

WP07: Zlepšení návrhu hnacích traktů vozidel s využitím virtuálního hnacího traktu

Vedoucí konsorcia podílející se na pracovním balíčku

Vysoké učení technické v Brně – Prof. Ing. Václav Píštěk, DrSc.

Členové konsorcia podílející se na pracovním balíčku

TATRA TRUCKS a.s. – Ing. Radomír Smolka

ŠKODA AUTO a. s. – Ing. Milan Rudolf

České vysoké učení technické v Praze - Ing. Radek Tichánek, Ph.D.

Hlavní cíl balíčku

Výzkum a vývoj metod řešení mechanických problémů hnacích traktů osobních a nákladních vozidel. Výsledky virtuálních prototypů a technických experimentů budou aplikovány při vývoji pohonných jednotek osobních a nákladních automobilů s cílem redukce mechanického namáhání a vibrací se záměrem zkrácení času mezi výzkumem koncepce a aplikací inovovaného výrobku.

Dílčí cíle balíčku pro nejbližší období

WP07M02: Prototypy dílů hnacího traktu těžkého nákladního vozidla

WP07: Zlepšení návrhu hnacích traktů vozidel s využitím virtuálního hnacího traktu

- Základní přístup k řešení problematiky vibrací, pevnosti a životnosti**

Virtuální hnací trakt

Torzní vibrace a simulace jízdy (Simulink)



Získání dat

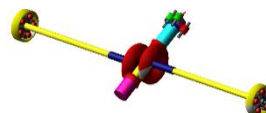


Problematika
vibrací, hluku a
pevnosti

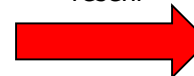


Virtuální hnací trakt

Vibrace (Adams)



Ověření
navržených
řešení

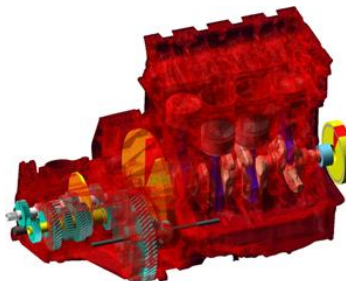


Prototyp nového hnacího traktu ve vozidle



Virtuální pohonná jednotka

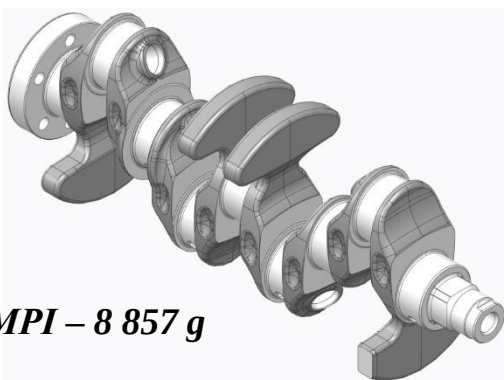
Vibrace, hluk, pevnost (FEM, MBS)



WP07: Zlepšení návrhu hnacích traktů vozidel s využitím virtuálního hnacího traktu

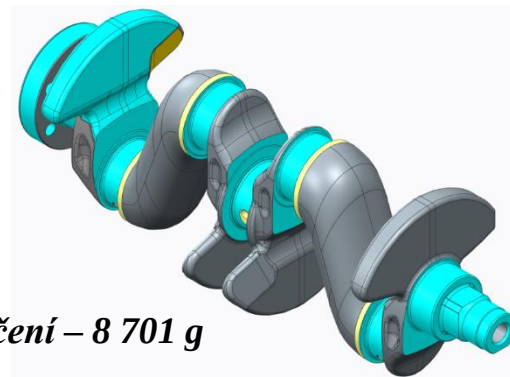
- **Nekonvenční kliková hřídel (VUT v Brně, ŠKODA AUTO a.s.)**

- Porovnání hmotností klikových hřídelů



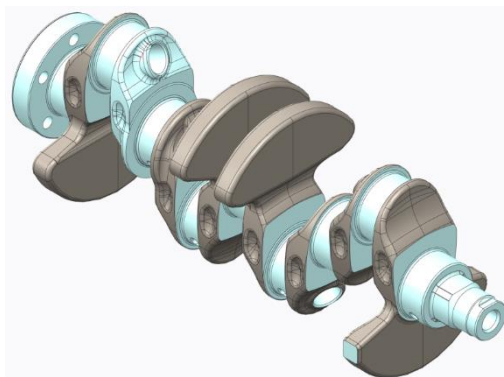
Série 1,6 MPI – 8 857 g

Litina TL124



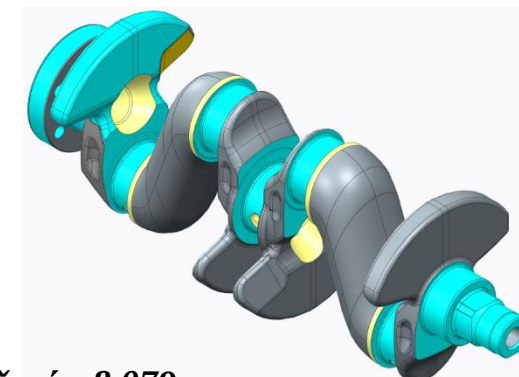
Bez odlehčení – 8 701 g

Litina TL124



Série 1,5 MPI – 9 733 g / 10 411 g

Litina TL124 / Ocel TL1438

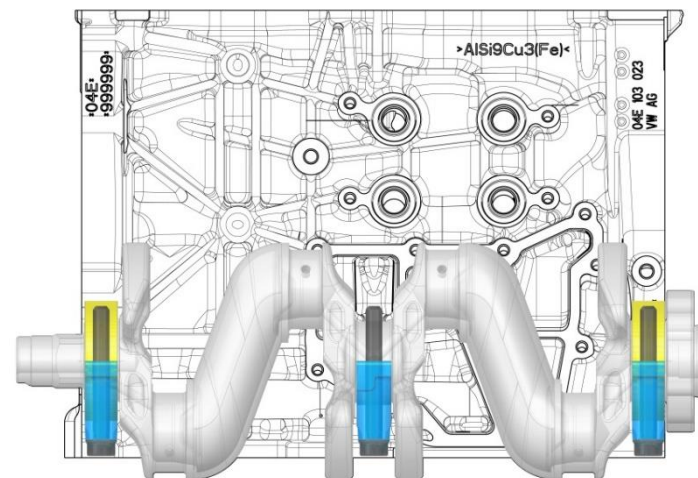
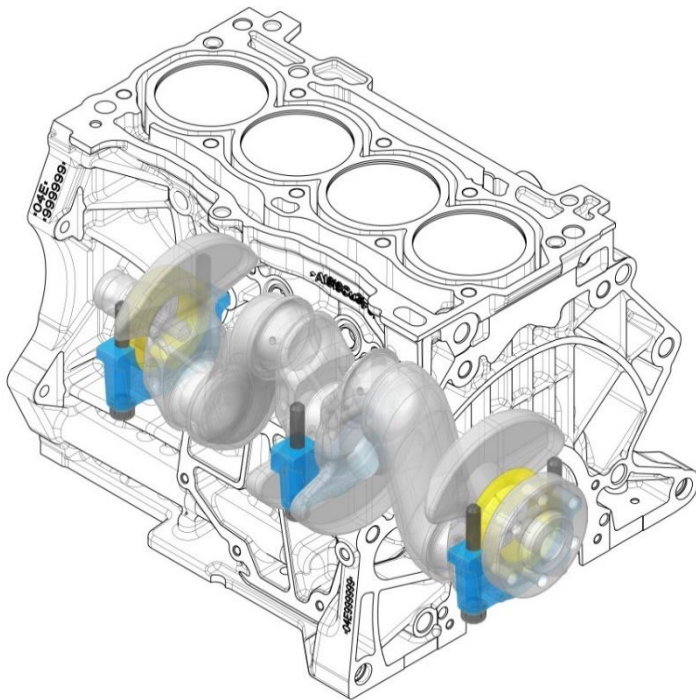


