba modelu modelu podvozku R/C automobilu v programu MSC. Adams. Model je dále testován ve vybraných situacích.

2. Počátky a rozdělení modelů automobilů

Z hlediska použití dělíme modely automobilů na silniční (tzv. on-road) a terénní (off-road) modely. On-road vozy mají velmi malou světlou výšku, nepočítá se u nich s jízdou v terénu, kde by musely překonávat velké překážky, jakými jsou například kameny. Užívají se zde tužší pružiny, aby se celkově zvýšila možnost ovládat vůz, který i díky tužším pružinám bude lépe držet v zatáčkách. Používají se kola menších velikostí, většinou s průměrem pod sedm centimetrů. Pneumatiky u těchto modelů mají velmi malý vzorek nebo se někdy používají i pneumatiky bez vzorku tzv. slick pneumatiky. Tyto modely dosahují rychlosti až 150 km/h. (obr. 2.1)

U off-road modelů je využívána mnohem vyšší světlá výška zejména proto, že jsou využívány především v členitém prostředí. Používají se mnohem měkčí pružiny, které jsou schopny lépe zpracovat nárazy při dopadu modelu po skoku nebo přejezdu přes nerovnosti. Také pneumatiky jsou úplně jiné než u on-road modelů. Mají velký vzorek, aby měly dobrý záběr při jízdě v bahnitém terénu, v písku nebo při jízdě do kopce. U off-road modelů maximální rychlost přesahuje hodnotu kolem 100 km/h. (obr. 2.2)



obr. 2.1 On-road (Hot Bodies TC)



obr. 2.2 Off-road (Hpi Savage X)

Historicky první zmínka o použití dálkově ovládaného stroje se datuje do roku 1893, kdy slavný vynálezce Nikola Tesla, předvedl model rádiem ovládané lodě na prezentaci v St. Luis před National Electric Light Association (obr. 2.3). Veřejnosti byl tento vynález představen až o pár let později, v roce 1898 v New Yorku. [1]



obr. 2.3 Teslův rádiem ovládaný model lodě

V první polovině 20. století zasáhly svět hned dvě světové války, přesto v roce 1936 vznikl v Anglii jeden z prvních automodelářských klubů s názvem Model Car Racing Association. V té době ještě neřízené modely dosahovaly zrychlení z 0 – 65 km/h za necelé 3 vteřiny a jezdily pouze v přímém směru. O čtyři roky později se v Americe začaly v modelech používat diesellové motory, které zvýšily rychlost na 100 km/h. V tomto období se nedá ještě hovořit o komerčním prodeji modelů, v provozu bylo několik desítek možná stovek kusů.

První společností, která se začala zabývat komerční výrobou a prodejem R/C modelů aut, se v roce 1966 stala italská společnost Elettronica Giocattoli s modelem Ferrari 250LM, který byl vyráběn v měřítku 1:12. Poprvé byl vůz prodáván na anglickém trhu. Dva roky poté vyrobila tato firma model Ferrari P4 (obr. 2.4), tentokrát v měřítku 1:10. Dálkové ovládání ještě nebylo na principu radiových vln, ale model za sebou táhl kabel, spojený s ovladačem v ruce modeláře.

V 70. letech se na trhu začínají objevovat další společnosti a vše začíná nabírat nový směr. V Americe se začínají vyrábět lepší motory se dvěma písty místo jednoho. Většina modelů byla v měřítku 1:8, byly poháněné spalovacími motory, s podvozky vyráběnými

z hliníku a s polykarbonátovou karoserií. V této době také vzniká asociace Remotely Operated Auto Racers¹, která pod sebe soustředila veškeré dění v oblasti R/C automobilových modelů. V roce 1974 se objevuje první elektricky poháněný model od americké firmy Jerobee (obr. 2.5). Na trhu se objevuje japonská firma Tamiya. Její první modely byly velmi precizní a tomu také odpovídala jejich cena. I přes tuto skutečnost, se ale firmě podařilo komerčně prorazit a téměř vždy byly modely rychle vyprodány. Díky této zkušenosti začala následně firma Tamiya vyrábět ve větší míře účelově zaměřené modely.



obr. 2.4 Ferrari P4



obr. 2.5 Jerobee Comando

Až do této doby se jednalo vesměs o on-roadové (silniční) podvozky. Firma Tamiya přinesla roku 1979 na trh první dva off-road vozy s názvy Sand Scorcher (obr. 2.6) a Rough Rider (obr. 2.7), které měly velmi reálný systém zavěšení kol. Tyto modely přilákaly mnoho nových nadšenců, protože už nebylo třeba jezdit pouze na hladkých cestách nebo v uzavřených halách, ale byla možnost vyjet s modelem do téměř jakéhokoli terénu.



obr. 2.6 Sand Schorcher



obr. 2.7 Rough Rider [2]

¹ Dále jen ROAR

Ve stejném roce se konal i první Světový šampionát v Ženevě, ve kterém závodily on-road modely v měřítku 1:8, vybavené benzínovými motory.

V dalším desetiletí se organizované závody stávají velmi vyhledávanou událostí. Pevně se zavádí světový šampionát modelů v měřítku 1:12, který se koná každé dva roky. Nebylo překvapením, když se pravidelně do soutěže přihlásilo i přes 400 jezdců. Veškerá technologie šla v tomto období kupředu a firma Tamiya uvedla na trh první model s pohonem všech čtyř kol s názvem HotShot (obr 2.8).



obr. 2.8 Tamiya HotShot [3]

V současné době se na závodních tratích zcela prosadily komerční podvozky. Mnohdy profesionální jezdci a jejich mechanici laborují především s nastavením podvozků na konkrétní povrch a tvar tratě. Individuální vývoj se z automobilového modelářství až na malé výjimky prakticky vytratil. Filozofie „Jak si zaplatíš, tak se svezeš“ bohužel vyhnala mnoho mladých nadějných závodníků k rekreačnímu ježdění na parkovištích u nákupních center a zájem o oficiální šampionáty pomalu klesá.

V obchodech pro modeláře se dá najít mnoho nových modelů, množství náhradních a tuningových dílů od renomovaných výrobců jako jsou LRP, Himoto nebo Tamiya. A to je jen velmi malý zlomek všech firem zabývajících se jejich výrobou. Vývoj jde stále kupředu a tak není problém sehnat například součástky z uhlíkových vláken, objevují se mnohem silnější a kvalitnější baterie, motory případně i rychlejší servomotory řízení, než se kterými se začínalo.

3. Tvorba modelu

Závodní on-road podvozek je velice složité zařízení. Jednotlivé prvky umožňují nastavit sbíhavost na nápravách, odklon kol, tuhost pružin a charakteristiky tlumičů a tím měnit nastavení a chování podvozku v jednotlivých režimech na trati. Na mechanikovi je, aby vhodnou kombinací nastavení našel tzv. „optimální set-up“ pro konkrétní trať a jezdce.

Pro potřeby simulací byl vytvořen model závodního kompozitového podvozku Hot Bodies Cyclone TC v prostředí softwaru MSC. Adams firmy MSC. Software. Jak již bylo uvedeno, tento podvozek prošel v roce 2011 evolucí na variantu TCX. Jedná se o on-road model s náhonem na všechna čtyři kola.

