



Popis plnění balíčku WP17: Agregáty s dělením toku výkonu pro vysoce účinné mechanismy CVT/IVT, hybridní vozy a vozidlové diferenciály

WP17: Agregáty s dělením toku výkonu pro vysoce účinné mechanismy CVT/IVT, hybridní vozy a vozidlové diferenciály

Vedoucí konsorcia podílející se na pracovním balíčku

České vysoké učení technické v Praze – Doc. Dr. Ing. Gabriela Achtenová

Členové konsorcia podílející se na pracovním balíčku

TATRA TRUCKS a.s. – Ing. Radovan Smolka, Ing. Josef Jakubec

Vysoké učení technické v Brně – prof. Ing. Václav Píštěk, DrSc., Ing. Petr Porteš, Ph.D.

VŠB – TU Ostrava – doc. Ing. Zdeněk Foltá, PhD.

TÜV-SÜD Czech s.r.o., Pavel Štěrbá

Hlavní cíl balíčku

VUT v Brně & TATRA TRUCKS a.s.: Inteligentní řízení toku momentu v nákladních vozidlech s pohonem více náprav.

Dílčí cíle balíčku pro nejbližší období

VUT v Brně & TATRA TRUCKS a.s.: Tvorba simulačních modelů do 12/2013. Návrh možných koncepcí „inteligentního diferenciálu“ pro použití v nákladních vozidlech do 12/2013. Návrh variant technického řešení pro inteligentní ovládání toku hnacího momentu do 12/2014. Analýza variant řízení toku momentu podvozkem a optimalizace parametrů do 12/2015. Návrh a výroba funkčních vzorků diferenciálů 12/2015.



Technologická agentura
České republiky



Centra
kompetence



Popis plnění balíčku WP17: Agregáty s dělením toku výkonu pro vysoce účinné mechanismy CVT/IVT, hybridní vozy a vozidlové diferenciály

- **Postup prací:**
- **Návrh a výběr mechanismu s dělením toku výkonu s vysokou účinností (ČVUT v Praze)**
- **Inteligentní řízení toku momentu v nákladních vozidlech s pohonem více náprav (VUT v Brně & TATRA TRUCKS a.s.)**
 - Koncepce pohonu s diferenciály
 - Dvouúrovňový mechanismus
 - Uzávěrky diferenciálů
 - Vyproštění vozidla v těžkém terénu a na vozovkách s rozdílným součinitelem tření
 - Velké momenty přenášené přes spojky
 - Torque Vectoring mechanismus
 - Jízda v zatáčkách, stabilita vozidla
 - Malé momenty přenášené přes spojky
- **Ideový návrh zkušebního stavu pro měření účinnosti diferenciálů (VŠB TU Ostrava)**





Popis plnění balíčku WP17: Agregáty s dělením toku výkonu pro vysoce účinné mechanismy CVT/IVT, hybridní vozy a vozidlové diferenciály

▪ Mechanismus s dělením toku výkonu s vysokou účinností (ČVUT)

Předběžné určení účinnosti mechanismu s dělením toku výkonu

$$\eta = 1 - \mu_{\alpha.I} \cdot (1 - \eta_{CVT})$$

Závislost celkového rozsahu na rozsahu variátoru

$$\delta = \delta_{CVT} \mu_{\alpha.I} |_{mean}$$



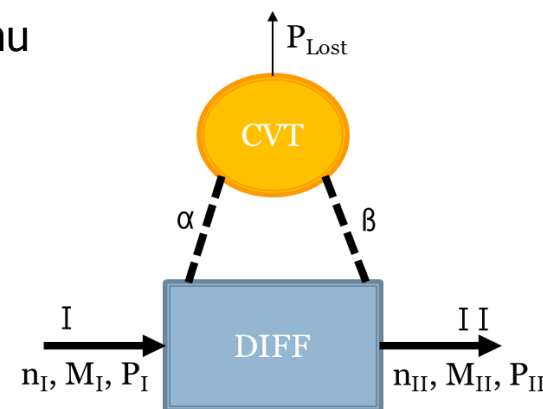
$\mu_{\alpha.I}$



η



δ





Popis plnění balíčku WP17: Agregáty s dělením toku výkonu pro vysoce účinné mechanismy CVT/IVT, hybridní vozy a vozidlové diferenciály

▪ Mechanismus s dělením toku výkonu s vysokou účinností (ČVUT)

- Odvození analytických rovnic mechanismů CVT s dělením toku výkonu s třecími variátory a diferenciálem se 2DOF a 3 nebo 4 vnějšími hřídeli.

$$\mu_{\alpha.I} = f(i_{\beta.\alpha}, \eta_{CVT})$$

$$\mu_{\alpha.I} = \frac{i_{\beta.\alpha} \cdot (a_1 \cdot b_2 - a_2 \cdot b_1)}{(i_{\beta.\alpha} \cdot b_2 + a_2 \cdot \eta_{CVT}^{\pm 1}) \cdot (a_1 - b_1 \cdot i_{\beta.\alpha})}$$

$$\mu_{\alpha.I} = f(v, \eta_{CVT})$$

$$\mu_{\alpha.I} = \frac{(a_2 - a_1 \cdot v) \cdot (b_1 \cdot v - b_2) \cdot \eta_{CVT}^{\pm 1}}{a_2 \cdot (b_1 \cdot v - b_2) \cdot \eta_{CVT}^{\pm 1} - b_2 \cdot (a_1 \cdot v - a_2)}$$