Po odlehčení – 8 079 g

Litina TL124

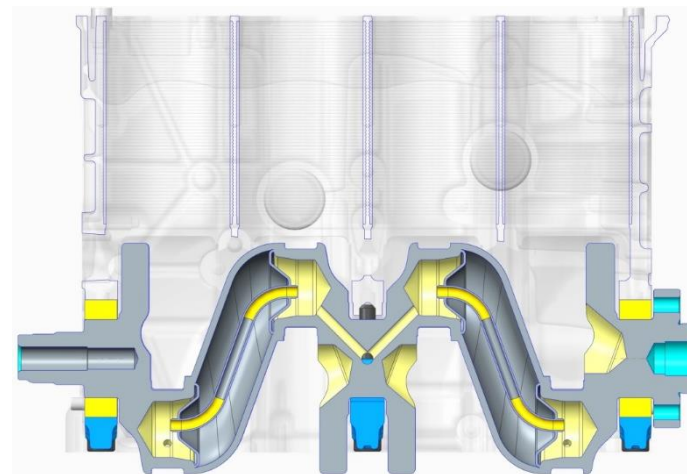
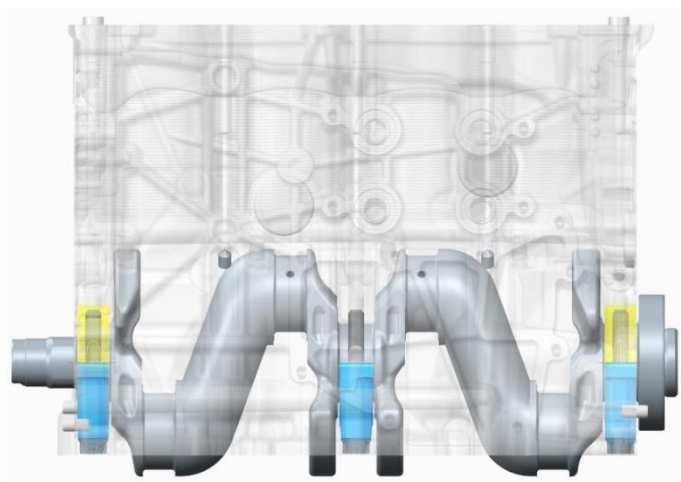
WP07: Zlepšení návrhu hnacích traktů vozidel s využitím virtuálního hnacího traktu

- **Nekonvenční kliková hřídel (VUT v Brně, ŠKODA AUTO a.s.)**
 - Konstrukční varianta – krajní hlavní ložiska uložena pomocí valivých ložisek
 - Zástavba klikového hřídele do bloku válců

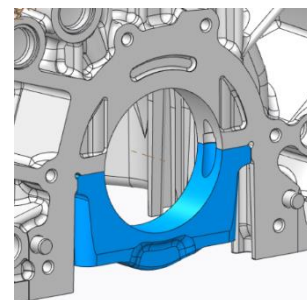


WP07: Zlepšení návrhu hnacích traktů vozidel s využitím virtuálního hnacího traktu

- **Nekonvenční kliková hřídel (VUT v Brně, ŠKODA AUTO a.s.)**
 - Konstrukční varianta – krajní hlavní ložiska uložena pomocí valivých ložisek
 - Zástavba klikového hřídele do bloku válců

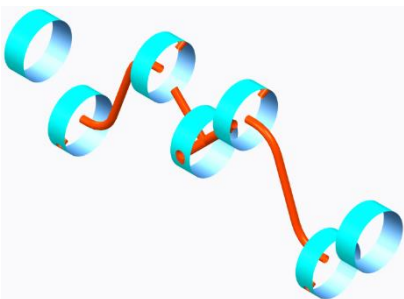
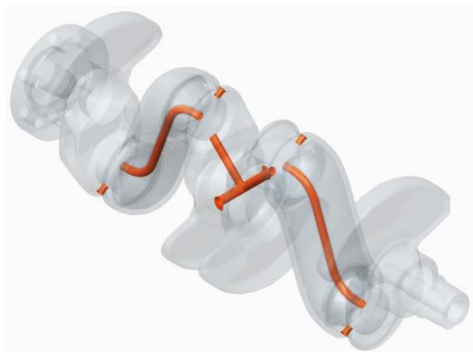


*Upravení otvorů pro krajní
ložiska – Ø72 X6*

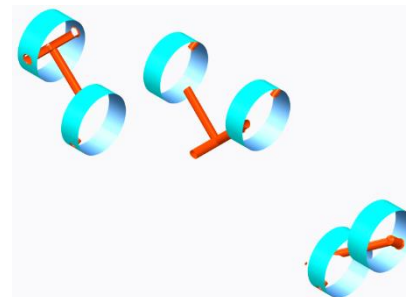
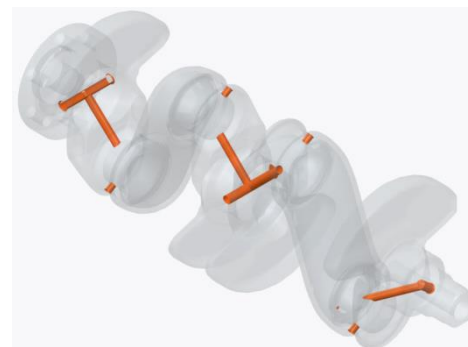


WP07: Zlepšení návrhu hnacích traktů vozidel s využitím virtuálního hnacího traktu

- **Nekonvenční kliková hřídel (VUT v Brně, ŠKODA AUTO a.s.)**
 - **Konstrukční varianta – krajní hlavní ložiska uložena pomocí valivých ložisek**