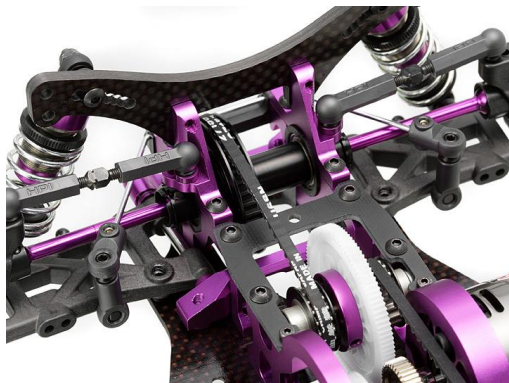
Od motoru je na nápravy výkon přenášen dvěma řemínky (u levnějších podvozků to bývá kardan). V zadní nápravě je kuličkový diferenciál, v přední nápravě může být diferenciál, jednosměrná volnoběžka nebo v poslední době hojně využívaná tzv. pevná osa.



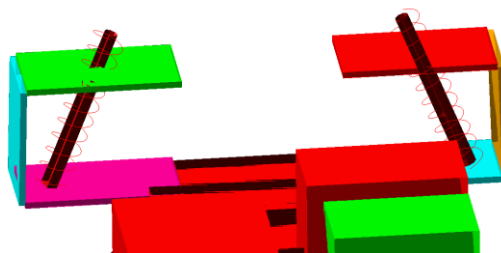
obr. 3.1 Podvozek Cyclone TC

3.1 Zavěšení náprav

Zavěšení zadní nápravy je na modelu simulováno rovinným čtyřkloubovým mechanismem, který je připojen k základnímu rámu podvozku pomocí rotačních vazeb v předem naměřených místech, které odpovídají uchycení na reálném podvozku. V nápravě je vložen tlumič s pružinou, proti reálnému modelu je vypuštěn torzní stabilizátor.



obr. 3.2 Reálná zadní náprava

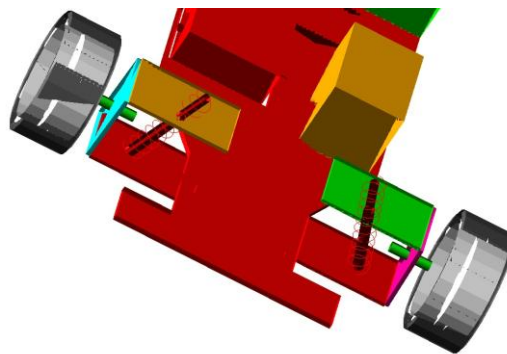


obr. 3.3 Vymodelovaná zadní náprava

Oproti zadní nápravě jsou v přední nápravě umístěny klouby řízení, ke kterým jsou rotačními vazbami připojena kola. Na obou nápravách je možné nastavit sbíhavost, odklon kol a tzv. „propad“ – maximální světlost podvozku.



obr. 3.4 Reálná přední náprava



obr. 3.5 Vymodelovaná přední náprava

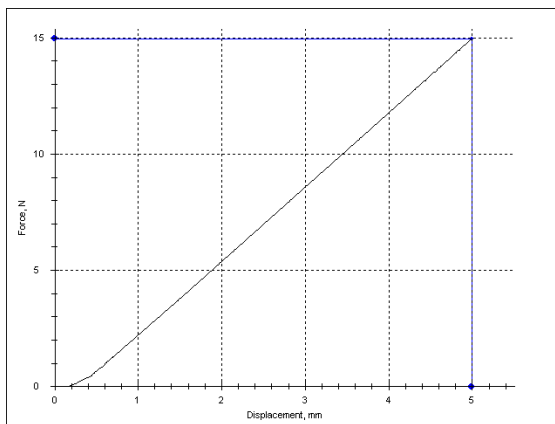
3.2 Tlumení

Jako u reálných vozů, tak i u většiny R/C modelů zajišťují tlumení olejové tlumiče. Charakteristiku tlumičů je možné nastavit výměnou pístu nebo změnou viskozity olejové

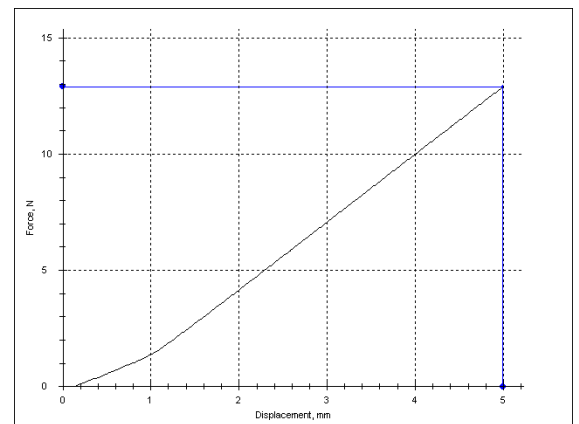
náplně tlumiče. Tlumiče jsou v horní části k podvozku přichyceny okem na tzv. paroh. Poloha oka parohu je dalším ladícím prvkem v už tak složité alchymii nastavení podvozku.

Součástí tlumiče je pružina. Každý závodník má několik sad pružin různých tuhostí, které mění podle charakteru a povrchu konkrétní trati. U našeho modelu byly použity dva typy pružin – zlatá HPI 6544 pro zadní nápravu a stříbrná HPI 6543 pro přední nápravu.

Tuhost pružin byla experimentálně odměřena na trhacím stroji. Charakteristiky jsou na obrázcích 3.6 (zlatá pružina) a 3.7 (stříbrná pružina). U zlaté pružiny byla takto zjištěna tuhost přibližně 3 N/mm a u stříbrné pružiny tuhost přibližně 2,5 N/mm.

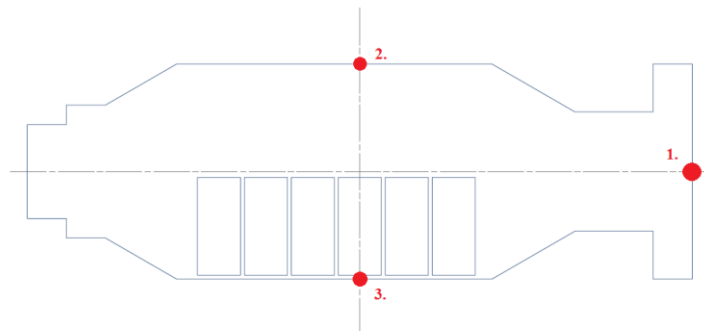


obr. 3.6 Charakteristika zlaté pružiny



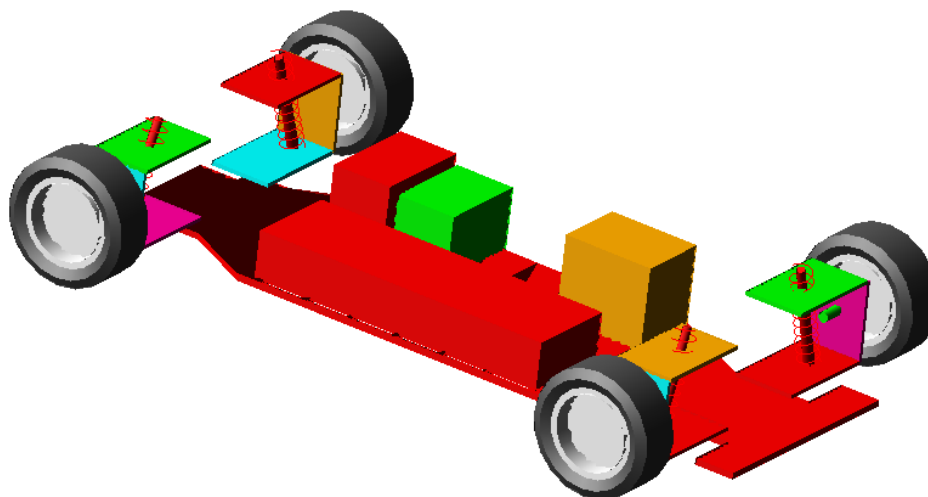
obr. 3.7 Charakteristika stříbrné pružiny