- Definice požadovaných a známých kinematických parametrů pro mechanismus:
 - Rozsah výsledného mechanismu
 - Rozsah a účinnost variátoru
- Doplňující parametry:
 - » Převodové poměry variátoru
 - » Největší a nejmenší převodové poměry celého mechanismu
- Na základě stanovených požadavků a typu známých parametrů buď přímý výpočet kinematiky diferenciálu nebo optimalizace jeho parametrů na základě nalezení minima $\mu_{\alpha.I}$.

$$\frac{\partial \mu_{\alpha.I}}{\partial b_1} = 0 \quad \text{or} \quad \frac{\partial \mu_{\alpha.I}}{\partial b_2} = 0$$

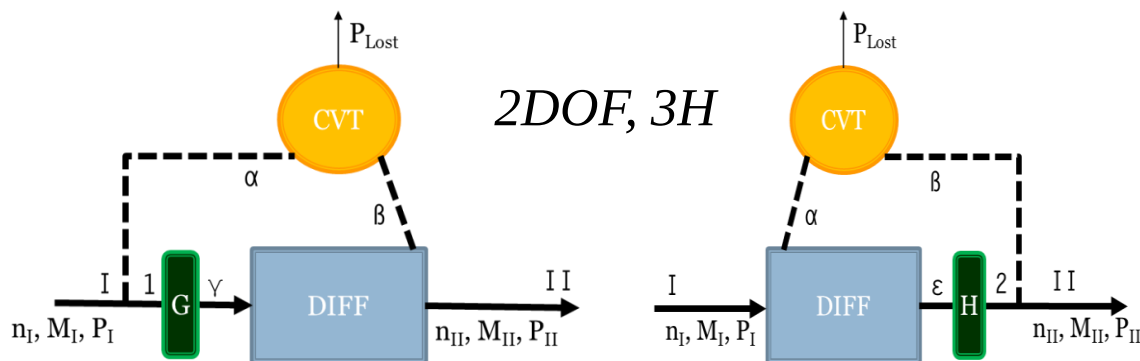
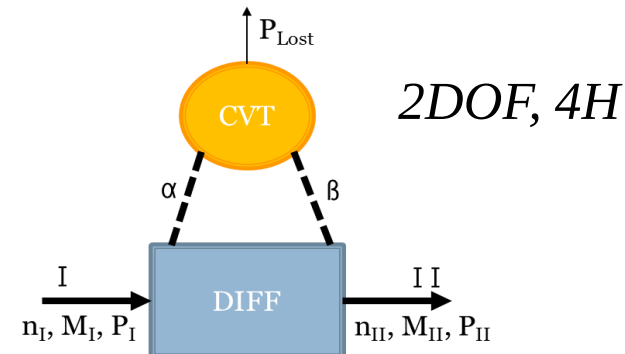




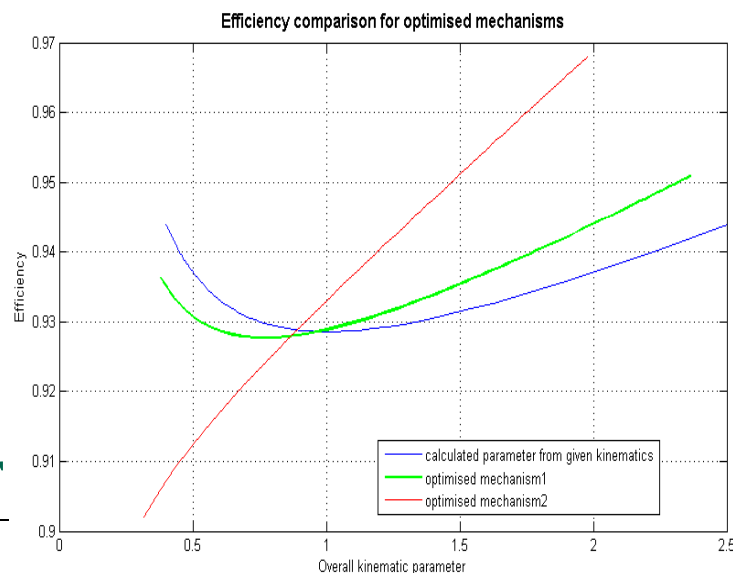
Popis plnění balíčku WP17: Agregáty s dělením toku výkonu pro vysoce účinné mechanismy CVT/IVT, hybridní vozy a vozidlové diferenciály

■ Mechanismus s dělením toku výkonu s vysokou účinností (ČVUT)

- V případě plného určení mechanismu zadanými kinematickými parametry -> výběr vhodného zapojení podle nejvyšší dosažené účinnosti



- V případě nedostatečného určení mechanismu zadanými kinematickými parametry -> výpočet podle nalezení minima funkce relativního výkonu přenášeného variátorem.





Popis plnění balíčku WP17: Agregáty s dělením toku výkonu pro vysoce účinné mechanismy CVT/IVT, hybridní vozy a vozidlové diferenciály

Návrh dalšího postupu včetně návrhů na spolupráci a realizaci výstupů (ČVUT)

- Integrace do programu Sungear
- Analytické odvození rovnic pro další typy diferenciálů
- Odvození pro všechny variátorů (včetně hydrostatických a hydrodynamických)
- Rozšíření na mechanismy IVT
- Návrh mechanismů s několika operačními módy
- Nalezení okamžiku přeřazení mezi jednotlivými operačními módy pro možnost využití jednoduchých zubových spojek
- Integrace mechanismů do DASY – WP01
- Ověření předpokládané účinnosti diferenciálu a celého mechanismu





Popis plnění balíčku WP17: Agregáty s dělením toku výkonu pro vysoce účinné mechanismy CVT/IVT, hybridní vozy a vozidlové diferenciály

▪ Postup prací - Inteligentní řízení toku momentu v nákladních vozidlech s pohonem více náprav (VUT v Brně & TATRA TRUCKS a.s.)