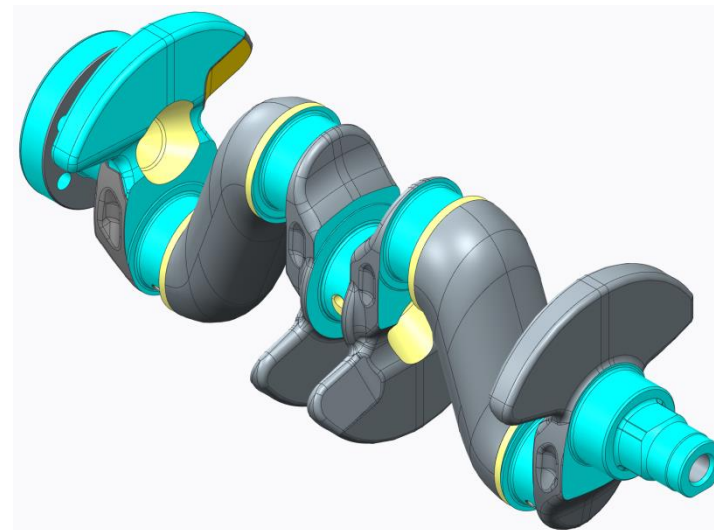
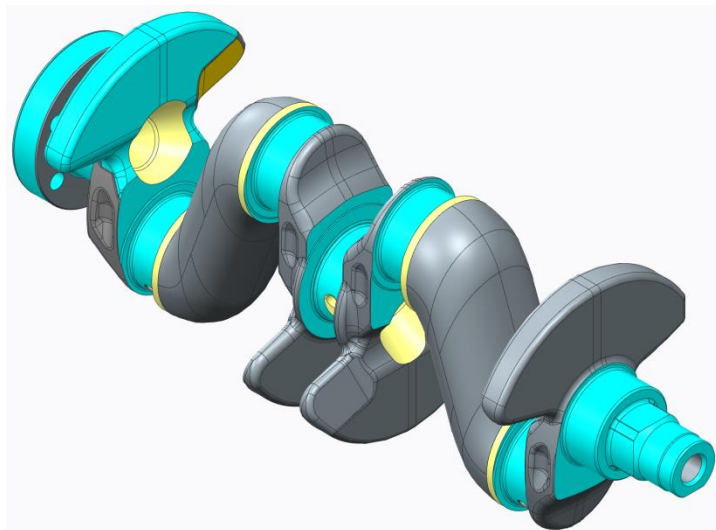
*Hlavní čepy s
kluznými
ložisky
nebo
krajní hlavní
čepy s
valivými
ložisky*



*Hlavní
čepy s
kluznými
ložisky*

WP07: Zlepšení návrhu hnacích traktů vozidel s využitím virtuálního hnacího traktu

- **Nekonvenční kliková hřídel (VUT v Brně, ŠKODA AUTO a.s.)**
 - Dvě varianty finálního obrábění ojnicích čepů zajišťují zástavbu klikového hřídele do
 - Motor 1,6 MPI – zdvih 86,9 mm
 - Motor 1,5 MPI – zdvih 85,9 mm



WP07: Zlepšení návrhu hnacích traktů vozidel s využitím virtuálního hnacího traktu

• Přehled řešených úkolů v 2016: ČVUT v Praze

- Výpočet dynamiky rozvodového mechanismu motoru EA211 – dynamický model – GT Suite – EA211 – hlavní prvky modelu:



- *Ventilový rozvod s modelem hydraulického vymezování vůle kalibrovaný měřením (2015)*
- *Mechanismus natáčení vaček (2016)*
- *Model řemenového převodu (2016)*

WP07: Zlepšení návrhu hnacích traktů vozidel s využitím virtuálního hnacího traktu

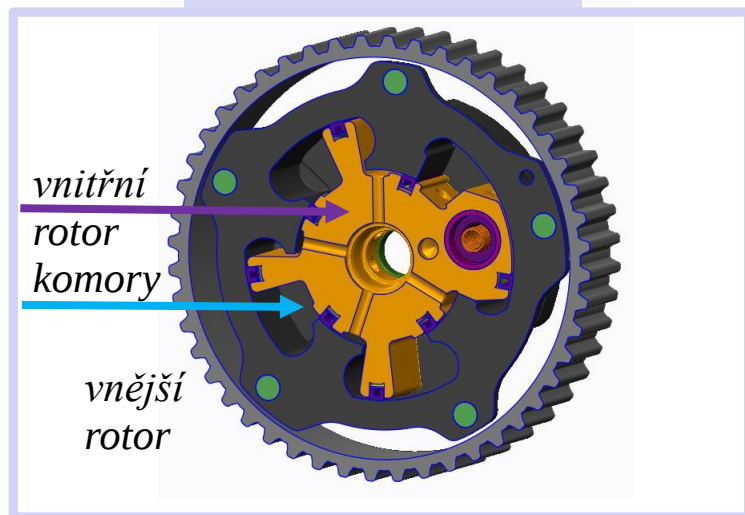
• Přehled řešených úkolů v 2016: ČVUT v Praze

- Model mechanismu natáčení vaček:

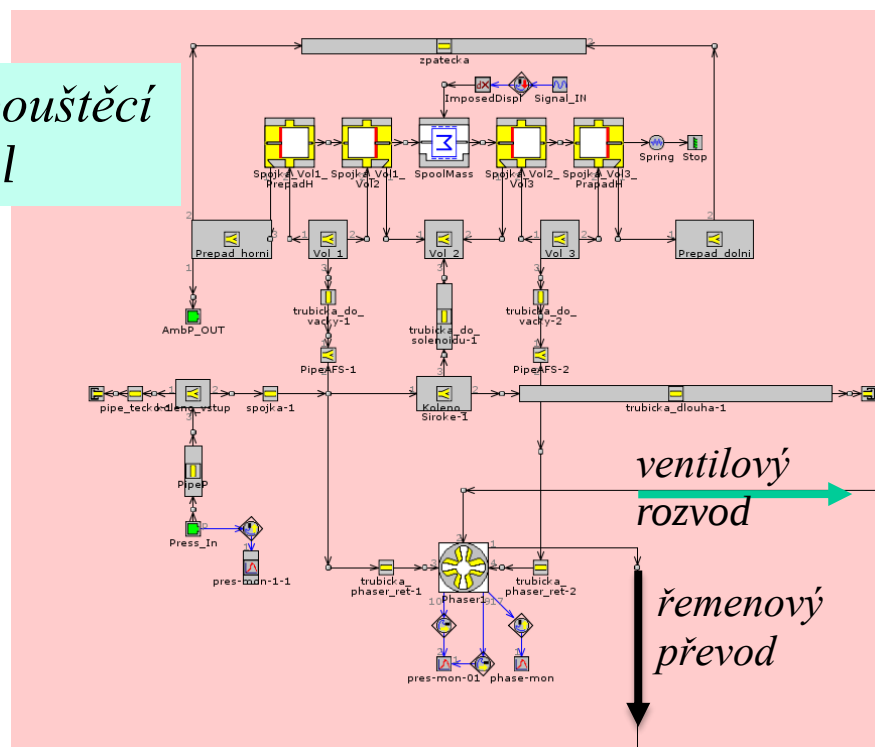
Hlavní součásti:

- *přepouštěcí ventil*
- *rozvodové kolo (vnější, vnitřní rotor, advanced/retard komory)*

Rozvodové kolo



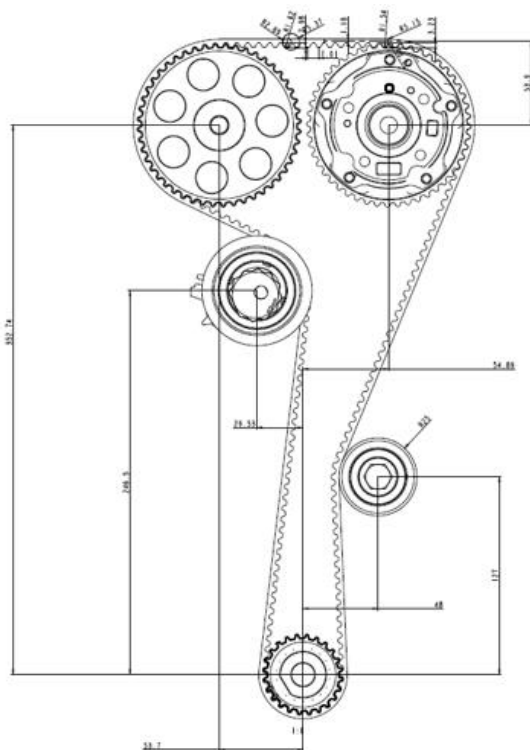
Přepouštěcí ventil



WP07: Zlepšení návrhu hnacích traktů vozidel s využitím virtuálního hnacího traktu