Aby bylo možné sledovat vybočení podvozku z přímého směru nebo náklon šasi při přejetí překážky, byly na podvozek umístěny tři markery. Jeden vpředu, pro sledování výchylky z přímé dráhy a další dva po stranách přibližně v polovině podvozku (obr. 3.8).



obr. 3.8 Umístění markerů a jejich označení na modelu

Na obr. 3.9 je výsledný model podvozku v programu MSC. Adams. Na podvozku je již umístěna i elektronika – servomotor řízení, regulátor, přijímač, motor a pohonná baterie. Tyto komponenty jsou k podvozku připojeny pomocí pevných vazeb.



obr. 3.9 Model podvozku v programu MSC. Adams

3.3 Pneumatiky

Samostatnou kapitolou tvorby modelu bylo najít a naladit vhodný model pneumatiky. V první fázi vývoje byl používán model s označením PAC2002. Tento model byl vytvořen firmou MSC. Software na základě práce, kterou vytvořil expert na dynamiku vozidel Hans Bastiaan Pacejka [4]. I přes to, že bývá tento model pneumatik velmi často užíván v praxi, během simulací se pro naše účely neosvědčil. Velice často docházelo k prokluzům a pneumatika „nedržela stopu“.

Dalším modelem, který byl testován s podstatně lepšími výsledky, byl model MDI_FIALA [5]. V průběhu vyhledávání v literatuře [6] bylo zjištěno, že se model pneumatik PAC2002 hodí hlavně na pomalejší manévry, jako je například parkování, kdežto model MDI_FIALA je doporučeno využívat pro děje za vyšších rychlostí.

Vzhledem k nedostatku informací o používaných materiálech na pneumatikách byl koeficient adheze určen experimentálně. Reálný podvozek Hot Bodies TC byl se zablokovanými nápravami pomocí siloměru tahán po podložce simulující povrch vozovky. Z maximální síly potřebné k „proklouznutí“ pneumatik byl poté vypočítán koeficient adheze

(obr. 3.10 a 3.11). K výpočtu posloužil vzorec pro třecí sílu, z kterého byl následně vyjádřen koeficient adheze f_0 . Normálová složka síly byla získána na základě znalosti váhy modelu.

$$T = f_0 * N \rightarrow f_0 = \frac{T}{N};$$

T – třecí síla [N], f_0 – součinitel adheze[-], N – normálová síla[N]

Pro měření byly použity pneumatiky Take Off CS-27R, které jsou předepsány pro zimní halové seriály v ČR. Tyto pneumatiky s příměsí přírodního kaučuku se vyznačují příznivou cenou a relativně vysokou životností. I proto jsou velice oblíbené mezi závodníky.

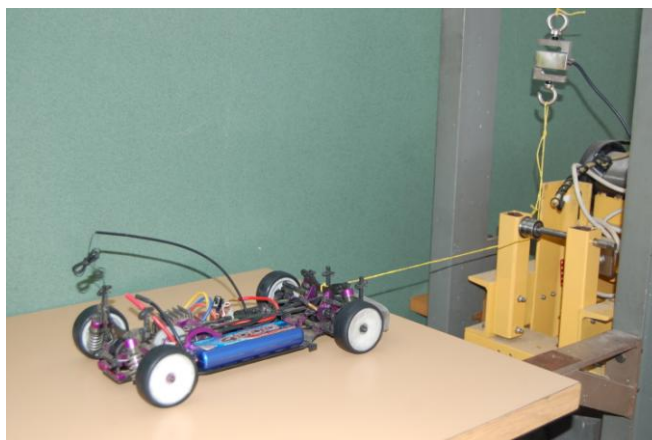
Aby byl potlačen vliv rozložení hmotnosti, byl podvozek vlečen v různých směrech (popředu, pozadu a bokem). Z výsledků uvedených v tabulce 3.1 je patrné, že na výsledný koeficient adheze má způsob tažení podvozku minimální vliv.

Způsob tažení	Třecí síla [N]	Koeficient adheze
Popředu	20.79	1.58
Pozadu	19.62	1.49
Bokem	20.76	1.58
Průměrná hodnota	20.39	1.55

Tab 3.1 Průměrné naměřené hodnoty



obr. 3.10 Digitální siloměr



obr. 3.11 Fotografie z měření

4. Výsledky simulací

Model podvozku z předchozích kapitol byl v programu MSC. Adams následně podroben modelovým situacím. Předmětem zkoumání bylo především chování podvozku při prudké akceleraci, intenzivním brzdění se zaměřením především na vliv stranového nevyvážení na podélnou stabilitu (resp. snahu podvozku vybočovat z přímé stopy). Motivací k těmto testům je především příchod nových moderních Li-Pol a Li-Ion baterií, které jsou mnohem lehčí než dříve používané NiCd nebo NiMH baterie.

4.1 Akcelerace

Jak již bylo zmíněno výše, bude při akceleraci zkoumán především vliv příčného vyvážení na směrovou stabilitu podvozku. Při prudké akceleraci (např. ze startovního roštu) je potřeba veškerý výkon motoru přenést přes pneumatiky na vozovku a tak dosáhnout maximálního zrychlení s minimální směrovou korekcí řízením. Každé nenadálé vybočení podvozku znamená nejen ztrátu rychlosti, ale především ztrátu tolik potřebné koncentrace závodníka.

Rozjezd modelu byl v programu MSC. Adams nastaven předepsáním kinematických poměrů na pneumatikách. Při akceleraci se model pohybuje po přímce vpřed a uvažujeme tak rovnoměrné rozložení výkonu mezi nápravami.