– Koncepce pohonu s diferenciály

Původní
subsystémy
zachovány

Sestupná
převodovka
Uzávěrka
diferenciálu
Diferenciál
Rozvodovka

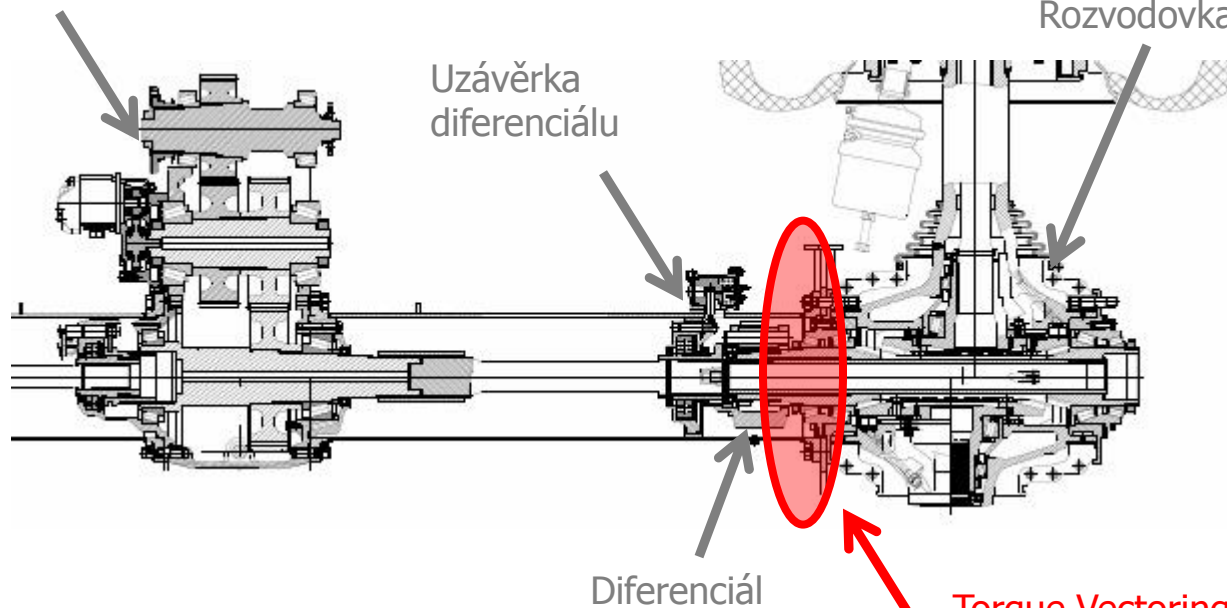
Přidáno

Mechanismus
pro Torque
Vectoring
(mezi
diferenciál a
rozvodovku)

Sestupná
převodovka

Uzávěrka
diferenciálu

Rozvodovka



Torque Vectoring
mechanismus

Za WP17: Petr Porteš



Technologická agentura
České republiky



Centra
kompetence

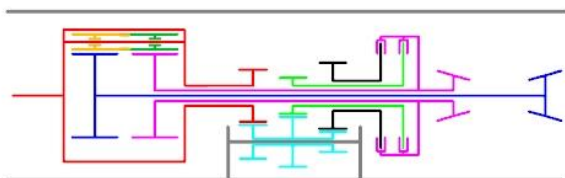


Popis plnění balíčku WP17: Agregáty s dělením toku výkonu pro vysoce účinné mechanismy CVT/IVT, hybridní vozy a vozidlové diferenciály

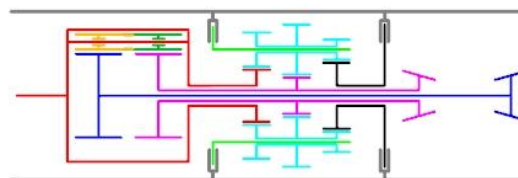
▪ Postup prací - Inteligentní řízení toku momentu v nákladních vozidlech s pohonem více náprav (VUT v Brně & TATRA TRUCKS a.s.)

- Volba Torque Vectoring mechanismu (pro úvodní analýzy)

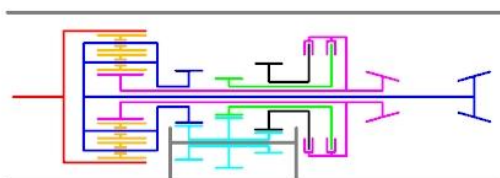
Návrh dle AYC – cage to shaft



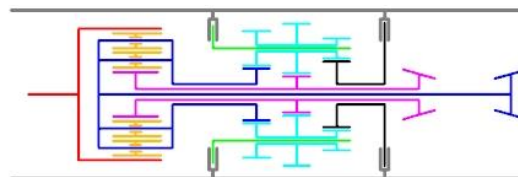
Návrh dle ATTS – cage to shaft



Návrh dle S-AYC – shaft to shaft



Návrh dle ATTS – shaft to shaft



ACHTENOVÁ, Gabriela a Vlastislav TŮMA. Vozidla s pohonem všech kol. 1. vyd. Praha: BEN – technická literatura, 2009, 380 s. ISBN 978-80-7300-236-7.

SAWASE K., USHIRODA Y., MIURA T. Left right torque vectoring technology as the core of super all wheel control (S-AWC). Mitsubishi Motors Technical Review 18/2006.

