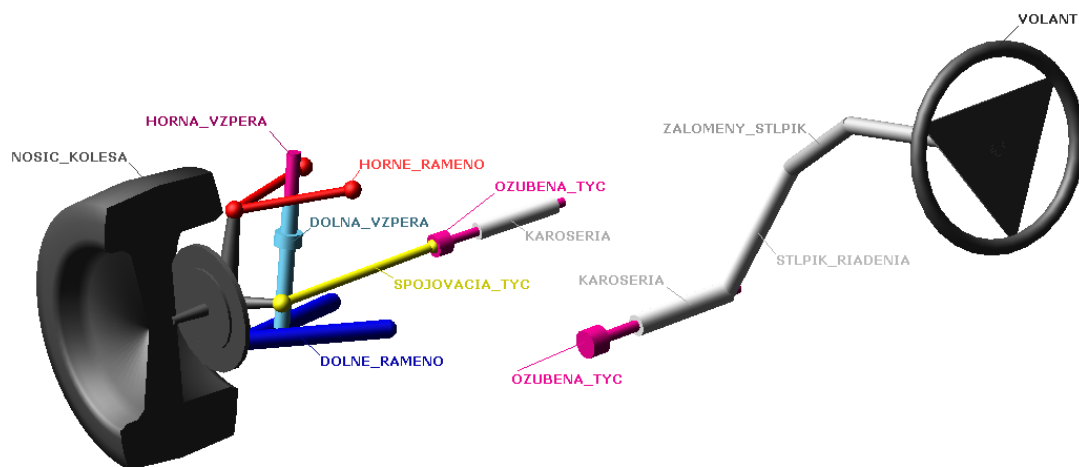


Analýza priebehu uhla zbiehavosti mechanizmu zavesenia kola prepojeného s mechanizmom riadenia

Cieľ: Preskúmajte priebeh uhla zbiehavosti mechanickej sústavy zavesenia kola a riadenia automobilu.



Obr. 1 Subsystémy zavesenia kola a riadenia

Mechanizmus zavesenia kola a mechanizmus riadenia má nasledovné časti:

Nosič kola s kolesom (Wheel carrier, resp. Spindle_Wheel),
dolné rameno (Lower Arm),
horné rameno (Upper Arm),
dolná časť pružiackej jednotky s tlmičom (Strut Lower),
horná časť pružiackej jednotky s tlmičom (Strut Upper),
spojovacia tyč nosiča a s ozubenou tyčou riadenia (Tie Rod),
ozubená tyč riadenia (Steering Rack),
karoséria (Body)
hriadeľ riadenia (Steering Shaft),
zalomený hriadeľ riadenia (Intermittent shaft)
Stĺpik riadenia s volantom (SteeringWheel Column)



Úloha č.1

Načítajte povelový súbor *zavesenie.cmd*, ktorý vygeneruje model mechanizmu zavesenia kolesa *susp* a doplňte potrebné geometrické väzby.

Úvodné okno

- *Import a file*
- *File To Read: zavesenie.cmd*

Zobrazte tabuľku na utváranie konštrukčných bodov (*Points, Hardpoints*)

MB >> Tools >> Table Editor...

- *Points*

Geometrické väzby

Doplňte geometrickú väzbu sférického spojenia telesa SPOJOVACIA_TYC a telesa NOSIC_KOLESA v bode HP8.

Ďalej spojte Hookovým kĺbom teleso SPOJOVACIA_TYC a teleso OZUBENA_TYC v bode HP7.

First direction: HP7 -> HP8

Second direction: HP7 -> HP13

Kinematické väzby

Predpíšte pohyb (kinematickú väzbu) pre prepruženie nosiča kolesa voči rámu v smere osi Y.

Do markera Center patriacemu telesu NOSIC_KOLESA vložte kinematickú väzbu:

Point Motion medzi telesom NOSIC_KOLESA a rámom v smere osy y.

Funkcia posunutia bude typu Displacement s hodnotou:

*Function (time) = 80*sin(360d*time)*

Doplníme kinematickú väzbu pre zamedzenie posúvania sa telesa OZUBENA_TYC a to tak, že do translačného spojenia medzi telesami OZUBENA_TYC a KAROSERIA (JOINT_TYC_KAROSERIA) vložíme posuvnú kinematickú väzbu a predpíšeme jej funkciu:

*Function (time) = 0*time*



Verifikujeme model a spustíme simuláciu prepruženia:

End Time: 1

Steps: 50

Premenujeme východiskový model *susp* na *susp_2*.