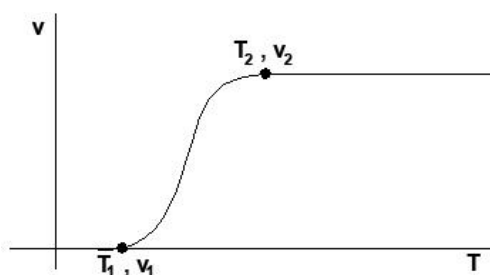
Zrychlení je nastaveno pomocí spojitě funkce $STEP5(TIME, T_1, v_1, T_2, v_2)$ tak, aby se model rozjel plynule z klidu na rychlost 10 m/s. (obr. 4.1)

Kde jednotlivé členy funkce znamenají:

TIME – proměnná, na jejímž základě funkce mění parametry

T_1 – čas, do kterého platí rychlost v_1

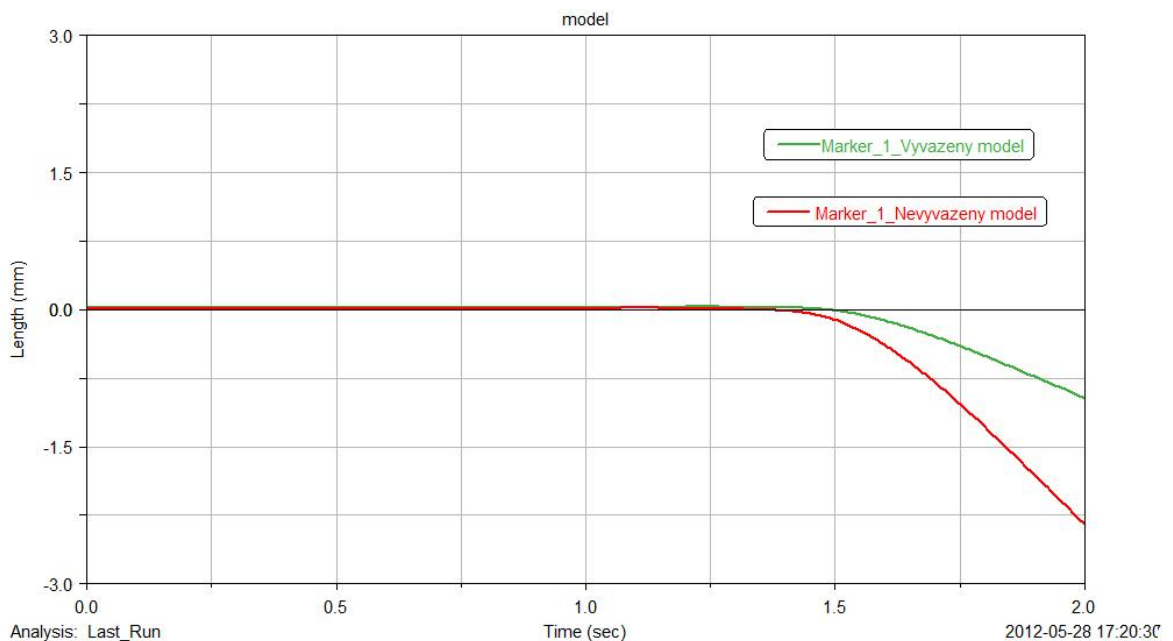
T_2 – čas, kdy musí být dosažena rychlost v_2



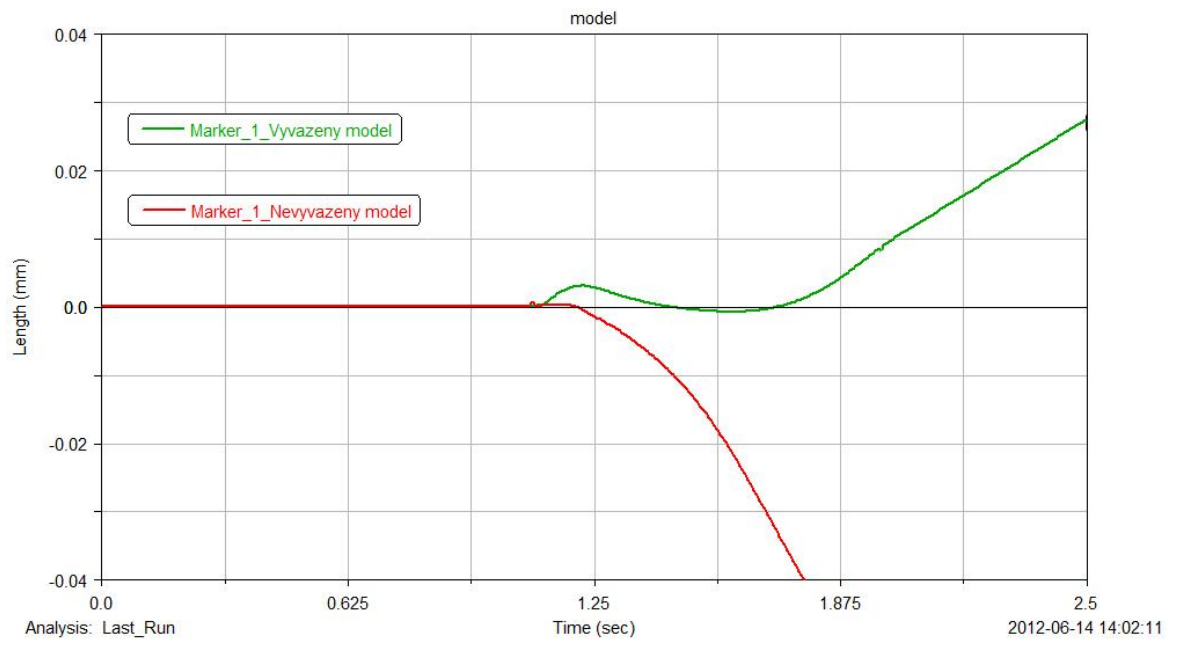
obr. 4.1 Graf funkce STEP5

Konkrétní předpis funkce pro tuto úlohu je $STEP5(TIME,1,0,2,10/0.03)$. Přičemž model dosáhl zrychlení přibližně $18,7 \text{ m/s}^2$ mezi první a druhou vteřinou simulace. Počáteční jedna vteřina je zařazena z důvodu ustálení modelu do rovnovážné polohy před samotným rozjezdem.

Na obrázku 4.2 je zobrazeno stranové vybočení vyváženého (zeleně) a nevyváženého (červeně) modelu. Záporné hodnoty značí vybočení modelu doprava ve směru hodinových ručiček. Toto vychýlení je způsobené prokluzem kol. Na pravé straně podvozku (při pohledu odzadu vpřed) je umístěna pohonná baterie. Při použití Li-Pol baterie je tato strana podvozku lehčí a kola přenášejí menší výkon na vozovku. Dále na obrázku 4.3 je zobrazeno vybočení modelu při zrychlení 9.35 m/s^2 . Z obrázku je vidět, že nevyvážený model se chová obdobně jako za vyššího zrychlení v obr. 4.2. Naproti tomu vybočení vyváženého podvozku je zcela zanedbatelné.