USHIRODA Y., SAWASE K., TAKAHASHI N., SUZUKI K., MANABE K.: Development of Super AYC. Mitsubishi Motors Technical Review 15/2003.

FRÖMMIG, Lars, Roman HENZE a Ferit KÜÇÜKAY. Systematic Analysis of Lateral and Longitudinal Distributing Drive Train Systems. ATZ. 2011, s. 52-57.

Za WP17: Petr Porteš



Technologická agentura
České republiky



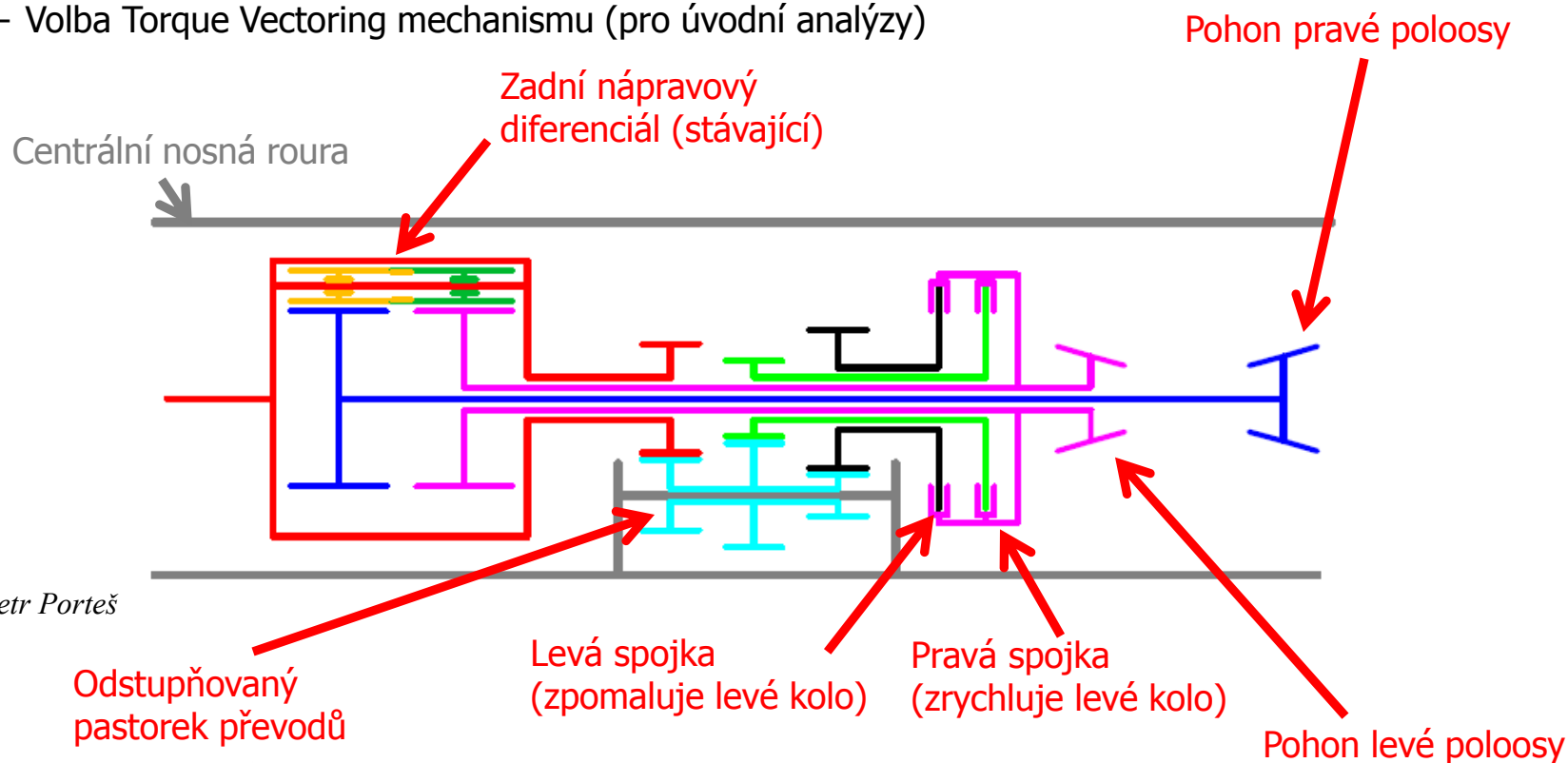
Centra
kompetence



Popis plnění balíčku WP17: Agregáty s dělením toku výkonu pro vysoce účinné mechanismy CVT/IVT, hybridní vozy a vozidlové diferenciály

▪ Postup prací - Inteligentní řízení toku momentu v nákladních vozidlech s pohonem více náprav (VUT v Brně & TATRA TRUCKS a.s.)

– Volba Torque Vectoring mechanismu (pro úvodní analýzy)



Za WP17: Petr Porteš



Technologická agentura
České republiky



Centra
kompetence

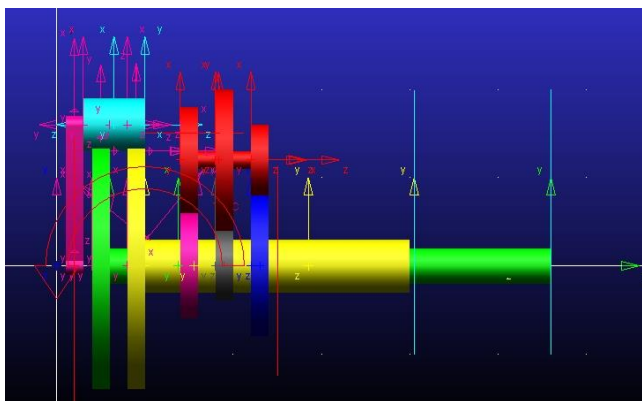


Popis plnění balíčku WP17: Agregáty s dělením toku výkonu pro vysoce účinné mechanismy CVT/IVT, hybridní vozy a vozidlové diferenciály

▪ Postup prací - Inteligentní řízení toku momentu v nákladních vozidlech s pohonem více náprav (VUT v Brně & TATRA TRUCKS a.s.)