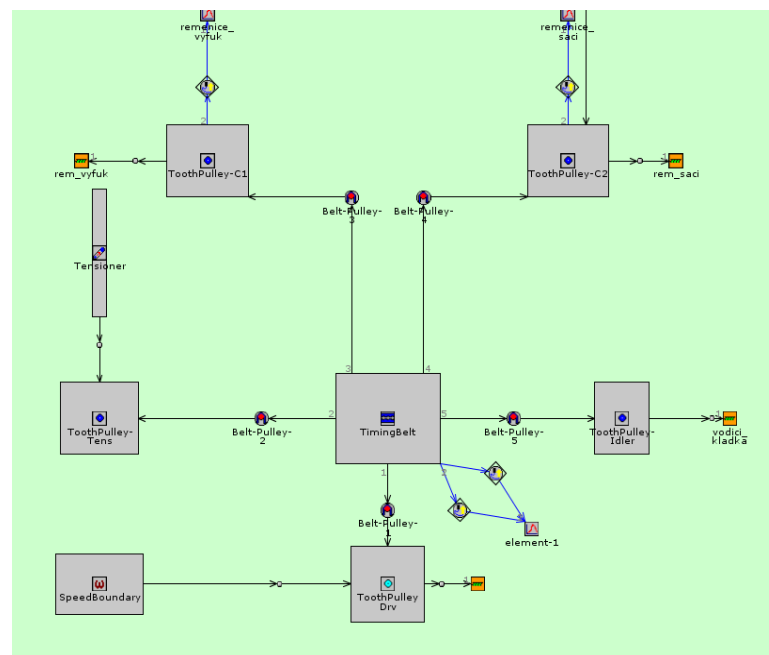
• Přehled řešených úkolů v 2016: ČVUT v Praze

– Model řemenového převodu:



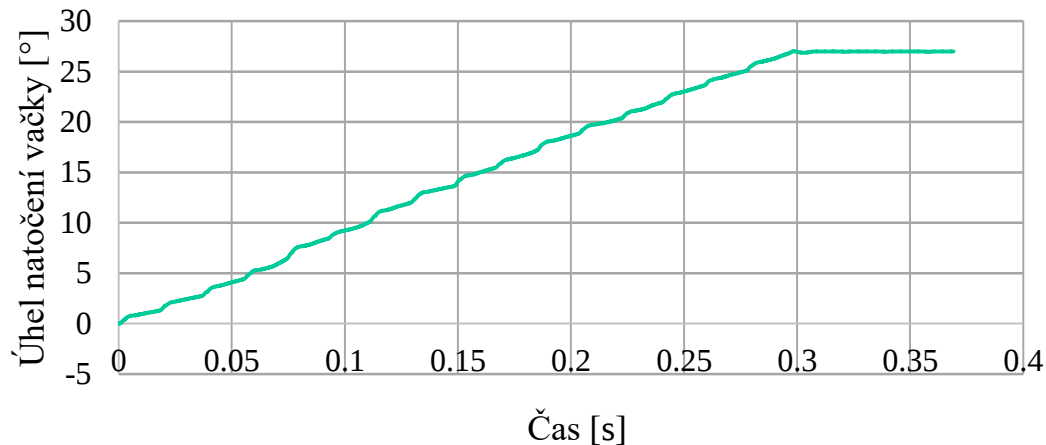
Hlavní součásti:

- řemen (nosníkové elementy)
- napínák, vodící kladka, kola

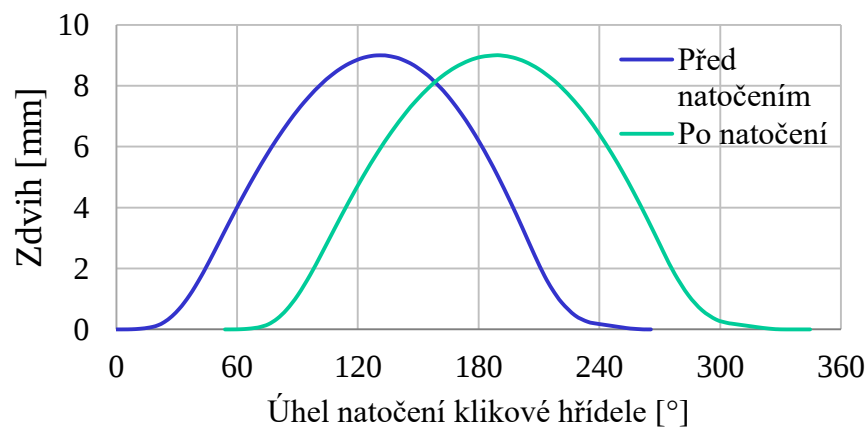


WP07: Zlepšení návrhu hnacích traktů vozidel s využitím virtuálního hnacího traktu

- Přehled řešených úkolů
v 2016: ČVUT v Praze**



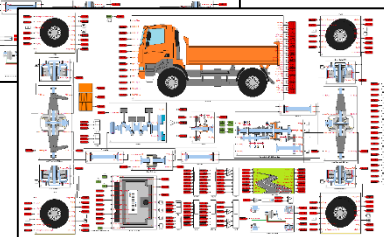
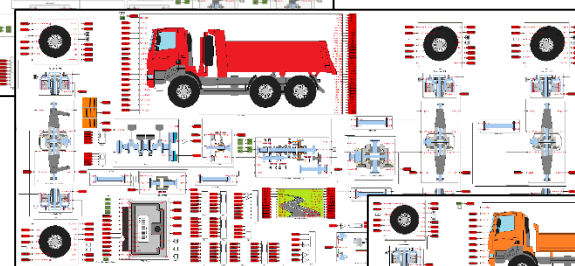
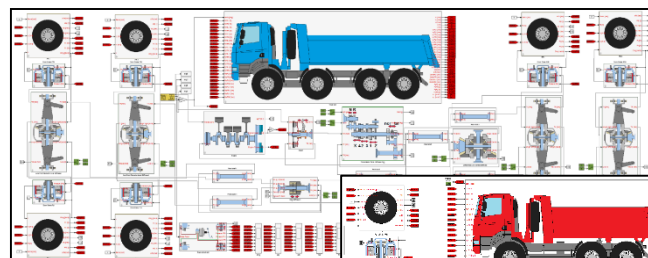
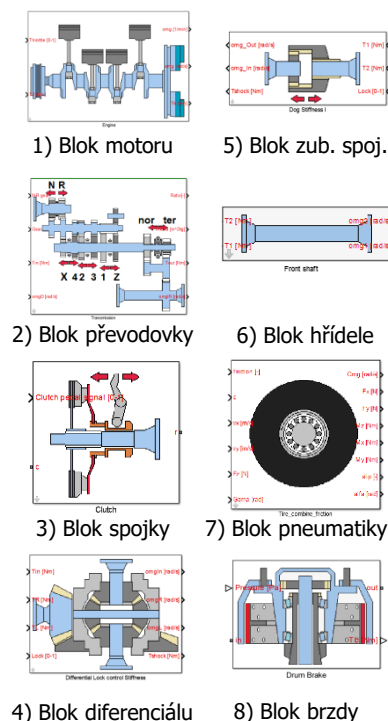
- Testovací výpočty
modelů**



WP07: Zlepšení návrhu hnacích traktů vozidel s využitím virtuálního hnacího traktu

• Výpočtový model hnacího traktu vozidla (VUT v Brně, TATRA TRUCKS a.s.)