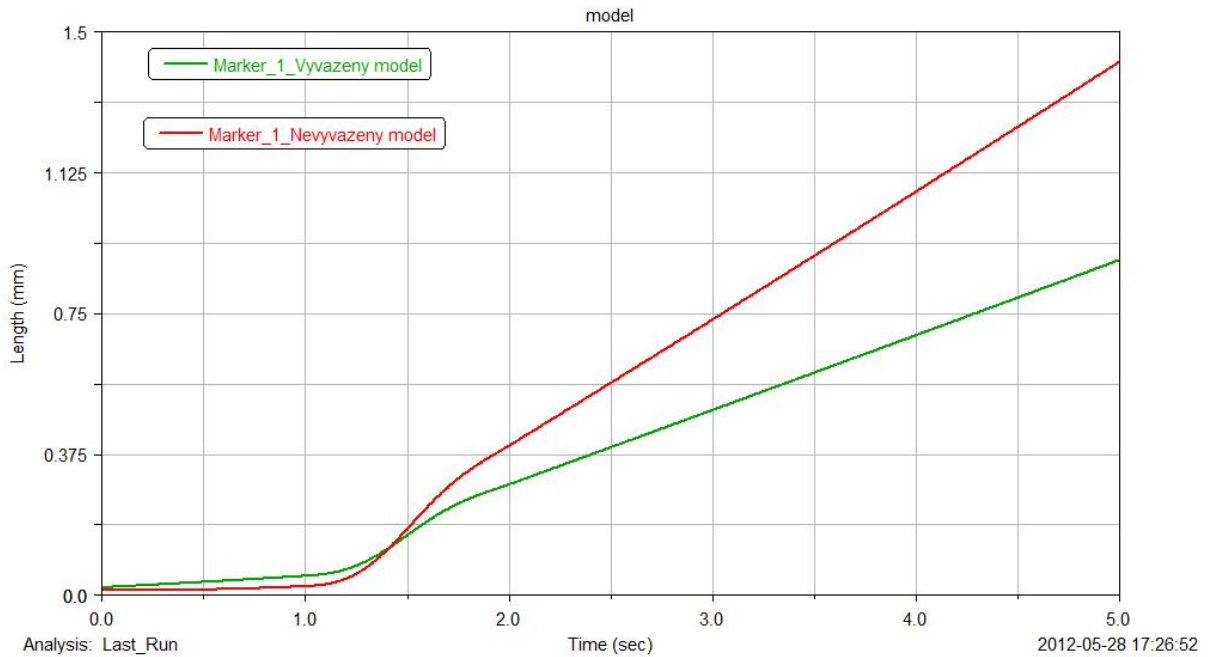
obr. 4.2 Výchylka modelu při rozjezdu na 10 m/s.



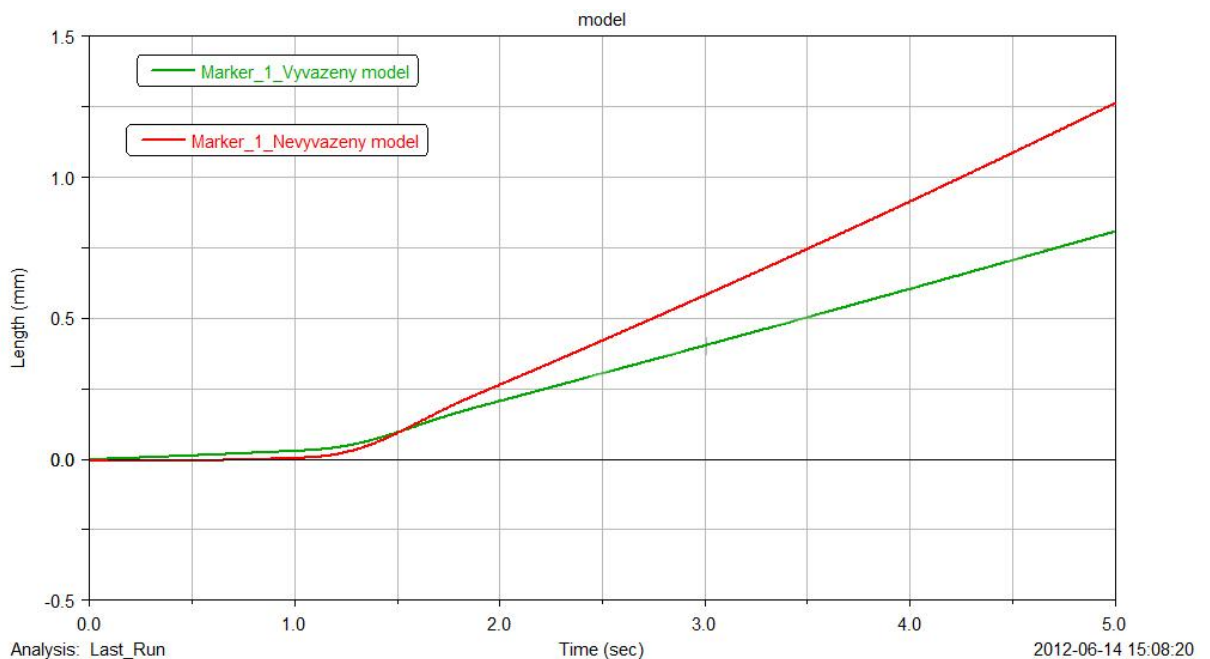
obr. 4.3 Výchylka modelu při rozjezdu na 5 m/s.

4.2 Brzdění

Podobně jako u akcelerace, bylo i prudké brzdění simulováno předepsáním kinematických poměrů na kolech podvozku pomocí funkce STEP5. Z obrázku 4.4 vyplývá, že k největšímu vybočení dochází mezi první a druhou vteřinou brzdění. V tomto časovém intervalu dochází i k proklouznutí pneumatik a podvozek se nachází ve smyku. Z grafů je zřejmé, že vybočení není tak velké jako při rozjezdu.



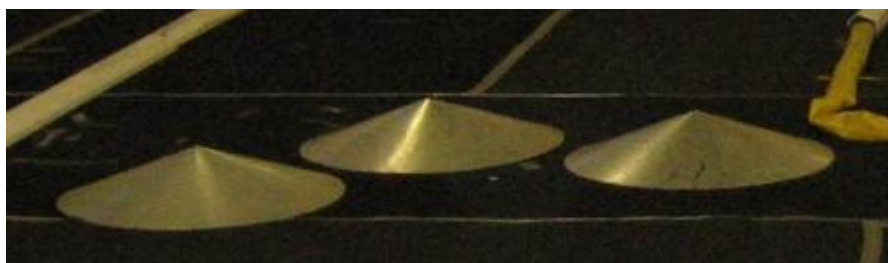
obr. 4.4 Výchylka modelu při brzdění z 10 m/s na 4 m/s



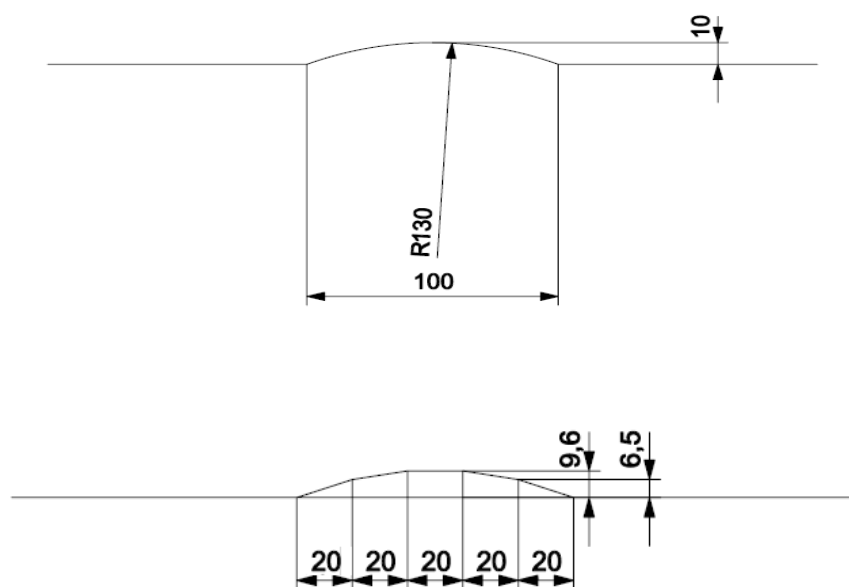
obr. 4.5 Výchylka modelu při brzdění z 10 m/s na 7 m/s