– Model Torque Vectoring diferenciálu

MSC ADAMS



Analytický model

$$M_L > M_R$$

$$M_{CSL} := \frac{M_I}{2} - \frac{i_L}{2} \cdot M_{CL} + M_{CL}$$

$$M_{CSR} := \frac{M_I}{2} - \frac{i_L}{2} \cdot M_{CL}$$

$$M_L := M_{CSL} \cdot i_{roz}$$

$$M_R := M_{CSR} \cdot i_{roz}$$

$$\Delta M := M_L - M_R$$

$$\Delta M = 1 \cdot i_{roz} \cdot M_{CL}$$

Za WP17: Petr Porteš



Technologická agentura
České republiky



Centra
kompetence

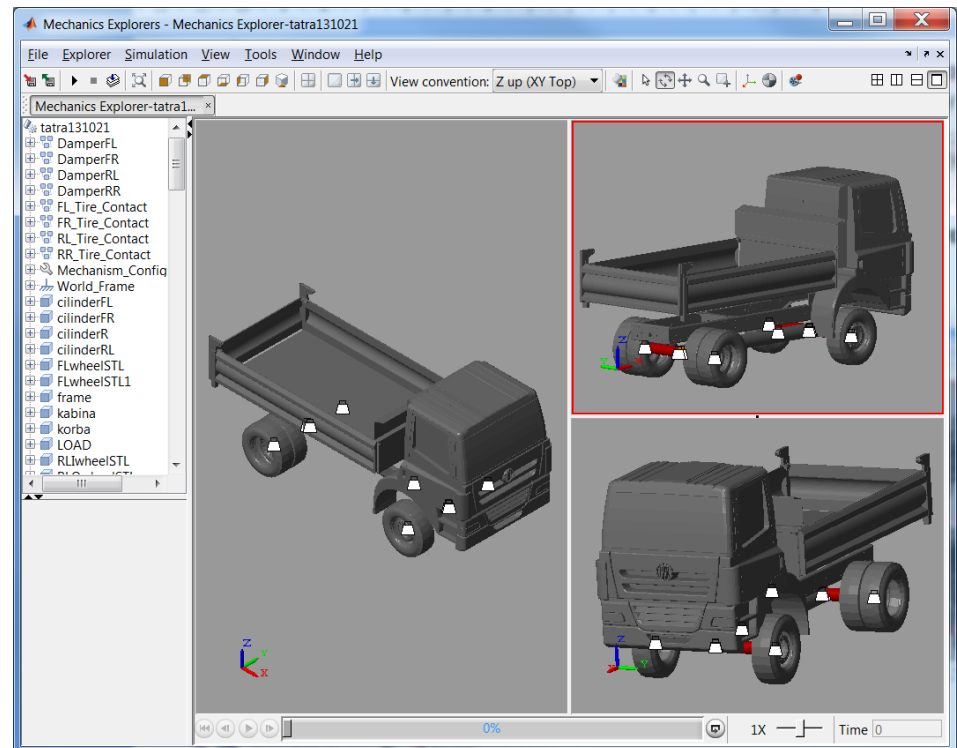


Popis plnění balíčku WP17: Agregáty s dělením toku výkonu pro vysoce účinné mechanismy CVT/IVT, hybridní vozy a vozidlové diferenciály

▪ Postup prací - Inteligentní řízení toku momentu v nákladních vozidlech s pohonem více náprav (VUT v Brně & TATRA TRUCKS a.s.)

– Multibody model vozidla

- Simulink+Simmechanics
- Model mechanismu řízení
- Pružiny + tlumiče + stabilizátory
- 3D model kontaktu kola s vozovkou
- Model pneumatik – Magic Formula
- Model řidiče (rozjezd, řazení, rychlostní profil, navádění na trajektorii)
- Výstup veličin dle normy ISO a SAE