MB >> Edit >> Rename

Uložíme *susp_2* do súboru *zavesenie_2.cmd*

MB >> File >> Export

File Name: zavesenie_2.cmd

Model Name: susp_2



Úloha č.2:

Preskúmajte priebeh uhla zbiehavosti (Toe Angle) kolesa v závislosti na prepružení (Jounce – Rebound) mechanizmu zavesenia kolesa.

Merač preprużenia

Utvorte merač s názvom *Prepruzenie* pre priemet dráhy stredu kolesa do zvislého smeru (Y – Global) pri prepružení 80 mm nosiča kolesa nahor – (Jounce resp. Bump) aj nadol (Rebound), od strednej východiskovej polohy.

MTB >> Measure: Point_to_Point kinematics

Characteristic: Displacement

Component: Global Y

From Point: WH_ref (nachádza sa v strede kolesa, patrí rámu)

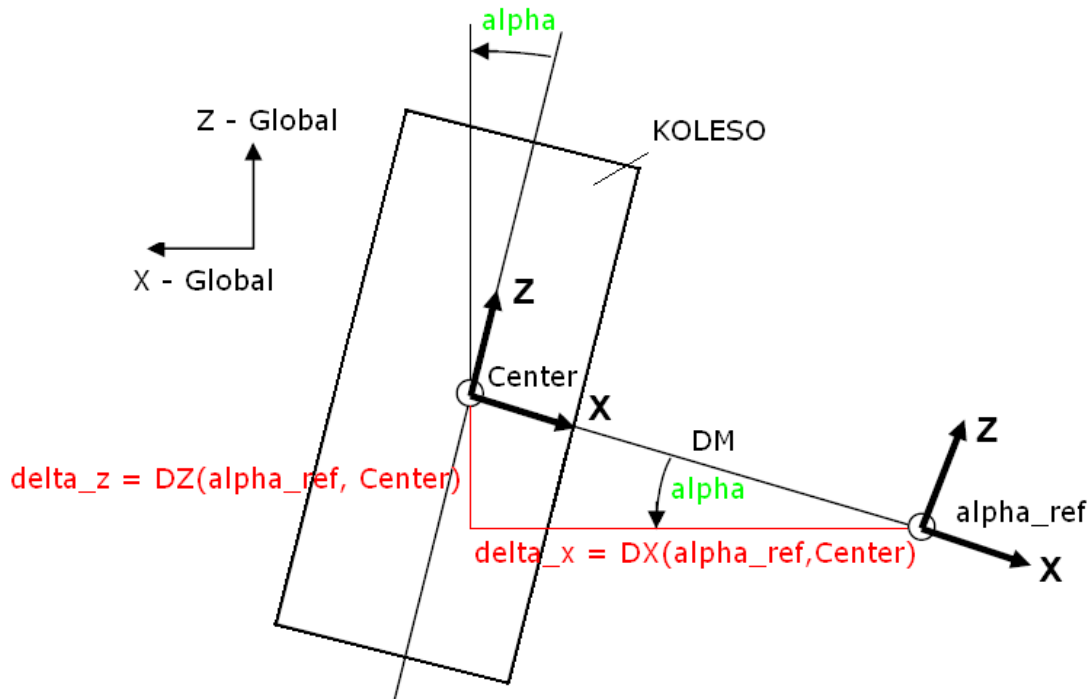
To Point: Center (nachádza sa v strede kolesa, patrí telesu NOSIC_KOLESA)

Štandardný názov MEA_PT2PT_1 premenujeme na MEA_Prepruzenie.

Uskutočnite simuláciu preprużenia na overenie správnosti merača preprużenia.

End Time: 1

Steps: 50



Obr. 2 Výpočet uhla zbiehavosti α

Merač uhla zbiehavosti

Podľa obr. 2 utvorte merač priebehu uhla zbiehavosti α počas prepruženia s názvom *Uhol_zbiehavosti*.

Využite dvojargumentovú funkciu *ATAN2*, ktorá poskytuje výpočet uhla α podľa vzťahu:

$$\alpha = \arctan(\text{delta}_z / \text{delta}_x)$$

kde delta_z je priemet úsečky DM do pozdĺžnej osi vozidla (Z – Global) a delta_x je priemet úsečky DM do priečnej osi vozidla (X – Global).

MB >> Build >> Measure >> New

Prostredie Function Builder:

Function - All Functions:

ATAN2(x1,x2):

argumenty x1 a x2 prepíšeme na:

`ATAN2(DZ(Center, alpha_ref), DX(Center, alpha_ref))`

Štandardný názov `FUNCTION_MEA_ 1` premenujeme na `MEA_Uhol_zbiehavosti` a vyberieme jednotky *angle*.