4.3 Přejezd překážky

K tomu, aby bylo možné provést simulaci přejezdu překážky, bylo zapotřebí nejdříve vytvořit tzv. road file, z kterého si program načte souřadnice a vytvoří, povrch pro model. Při závodech jsou zatáčky vyznačeny plastovými kužely (obr. 4.6), jejichž použití sice uchrání model před střetem s tvrdým mantinelem, ale kola při jejich přejetí ztratí kontakt s povrchem vozovky. Obloukový tvar poklice byl pro potřeby programu MSC. Adams aproximován po částech lineárními funkcemi (obr. 4.7). Při simulaci uvažujeme přejetí překážky pouze pravou polovinou podvozku. U této úlohy bude sledován náklon způsobený přejetím překážky.

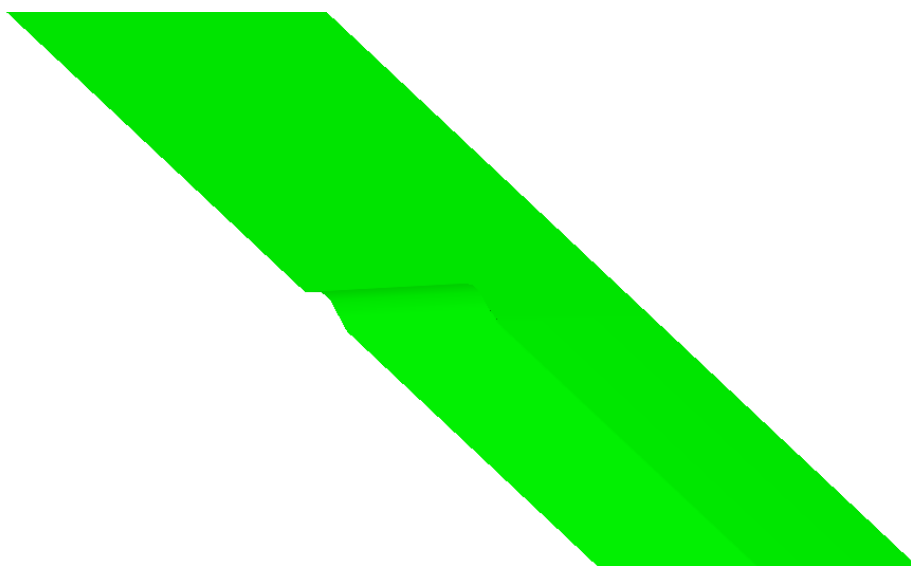


obr. 4.6 „Poklice“ – značka tratě [7]



obr. 4.7 Aproximovaná překážka pro MSC. Adams

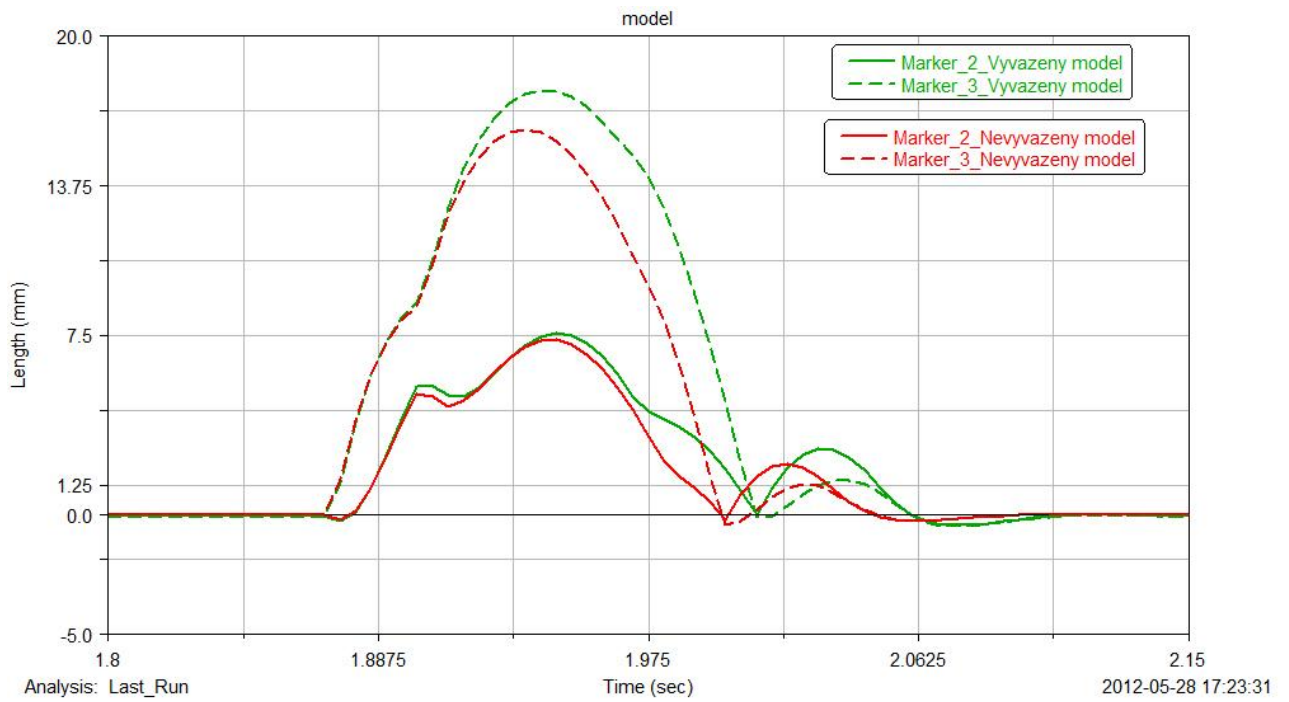
Na obrázku 4.8 je vyobrazen konečný vzhled cesty v programu MSC. Adams.