Za WP17: Petr Porteš



Technická agentura
České republiky



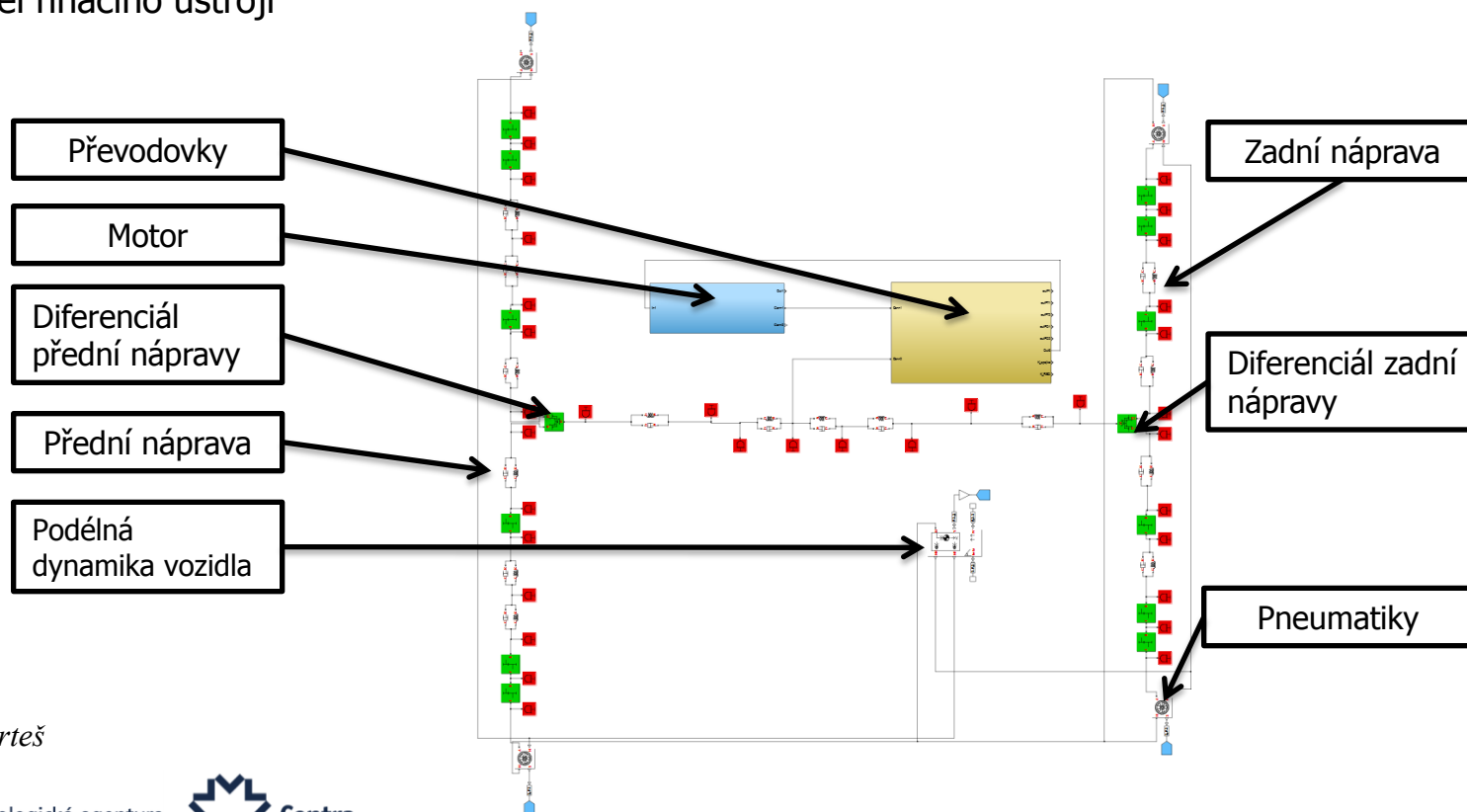
Centra
kompetence



Popis plnění balíčku WP17: Agregáty s dělením toku výkonu pro vysoce účinné mechanismy CVT/IVT, hybridní vozy a vozidlové diferenciály

▪ Postup prací - Inteligentní řízení toku momentu v nákladních vozidlech s pohonem více náprav (VUT v Brně & TATRA TRUCKS a.s.)

– Model hnacího ústrojí



Za WP17: Petr Porteš



Technologická agentura
České republiky



Centra
kompetence



Popis plnění balíčku WP17: Agregáty s dělením toku výkonu pro vysoce účinné mechanismy CVT/IVT, hybridní vozy a vozidlové diferenciály

Návrh dalšího postupu včetně návrhů na spolupráci a realizaci výstupů

- Simulace vytipovaných jízdních manévrů a validace modelů
- S využitím simulačního modelu analýza možných variant řízení toku momentu řízení
- Zpřesňování konstrukčního řešení diferenciálů a uzávěrek diferenciálů
- Návrh a zpřesňování algoritmu řízení toku momentu podvozkem
- Spolupráce - využití simulačních modelů
 - WP07 sdílení a integrace simulačních modelů vozidla a trakce

Za WP17: Petr Porteš



Technická agentura
České republiky



Centra
kompetence



Popis plnění balíčku WP17: Agregáty s dělením toku výkonu pro vysoce účinné mechanismy CVT/IVT, hybridní vozy a vozidlové diferenciály

▪ Návrh stanoviště pro měření účinnosti nápravových diferenciálů (VŠB)

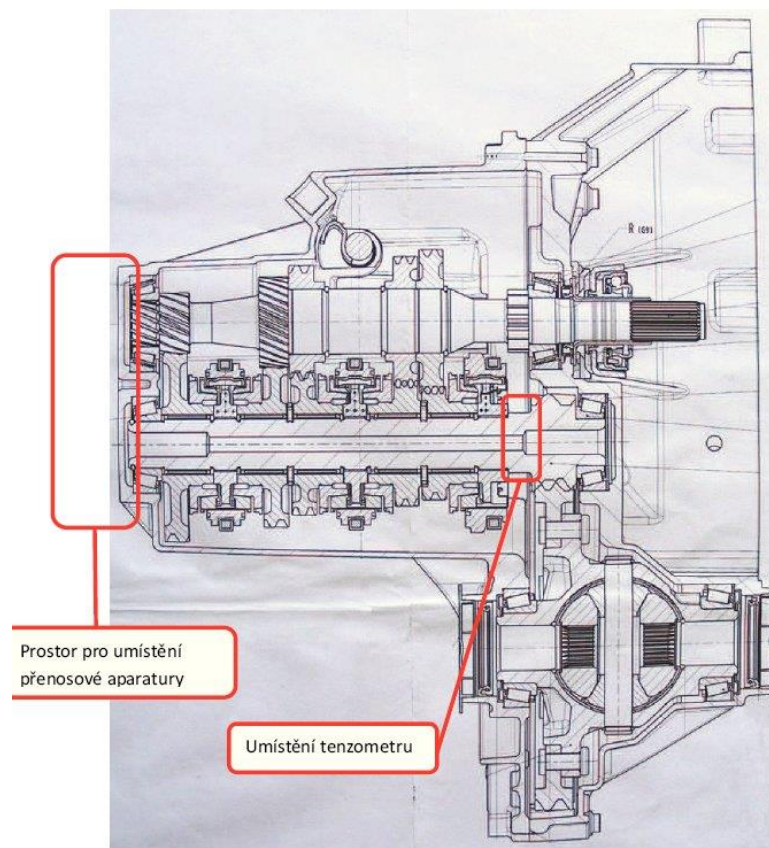
- Měření na převodovkách MQ100 a MQ200
- Vyhodnocení pomocí měření momentu na vstupním, případně předlohovém a výstupních hřídelích.
- Funkční snímání na poloosách
- Vyřešit snímání momentu na vstupním (předlohovém hřídeli)