Na overenie správnosti merača uhla zbiehavosti uskutočnite simuláciu prepruženia:

End Time: 1

Steps: 50

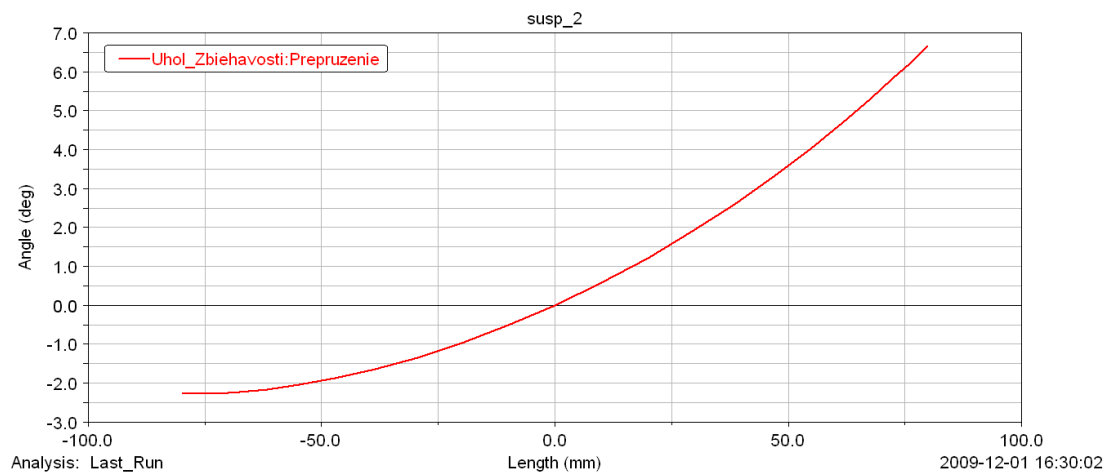
V prostredí *PostProcesora* utvoríme priebeh uhla zbiehavosti v závislosti na prepružení:

Source: Measures

V pravo dole: *Independent Axis*

- *Data - Prepruženie*

Necháme si vykresliť priebeh uhla zbiehavosti v závislosti na prepružení (obr. 3).



Obr. 3 Priebeh uhla zbiehavosti v závislosti na prepružení

Premenujeme *susp_2* na *susp_3* a exportujte ho ako *zavesenie_3.cmd*



Úloha č.3:

Načítajte povelový súbor *riadenie.cmd*, ktorý vygeneruje model mechanizmu riadenia *steer* (steering) a doplňte potrebné väzby.

MB >> File >> New Database

- *Import a file*

File To Read: riadenie.cmd

Kinematická väzba

Doplňte kinematickú väzbu (predpísaný pohyb pre otáčanie stĺpika riadenia s volantom, rotačne spojeného s telesom KAROSERIA.

MTB >> Rotational Joint Motion

do geometrickej väzby *JOINT_VOLANT_KAROSERIA*.

Štandardnú funkciu v utvorenej kinematickej väzbe *MOTION_1* modifikujte tak, aby sa volant otáčal o 45° podľa funkcie:

*45d*sin(360d*time)*

Vykonajte simuláciu natočenia volantu:

End Time: 1

Steps: 50

Coupler

V ďalšom kroku je potrebné prepojiť rotačný pohyb telesa HRIADEL_RIADENIA a posuvný pohyb telesa OZUBENA_TYC, aby sa pohyb volantu prenášal na koleso. Pohyby telies prepojíme väzbou *Coupler*. Táto väzba reprezentuje spojenie ozubenej tyče s pastorkom.

MTB >> Joint (Add-on Constraint): Coupler

Prepojíme väzby:

JOINT_HRADELRIADENIA_KAROSERIA

JOINT_OZUBENATYC_KAROSERIA.

Prevod nastavíme tak, aby sa pri pootočení telesa HRIADEL_RIADENIA o 7° vysunulo teleso OZUBENA_TYC o 1mm.

(^R) Coupler >> Modify:

By Displacement

Driver: Rotational - 7D

Coupled: Translational - 1



Vázbu overte simuláciou a premenujte model *steer* na *steer_2* a exportuje model pod názvom *riadenie_2.cmd*.

Úloha č.4

Zlúčením oboch samostatných submechanizmov *zavesenie_3* a *riadenie_2* utvorte model *assembly* spoločného mechanizmu zavesenia a riadenia.

MB >> File >> New Database

- *Import a file*

File To Read: zavesenie_3.cmd

Ďalej načítame povelový súbor *riadenie_2.cmd*, ktorý vygeneruje *steer_2*.

MB >> File >> Import...

File To Read: riadenie_2.cmd

Medzi jednotlivými modelmi sa prepíname:

MB >> View >> Model

Utvoríme spoločnú zostavu:

MB >> Tools >> Merge Two Models...