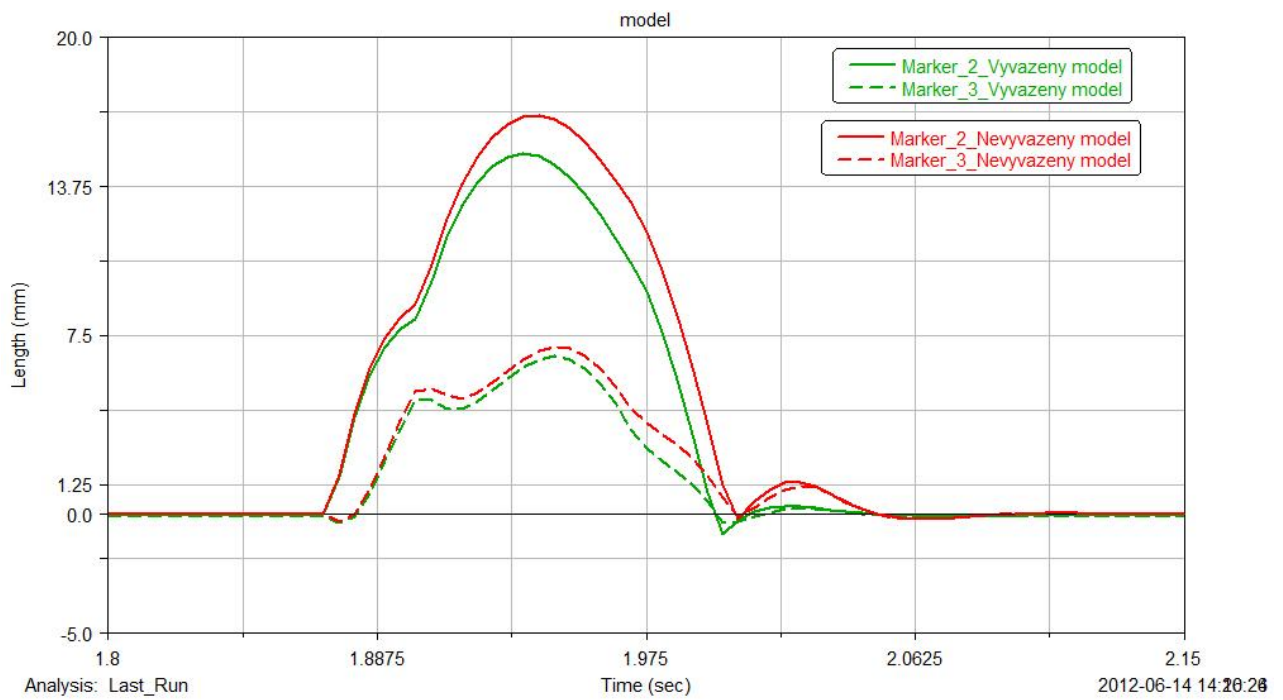
obr. 4.8 Model cesty s překážkou

V tomto případě byla nastavena konstantní rychlost 10 m/s na všechna kola. Z počátku byla ponechána chvíle pro stabilizaci modelu a srovnání rychlosti. Označení markerů je převzato z obrázku 3.8. Marker s číslem dva je na levé straně modelu a marker tři je na pravé straně. Vertikální souřadnice pro tyto markery byla nastavena, tak aby po ustálení modelu byla její hodnota nulová.

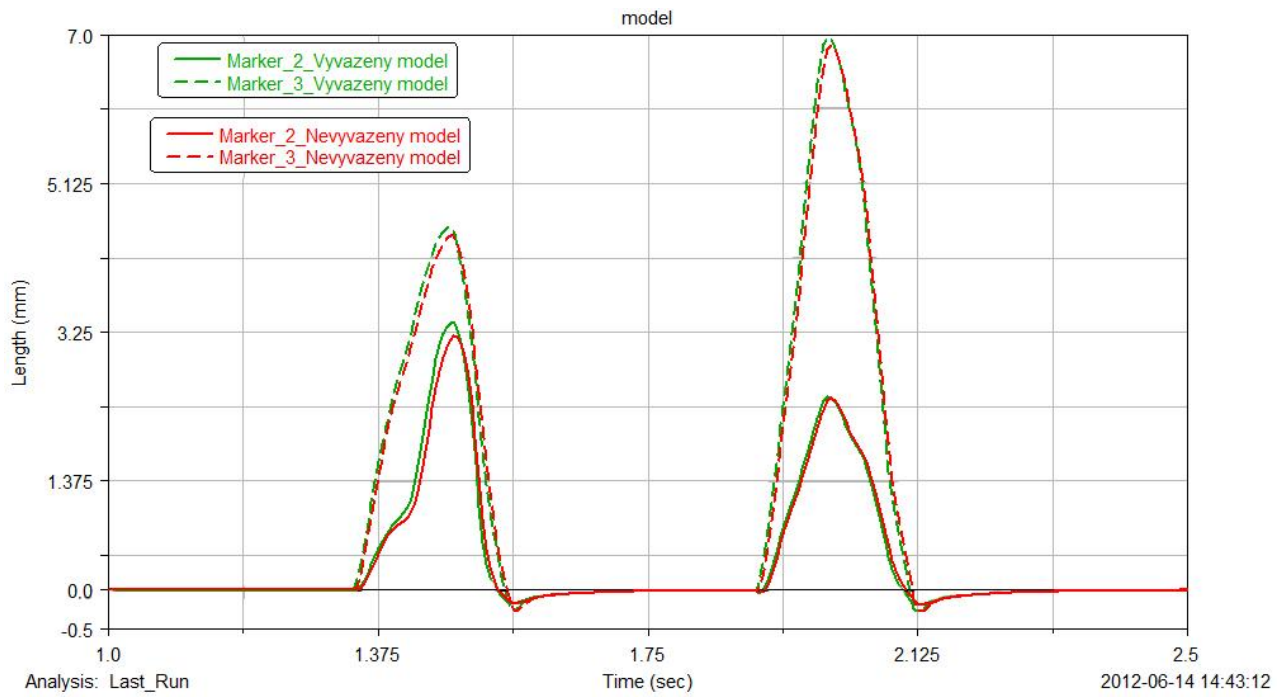
Na obr. 4.9 a 4.10 jsou zobrazeny příčná vychýlení podvozku při přejezdu poklice pravou a levou stranou při rychlosti 10 m/s. Z grafů je zřejmé, že dojde ke značnému naklonění modelu a lze očekávat i ztrátu kontaktu kol s vozovkou. Na obr. 4.11 je zobrazeno přejetí překážky při rychlosti 0,5 m/s. Při této rychlosti model poklici „spořádaně“ přejede.



obr. 4.9 Výchylka modelu při přejezdu překážky pravou stranou modelu rychlostí 10 m/s



obr. 4.10 Výchylka modelu při přejezdu překážky levou stranou modelu rychlostí 10 m/s

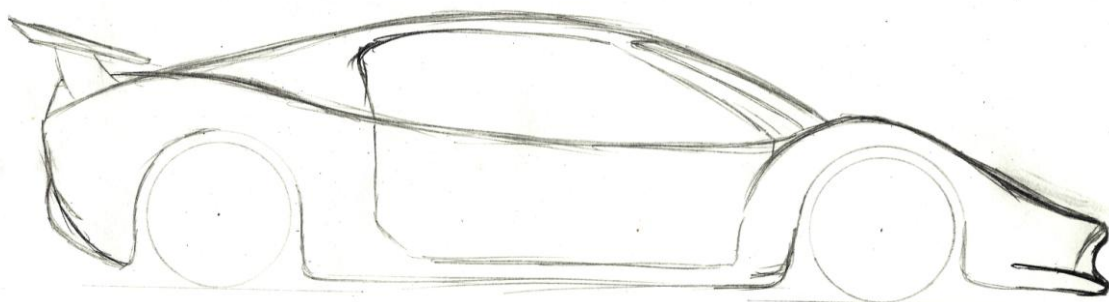


obr. 4.11 Výchylka modelu při přejezdu překážky pravou stranou modelu rychlostí 0,5 m/s

5. Designový návrh

Součástí překládané práce je i designový návrh karoserie podle specifikace TC asociace ROAR (Příloha č. 1). Nejdříve bylo vytvořeno několik návrhů v měřítku 1:2 (Příloha č. 2), ze kterých byl poté jeden rozpracován do finálního prototypu (obr. 5.1). Na karoserii jsou v tomto případě kladeny nejen estetické ale především aerodynamické nároky. Zvolená karoserie se klínovitě zdvihá od přední části směrem dozadu podobně jako u vozů specifikace GT. Lze očekávat, že karoserie bude mít větší přítlak na přední nápravu i za nižších rychlostí. Karoserie tak bude vhodná na členitější tratě v halách, kde modely nedosahují tak vysokých rychlostí, ale z důvodu časté změny směru jsou zde vysoké požadavky na „grip“ přední nápravy.