Detail levé poloosy



Detail pravé poloosy



Prostor pro umístění
přenosové aparatury

Umístění tenzometru

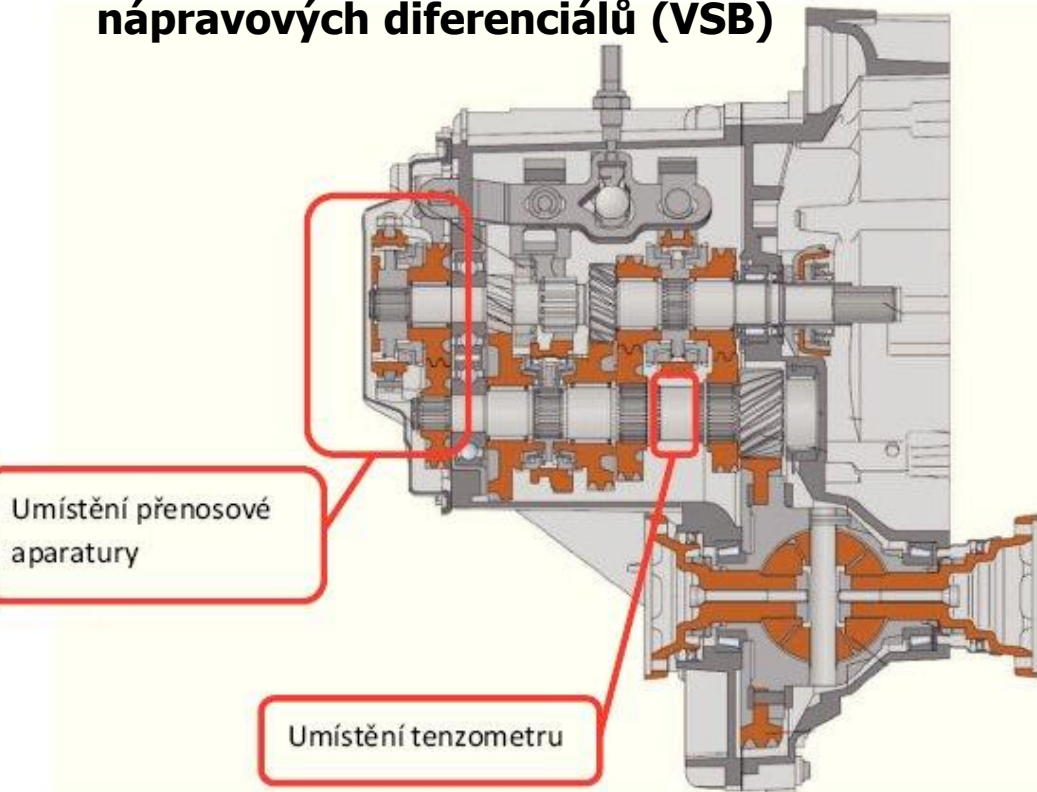
Řez převodovkou MQ100

Zdroj: Mlčák, BP, 2013, VŠB

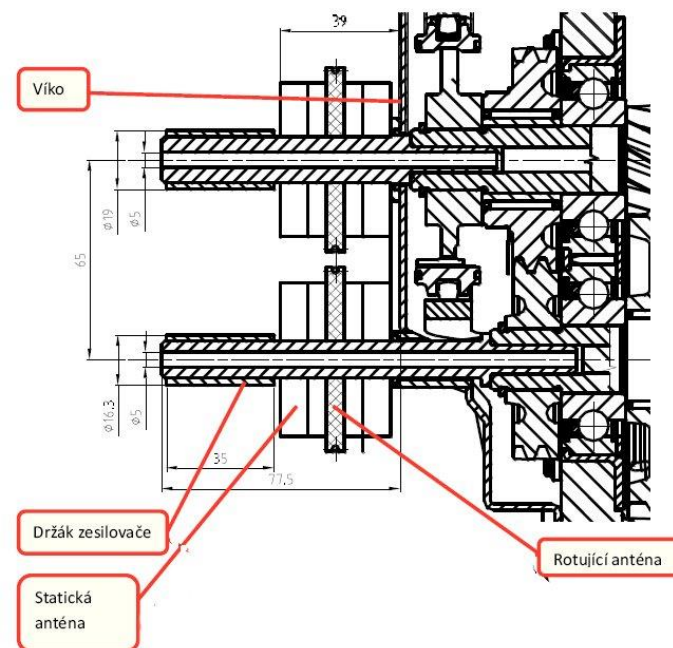


Popis plnění balíčku WP17: Agregáty s dělením toku výkonu pro vysoce účinné mechanismy CVT/IVT, hybridní vozy a vozidlové diferenciály