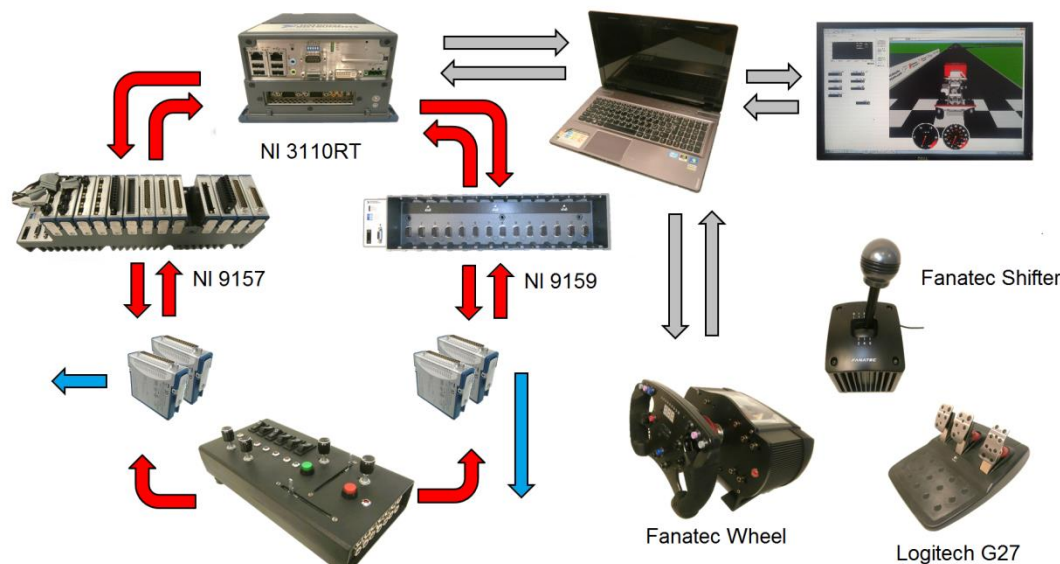
- Simulink
- Výpočtové modely jednotlivých částí hnacího traktu
- Analýza vibrací
- Simulace jízdních manévrů



WP07: Zlepšení návrhu hnacích traktů vozidel s využitím virtuálního hnacího traktu

• Simulace jízdy užitím virtuálního hnacího traktu (VUT v Brně, TATRA TRUCKS a.s.)

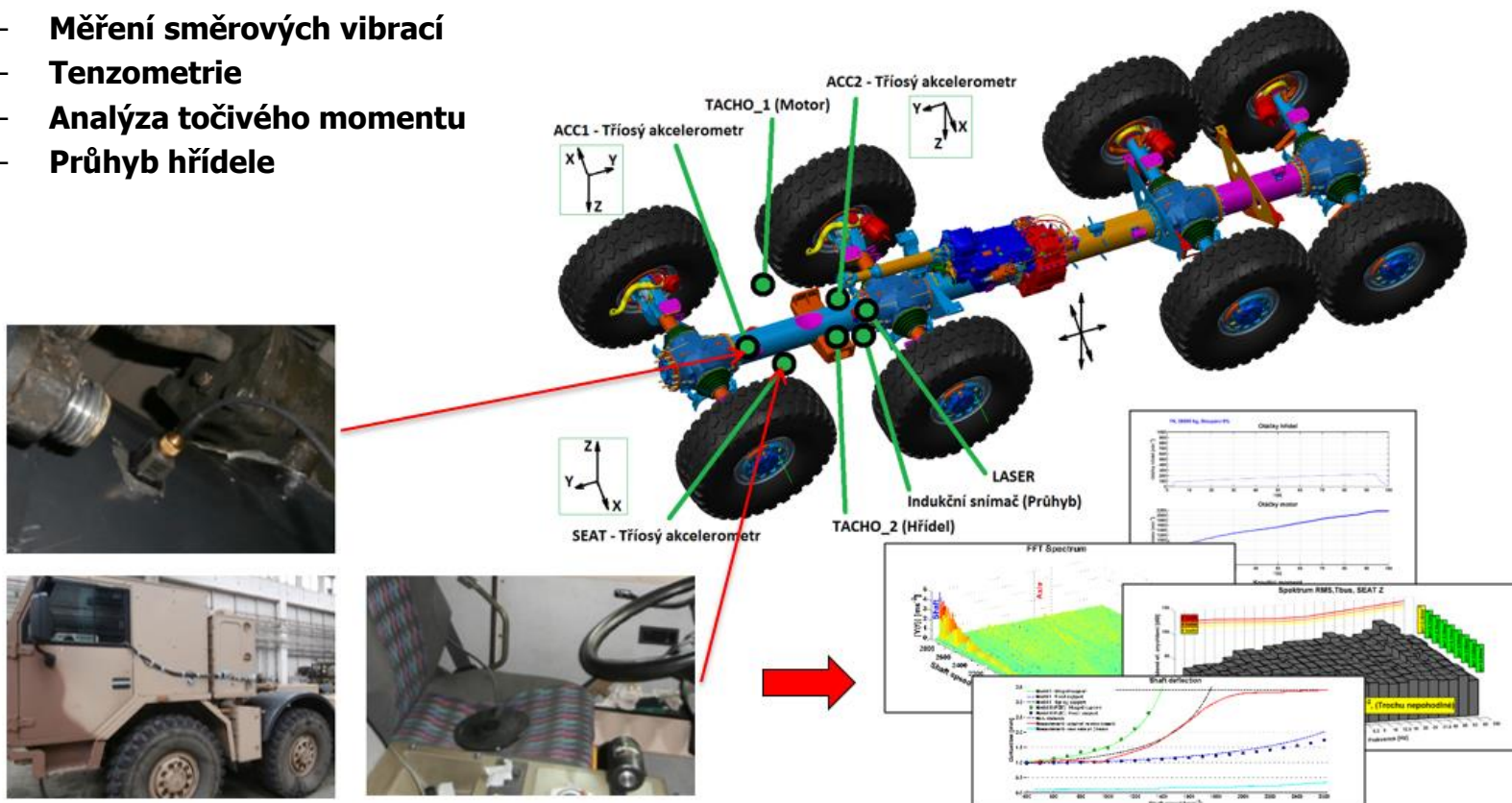
- **Software**
 - Simulink
 - NI VeriStand, NI LabVIEW
- **Výpočtový model**
 - Kompilace
 - Fixní krok
 - Celkový čas simulace
 - soubor - dll
- **Komunikace joysticku**
- **Grafické rozhraní**
- **Hardware**
 - NI 3110RT,
 - NI 9159 and NI 9157
 - CAN PCI 8513
 - NI 9229, NI 9239, NI 9206 – AI
 - NI 9264, NI 9263 – AO
 - NI 9425, NI 9477, NI 9403 – DIO
 - Fanatec
 - Logitech
 - Vlastní kontrolní box



WP07: Zlepšení návrhu hnacích traktů vozidel s využitím virtuálního hnacího traktu

• Měření na reálném hnacím traktu vozidla – ověření nových řešení (VUT v Brně, TATRA TRUCKS a.s.)