Base Model Name: susp_3

Model to be merged: steer_2

Pri ponechaní položky Merge, program telesá s rovnakými názvami nahradí jedným telesom.

MB >> View >> Model

susp_3

Zobrazte topológiu modelu *susp_3* v databázovom navigátore.

MB >> Tools >> Database Navigator...



V hornej rolete zmeníme *Browse* na *Graphical Topology*. Nájde sa teleso KAROSERIA a preskúmame jeho geometrické a kinematické väzby.

Deaktivujte nadbytočnú duplicitnú geometrickú väzbu (JOINT_KAROSERIA_RAM) medzi telesom KAROSERIA a rámom, ktorá sa vyskytla v modeli *susp_3* po zlúčení.

Kliknite pravým tlačidlom myši na ikonu spojenia priamo v zobrazenej topológii – *(De)activate*.

Odstráňte kinematickú väzbu pre posúvanie telesa OZUBENA_TYC v translačnom spojení.

Motion_2 – *(De)active*

Ak sa nám neobjavili merače, aktualizujeme si zobrazovanie výstupov z meračov:

MB >> Build >> Measure >> Display

Vyberieme merače Prepruženie resp. Uhol zbiehavosti.

Uskutočnite simuláciu na overenie funkčnosti spoločného mechanizmu zavesenia a riadenia.

End Time: 1

Steps: 50

Premenujte *susp_3* na *Assembly* a uložíme ho pod názvom *zostava.cmd*



Úloha č.5:

Preskúmajte priebeh uhla zbiehavosti kolesa v závislosti na prepružení mechanizmu zavesenia kolesa pri priamej jazde aj pri jazde v pravotočivej a ľavotočivej zákrute.

Prejazd zákruty budeme simulovať natočením volantu na 45° . Pre simuláciu preprużenia pri jazde v pravotočivej zákrute zmeníme funkciu $45d * \sin(360d * time)$ pre kinematickú väzbu MOTION_1_2 v geometrickej väzbe strwheel_body_rev na 45d

Urobíme simuláciu.

Aby bolo možné porovnať priebehy uhla zbiehavosti pri priamej jazde aj pri jazde v pravotočivej a ľavotočivej zákrute, záznamy z jednotlivých simulácií si po ich spustení ukladáme pod samostatným názvom:

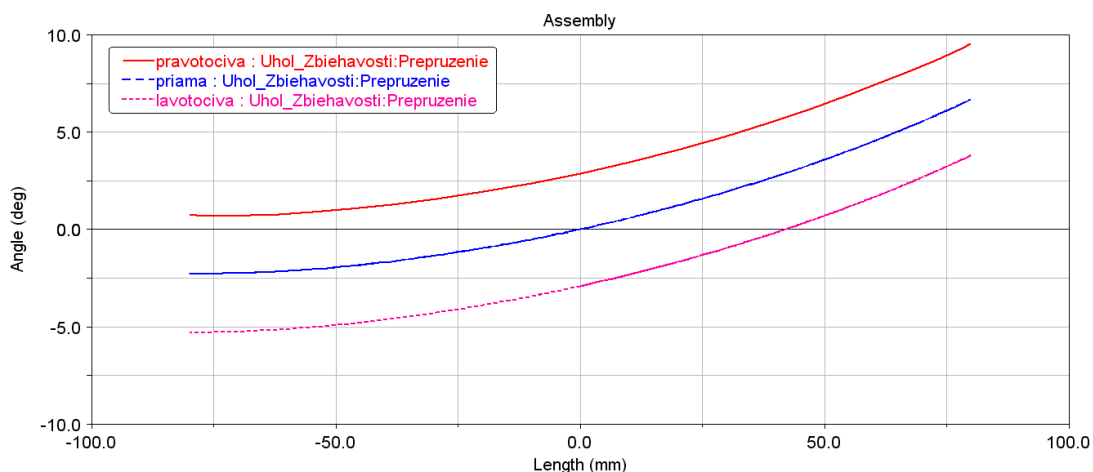
MB >> Simulate >> Interactive Control:

Save the last simulation results to the database under a new name.

Urobíme a uložíme ďalšie simulácie.

(názov *pravotociva* pre 45d, *priama* pre 0d, *lavotociva* pre -45d).

V prostredí PostProcesora si potom zobrazíme do jedného grafu všetky tri priebehy uhla zbiehavosti v závislosti na prepružení.



Obr. 4 Priebehy uhla zbiehavosti v závislosti na prepružení pre pravotočivú zákrutu, priamu jazdu a pre ľavotočivú zákrutu