Model byl vytvořen pomocí materiálu Clay. Přesto, že se v současnosti ve velkém používají 3D programy, a je tedy možné si modely prohlédnout ze všech stran na počítači, je tento materiál stále využíván v automobilovém průmyslu pro tvorbu modelů v měřítku 1:1. Při teplotě kolem 60°C je tvárný a při ochlazení na pokojovou teplotu tuhne. Po ztuhnutí je možno clay opracovávat pomocí nástrojů, tak aby bylo dosaženo požadovaného tvaru. [8]



Obr. 5.1 Skica pro modelování

Vytvořený model má délku 435 mm, šířku 195 mm a jeho výška je 135 mm. Vyhovuje tedy požadavkům asociace ROAR a bylo by možné tuto karoserii vyrobit. Moderní karoserie jsou vyráběny vakuovou metodou z velice odolného polykarbonátu (LEXAN). Výroba formy vhodné pro tuto technologii je ovšem velice nákladná. Pro malosériovou výrobu je vhodnější spíše použití skelných laminátů, karbonových vláken nebo papíru. Nevýhodou těchto karoserií proti lexanovým je jejich malá pružnost při střetech s jinými modely na trati. V praxi se tyto karoserie používají spíše pro statické modely.

Výsledek práce v ateliéru je k vidění na obrázcích č. 5.2, 5.3, 5.4 a 5.5.



obr. 5.2 Pohled zředu



obr. 5.3 Pohled zhora



obr. 5.4 ¾ pohled zředu



obr. 5.5 ¾ pohled zezadu

6. Závěr

Cílem této práce bylo zjistit chování podvozku, v tomto případě podvozku u R/C modelu, u kterého došlo ke snížení váhy baterie oproti vyváženému modelu. Pro tento účel byly nasimulovány tři situace.

V průběhu první byl model podroben rozjezdu z klidu na rychlost 10 m/s, čemuž v tomto případě odpovídá zrychlení $18,7 \text{ m/s}^2$. V rámci tohoto testu došlo u nevyváženého modelu k většímu vychýlení z přímé dráhy, než u vyváženého modelu, což je zřejmé z grafů v kapitole *4.1 Akcelerace*.

Během druhé simulace byla zjišťována odchylka ze směru jízdy, způsobená vlivem intenzivního brzdění modelu. Výsledkem simulace je téměř přímá brzdná dráha s velmi nízkou hodnotou vychýlení, ať už u vyváženého či nevyváženého modelu.

Při poslední simulaci byl ověřován přejezd překážky jednou stranou modelu při konstantní rychlosti 10 m/s. V rámci této simulace, došlo k neřízenému skoku u obou modelů. Váha baterie neovlivnila chování modelu při přejezdu překážky.

Jak je patrné z výsledků, nevyvážení podvozku vlivem snížení hmotnosti baterie má zásadní vliv na jízdní vlastnosti modelu. Při prudké akceleraci i intenzivním brzdění dochází ke změnám směru podvozku a z toho plynoucím korekcím směru ze strany pilota.

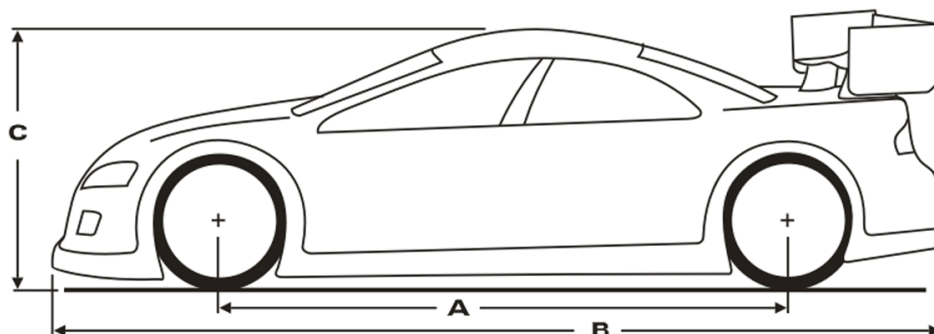
Model podvozku zpracovaný v programu MSC. Adams je možné chápat jako úvod do velice složité problematiky automodelářského sportu. Model by bylo vhodné v budoucnu rozšířit o schopnost zatáčení a zkoumat tak další vlastnosti podvozku a vliv nastavení podvozku při složitějších manévrech.

Seznam literatury a zdrojů

- [1] http://www.tfcbooks.com/teslafaq/q&a_025.htm
- [2] 1983 Tamiya catalogue, © Tamiya
- [3] <http://www.tamiyabase.com/Guide-books/449-Guide-book-1986-US.html>
- [4] Tyre and Vehicle Dynamics, H. B. Pacejka
http://ti.mb.fh-osnabrueck.de/adamshelp/mergedProjects/tire/Chapter_04_PAC2002.pdf
- [5] Seitenkräfte an rollenden Luftreifen, E. Fiala
<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00423110500139999>
- [6] <http://forums.mscsoftware.com/adams/ubbthreads.php>
- [7] <http://1.bp.blogspot.com/mWAudP1Ymw0/TpNcoEgoD3I/AAAAAAAAAaI/1egxhsBKGsM/s1600/shrccc+002.JPG>
- [8] <http://www.sculpturehouse.com/>
- [9] Manuál MSC. Adams.

Příloha č. 1

Kompletní specifikace kategorie modelů 1/10 Scale Electric On-Road T-2 Touring Car.



Položka		Limit	Upřesnění	
Délka (B)		Maximum	460 mm	
Šířka	s karosérií	Maximum	195 mm	
	bez karosérie	Maximum	190 mm	
Výška (C)		Maximum	190 mm	
		Minimum	130 mm	
Rozvor kol (A)		Maximum	270 mm	
		Minimum	250 mm	
Váha		Minimum – Pěnové pneu	1420 g	
		Minimum – Gumové pneu	1420 g	
Disky	Průměr	Maximum – Pěnové	53 mm	
		Maximum – Gumové	50 mm	
		Minimum	47 mm	
	Šířka	Maximum – Pěnové	28 mm	
		Maximum – Gumové	26 mm	
		Minimum	24 mm	
Pneumatiky	Průměr	Maximum – všechny typy	67 mm	
		Minimum – pouze gumové	63 mm	
	Šířka	Maximum	28 mm	
		Minimum	24 mm	
Zadní křídlo			Maximum	40 mm
	Šířka		Maximum	190 mm
	Boční ohraničení	Délka	Maximum	40 mm
		Šířka	Maximum	20 mm

Převzato a přeloženo z ROAR Rule Book 2010.

Příloha č. 2

Skicy vytvořené při návrhu karoserie.