- Měření torzních vibrací
- Měření směrových vibrací
- Tenzometrie
- Analýza točivého momentu
- Průhyb hřídele

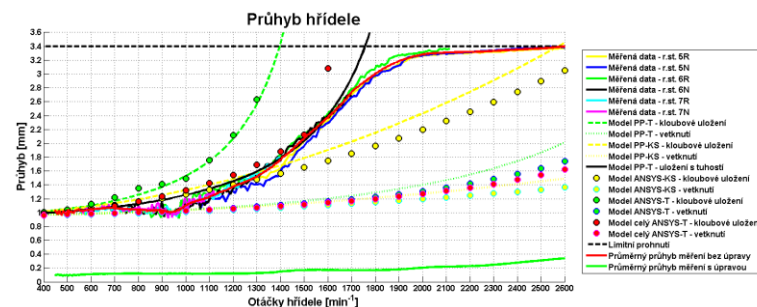


WP07: Zlepšení návrhu hnacích traktů vozidel s využitím virtuálního hnacího traktu

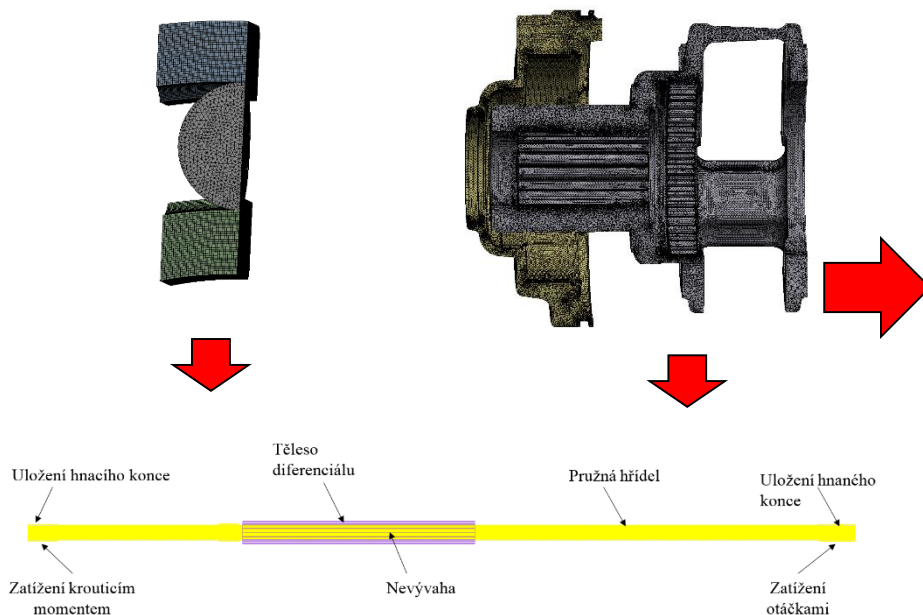
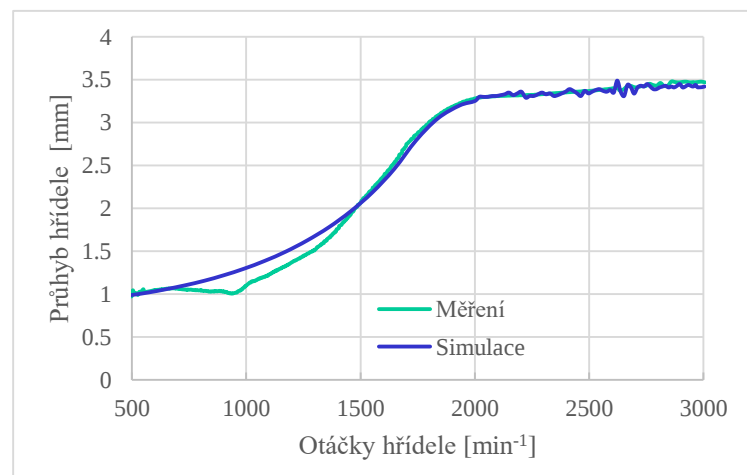
Analýzy průhybu hřídele (VUT v Brně, TATRA TRUCKS a.s.)

- Multibody - Adams
- Tuhost uložení
- Nevýváženost
- Limit dalšími konstrukčními prvky
oproti dřívějšímu analytickému modelu

Analytický výpočtový model



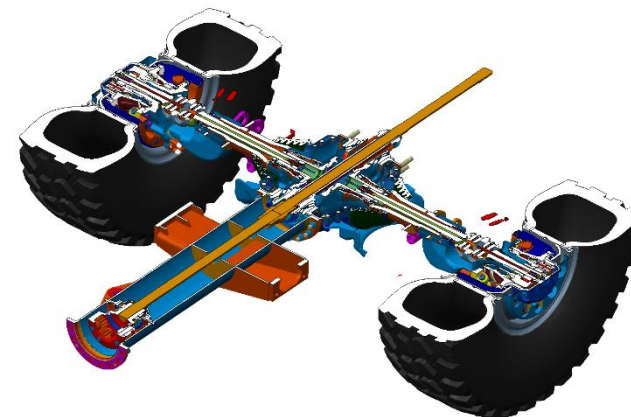
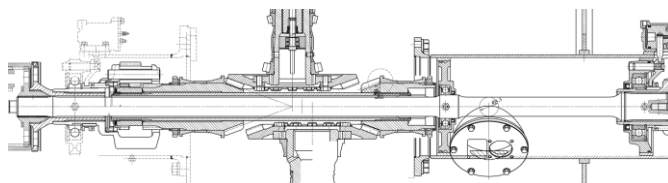
Multibody výpočtový model



WP07: Zlepšení návrhu hnacích traktů vozidel s využitím virtuálního hnacího traktu

• Úprava hnacího traktu (VUT v Brně, TATRA TRUCKS a.s.)

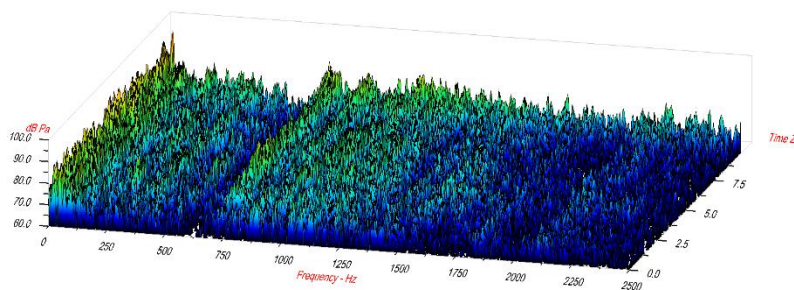
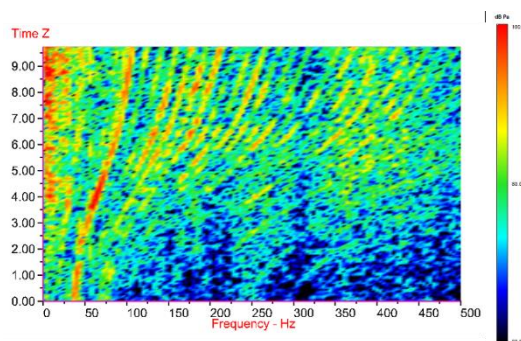
- Příprava hnacího traktu pro měření - tenzometrie
- Úprava hnacího hřídele přední nápravy
- Úprava hnacího hřídele zadní nápravy
- Analýza opotřebení
- Dva funkční vzorky WP07M02



WP07: Zlepšení návrhu hnacích traktů vozidel s využitím virtuálního hnacího traktu

• Analýza akustiky hnacího traktu (VUT v Brně, TATRA TRUCKS a.s.)