▪ Návrh stanoviště pro měření účinnosti nápravových diferenciálů (VŠB)



Řez převodovkou MQ200

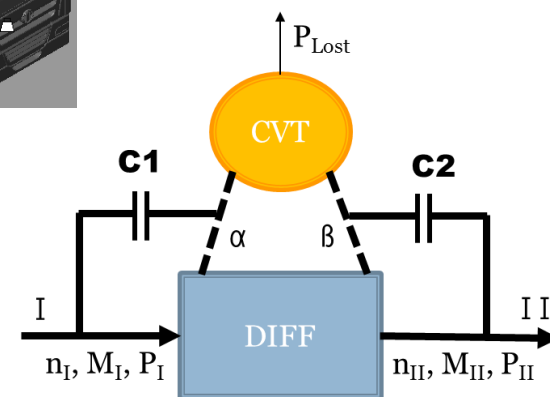
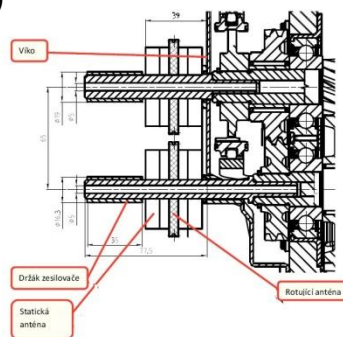
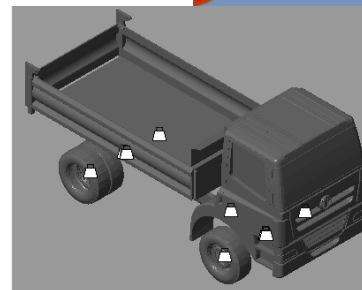
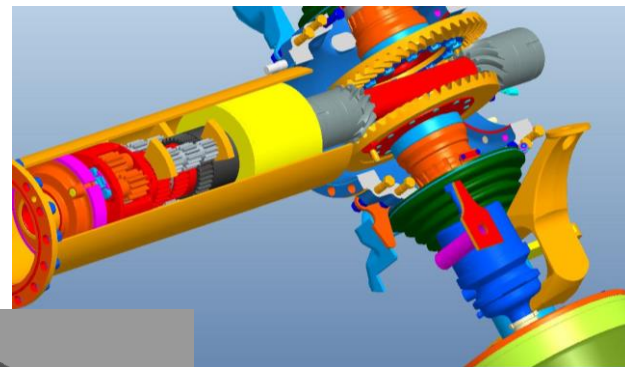




Výťah z provedených prací na WP17: Agregáty s dělením toku výkonu pro vysoce účinné mechanismy CVT/IVT, hybridní vozy a vozidlové diferenciály

Hlavní výstupy

- Návrh koncepce pohonu se zaměřením na diferenciály a uzávěrky diferenciálů (VUT v Brně & TATRA TRUCKS a.s.)
- Volba Torque Vectoring mechanismu, analýza momentů a rychlostí (VUT v Brně & TATRA TRUCKS a.s.)
- Vývoj simulačních modelů vozidla a hnacího traktu (VUT v Brně & TATRA TRUCKS a.s.)
- Analytické vyjádření mechanismů s dělením toku výkonu s diferenciálem se 2 DOF a 3 či 4 vnějšími hřídeli (ČVUT Praha)
- Syntéza mechanismů CVT s dělením toku výkonu pro dosažení maxima účinnosti (ČVUT Praha)
- Ideový návrh měření účinnosti nápravového diferenciálu přímo na vozidle (VŠB Ostrava)

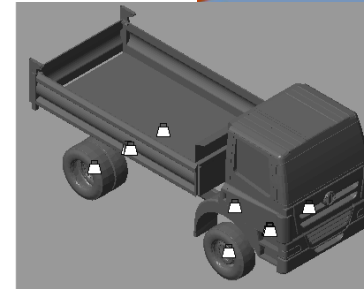
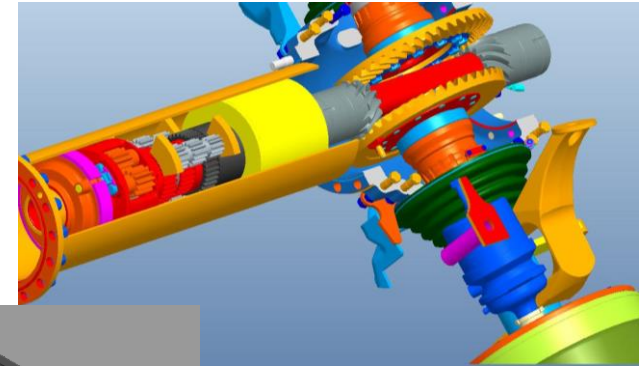




Abstract of WP17:

Current Main Results

- Concept of driveline with a focus on differential and differential lock mechanism (BUT & Tatra)
- Selection of Torque Vectoring mechanism, analysis of torques and velocities (BUT & Tatra)
- Development of simulation models of vehicle and powertrain (BUT & Tatra)
- Analytical derivation of equations of powersplit mechanisms with differential with 2 DOF and 3 to 4 external shafts (ČVUT Praha)
- Synthesis of CVT powersplit mechanisms with high overall efficiency (ČVUT Praha)
- Proposal of realisation of efficiency measurement on the real vehicle axle differential (VŠB Ostrava)





Popis plnění balíčku WP17: Agregáty s dělením toku výkonu pro vysoce účinné mechanismy CVT/IVT, hybridní vozy a vozidlové diferenciály

Děkuji za pozornost.