- Nařízení ECE 505 Příloha 50 Rev.2
- Nařízení ECE 505 Příloha 50 Rev.3
- Zkušební dráha dle normy ČSN ISO 10844



WP07: Zlepšení návrhu hnacích traktů vozidel s využitím virtuálního hnacího traktu

Plnění dílčích cílů, milníků a výstupů

WP07M02: Prototypy dílů hnacího traktu těžkého nákladního vozidla

Přehled splatných výsledků a jejich plnění

WP07M02: Prototypy dílů hnacího traktu těžkého nákladního vozidla

WP07: Zlepšení návrhu hnacích traktů vozidel s využitím virtuálního hnacího traktu

Návrh dalšího postupu včetně návrhů na spolupráci a realizaci výstupů

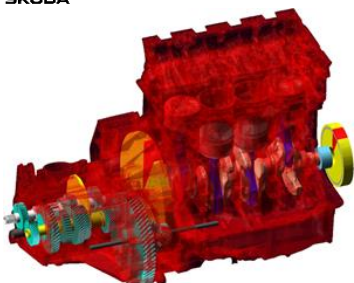
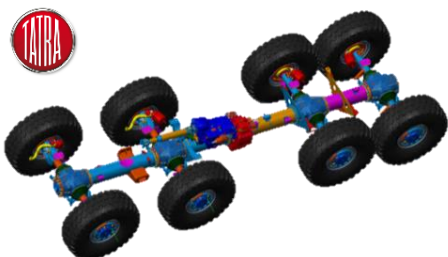
- **Technické experimenty a výpočtové modelování s využitím MATLAB/Simulink, HIL a MBS Adams (VUT v Brně, TATRA TRUCKS a.s.)**
 - Měření krouticího momentu (hřídel přední nápravy, hřídel k zadním nápravám , kardan) při různých jízdních režimech (tenzometrie)
 - Vyhodnocení měření na hnacím traktu v různých místech vozidla 8x8 (změření rázových momentů při řazení spojek TDM-návaznost na WP17)
 - Využití výpočtových modelů pro Real-time testování a vývoj mechatronických systémů v návaznosti na WP17
 - Využití výpočtových modelů pro konstrukční úpravy jednotlivých uzlů (MBS Adams)
- **Sestavené modely upravit pro výpočty experimentálního jednoválce. (ČVUT v Praze)**
- **Pokračování technických experimentů na funkčním prototypu zážehového motoru s nekonvenčním klikovým hřídelem, modifikace jeho technologie výroby s cílem zvýšit pevnost a životnost (ŠKODA AUTO a.s.)**

WP07: Zlepšení návrhu hnacích traktů vozidel s využitím virtuálního hnacího traktu

Děkuji za pozornost

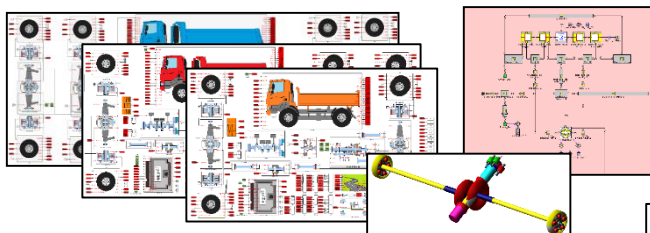
Výťah z prací 2012-2016 na WP07: Zlepšení návrhu hnacích traktů vozidel s využitím virtuálního hnacího traktu

Počáteční konstrukční návrh, prototyp hnacího traktu



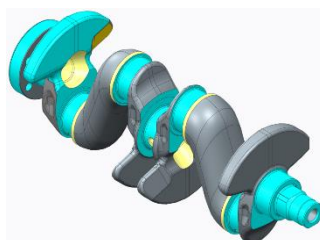
Virtuální hnací trakt (MATLAB, Simulink, HIL)

- Modální analýzy
- Dynamika h. traktu
- Mechatronika
- Dynamika rozvodového mech.



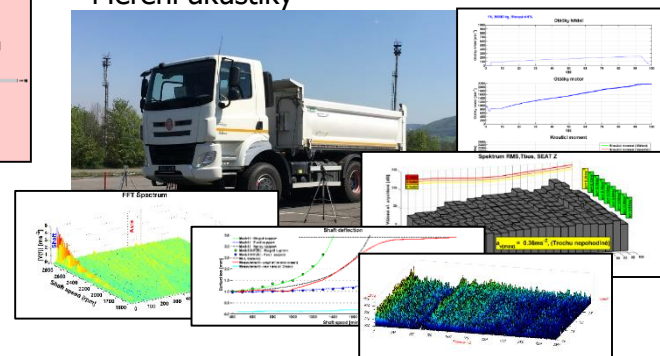
Virtuální pohonná jednotka

- Vibrace, hluk, pevnost (FEM, MBS)
- Ustálené nebo přechodové kmitání
- Strukturální hluk
- Řešení únavového poškození



Technický experiment

- Měření laserem (torzní vibrace)
- Měření průhybu hřídele
- Měření akcelerometry
- Měření otáček motoru a hřídele
- Měření hnacího momentu
- Měření akustiky

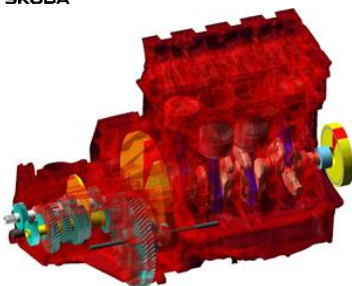
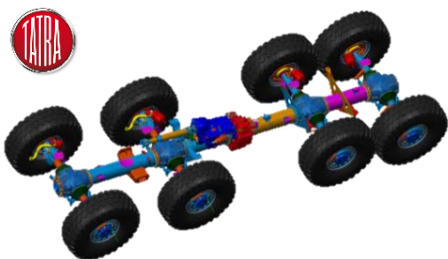


Prototyp hnacího traktu ve vozidle - ověření navržených řešení



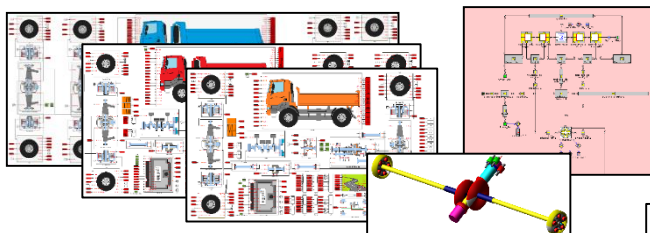
Results of WP07 – Achieved 2012-2016

Initial design, drivetrain prototype



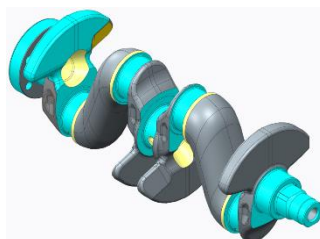
Virtual drivetrain (MATLAB, Simulink, HIL)

- Modal analysis
- Drivetrain dynamics
- Mechatronics
- Dynamics of the timing mechanism



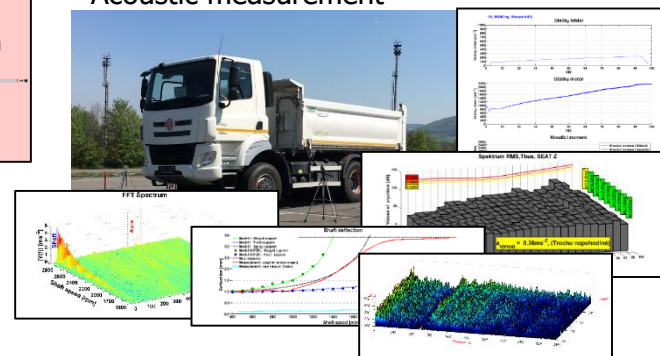
Virtual drivetrain

- Strength and NVH (FEM, MBS)
- Steady state of transient dynamics
 - Structural borne noise
 - Fatigue solution



Experimental test

- Laser measurement (torsional vibration)
- Shaft deflection
- Acceleration measurement
- Engine and shaft speed measurement
- Torque measurement
- Acoustic measurement



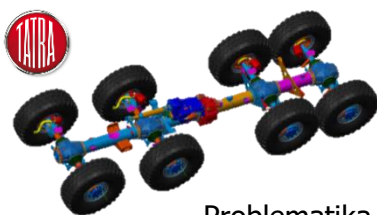
Drivetrain prototype in vehicle

- Verification of the proposed solutions



Výtah za r. 2016 z provedených prací na WP07: Zlepšení návrhu hnacích traktů vozidel s využitím virtuálního hnacího traktu

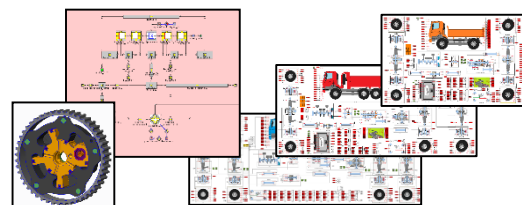
Nové konstrukční návrhy, prototypy hnacího traktu



Problematika vibrací, hluku a pevnosti

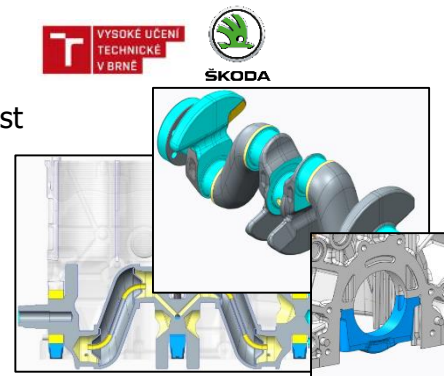
Virtuální hnací trakt (MATLAB, Simulink, HIL)

- Dynamika hnacího traktu
- Dyn. rozvodového mech.



Virtuální pohonná jednotka

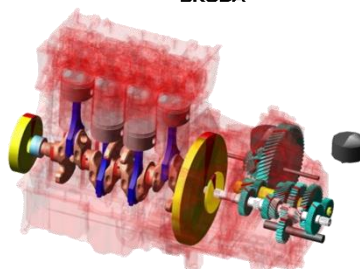
- Vibrace, hluk, pevnost (FEM, MBS)
- Ustálené nebo přechodové kmitání
- Strukturální hluk
- Řešení únavového poškození



T VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ
V BRNĚ

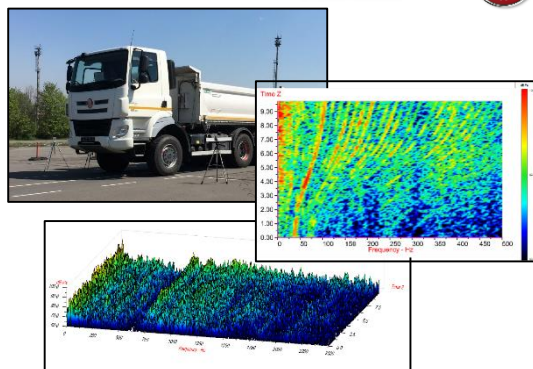


ŠKODA



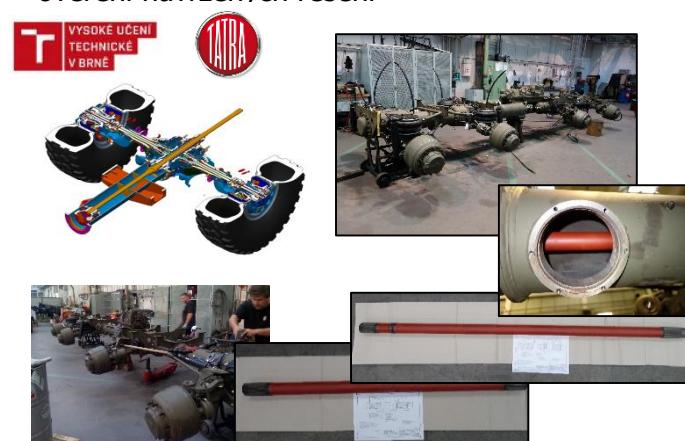
Technický experiment

- Měření akustiky



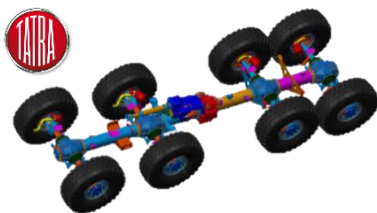
Prototyp hnacího traktu ve vozidle

- ověření navržených řešení



Abstract 2016 of WP07

New design, drivetrain prototypes



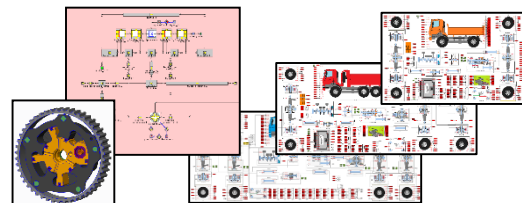
Strength and NVH challenges



Virtual drivetrain

(MATLAB, Simulink, HIL)

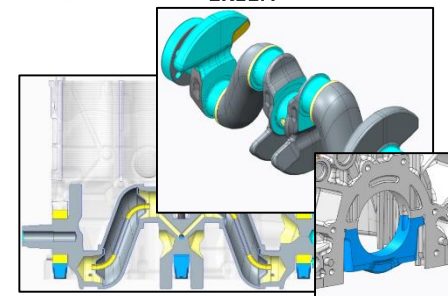
- Drivetrain dynamics
- Dynamics of the timing mechanism



Virtual drivetrain

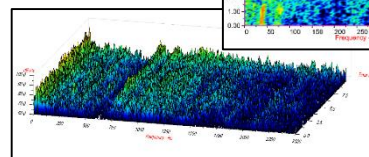
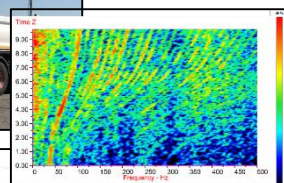
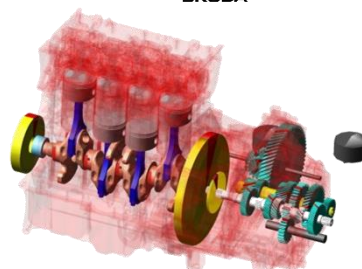
Strength and NVH (FEM, MBS)

- Steady state of transient dynamics
- Structural bore noise
- Fatigue solutions



Experimental test

Acoustic measurement



Drivetrain prototype in vehicle

- Verification of the proposed solutions

